



Charles

DARWIN

L'ORIGINE DELLE SPECIE

Il libro rivoluzionario che ha cambiato
per sempre il nostro modo di pensare

Bollati Boringhieri

BOLLATI BORINGHIERI

BOLLATI BORINGHIERI
27 maggio 2021

BOLLATI BORINGHIERI

I Grandi Pensatori
19

BOLLATI BORINGHIERI

Charles Darwin

L'origine delle specie

Prefazione di Luca e Francesco Cavalli Sforza

Introduzione di Giuseppe Montalenti

Traduzione di Luciana Fratini



Bollati Boringhieri

BOLLATI BORINGHIERI

Titolo originale *On the Origin of Species by Means of Natural Selection,
or the Preservation of Favoured Races in the Struggle for Life*

6ª edizione 1872

© 1967 e 2011 Bollati Boringhieri editore

Torino, corso Vittorio Emanuele II, 86

Gruppo editoriale Mauri Spagnol

ISBN 978-88-339-8099-7

Schema grafico della copertina Catoni Associati

www.bollatiboringhieri.it

Quest'opera è protetta dalla Legge sul diritto d'autore.

È vietata ogni duplicazione, anche parziale, non autorizzata.

BOLLATI BORINGHIERI

Indice

- 11 *Prefazione* di Luca e Francesco Cavalli Sforza
15 *Introduzione* di Giuseppe Montalenti
67 *Nota biobibliografica*

L'origine delle specie

- 75 Compendio storico del progresso delle idee sull'origine delle specie
- 85 Introduzione
- 89 1. La variazione allo stato domestico
Cause di variabilità Effetti dell'abitudine, e dell'uso o non uso delle parti Variazione correlata Eredità Carattere delle varietà domestiche Difficoltà di distinguere fra varietà e specie Origine delle varietà domestiche da una o più specie Colombi domestici, loro differenze e loro origine Principi di selezione adottati da tempi remoti, e loro effetti Selezione metodica e inconscia Origine ignota delle razze domestiche Circostanze favorevoli al potere selettivo dell'uomo
- 120 2. La variazione allo stato di natura
Variabilità Differenze individuali Specie dubbie Le specie molto estese, molto diffuse e comuni, variano di più Le specie dei grandi generi in ogni paese variano più frequentemente delle specie dei generi più ristretti Molte specie dei grandi generi assomigliano a varietà, perché sono assai strettamente, ma inegualmente, affini l'una all'altra, e perché hanno un'area di diffusione limitata

BOLLATI BORINGHIERI

137 3. La lotta per l'esistenza

Sua influenza sulla selezione naturale Estensione di questo termine
 Gli individui aumentano in progressione geometrica Rapido aumento
 degli animali e delle piante acclimati Natura degli ostacoli che si
 oppongono all'aumento Competizione universale Effetti del clima
 Protezione derivante dal numero degli individui Rapporti complessi
 fra animali e piante in natura Maggior durezza della lotta per l'esistenza
 tra individui e varietà della stessa specie: spesso la lotta è dura
 anche fra specie dello stesso genere Importanza preminente dei rapporti
 tra gli organismi

153 4. Selezione naturale o sopravvivenza del più adatto

Selezione naturale Confronto del suo potere con la selezione operata
 dall'uomo Sua influenza su caratteri di lieve importanza, a tutte le età,
 e in entrambi i sessi Selezione sessuale Generalità degli incroci fra
 individui della stessa specie Circostanze favorevoli e sfavorevoli alla
 selezione naturale, cioè: incrocio, isolamento, numero degli individui
 Azione lenta Estinzione causata dalla selezione naturale Divergenza
 dei caratteri in relazione alla diversità degli abitanti di un'area ristretta
 e alla naturalizzazione Azione della selezione naturale, attraverso la
 divergenza dei caratteri e l'estinzione, sui discendenti di un comune
 progenitore La selezione naturale spiega i raggruppamenti sistematici di
 tutti gli esseri viventi Progressi nell'organizzazione Persistenza delle
 forme inferiori Convergenza dei caratteri Moltiplicazione indefinita
 delle specie Riassunto

202 5. Le leggi della variazione

Effetti delle mutate condizioni Uso e non uso, combinati con la selezione
 naturale; organi del volo e della vista Acclimazione Variazione correlata
 Compensazione ed economia dell'accrescimento False correlazioni
 Le strutture multiple, rudimentali, e di organizzazione più semplice
 sono variabili Le parti sviluppate in maniera non comune sono altamente
 variabili: i caratteri specifici più variabili dei caratteri generici: i
 caratteri sessuali secondari sono variabili Specie dello stesso genere
 variano in modo analogo Reversione a caratteri da lungo tempo perduti
 Riassunto

231 6. Difficoltà della teoria

Difficoltà della teoria della discendenza con modificazioni Assenza o
 rarità delle varietà di transizione Transizione nelle abitudini di vita
 Abitudini differenti nella stessa specie Specie con abitudini molto
 differenti da quelle delle specie affini Organi estremamente perfezionati

BOLLATI BORINGHIERI

Modi di transizione Casi difficili «Natura non facit saltum» Organi di scarsa importanza Organi non sempre assolutamente perfetti La legge dell'unità del tipo e delle condizioni di esistenza è compresa nella teoria della selezione naturale

269 7. Obiezioni varie alla teoria della selezione naturale

Longevità Modificazioni non necessariamente simultanee Modificazioni che non hanno in apparenza alcuna utilità diretta Sviluppo progressivo Massima costanza dei caratteri di scarsa importanza funzionale Pretesa incapacità della selezione naturale a spiegare le fasi iniziali delle strutture utili Cause che interferiscono con l'acquisizione di strutture utili per mezzo della selezione naturale Gradazioni di struttura con mutate funzioni Organi molto differenti nei membri della stessa classe, sviluppati da una stessa origine Ragioni che impediscono di credere alle modificazioni grandi e improvvisate

308 8. Istinto

Gli istinti comparabili con le abitudini, ma differenti per l'origine Istinti graduali Afidi e formiche Istinti variabili Istinti domestici, loro origine Istinti naturali del cuculo, del *Molothrus*, dello struzzo e delle api parassite Formiche schiaviste L'ape domestica e il suo istinto costruttore I cambiamenti dell'istinto e della struttura non sono necessariamente simultanei Difficoltà della selezione naturale degli istinti Insetti neutri o sterili Riassunto

341 9. Ibridismo

Distinzione fra la sterilità dei primi incroci e degli ibridi La sterilità varia di grado, non è universale, è influenzata dagli incroci fra i consanguinei, è eliminata dall'addomesticamento Leggi che regolano la sterilità degli ibridi La sterilità non è un carattere speciale, ma dipende da altre differenze e non si accumula con la selezione naturale Cause della sterilità dei primi incroci e degli ibridi Parallelismo fra gli effetti delle mutate condizioni di vita e degli incroci Dimorfismo e trimorfismo Fecondità delle varietà incrociate e della loro discendenza meticcica: essa non è generale Ibridi e meticci confrontati indipendentemente dalla loro fecondità Riassunto

373 10. Sull'imperfezione della documentazione geologica

Sull'assenza di varietà intermedie nel periodo attuale Sulla natura delle varietà intermedie estinte; sul loro numero Sulla durata del tempo, calcolato in base al denudamento e al deposito Sulla durata del tempo calcolato in anni Sulla povertà delle nostre collezioni paleontologiche

BOLLATI BORINGHIERI

che Sull'intermittenza delle formazioni geologiche Sul denudamento delle aree granitiche Sull'assenza di varietà intermedie in ciascuna formazione Sulla comparsa improvvisa di gruppi di specie Loro comparsa improvvisa negli strati fossiliferi più antichi Antichità della terra abitabile

402 11. La successione geologica degli esseri organici

Comparsa lenta e successiva di nuove specie Loro diverso ritmo di trasformazione Le specie estinte non ricompaiono I gruppi di specie seguono le stesse regole generali delle specie singole, relativamente alla comparsa e alla scomparsa Estinzione Cambiamenti simultanei delle forme organiche in tutto il mondo Affinità delle specie estinte fra di loro e con le specie viventi Stato di sviluppo delle forme antiche Successione degli stessi tipi nella stessa area Riassunto di questo capitolo e del precedente

430 12. Distribuzione geografica

L'attuale distribuzione geografica non può essere spiegata con la differenza di condizioni fisiche Importanza delle barriere Affinità delle produzioni dello stesso continente Centri di creazione Dispersione causata da cambiamenti del clima e del livello del suolo, e da agenti occasionali Dispersione durante il periodo glaciale Periodi glaciali alternati nel nord e nel sud

459 13. Distribuzione geografica (continuazione)

Distribuzione delle produzioni d'acqua dolce Sugli abitanti delle isole oceaniche Assenze di batraci e di mammiferi terrestri Sui rapporti fra gli abitanti di isole e quelli della terra ferma più vicina Sulla colonizzazione dalla sorgente più vicina con susseguenti modificazioni Riassunto di questo capitolo e del precedente

481 14. Affinità reciproche degli esseri viventi: morfologia, embriologia, organi rudimentali

Classificazione, gruppi subordinati ad altri gruppi Sistema naturale Regole e difficoltà della classificazione, spiegate con la teoria della discendenza con modificazione Classificazione delle varietà La discendenza sempre usata nella classificazione Caratteri analogici o di adattamento Affinità generali, complesse e divergenti L'estinzione separa e definisce i gruppi *Morfologia*, fra membri della stessa classe, fra parti dello stesso individuo *Embriologia*, sue leggi spiegate per mezzo delle variazioni che non hanno luogo nella prima età e che sono ereditate a un'età corrispondente *Organi rudimentali*; spiegazione della loro origine Riassunto

BOLLATI BORINGHIERI

525 15. Ricapitolazione e conclusione

Ricapitolazione delle obiezioni alla teoria della selezione naturale
Ricapitolazione delle circostanze generali e speciali a questa favorevoli
Cause della generale credenza nella immutabilità delle specie
Possibilità di generalizzazione della teoria della selezione naturale
Effetti della sua accettazione sullo studio della storia naturale
Osservazioni conclusive

553 *Glossario dei termini scientifici*

561 *Indice analitico*

577 *Indice dei nomi*

Prefazione*

Luca e Francesco Cavalli Sforza

Si racconta che quando Laplace, il grande astronomo francese, presentò a Napoleone una copia della sua Meccanica celeste, in cui descriveva la gravitazione universale e avanzava ipotesi sulla formazione del sistema solare, Napoleone abbia osservato: «Signor Laplace, mi dicono che avete scritto questo grosso libro sul sistema dell'universo, senza mai citare il suo creatore». «È un'ipotesi di cui non avevo bisogno», rispose Laplace. Quando Napoleone, divertito, riferì questa conversazione al matematico Lagrange, questi esclamò: «Che bella ipotesi! Questo spiega molte cose». A duecento anni di distanza, i testi moderni di astronomia continuano a descrivere il comportamento dei corpi celesti senza avere bisogno di ricorrere a un Dio creatore. Nella scienza, non si introducono ipotesi non necessarie a spiegare gli eventi. Chi desidera credere a una presenza divina è libero di pensare che Dio abbia dato origine all'universo e gli abbia assegnato leggi determinate, o che continui a intervenire in modi invisibili nella sua stessa creazione: ma non è necessario invocare l'intervento divino per rendere conto dei fenomeni rivelati dai nostri strumenti di osservazione.

Se nessuno più discute oggi sull'intervento divino nella storia del cosmo, una questione analoga riemerge di quando in quando in biologia. Dai tempi di Darwin in avanti la teoria dell'evoluzione ha fatto progressi enormi ed è in grado di spiegare moltissimo della storia della vita. Oggi non è più in discussione la nostra parentela con le scimmie, che è provata al di là di ogni ragionevole dubbio, e incontra ancora fortissime resistenze solo nelle frange ultraconservatrici dei cristiani battisti (forza politica potentissima nel sud degli Stati Uniti) come fra gli ebrei ultraortodossi, mentre non sembra creare difficoltà né al cattolicesimo né all'islam.

* Testo già apparso, con il titolo *Tutto ci dice che Darwin aveva ragione. L'evoluzionismo e i suoi nemici*, in «la Repubblica», 3 novembre 2005.

BOLLATI BORINGHIERI

Ciò che oggi viene messo in dubbio è che l'evoluzione sia sufficiente a spiegare la straordinaria complessità della vita: come è possibile che gli esseri viventi abbiano sviluppato una tale varietà di forme? Anche all'interno di una singola classe di organismi, quali i mammiferi, troviamo diversità strabilianti: il topo e l'elefante, la balena e il pipistrello. Come può essere che tutte queste forme di vita, ciascuna così perfezionata, così perfettamente adattata ai più diversi ambienti planetari, abbiano dato forma a se stesse «da sole», nel corso dell'evoluzione? Come può un organo quale l'occhio avere raggiunto la sua estrema complessità solo sotto la spinta di forze naturali?

La risposta data da alcuni è che deve esserci un Progetto Intelligente che ha guidato la storia della vita, intervenendo nei meccanismi dell'evoluzione (in vista di qualche obiettivo, si presume, ma questo non viene detto). Non si fa il nome di questa entità suprema, che evidentemente non può essere altri che Dio stesso, o un suo demiurgo, perché questa linea di pensiero vuole presentarsi come un'ipotesi scientifica, o addirittura come una teoria: la si trova citata come teoria del «Disegno Intelligente», in traduzione dall'inglese «Intelligent Design».

Non si tratta di una teoria vera e propria, per la verità, e nemmeno di un'ipotesi a rigor di termini: non porta prove o esperimenti o ricerche e osservazioni originali a proprio conforto. Si limita a mettere in rilievo difficoltà e debolezze della teoria dell'evoluzione. Non ha origine dalla comunità scientifica. Gli scienziati disposti ad avallarla sono in effetti ben pochi, del tutto a prescindere dal fatto che anche tra chi fa la scienza si trovino credenti delle varie confessioni. Il movimento dell'Intelligent Design nasce in realtà come fatto politico, negli Stati Uniti: è promosso da fondazioni finanziate da miliardari ultraconservatori e impegnate in precise attività, quali il sostegno a quanti citano in giudizio le scuole dello Stato per ottenere che il racconto biblico della creazione (o per lo meno la teoria del «Disegno Intelligente») sia insegnata a fianco della teoria dell'evoluzione come alternativa di pari dignità.

Il marchio di estrema destra con cui la teoria nasce non giova certo alla sua diffusione in Europa, dove se ne è avuto abbastanza di ideologie, e l'assenza di argomentazioni scientifiche rende difficile controbatterla direttamente (perché non c'è nulla da controbattere). Pure, è giusto discuterne, se non altro perché anche da noi si è tentato (fortunatamente senza successo) di spingere l'insegnamento della teoria dell'evoluzione fuori dalla scuola dell'obbligo. Peraltro, nel caso della scuola italiana, il ragionamento di chi voleva riscrivere i programmi era stato in fondo l'opposto: non si insegna la teoria del disegno intelligente, quindi non bisogna insegnare nemmeno la teoria dell'evoluzione.

La storia della vita ha cominciato a essere indagata con gli strumenti della scienza appena duecento anni fa, dapprima osservando l'evoluzione geologi-

BOLLATI BORINGHIERI

ca della Terra e i fossili, poi studiando l'organizzazione e la distribuzione delle specie viventi, infine applicandosi all'evoluzione delle molecole stesse che trasmettono la vita. Oggi è molto difficile trovare chi dubiti, fra quanti praticano la scienza, che la vita ha avuto un'unica origine, in un tempo molto lontano, e che da allora è andata sviluppandosi ed evolvendo nelle forme più diverse, sull'arco di un numero gigantesco di generazioni. Si ritiene che oltre il 99 per cento delle specie vissute si siano estinte. Se consideriamo che a oggi sono state descritte due milioni di specie viventi, ma che si ritiene ne esistano in tutto decine di milioni, ci facciamo un'idea di quanto sia stata vasta la varietà generata dalla vita, da quando è comparsa sulla Terra.

La scienza ricostruisce l'evoluzione a partire dai fenomeni fisici e biochimici che siamo in grado di osservare. Sappiamo che la molecola che porta l'informazione ereditaria tende a formare copie esatte di se stessa nella discendenza (che si riproduca per via asessuata oppure ricombinandosi con quella di un individuo dell'altro sesso). Sappiamo che ogni nuovo DNA sarebbe sempre identico a quello del genitore, se non fosse per rarissimi errori occasionali, le mutazioni, che introducono cambiamenti e rendono possibile l'evoluzione.

Un organismo può vivere solo se interagisce con l'ambiente di vita per procurarsi il cibo, e può trasmettere il suo DNA alla generazione successiva solo se riesce a divenire adulto e ad avere dei discendenti, cioè si riproduce. L'ambiente però cambia di continuo. Solo chi rimane «adatto» all'ambiente in cui nasce può continuare a vivere: se un certo parassita stermina una popolazione, la generazione successiva porterà solo il DNA di chi è sopravvissuto al contagio. Sarà magari sopravvissuto perché provvisto di resistenza genetica, portata da una casuale mutazione, e allora anche i suoi discendenti saranno resistenti.

La selezione naturale agisce così, «filtrando» automaticamente, come un rigido setaccio, i tipi che meglio riescono a sopravvivere e riprodursi, ambiente per ambiente e circostanza per circostanza. Molte mutazioni sono insensibili, perché non modificano i meccanismi fondamentali della riproduzione, cioè la sopravvivenza e la fertilità; ma quando lo fanno la selezione si inserisce in modo del tutto automatico.

In sostanza, la teoria dell'evoluzione per mutazione e selezione naturale dice esattamente questo: le specie viventi evolvono sotto la spinta del caso (perché la mutazione è del tutto casuale) e della necessità (perché le condizioni ambientali cambiano per azione di forze che non sono sotto il diretto controllo delle specie viventi). Queste dinamiche fanno sì che le popolazioni aumentino o diminuiscano di numero, e che nuove specie si affermino e altre scompaiano. Il numero incredibile di generazioni che si sono susseguite nella storia di ogni specie presente oggi rende conto dell'eccezionale varietà che osserviamo: una miriade di minuscoli cambiamenti quantitativi ha deter-

BOLLATI BORINGHIERI

minato importanti modifiche qualitative. Lo stesso vale per l'estrema complessità delle strutture biologiche all'interno di ogni singolo organismo.

La selezione naturale è una forma di disegno intelligente, senza bisogno di maiuscole: interviene ovunque vi sia autoriproduzione e mantiene in vita le specie nel modo più efficiente. O, se preferiamo, l'azione combinata di mutazione e selezione naturale è un disegno quasi-intelligente, perché c'è parecchio spreco, un'infinità di tentativi e molti insuccessi. Eppure, in quattro miliardi di anni ha generato una varietà stupefacente di forme di vita ben funzionanti. Possiamo a buon diritto vedere mutazione e selezione come forze automatiche non eliminabili, anche se in apparenza cieche.

Un altro ottimo esempio di disegno semi-intelligente, a portata di mano, è l'evoluzione culturale. Quanto somigliano le navette orbitali di oggi all'aereo dei fratelli Wright, il primo che riuscì a staccarsi dal suolo? Quante forme hanno assunto e poi abbandonato da allora le macchine volanti? Quanti tentativi ed errori? Eppure sono passati appena cent'anni. Anche questo meccanismo di evoluzione è un prodotto dell'evoluzione biologica. È presente in tutti gli animali superiori, anche se in nessuno al livello di sviluppo raggiunto nell'uomo, grazie soprattutto al linguaggio che ha permesso una comunicazione più avanzata.

Che l'evoluzione proceda dall'intreccio di caso e necessità può non piacere a chi non resiste al desiderio di vedere la nostra specie indirizzata da mani occulte verso un nobile destino, ma resta il fatto che quanto si è capito finora dell'evoluzione fornisce una chiave eccellente per interpretare ciò che vediamo intorno e per approfondire la conoscenza delle molecole che rendono possibile la vita.

Se si preferisce credere in un disegno del-tutto-intelligente, sarà bene che chi lo propugna dica da cosa lo si può ravvisare, come può aiutarci a interpretare il mondo. Se il cosmo è guidato da una mente suprema, è stato fatto in modo che anche noialtri si possa arrivare a capire come funziona, oppure, poiché il volere di Dio è imperscrutabile, è empio persino porsi queste domande? Chi ci rivelerà i dettagli del grande piano? Dovremo rivolgerci a sacerdoti quali intermediari? Sembra di gran lunga preferibile sviluppare la ricerca e l'indagine scientifica, che sono tutt'altro che avere di scoperte e di risposte.

Non si capisce, però, perché mai chi ha convinzioni religiose e crede in un'entità superiore dovrebbe sentire il bisogno di un disegno del-tutto-intelligente per dare un senso a questo mondo. Si troverà solo in grandi difficoltà per rendere conto della violenza e del dolore, di eruzioni e maremoti, di epidemie carestie e guerre, e delle tante belle notizie che ci raggiungono ogni giorno.

BOLLATI BORINGHIERI

Introduzione: L'evoluzionismo ieri e oggi

Giuseppe Montalenti

1. Avanti Darwin

Nei cenni storici che Darwin fa precedere alla sua trattazione, sono brevemente ricordati i principali precursori dell'evoluzionismo, in contrapposto alla «gran maggioranza dei naturalisti, che fino ad epoca recente hanno creduto che le specie fossero produzioni immutabili e che fossero state create separatamente».

Varie opere di carattere storico sono poi state pubblicate in seguito, in cui il pensiero dei precursori di Darwin, dai Greci in poi, è stato analizzato con cura (vedi la *Nota biobibliografica*, p. 67).

Non è quindi necessario né opportuno ripetere qui una compiuta rassegna storica. Si deve però ricordare che le due opposte concezioni: il creazionismo, così com'era inteso prima di Darwin, e l'evoluzionismo, così com'è stato formulato dal Darwin, non sono teorie limitate a un ristretto problema biologico, ma rispondono a due diverse concezioni del mondo e dell'uomo, a due diverse filosofie.

La concezione tradizionale vuole il mondo creato da una mente superiore, d'un tratto, così come oggi lo vediamo; e la sua struttura e le sue caratteristiche non siano mutate in passato, né siano destinate a cambiare fino al giorno in cui al creatore piaccia di distruggerlo. In biologia la conseguenza logica cui conduce questo modo di pensare è la teoria della fissità o immutabilità della specie.

Non importa se in antico il concetto di specie non sia stato chiaramente definito e se si credesse nella generazione spontanea: lo sviluppo storico di questa linea di pensiero doveva condurre inevitabilmente alla definizione del concetto di specie e alla proclamazione della sua fissità nonché alla negazione della generazione spontanea. Tutta una lun-

BOLLATI BORINGHIERI

ga serie d'indagini, un minuto lavoro di osservazione, di classificazione, diede forma a un pensiero che col passare del tempo andò facendosi man mano più chiaro e forbito, finché, nel Settecento, trovò la sua perfetta espressione nella grande opera di Carlo Linneo (1707-78).

Linneo precisa e definisce il concetto di specie nella sua accezione tradizionale, e inventa quella nomenclatura binomia che è uno strumento essenziale, ancor oggi adottato dai naturalisti.

Afferma Linneo: «Species tot numeramus quot a principio creavit infinitum Ens», cioè: tante sono le specie oggi esistenti quante in principio furon create dall'Ente infinito. Non certo una preoccupazione di ordine pratico dettò questa definizione, ché il naturalista che sia in dubbio se considerare due forme affini come specie diverse o semplici varietà d'una stessa specie, invano cercherebbe aiuto nella definizione linneana: non è pensabile che possa rifarsi al giorno della creazione per scrutare l'intenzione divina. È dunque una definizione priva di valore pratico ma ricca di significato filosofico, in cui la specie è considerata come una creazione separata di Dio, che si perpetua nel tempo senza subire mutamenti. Preesiste quindi, nella mente divina, un'idea, o forma, o tipo di ogni specie – cane, gatto, rana, abete o rosa e via dicendo – la quale viene attuata in innumerevoli esistenze individuali, che perennemente si succedono.

Tutto il creato è l'attuazione di un mirabile disegno della mente divina, perfetto in ogni suo particolare. E l'uomo, in questo gran teatro, è chiamato a conoscere, a interpretare la bella opera del sapiente Artefice, allo scopo di cantarne la sua gloria, per poi accedere alla vita beata. Con queste parole, si apre la grande opera linneana, il *Systema naturæ* (10^a edizione, 1758), in cui, quasi in ogni pagina, traspaiono l'ammirazione e lo sbigottimento che nell'autore desta la manifestazione della terribile potenza di Dio sempiterno, onnisciente, onnipotente.

La definizione della specie, lo studio della classificazione degli esseri viventi – cioè delle affinità di vario grado che si possono rivelare tra le diverse forme organiche – sono dunque un aspetto di una concezione filosofica più vasta, di una cosmogonia che, come la dottrina dell'armonia prestabilita di Leibniz, ben si accorda con il sistema aristotelico-tomistico. Linneo coordina e codifica, con mirabile chiarezza e concisione, la concezione creazionistica tradizionale, dandole veste scientifica e applicandola particolarmente alla biologia.

Che questo modo di pensare fosse quello voluto dall'ortodossia cristiana, è dimostrato dalle reazioni con cui la facoltà di teologia della

BOLLATI BORINGHIERI

Sorbona accolse le teorie che, negli stessi anni, un altro grande naturalista, il Buffon, aveva osato esporre. Scrittore raffinato, elegante, e non scarno e schematico come Linneo (fu tra i primi ad abbandonare il latino per il francese), ispirato anziché dal rigore luterano, dal pensiero vivace e spregiudicato dell'illuminismo che allora andava fiorendo in Francia, il conte di Buffon (1707-88) fece opera antitetica a quella di Linneo: antitetica come stile e come impostazione filosofica. Nella sua grande *Histoire naturelle générale et particulière* (1749 e seguenti, 44 volumi) il garbato scrittore, avendo come mira precipua, anziché la classificazione, la descrizione della vita e dei costumi degli animali, osò anche levarsi ad alcune ardite considerazioni generali. Nel primo volume della sua famosa opera¹ traccia, tra l'altro, una storia della terra, in cui è l'embrione dell'odierna geologia e – suprema audacia – valuta a circa un centinaio di migliaia di anni l'età della terra, che la tradizione biblica fissava in seimila anni.

I primi volumi dell'opera del Buffon ebbero subito un gran successo editoriale; ma sollevarono scandalo. La facoltà teologica della Sorbona fece pervenire all'autore la lista delle opinioni estratte dalla sua opera che erano state giudicate repressibili, e il naturalista pubblicò, nel volume quarto, che uscì nel 1753, la seguente dichiarazione: «Abbandono ciò che nel mio libro riguarda la formazione della terra e in generale tutto ciò che potrebbe essere contrario alla narrazione mosaica». Di questa ritrattazione però si pentì e nel 1773 pronunciò all'Accademia di Digione un discorso, *Les époques de la nature*, in cui ribadì le idee espresse nella *Histoire naturelle*.

Quanto al problema dell'origine delle specie, il pensiero del Buffon, come rileva Darwin nei suoi cenni storici, non è sempre ben chiaro e definito. Forse i rabbuffi dei teologi della Sorbona, che gli furono minacciati nuovamente nel 1779, non furono estranei alla sua esitazione. In alcuni passi, tuttavia, si trovano chiari accenni all'ipotesi trasformista. Analoghe idee, del resto, eran nell'aria e più o meno oscuramente venivano espresse da diversi filosofi e naturalisti della seconda metà del Settecento, fra cui il Diderot.

Ma il primo cui va il merito d'aver formulato una teoria evolutivistica coerente, completa, e pienamente consapevole è Jean-Baptiste de

¹ Vedi l'edizione con commento storico-critico: Buffon, *Storia naturale - Primo e secondo discorso*, a cura di Marcella Renzoni, Boringhieri, Torino 1959.

Lamarck (1744-1829). Darwin riconosce al Lamarck d'aver reso un eminente servizio alla scienza, con l'aver attratto l'attenzione sulla probabilità che i cambiamenti nel mondo organico e nell'inorganico siano dovuti a una legge, e non a interventi miracolosi. Ma, come afferma nel cenno storico dell'*Origine delle specie* e nell'*Autobiografia*, egli ebbe pochissima stima della interpretazione lamarckiana, che considera erronea.

Il Lamarck (*Philosophie zoologique*, 1809) per primo pose ben chiaro il problema delle cause dell'evoluzione, e lo risolse con la teoria che oggi porta il suo nome, nel modo più semplice e persuasivo, tanto che anche in seguito e ancor oggi alcuni biologi – nonostante tutte le prove in contrario – non sanno rinunciarvi. Ammise cioè che la variazione degli organismi fosse dovuta a due principi, e precisamente: l'azione dell'ambiente, che tramite l'uso e il non uso degli organi produce variazioni capaci di trasmettersi ereditariamente ai discendenti (ereditarietà dei caratteri acquisiti), e una tendenza al progresso, una sorta d'impulso interno all'evoluzione che sarebbe insita negli organismi. Le scuole lamarckiste rifiorite nella seconda metà del XIX secolo e nei primi anni del XX secolo (neolamarckismo) tennero poco o nessun conto di questa forza interiore.

Il problema evoluzionistico in Lamarck si pone, ancor prima che come problema di origine e di successione di faune e di flore, come interpretazione dei fenomeni di adattamento. Dice infatti testualmente l'autore francese:

«Sta di fatto che i diversi animali hanno ciascuno, secondo il proprio genere e la propria specie, abitudini particolari e un'organizzazione ch'è sempre perfettamente in rapporto con esse abitudini.

«Dalla considerazione di questo fatto ci sembra che si possa ammettere o l'una o l'altra delle due seguenti conclusioni, e che nessuna delle due possa essere provata.

«*Conclusione ammessa fino ad oggi*: la natura (o il suo Autore), creando gli animali, ha previsto tutte le possibili circostanze in cui essi avrebbero dovuto vivere e ha dato a ogni specie un'organizzazione costante, nonché una forma determinata e invariabile nelle sue parti, le quali obbligano ogni specie a vivere nei luoghi e nei climi dove la si trova e a conservare le abitudini che le si conoscono.

«*Mia conclusione particolare*: la natura, producendo successivamente tutte le specie di animali e cominciando dai più imperfetti, ha complicato gradualmente la loro organizzazione, e, diffondendo gli animali

generalmente in tutte le regioni abitabili del globo, ogni specie ha ricevuto dall'influenza delle circostanze, in cui si è trovata, le abitudini che le si conoscono e le modificazioni delle sue parti che l'osservazione ci dimostra».

Tale posizione lamarckiana è molto importante, e si ricollega idealmente a osservazioni e considerazioni di alcuni filosofi del Settecento, come lo Hume, che avevano dichiarato esser vano ammirare l'armonia delle varie parti del corpo d'un organismo e la congruenza dell'organismo con l'ambiente, considerandole come espressione di un'armonia prestabilita; ché se l'armonia non esistesse e se l'organismo non fosse adatto al proprio ambiente, esso sarebbe destinato a morire, cioè non esisterebbe.

È importante notare questa impostazione teorica del Lamarck, perché dimostra che l'evoluzionismo già in questo suo primo assertore assume il carattere di una teoria interpretativa e non di una teoria meramente descrittiva in senso storico. Ed è proprio uno dei fenomeni più caratteristici della vita, la finalità, che viene investita da questa nuova interpretazione. Non già, come si è spesso falsamente affermato, che l'evoluzionismo neghi la finalità dei fenomeni vitali; sarebbe cosa ridicola e insostenibile. Nega invece il finalismo come disegno prestabilito, qual è ben dichiarato nella «conclusione ammessa fino ad oggi» del Lamarck, e cerca d'interpretare la finalità e, in specie, l'adattamento all'ambiente, in modo scientifico, come una acquisizione degli organismi, come un processo attivo e in perenne divenire, frutto di una continua dialettica fra organismo e ambiente.

Lamarck, dunque, imposta il problema in modo ampio e chiaro: interpretazione dell'adattamento all'ambiente; evoluzione delle specie; cause di questa evoluzione. E tuttavia a Darwin – come s'è detto – le spiegazioni lamarckiane non garbarono punto. Le ragioni di questa disistima ci appaiono chiare: innanzitutto l'azione diretta dell'ambiente sulla variabilità e l'ereditarietà dei caratteri acquisiti non apparvero sempre a Darwin ben chiare e provate. Inoltre – e soprattutto – i supposti «impulsi» e tendenze interne al perfezionamento non possono dare ragione in senso scientifico dei mirabili fenomeni di adattamento che si osservano in natura. Sono parole di Darwin a proposito dell'opera anonima *Vestiges of Creation*.

I pericoli di cui era gravida l'ipotesi lamarckiana, nei riguardi della concezione ortodossa del mondo e della natura umana, non sfuggirono all'acuto intelletto di Georges Cuvier (1796-1832).

BOLLATI BORINGHIERI

Era costui nativo della Franca Contea, di modeste origini, di religione protestante. All'epoca della pubblicazione della *Philosophie zoologique* del Lamarck (1809) era già meritatamente salito in gran fama. Divenuto, giovanissimo, professore al Muséum d'Histoire naturelle – quindi collega più giovane del Lamarck – acquistò ben presto, durante l'Impero, una notevole autorità oltreché nella scienza anche nel campo amministrativo e politico, autorità che conservò sotto la Restaurazione e con l'Orléans. Lavoratore formidabile, eseguì una serie di ricerche di fondamentale importanza per la biologia. Può considerarsi, infatti, il fondatore dell'anatomia comparata e della paleontologia.

Spirito positivo e ligio ai fatti, il Cuvier diffida delle speculazioni ipotetiche, delle generalizzazioni ardite, che bolla col nome di «sottigliezze metafisiche». La concezione generale della scienza è ancora, in Cuvier, sostanzialmente quella linneana: natura e scienza sono come due quadri, la seconda tenta di copiare la prima. In questa tutto è piano, legato, coerente; perciò le scienze devono cercare di raggiungere lo stesso fine, di scoprire le coerenze e i legami che esistono nei fenomeni naturali. Cuvier si rende conto che il grado di certezza che possono raggiungere le scienze della natura non è assoluto. In mancanza di certezze assolute, e nell'ignoranza dei principi essenziali, occorre contentarsi di quella certezza relativa che dà ogni osservazione ben condotta. Necessità dunque di fermarsi alla constatazione dei «fatti positivi». Il progresso delle scienze consiste più nella ricerca completa che non nel fare appello alle «sottigliezze metafisiche» evocate nella vana speranza di raggiungere un maggior grado di certezza.

Codeste dichiarazioni, contenute nell'introduzione alla sua *Histoire des Sciences Naturelles* (1841-43), sono molto importanti per comprendere l'atteggiamento del Cuvier di fronte alla teoria lamarckiana. Atteggiamento che non può non destare meraviglia in un osservatore superficiale. Il Cuvier, s'è detto, fu il fondatore della paleontologia: dissotterrò e descrisse le ossa di numerosi mammiferi fossili della regione parigina, riconobbe chiaramente che appartenevano a specie diverse da quelle attualmente viventi, a specie estinte, scomparse dalla faccia della terra da lunghissimo tempo. Raccolse dunque una vasta serie di fatti che avrebbero potuto essere brillantemente interpretati dalla teoria lamarckiana, e le avrebbero prestato valide dimostrazioni.

Ma l'ipotesi del Lamarck non ebbe presa sull'ortodossia del Cuvier: esposta un po' superficialmente, con l'ausilio di esempi alquanto approssimativi, per non dire puerili, essa apparve al Cuvier come una «meta-

BOLLATI BORINGHIERI

fisica sottigliezza» non degna d'essere considerata quale teoria scientifica posata su sicure basi di fatti accuratamente osservati e analizzati.

Ripudiando l'evoluzionismo, il Cuvier fu costretto a offrire un'altra interpretazione di quella successione delle faune nelle età della terra, che egli stesso era venuto scoprendo e illustrando. Ricorse a una teoria che a noi oggi sembra assai stravagante: la teoria delle «rivoluzioni della superficie del globo». Ammise che in diversi momenti della storia della terra siano accadute «rivoluzioni», cioè cataclismi che abbiano ucciso tutti, o quasi, gli organismi viventi in una data regione. Dopo la catastrofe, la regione sarebbe stata ripopolata da specie provenienti da regioni limitrofe, per lo più differenti da quelle che erano andate distrutte. L'ultima di queste catastrofi ha lasciato un barlume di ricordo storico: il diluvio universale del racconto biblico.²

Questa teoria sembra a noi oggi assai poco scientifica; ci pare che pecchi proprio di quella poca aderenza ai fatti, di quelle sottigliezze metafisiche, che il grande biologo aveva denunciato aborrendole.

Ma certo le cose non dovettero apparire proprio così al Cuvier e ai suoi contemporanei. Non sempre i documenti fossili rivelano a prima vista gradi di transizione fra un «orizzonte geologico» e il successivo, e spesso occorre anzi molta fatica per trovare gli argomenti persuasivi atti a dimostrare un lento e graduale trapasso. D'altra parte la teoria dell'evoluzione, così com'era uscita dalla fervida fantasia del Lamarck, con quella totale, inverosimile duttilità degli organismi all'azione dell'ambiente, che il Lamarck aveva creduto di dimostrare con esempi troppo facili e poco convincenti – la palmatura dei piedi degli uccelli palmipedi, che compare e si sviluppa allorché uccelli dai piedi inizialmente non palmati hanno cominciato a posarsi sull'acqua e a nuotare col movimento dei piedi; il collo spropositato delle giraffe ch'è l'effetto di uno sforzo, durato per molte generazioni, di brucare foglie sempre più alte; l'occhio della talpa che si è gradualmente ridotto per effetto diretto del non uso ecc. – tale teoria doveva apparire alla mente quadrata del Cuvier come una di quelle tante ipotesi campate in aria, non suffragate da osservazioni sicure e degne di fede, le quali, com'egli dice, si sono distrutte reciprocamente e hanno lasciato nell'oscurità del passato il nome di coloro che le hanno immaginate.

² La teoria delle «creazioni successive» è stata erroneamente attribuita al Cuvier da vari autori. In precedenti pubblicazioni (G. Montalenti, *L'evoluzione*, Einaudi, Torino 1965, p. 57; *Storia della biologia e della medicina*, in «Storia delle Scienze», Utet, Torino 1962, pp. 330 e 337) sono caduto nel medesimo errore.

Ma se i dati di fatto così cari al Cuvier potevano dargli motivo per una interpretazione tale da fargli respingere la teoria lamarckiana, è certo che le ragioni della sua avversione, e di quella di tanti altri suoi contemporanei e posteriori, vanno cercate più profondamente nelle radici del suo spirito ortodosso: non sfuggì all'acuto naturalista come la teoria lamarckiana potesse sovvertire tutta la concezione tradizionale.

Nelle parole del Lamarck che abbiamo citato, e in vari altri passi delle sue opere, è una profondità di pensiero, una consapevolezza rivoluzionaria, che oggi non sfugge ad alcuno, e che commuove per la sua limpida ingenuità. Di quelle due conclusioni che sembra, dice il Lamarck, si possano ammettere indifferentemente, e di cui sembra che nessuna si possa dimostrare, la sua «conclusione particolare», ch'egli si sforza di provare dimostrando l'invalidità della opposta, fa crollare tutto un castello d'interpretazione tradizionale. Fa rovinare – per rimaner soltanto nel campo della biologia – tutta una costruzione logica coerente, che per tanti secoli aveva funzionato perfettamente, come interpretazione dei fenomeni vitali, che invano Cartesio e poi i meccanicisti del XVIII secolo avevano cercato di demolire: l'interpretazione aristotelica.

Se si accetta la nuova teoria ne consegue che, in netta opposizione alla dottrina aristotelica, così bene esposta da Linneo, gli organismi non sono stati creati così, adatti all'ambiente in cui ciascuno è chiamato a vivere, mirabile esempio di una perfezione lungimirante; ma sono il frutto di un lavoro dell'ambiente, che li ha plasmati, rendendoli adatti alle proprie esigenze. Non sono essi dunque figli diretti del Creatore, nati per dominare la materia bruta, bensì figli di questa materia, i quali faticosamente cercano di adattarsi alle mutevoli condizioni dell'ambiente. Cade quindi nella sua forma tradizionale e statica il concetto dell'ammirevole disegno preordinato, della superiorità dei viventi sulla materia inorganica, cade tutta una gerarchia di investitura divina, di cui sulla terra l'uomo è al vertice. E, nel crollo, vengono travolte molte strutture che sembrano lontane dalla mera teoria biologica, ma che invece vi sono collegate attraverso sottili radici filosofiche. Cade non soltanto una determinata rappresentazione del mondo esterno, ma con essa crollano le basi di una certa struttura sociale, di un'etica, che sono ben radicate nel pensiero e nel cuore degli uomini.

Certo non tutta questa visione apocalittica fu chiara agli occhi del Lamarck o del Cuvier come lo è a noi oggi dopo un secolo e mezzo di

discussione, di lotte. Ma il Cuvier dovette sentire il pericolo: troppo vasta era la sua cultura, troppo viva la sua umanità perché potesse ignorarlo. E non era disposto a tollerare lo sfacelo della propria struttura filosofica e religiosa. La sua religiosità, la lettura della Bibbia, cui egli da buon protestante costantemente si dedicava, gli imposero di attenersi fermamente alla prima soluzione: a quella, dice il Lamarck, ammessa da tutti; e gli suggerirono di conciliare i «dati di fatto» ch'egli stesso andava scoprendo – i fatti della paleontologia – con la concezione cui non poteva rinunciare, escogitando le rivoluzioni del globo.

Così, in quel fervore di studio e di pensiero, risvegliato dai lieviti della Rivoluzione, maturato durante l'Impero e fiorente in Parigi all'alba del XIX secolo, vediamo due concezioni opposte sostenute da due uomini di genio che, per molti caratteri, sono in completa antitesi fra loro. Modesto, schivo di onori e privo di prestigio sociale, il Lamarck, con quel suo atteggiamento da visionario che corre dietro a chimere, si spegne in una vecchiezza solitaria senza veder riconosciuta e compresa la sua grande idea. Sicuro di sé, invece, il Cuvier, forte del proprio prestigio sempre crescente, inflessibile, non disposto a dar ascolto ai contraddittori, ligio ai fatti di cui ha raccolto messe abbondante quant'altri mai, fiorisce in piena e operosa maturità accanto al declino senile del Lamarck e si afferma come grande autorità scientifica, finché la morte repentina lo coglie, non vecchio ancora.

L'autorità del grande anatomico schiacciò la fragile teoria lamarckiana: e così l'evoluzionismo fu troncato al suo nascere. Vi fu, è vero, qualche seguace del Lamarck, come Étienne Geoffroy Saint-Hilaire, che continuò a propugnare e a sviluppare alcune delle idee del Buffon e del Lamarck. Ma anche a lui si impose il Cuvier, demolendone le teorie.

E così di evoluzionismo e di trasformazione di specie non si parlò più, o quasi, e prevalsero le forze reazionarie. Tuttavia l'idea non era morta; rispuntava ogni tanto, più o meno oscuramente, nelle parole di questo o quello scrittore, in Francia e fuori.

Ma sarebbe ozioso ricercarne le tracce sparse in varie opere. Nello stesso anno della pubblicazione della *Philosophie zoologique* del Lamarck, 1809, nasceva in Inghilterra colui che doveva finalmente introdurre l'evoluzionismo nel pensiero biologico e nella cultura moderna: Charles Darwin.

2. Darwin

Non è il luogo qui per tessere una biografia di Darwin. Basti ricordare che nacque il 12 febbraio 1809 a Shrewsbury da famiglia borghese, la cui agiatezza proveniva dalla professione di medico cui s'erano dedicati il padre Robert e il nonno Erasmus (che il Darwin stesso ricorda nel Compendio storico del presente volume come precursore dell'evoluzionismo) e da matrimoni con la famiglia Wedgwood, famosi fabbricanti di ceramiche. La madre di Darwin era una Wedgwood; e Darwin stesso si ammoglierà, nel 1839, con Emma Wedgwood, sua cugina in primo grado.

L'evento più notevole della vita di Charles Darwin fu il suo viaggio intorno al mondo come naturalista a bordo del brigantino *Beagle* (il nome significa: bracco), che durò quasi cinque anni, dal 27 dicembre 1831 al 2 ottobre 1836. Tornato in patria, ricco ormai di molte osservazioni che l'avevano messo sulla via della sua scoperta, dopo un breve soggiorno a Londra, si stabilì in una casa di campagna a Down, nel Kent, dove trascorse in tranquillità tutto il resto della sua vita operosa, che si concluse il 19 aprile 1882.

«Nel luglio [1837] – egli c'informa nell'*Autobiografia* – detti mano al primo libro di appunti circa i fatti relativi all'*Origine delle specie*, argomento su cui avevo già lungamente riflettuto, a cui lavorai intensamente per i successivi vent'anni».³

Prima di analizzare quest'opera diamo un breve cenno sugli altri scritti di Darwin. Nel 1839 pubblicò la narrazione del suo viaggio intorno al mondo, che, a partire dalla terza edizione (1860) ebbe il titolo di *Viaggio di un naturalista*. Nel 1846 uscirono le *Osservazioni geologiche sull'America meridionale*, che comprendono il lavoro sui *Banchi di corallo*, in cui diede una spiegazione della formazione degli atolli, che gli valse molta considerazione da parte degli scienziati ed è rimasta classica. Darwin si dedicò poi a un'indagine accuratissima di un gruppo di crostacei poco noto, i cirripedi, e lavorò a questo argomento per otto anni. Nel 1851 e nel 1854 pubblicò due volumi sui cirripedi viventi e due sui fossili. Anche quest'opera è considerata come un classico della biologia.

³ *Autobiografia*, trad. a cura di Luciana Fratini, Einaudi, Torino 1962, p. 65 [ed. originale: *The Autobiography of Charles Darwin (1809-1882) with Original Omissions Restored*, a cura di Nora Barlow, Collins, London 1958].

Dopo l'*Origine* pubblicò un celebre lavoro: *Sulla fecondazione delle orchidee per opera degli insetti* (1862), diverse memorie sul dimorfismo fiorale della primula e di altre piante, che furono poi raccolte in volume (1877), una memoria sulle piante rampicanti (1864), che fu poi estesa in un volume dal titolo *Capacità di movimento delle piante* (1880).

Oltre a questi contributi allo studio di problemi speciali di zoologia e di botanica, Darwin pubblicò, dopo l'*Origine*, tre importanti volumi, che contengono l'ulteriore elaborazione del suo pensiero e una più ampia esemplificazione relativa al grande problema ch'egli aveva agitato. Questi volumi sono: *La variazione degli animali e delle piante allo stato domestico* (1868); *L'origine dell'uomo e la selezione sessuale* (1871); *L'Espressione dei sentimenti nell'uomo e negli animali* (1872).

Nel 1876 pubblicò un volume sugli *Effetti della fecondazione incrociata e propria*, e nel 1881, un anno prima della sua morte: *La formazione della terra vegetale per opera dei Lombrici*.

Questo elenco basti a dimostrare la continua intensa attività di lavoro di questo naturalista, tutta rivolta non già semplicemente a descrivere, ma ad interpretare. Egli stesso dice di sé: «... e ciò che più conta, il mio amore per le scienze naturali è stato continuo e ardente. Tutta via questo amore puro è stato molto sostenuto dall'ambizione di meritare la stima dei miei colleghi naturalisti. Fin dalla mia prima giovinezza ho concepito un vivo desiderio di capire o di spiegare tutto ciò che osservavo, cioè di raggruppare tutti i fatti sotto leggi generali. Questi fattori combinati mi hanno dato la pazienza e la capacità di riflettere e ponderare per anni su problemi insoluti».⁴

Il problema centrale della sua attività di studioso, comunque, è stato l'evoluzione, e in quasi tutte le sue opere sopra citate si vede lo sforzo costante di rendersi conto di come avvenga la riproduzione, e quali siano le manifestazioni dell'adattamento degli organismi, problemi intimamente connessi con quello dell'evoluzione.

Vediamo dunque quali sono gli sviluppi del pensiero di Darwin sull'evoluzione. Egli stesso, con la consueta precisione e obiettività, ne dà un esposto nell'*Autobiografia*. Conviene lasciargli la parola.

«Dal settembre 1854 in poi dedicai tutto il mio tempo all'argomento trasformazione delle specie riordinando un'enorme quantità di note, osservando e sperimentando. Durante il viaggio sul *Beagle* mi ave-

⁴ *Ibid.*, p. 121.

va molto colpito lo scoprire nella formazione pampeana grandi animali fossili ricoperti di armature simili a quelle degli armadilli viventi, ed ero rimasto impressionato dal modo con cui animali molto affini si sostituiscono l'un l'altro procedendo verso il sud nel continente, e infine dal fatto che la maggior parte delle specie dell'arcipelago delle Galápagos hanno caratteri nettamente sudamericani e soprattutto che in ogni isola del gruppo esse si presentano con piccole differenze caratteristiche, benché nessuna di queste isole appaia geologicamente molto antica.

«Evidentemente fatti come questi, e molti altri, si potevano spiegare supponendo che le specie si modificano gradualmente; e questo pensiero mi ossessionava. Ma era ugualmente evidente che né l'azione delle condizioni ambientali, né la volontà degli organismi (specialmente nel caso delle piante) potevano servire a spiegare tutti quegli innumerevoli casi di organismi d'ogni tipo mirabilmente adattati alle condizioni di vita, come per esempio il picchio o la raganella adatti ad arrampicarsi sugli alberi, i semi a essere disseminati per la presenza di uncini e piume. Questi adattamenti mi avevano sempre vivamente colpito e mi sembrava che finché essi non fossero spiegati sarebbe stato inutile cercare di dimostrare con prove indirette che le specie si sono modificate.

«Dopo il mio ritorno in Inghilterra, pensai che se avessi lavorato come aveva fatto Lyell nel campo della geologia, cioè raccogliendo tutti i fatti che hanno avuto relazione con la variazione degli animali e delle piante sia allo stato domestico sia in natura, avrei potuto portare qualche luce sull'argomento. Nel luglio 1837 cominciai il mio primo libro di appunti. Lavorai secondo i principi baconiani e, senza seguire alcuna teoria, raccolsi quanti più fatti mi fu possibile, specialmente quelli relativi alle forme domestiche, mandando formulari stampati, conversando con i più abili giardinieri e allevatori di animali, e documentandomi con ampie letture. Quando rivedo la lista dei libri d'ogni genere che ho letto e riassunto, ivi comprese serie complete di periodici e atti accademici, mi stupisco della mia attività. Non tardai a rendermi conto che la selezione era la chiave con cui l'uomo era riuscito a ottenere razze utili di animali e piante. Ma per qualche tempo mi rimase incomprendibile come la selezione si potesse applicare a organismi viventi in natura.

«Nell'ottobre 1838, cioè quindici mesi dopo l'inizio della mia ricerca sistematica, lessi per diletto il libro di Malthus sulla *Popolazione*⁵ e poiché, date le mie lunghe osservazioni sulle abitudini degli animali e

⁵ T. R. Malthus, *An Essay on the Principle of Population*, J. Johnson, London 1798.

delle piante, mi trovavo nella buona disposizione mentale per valutare la lotta per l'esistenza cui ogni essere è sottoposto, fui subito colpito dall'idea che, in tali condizioni, le variazioni vantaggiose tendessero a essere conservate, e quelle sfavorevoli a essere distrutte. Il risultato poteva essere la formazione di specie nuove. Avevo dunque ormai una teoria su cui lavorare, ma ero così preoccupato di evitare ogni pregiudizio, che decisi di non scrivere, per qualche tempo, neanche una brevissima nota. Nel giugno del 1842 mi concessi la soddisfazione di fare della mia teoria un breve riassunto di trentacinque pagine scritte a matita; questo poi fu ampliato nell'estate del 1844 in uno scritto di duecentotrenta pagine che poi feci ricopiare accuratamente e che ancora possiedo.⁶

«In quel tempo però non afferrai un problema molto importante. Non riesco a capire come abbia potuto non vederlo e non trovarne la soluzione: era l'uovo di Colombo. Mi riferisco alla tendenza degli organismi discendenti da uno stesso ceppo a divergere nei loro caratteri, quando si modificano. Che essi si siano molto differenziati è provato dal fatto che le specie di tutti i tipi possono essere riunite in generi, i generi in famiglie, le famiglie in sottordini e così via. Sono in grado di ricordare il luogo esatto della strada, che percorrevo in carrozza, quando mi venne in mente la soluzione del problema, con mia grande gioia: ciò accadde molto tempo dopo che ci eravamo trasferiti a Down. La soluzione, secondo me, consiste nel fatto che la discendenza modificata delle forme dominanti e in via di sviluppo tende ad adattarsi a parecchi luoghi che hanno caratteristiche molto diverse nell'economia della natura.

«Nei primi mesi del 1856, Lyell mi consigliò di scrivere piuttosto estesamente le mie idee e io cominciai subito a farlo, con un'ampiezza tre o quattro volte superiore a quella che adottai nella stesura definitiva dell'*Origine delle specie*; tuttavia era solo un compendio del materiale che avevo raccolto, e per circa la metà di questo lavoro continuai ad attenermi a tali proporzioni. Ma i miei progetti furono sconvolti, perché all'inizio dell'estate del 1858 il signor Wallace, il quale allora si trovava nell'Arcipelago malese, mi mandò un saggio: *Sulla tendenza delle varietà a distaccarsi indefinitamente dal tipo originale*,⁷ in cui si esponeva

⁶ Vedi C. Darwin, *L'origine delle specie: Abbozzo del 1842 - Comunicazione del 1858 (Darwin-Wallace)*, trad. a cura di B. Chiarelli, Boringhieri, Torino 1960.

⁷ A. R. Wallace, *On the Tendency of Varieties to Depart Indefinitely from the Original Type*, 1858.

una teoria identica alla mia. Il signor Wallace mi pregava di leggere il suo articolo e di passarlo in lettura a Lyell, se la mia opinione fosse stata favorevole.

«Nel “Journal of the Proceedings of Linnean Society” (1858, p. 45), ho spiegato i motivi che mi spinsero ad associarmi alla richiesta di Lyell e Hooker di pubblicare un riassunto del mio manoscritto e una mia lettera ad Asa Gray, in data 5 settembre 1857, contemporaneamente alla pubblicazione del saggio di Wallace. Dapprima ero molto restio a consentire, pensando che Wallace avrebbe trovato la mia azione ingiustificata; ma non conoscevo ancora quanto egli fosse generoso e nobile. Il riassunto del manoscritto e la lettera ad Asa Gray, non essendo destinati alla pubblicazione, erano scritti male. Invece il saggio di Wallace era scritto in forma mirabile e con grande chiarezza. Nonostante tutto, le nostre due pubblicazioni richiamarono pochissimo l’attenzione, e l’unica recensione ch’io ricordi fu quella del professor Houghton di Dublino, il quale sentenziò che tutto ciò che in esse si diceva di nuovo era falso, ciò che era vero era vecchio. Questo dimostra quanto sia necessario presentare le opinioni nuove con una certa ampiezza, se si vuole richiamare su di esse l’attenzione del pubblico.

«Nel settembre del 1858, seguendo i ripetuti consigli di Lyell e Hooker, mi misi all’opera per preparare un libro sulle modificazioni delle specie, ma questo lavoro fu spesso interrotto dalle mie cattive condizioni di salute e da alcune brevi visite che feci nell’accogliente stabilimento idropatico del dottor Lane, a Moor Park.⁸ Ridussi il manoscritto incominciato nel 1856 e completai il volume secondo le stesse proporzioni, impiegandovi tredici mesi e dieci giorni d’intenso lavoro. Il libro fu pubblicato nel novembre 1859 con il titolo *Origine delle specie*. Nelle successive edizioni, nonostante le considerazioni aggiunte e le numerose correzioni, esso rimase sostanzialmente inalterato.

«Questo è senza dubbio il lavoro più importante della mia vita. Fin da principio ebbe un grande successo. Le 1250 copie della prima edizione furono vendute tutte nel primo giorno della pubblicazione, e anche le 3000 copie della seconda edizione furono esaurite rapidamente. Fino a oggi (1876) in Inghilterra ne sono state vendute 16000 copie, che sono molte se si considera che è un libro molto difficile. Esso è stato tradot-

⁸ Sulla infermità di Darwin, vedi C. Alvarez, *The nature of Charles Darwin's lifelong Ill-Health*, in «The New England Journal of Medicine», vol. 261, 1959, pp. 1109-12; S. Adler, *Darwin's Illness*, in «Nature», vol. 184, 1959, pp. 1102 sg.

to in quasi tutte le lingue europee, perfino in spagnolo, boemo, polacco e russo. Secondo la signorina Bird è stato tradotto anche in giapponese, ed è molto studiato da quel popolo. Ne è comparso anche un saggio in ebraico, in cui si dimostra che la mia teoria è contenuta nel Vecchio Testamento! Il libro ha avuto moltissime recensioni; per un certo tempo ho raccolto tutto quanto si pubblicava sull'*Origine* e sugli altri miei libri dello stesso argomento, e il materiale assomma a 265 pezzi (escluse le recensioni dei giornali); ma poi l'impresa mi sembrò disperata e vi rinunciai. Molti saggi e parecchi libri sono stati pubblicati sull'argomento, e ogni uno o due anni si pubblica in Germania un catalogo bibliografico sul "darwinismo".

«Credo che il successo dell'*Origine* si possa attribuire al fatto che già molto tempo prima avevo scritto due lavori molto compendiosi da cui avevo ricavato un manoscritto più ampio, che era di per se stesso un riassunto dell'*Origine*. Procedendo in questo modo avevo potuto scegliere i fatti e le conclusioni più importanti. Inoltre, per molti anni avevo seguito l'ottima regola di annotare subito e senza fallo tutto ciò che era contrario ai risultati generali della mia teoria: fosse un fatto, una nuova osservazione o un pensiero che mi capitava di leggere, perché avevo imparato per esperienza che i fatti e i pensieri contrari tendono a sfuggire dalla memoria più facilmente di quelli favorevoli. Per questa abitudine poche furono le obiezioni alla mia teoria che già non avessi considerato e a cui non avessi cercato di dare risposta.

«È stato detto spesso che il successo dell'*Origine* ha dimostrato che "l'argomento era nell'aria" o che "le menti erano preparate a riceverlo". Non credo che ciò sia del tutto vero, perché di tanto in tanto cercai di capire quale fosse il pensiero di molti naturalisti sul problema, e non mi capitò mai d'incontrarne uno che mettesse in dubbio la stabilità delle specie. Perfino Lyell e Hooker, che pure mi ascoltavano con interesse, non si mostrarono mai d'accordo con le mie convinzioni. Una volta o due cercai di spiegare a persone che potevano capirmi che cosa intendevo per selezione naturale, ma non ebbi successo. Certo si è, però, che gli innumerevoli fatti bene osservati si trovavano già immagazzinati nella mente dei naturalisti pronti a occupare il loro giusto posto non appena fosse stata esposta una teoria sufficientemente chiara e capace di accoglierli! Un altro elemento di successo del libro fu la sua mole non eccessiva, e questo si deve alla comparsa del saggio di Wallace, ché altrimenti, se lo avessi pubblicato nelle proporzioni con cui avevo incominciato a scriverlo nel 1856 il libro sarebbe risultato

BOLLATI BORINGHIERI

quattro o cinque volte più ampio dell'*Origine* e pochissimi avrebbero avuto la pazienza di leggerlo».⁹

Questi i fatti narrati da Darwin, ai quali occorrono pochi commenti. Innanzi tutto uno, d'ordine puramente storico, sull'episodio con Wallace. Alfred Russell Wallace (1823-1913), di quattordici anni più giovane di Darwin, si trovava a Ternate, nelle Molucche, in preda a un attacco di febbre malarica, quando gli balenò in mente la spiegazione evoluzionistica, sulla base della selezione naturale. Scrisse il saggio citato a pagina 29 e lo inviò a Darwin, con cui era in amichevole relazione e corrispondenza, perché, se lo trovava interessante, lo passasse a Charles Lyell, il geologo scozzese (1797-1875) fondatore della «teoria dell'attualismo», secondo la quale gli stessi fenomeni che attualmente agiscono sulla crosta terrestre (erosione dei venti e delle acque, corrugamenti, vulcanesimo ecc.), modificandone lentamente l'aspetto, hanno operato nei tempi geologici, provocando, in tempi lunghissimi, variazioni molto notevoli.

Darwin apprezzò tanto il saggio di Wallace, che propose al Lyell di chiedere il consenso a Wallace per pubblicarlo al più presto. Lyell e Joseph D. Hooker – botanico ed esploratore delle regioni antartiche, del Tibet e dell'Himalaya, che studiò anche la flora fossile – ritennero che quest'idea si dovesse accogliere a condizione che Darwin, il quale da tanti anni andava raccogliendo dati e riflessioni sullo stesso argomento, volesse pubblicare insieme una memoria sullo stesso tema. Si decise così la contemporanea pubblicazione di un *Estratto da un'opera inedita sulle specie di Darwin*, un *Riassunto di una lettera di Charles Darwin al professor Asa Gray di Boston, Stati Uniti*, e del saggio di Wallace: il tutto preceduto da una lettera di Lyell e Hooker al presidente della Società linneana, in cui si spiegava l'accaduto.

Brillante e scorrevole il saggio di Wallace, come Darwin esplicitamente riconosce; più pedestre, minuzioso e meno vivace lo stile degli scritti di Darwin (egli stesso dice ch'erano scritti malissimo), del quale veniva pubblicamente annunciata, in tale occasione, l'opera completa che si sperava dovesse presto uscire. Non vi furono dispute per la priorità, né litigi né screzi d'alcun genere fra Darwin e Wallace, che avevano elaborato contemporaneamente la stessa teoria. Ciascuno fu pronto a riconoscere il merito dell'altro. Praticamente, di fronte al profondo accuratissimo lavoro di Darwin, la brillante intuizione di Wallace fu

⁹ *Autobiografia* cit., pp. 100 sgg.

come una scintilla dinanzi a un gran fuoco. A Darwin fu universalmente riconosciuto tutto il merito della scoperta, e nessuna nube oscurò l'amicizia e la stima reciproca di Darwin e Wallace; né questo mai, finché morì novantenne, ebbe per Darwin espressioni che non fossero di ammirazione. Anzi egli fu il primo a usare il termine «darwinismo» nel suo significato più ampio, per indicare la teoria dell'evoluzione per selezione naturale, con il suo libro del 1889, intitolato appunto *Darwinism*. Caso raro ed esemplare nella storia della scienza, e delle relazioni umane. Ambedue questi uomini, oltre a essere dotati di superiore intelligenza, erano anche generosi e di gran cuore.

Come a Darwin sia venuta in mente l'idea di una graduale trasformazione delle specie, lo racconta egli stesso nelle pagine autobiografiche che abbiamo citato. Diversamente dal Cuvier, che aveva esplorato orizzonti fossili più antichi, Darwin poté paragonare forme di mammiferi fossili relativamente recenti del pliocene e del pleistocene con le forme attualmente viventi nella pampa, e poté constatare la graduale transizione delle une nelle altre. La prima idea di una trasformazione, suggerita dai documenti fossili e attuali, si perfezionò poi nella sua mente quando egli osservò come «animali strettamente analoghi si sostituiscono l'uno all'altro via via che si procede nel continente verso sud», e quando ebbe modo di constatare i caratteri delle specie, e particolarmente dei fringillidi delle isole Galápagos.

Dunque l'idea dell'evoluzione si formò nella sua mente per la necessità di spiegare la successione delle forme e la distribuzione geografica attuale: proprio, secondo il titolo della sua maggiore opera, come problema di origine delle specie; non come nel Lamarck, per spiegare gli adattamenti. Questo pensiero venne a Darwin in un secondo tempo e in seguito fu concepito come la possibile interpretazione della divergenza dei caratteri.

Alla fine del viaggio Darwin aveva dunque chiara in mente la possibilità di spiegare alcuni fatti della paleontologia e della biogeografia «supponendo che le specie si vadano modificando un poco per volta». Aveva concepito l'idea dell'evoluzione come processo storico.

Idea, come abbiamo visto, non nuova. Darwin stesso nei suoi cenni storici la rintraccia in molti suoi precursori. E quando nella sua autobiografia ricorda come, in giovane età, udì citare le teorie sull'evoluzione del Lamarck, e avesse già letto la *Zoonomia* di suo nonno Erasmus, scrupolosamente commentata: «È probabile che l'aver udito

piuttosto presto negli anni lodare e sostenere simili teorie abbia contribuito a farcele ripresentare poi sotto forma diversa nell'*Origine delle specie*». ¹⁰

Perseguitato, com'egli dice, da quest'idea, Darwin si diede poi a cercare una spiegazione delle modificazioni delle specie e degli adattamenti. Subito respinse la teoria lamarckiana: «né l'azione dell'ambiente, né la volontà degli organismi» gli apparvero mai interpretazioni sufficienti a spiegare fenomeni tanto complessi e delicati. Darwin fu antilamarckiano fin dall'inizio, fin dai suoi primi contatti, che abbiamo testé ricordato, con le idee del Lamarck. Ma, nelle edizioni successive alla prima, si risolse a fare qualche concessione al principio lamarckiano dell'uso e non uso degli organi come promotori di variazioni ereditarie (vedi p. 50).

È importante, per chi voglia rendersi conto della genesi del pensiero darwiniano e della sua originalità, notare com'egli abbia ben separato, fin dal principio delle sue meditazioni, il fatto storico dell'evoluzione, dalla spiegazione del fenomeno, e come gli sembrasse quasi inutile tentar di dimostrare con prove indirette che le specie hanno subito modificazioni, finché non gli fosse riuscito di trovare la spiegazione di questo fatto, cioè di chiarire le cause che determinano l'evoluzione.

I suoi successori immediati, nella foga delle polemiche, fecero spesso confusione fra questi due aspetti del problema, e taluni, non trovando interpretazioni adeguate, tentarono di far naufragare anche le dimostrazioni del fatto storico.

Nella scoperta della causa di evoluzione, la selezione è la parte più originale e geniale dell'opera darwiniana. L'intuizione gli venne, com'è ben noto e come egli stesso lucidamente espone, da due parti: da un lato dall'osservazione degli effetti della selezione praticata dall'uomo sugli animali e sulle piante per produrre razze sempre più rispondenti ai requisiti. Dall'altro dalla lettura del famoso e già antico *Saggio sul principio della popolazione* di Thomas Robert Malthus (1766-1834), pastore anglicano ed economista, il quale pubblicò, anonimo, nel 1798, questo saggio, in cui sosteneva che la popolazione umana tende ad accrescersi con ritmo assai più rapido che non i mezzi di sussistenza: donde la fame e la miseria cui una parte di essa va soggetta. Questo principio, esteso a tutti gli organismi, suggerì a Darwin il concetto di lotta per l'esistenza (*struggle for life*) e di sopravvivenza del più adatto (*survival of the fit-*

¹⁰ *Autobiografia* cit., p. 30.

test), quindi di selezione naturale. Il saggio del Malthus diede a Darwin la chiave per comprendere come una selezione potesse operare anche nelle specie in condizioni naturali (vedi p. 26).

L. C. Eiseley ha pubblicato un saggio¹¹ in cui sostiene che il concetto della selezione naturale (ma non con questo nome) era già stato esposto dal naturalista inglese Edward Blyth (1810-73) in alcuni lavori pubblicati nel periodico «The Magazine of natural History» negli anni 1835, 1836, 1837. Tali lavori furono certamente letti dal Darwin, che seguiva con scrupolosa attenzione la bibliografia scientifica; tuttavia egli non citò queste pubblicazioni del Blyth. A chi volesse perciò tacciare il Darwin di poca correttezza, si deve fare rilevare però che il Blyth concepisce la selezione come mezzo per mantenere la stabilità e l'uniformità della specie, mentre Darwin la intende soprattutto come strumento di evoluzione, cioè di cambiamento rispetto alla condizione originaria. Del resto il Blyth stesso non rivendicò mai la priorità, dopo la pubblicazione dell'*Origine delle specie*.

La teoria della selezione soddisfaceva completamente alle strettissime esigenze di Darwin: era una teoria prettamente scientifica, che introduceva nel ragionamento soltanto fenomeni naturali osservabili e, fino a un certo punto, misurabili, escludendo ogni intervento di «force» o «volontà» o «impulsi» – non altro che pseudospiegazioni – ed evitando la troppo semplicistica idea dell'azione diretta dell'ambiente.

Su questa base Darwin si mise a lavorare con costanza, con minuziosa pazienza, raccogliendo un'innumerabile serie di dati e di osservazioni sue proprie e ricavate dalla lettura e dalla corrispondenza con molti naturalisti e allevatori di animali e di piante.

Il risultato di questa immensa mole di lavoro metodico e preciso, al lume di una teoria che andava prendendo forma sempre più definita e soddisfacente, è appunto quel capolavoro: l'*Origine delle specie*, cui seguirono le altre opere di argomento evolutivistico.

La distribuzione della materia in questo volume è dichiarata nell'Introduzione, e appare perfettamente logica. Prima è lo studio della variabilità, cioè del fenomeno che rende possibile l'evoluzione; ché se tutti gli individui di ciascuna specie fossero identici, non vi sarebbe possibilità d'evoluzione. La variabilità degli animali e delle piante in

¹¹ L. C. Eiseley, *Charles Darwin, Edward Blyth, and the Theory of Natural Selection*, in «Proceedings of the American Philosophical Society», 103, 1959, pp. 94-158.

domesticazione viene primamente studiata, come quella ch'è a noi più evidente, più cospicua, e più facilmente analizzabile anche nelle sue cause. E qui già vien fatto cenno agli effetti della selezione praticata dall'uomo e alla sua efficacia nel dare origine a varie razze, talvolta profondamente differenti nei caratteri morfologici, fisiologici, psicologici.

Viene poi studiata la variabilità in condizioni naturali (cap. 2). Il punto di vista è quello del naturalista sistematico, che si pone il problema della validità dei concetti di specie e varietà e li analizza acutamente. È l'indagine di quelle lievi variazioni di cui, aveva detto Linné, il botanico non ha il dovere di tener conto, e che invece sono la base dell'evoluzionismo. E qui Darwin pone chiaramente il dilemma: molte cose si spiegano se si ammette che le specie siano prima esistite come varietà, mentre sarebbero completamente inesplicabili se le specie fossero creazioni indipendenti.

Stabilita la logicità e la validità scientifica del concetto di evoluzione, Darwin passa all'esame delle cause. Il terzo capitolo è dedicato alla lotta per l'esistenza come base per la selezione naturale. Il capitolo quarto è interamente dedicato all'analisi della selezione naturale o, secondo l'espressione di Herbert Spencer, della sopravvivenza del più adatto (*survival of the fittest*). È questo il nodo di tutto il discorso. Qui è introdotta l'analisi della causa della divergenza dei caratteri, che è il punto essenziale della teoria, se questa deve servirci a spiegare l'origine della gran varietà delle forme organiche che oggi vediamo sulla terra, e di quelle che vi abitarono in passato.

Il capitolo quinto è dedicato allo studio delle leggi della variazione. Le prime parole del riassunto del capitolo sono di una cruda durezza: «la nostra ignoranza delle leggi della variazione è profonda». Nulla di più vero: e questa ignoranza non poteva non essere vivamente sentita e deplorata da Darwin e dai suoi seguaci. Fu largamente colmata dagli studi successivi, e in particolare da quell'indirizzo sperimentale che può a buon diritto considerarsi come la filiazione più vitale del movimento evoluzionistico: la genetica.

Nel raccogliere e valutare i dati, nell'analizzarli e meditare sul loro significato, Darwin, con la scrupolosità che gli era propria, non rinunciava mai a una critica severa e obiettiva. Nel sesto e settimo capitolo egli passa in rassegna numerose difficoltà e obiezioni che si possono muovere alla teoria della discendenza in sé e all'interpretazione selezionistica. Non senza compiacimento potrà egli annotare nella sua autobiografia: «per questa abitudine poche furono le obiezioni alla mia

teoria che già non avessi considerato e a cui non avessi cercato di dare risposta». ¹² E – aggiungiamo noi – molte fatiche e molto inchiostro si sarebbero potuti risparmiare se tutti coloro che in vari tempi hanno interloquito sul darwinismo avessero letto attentamente tutta l'opera darwiniana.

Se molte difficoltà – che Darwin accuratamente soppesa e cerca di risolvere – si parano dinanzi a chi consideri soltanto gli aspetti morfologici e fisiologici degli organismi, ben altre e più gravi si presentano quando si studiano i fenomeni psichici: queste più elevate manifestazioni della vita, di cui ancor oggi così poco si conosce, al di là della mera descrizione. Darwin si cimenta arditamente in questo campo, ben conscio delle difficoltà incontrate, che affronta con il consueto atteggiamento d'umiltà, il quale non implica però rinuncia al tentativo di una spiegazione e tanto meno il ricorso a interpretazioni non scientifiche.

Il nono capitolo è dedicato a un importante e difficile argomento: la sterilità degli ibridi interspecifici. È molto importante, per arrivare a un'esatta comprensione dei limiti fra specie e varietà (comprensione necessaria a sua volta, per rendersi conto delle origini delle specie dalle varietà), conoscere quando e come insorga la barriera della sterilità. Questa impedisce a due serie di forme che si siano alquanto differenziate fra di loro, di riunirsi nuovamente, mescolandosi e fondendosi in una forma unica, nella quale si avrebbe la perdita totale del differenziamento iniziale. Lo studio di questi processi d'isolamento è attualmente oggetto d'indagine dei genetisti, che ne riconoscono l'importanza come di uno dei fattori essenziali di evoluzione. Importanza che non sfuggì a Darwin, anche se, per l'assenza di ogni nozione di genetica ai suoi tempi, egli non poté giungere a conclusioni definitive.

Che il problema più assillante, nella mente di Darwin, fosse l'indagine delle cause dell'evoluzione, appare chiaro dalla disposizione della materia nel suo libro. Soltanto dopo di avere profondamente studiato questo aspetto rivolgendolo in ogni senso e cercando di presentarne ogni sua faccia, egli passa all'esame dell'altro, cioè agli argomenti che stanno in favore del fatto stesso dell'evoluzione, come evento storico che si è svolto sulla faccia della terra. Queste «prove» o argomenti favorevoli, la forza e il valore di ciascuna, le categorie in cui si possono raggruppare, fanno oggetto dei capitoli 10-14. L'imperfezione dei documenti geologici, le sue cause, la sua importanza, e poi le interpreta-

¹² *Autobiografia* cit., p. 105.

zioni che dai documenti esistenti si posson trarre, sono esposte in due capitoli. Il dodicesimo e il tredicesimo sono poi dedicati alla distribuzione geografica degli organismi. Il quattordicesimo, infine, tratta delle affinità degli esseri viventi, così come sono palesate dallo studio della morfologia degli adulti e degli embrioni, e considera anche il problema degli organi rudimentali. Viene introdotto qui il concetto di sistema naturale di classificazione, come quello che rispecchia le reali affinità fra gli organismi, interpretate come effetto di più o meno prossima parentela, in contrapposto alla concezione linneana, per la quale il sistema naturale era quello che dava una perfetta interpretazione del disegno del Creatore.

Questi capitoli, oltre che cercar la prova dell'evoluzione in quelle discipline biologiche in cui ancor oggi sogliono ricercarsi, illuminano di viva e nuova luce quelle discipline stesse, offrendo un'interpretazione plausibile, coerente, razionale, a immense congerie di fatti, che altrimenti sarebbero rimasti senza nesso e privi di senso.

L'ultimo, quindicesimo, capitolo, è un riassunto e conclusione di tutta l'opera, o, per meglio dire, della sua parte essenziale e nuova: la teoria della selezione naturale.

In questo epilogo, l'autore fa cenno alla questione religiosa: non vede come questa concezione possa ferire i sentimenti religiosi di alcuno; fa rilevare la grandiosità di una teoria per cui il Creatore abbia originariamente insufflato l'alito vitale in una o poche forme originarie, dalle quali poi si siano sviluppate tutte le altre.

In alcune opere successive all'*Origine*, Darwin esamina più particolarmente e profondamente alcuni argomenti, cui nell'opera principale aveva dedicato pochi cenni. Soprattutto importante è *L'origine dell'uomo e la selezione sessuale* (1871). Il primo problema era stato già brevemente toccato nell'*Origine delle specie* e poi più ampiamente e brillantemente esposto da T. H. Huxley nel suo libro *Il posto dell'uomo nella natura* (1863). La teoria della selezione sessuale, anch'essa già abbozzata nell'*Origine*, costituiva un completamento alla selezione naturale, inteso a spiegare lo sviluppo di alcuni caratteri sessuali secondari, che parrebbero dover essere repressi o eliminati totalmente dalla selezione naturale.

Parte dell'attività di Darwin negli anni che seguirono la pubblicazione dell'*Origine* fu spesa a curare le edizioni successive della grande opera, tenendo conto, per quanto gli sembrava opportuno, delle nume-

rose critiche che le furono rivolte. L'edizione che egli stesso considerò come definitiva è la sesta, del 1872.

In particolare egli volle precisare il significato della parola «caso», che aveva suscitato un vespaio di proteste, in quanto applicata ai fenomeni biologici. Caso non significa assenza di causa, ma piuttosto che la causa di ciascun singolo evento non è identificabile, e un ordine e una causalità si possono rilevare soltanto considerando insieme moltissimi eventi, anziché ciascuno di essi singolarmente.

Si difese vivamente, come abbiamo già detto, dall'accusa di avere introdotto con la sua «selezione naturale», il concetto di una forza quasi personificata, come quelle cui molti vitalisti solevano fare appello. «Selezione» è soltanto un nome conveniente per indicare il risultato del gioco di leggi naturali, quali quelle dell'accrescimento numerico e della lotta per l'esistenza.

Cercò inoltre di chiarire sempre meglio il proprio pensiero circa l'origine e le cause della variabilità. E dovette concludere che esse sono completamente oscure, ma che la teoria è valida indipendentemente dalla natura di queste cause. Le quali furono chiarite soltanto dalla genetica moderna.

Le discussioni suscitate dalle implicazioni filosofiche, religiose, sociali della dottrina evoluzionistica non potevano lasciare indifferente il suo autore; e le molte lettere che egli riceveva lo obbligavano a prender posizione. Tuttavia non si può dire che questi aspetti del problema, che esulano dal campo strettamente scientifico, lo interessassero molto. Darwin è essenzialmente l'uomo di scienza, intento soltanto a indagare i fenomeni naturali e a scoprire le leggi, scrupolosissimo della verità scientifica, ma poco curante dei riflessi che questa può esercitare in altri campi.

Nell'*Autobiografia*, in varie lettere e in diversi passi della sua opera, sono alcune testimonianze dello sviluppo delle sue idee nei riguardi del problema religioso. Credente e ortodosso quand'era a bordo del *Beagle*, cominciò poi a dubitare dell'assoluta verità dell'Antico Testamento, finché giunse alla convinzione che questo «non sia più veritiero che i libri sacri degli Indù».

In diverse occasioni, in lettere private, e anche nell'ultimo capitolo dell'*Origine*, si difese dall'accusa di ateismo.

Nel 1879, scrivendo a un suo corrispondente, così definiva la propria posizione nei confronti della religione:

BOLLATI BORINGHIERI

«Quanto alle mie opinioni, è cosa che non può interessare alcuno al di fuori di me. Ma, poiché me lo chiedete, posso dirvi che il mio giudizio è spesso fluttuante... Nelle mie fluttuazioni più estreme non sono mai stato un ateo nel senso di negare l'esistenza di Dio. Mi pare che generalmente (e tanto più quanto più invecchio), ma non sempre, la migliore definizione del mio pensiero sarebbe: agnostico».¹³

In ciò convenendo con T. H. Huxley, che del termine «agnosticismo» fu il creatore (1869) e che intese così di negare al pensiero umano la capacità di superare la conoscenza puramente fenomenica e di attingere la conoscenza ultima della realtà.

Le discussioni sulle conseguenze filosofico-religiose dell'evoluzionismo si protrassero per anni, vivente Darwin e dopo la sua morte. Ancor oggi non sono chiuse: vertono essenzialmente sull'origine dell'uomo e sull'immortalità dell'anima e sulla legittimità della costruzione di una morale su basi scientifiche (problema cui Darwin aveva dedicato qualche attenzione, e che alcuni evoluzionisti moderni, per esempio G. C. Simpson, anche considerano).¹⁴

Non meno interessanti furono le applicazioni del darwinismo alle scienze sociali. Di questo argomento poco si parla nell'*Origine delle specie*, ma nell'*Origine dell'uomo* Darwin trasferisce il concetto di selezione naturale dal piano individuale a quello sociale e considera la competizione fra società, o comunità, o gruppi, esistenti nel seno della specie umana.

L'origine e l'evoluzione dell'umanità, così come erano illustrate dalla dottrina evoluzionistica, e il concetto di lotta per l'esistenza si adeguavano molto bene ai postulati del socialismo, del materialismo dialettico e della sua concezione della storia. Vediamo che Marx ed Engels accolgono entusiasticamente il darwinismo, pur con qualche riserva su di alcune sue affermazioni specifiche. È specialmente alla «falsa legge di Malthus» che essi si oppongono: in quanto questa identificava la causa della miseria con la naturale sproporzione fra l'incremento numerico della popolazione e quello dei mezzi di sussistenza, anziché nello sfruttamen-

¹³ *The Life and Letters of Charles Darwin*, a cura di F. Darwin, Murray, London 1888, vol. 1, p. 304.

¹⁴ Non è qui il luogo opportuno per riassumere simili questioni: rimandiamo chi volesse esserne informato al volumetto di D. Lack, *Evolutionary Theory and Christian Belief*, Methuen, London 1957, dove gli aspetti principali del problema e la sua storia, dal discorso del vescovo Wilforce alla enciclica di Pio XII, *Humani generis* (12 agosto 1950), sono esposti con molta chiarezza.

to di una classe sociale da parte di un'altra. Tale causa essendo permanente e, nel pensiero di Malthus, ineluttabile, vana è la ricerca dei rimedi: proposizione che, naturalmente, non è accolta dai socialisti.¹⁵

L'atteggiamento di Darwin di fronte all'entusiasmo con cui i socialisti accolsero la sua teoria fu ancora più cauto che in materia religiosa. Lo dimostra, fra l'altro, una lettera che egli scrisse a Karl Marx e che si conserva nell'Istituto Marx-Engels di Mosca, riferita dal Keith (1955). È del 13 ottobre 1880, e risponde a una lettera con cui Marx accompagnava l'invio di bozze di stampa del secondo volume del *Capitale* (che uscì poi, postumo, nel 1885; il primo era stato pubblicato nel 1867) e offriva di dedicare il volume stesso al Darwin:

«Vi ringrazio per la gentile lettera e per quanto vi è accluso. La pubblicazione delle vostre osservazioni sui miei scritti, qualsiasi forma abbiano, non necessita di alcun consenso da parte mia... Preferirei che la parte o il volume non fossero dedicati a me (benché vi sia grato per l'onore che intendete farmi), perché ciò suggerirebbe in certo modo la mia approvazione di tutta l'opera, che non conosco bene. Benché io sia un fervido sostenitore della libertà di opinioni in ogni argomento, mi sembra (a ragione o a torto) che attacchi diretti contro il cristianesimo e il teismo abbiano assai scarso effetto sul pubblico; e che la libertà di pensiero possa meglio promuoversi con quella illuminazione graduale dell'intelletto umano che consegue al progresso delle scienze. Perciò ho sempre evitato di scrivere sulla religione, e mi sono limitato alla scienza. È possibile che io sia stato troppo influenzato dal pensiero del dispiacere che una mia adesione ad attacchi diretti contro la religione potrebbe procurare ad alcuni membri della mia famiglia. Sono dolente di dover respingere la vostra richiesta, ma sono vecchio, ho poche forze e la lettura delle bozze (come so per recente esperienza) m'è assai faticosa».

Ancora una volta Darwin accentua la sua mentalità strettamente scientifica, e il desiderio di non lasciarsi trarre su terreno diverso da quello in cui si sente padrone.

Sulle possibili applicazioni dei principi del darwinismo al socialismo molto si discusse anche in Italia: ne scrissero per esempio Enrico Ferri: *Darwin, Spencer, Marx* (1894), e Antonio Labriola: *Discorrendo di socia-*

¹⁵ Le relazioni fra darwinismo e socialismo sono lumeggiate particolarmente nella biografia di M. Prenant, *Darwin*, trad. a cura di Lola Balbo, Einaudi, Torino 1949, dove però l'autore dà credito alle critiche mosse da T. D. Lysenko alla genetica e al darwinismo. Ora è noto che tali critiche sono prive di fondamento.

lismo e di filosofia (1897). Ma in questa estensione di una dottrina puramente biologica al campo sociale e alla filosofia spesso non si procedette con la necessaria cautela, e la si modificò in modo tale da alterarne profondamente il significato originale.

Altri ha criticato l'atteggiamento prudentiale del Darwin e la sua riluttanza a uscire dai limiti delle scienze biologiche. Oggi, a distanza di molti anni, dopo di avere assistito a tante trasformazioni imposte al suo pensiero nell'intento di estenderne il campo di azione, non possiamo che apprezzare la prudenza di Darwin, anche se dobbiamo riconoscere che alcuni concetti generali, e soprattutto la sua visione storica del mondo organico e l'interpretazione scientifica di questa storia abbiano esercitato un'influenza chiarificatrice in molti settori della cultura moderna, ove Darwin non aveva ritenuto di dovere estendere il proprio pensiero.

3. Dopo Darwin

La pubblicazione dell'*Origine delle specie* sollevò grande scandalo nell'Inghilterra vittoriana. I conservatori s'avvidero immediatamente dei pericoli nascosti in una teoria così rivoluzionaria, pericoli che ho indicato a pagina 19. Perciò la Chiesa anglicana prese agli inizi una posizione nettamente contraria. Inoltre, al gusto della borghesia benestante e bene educata l'idea degli antenati scimmieschi dell'uomo ripugnava profondamente. Ché l'uomo ha quasi sempre preferito considerarsi il discendente tralignato e immiserito di razze più perfette, anziché la progenie di una stirpe progressivamente raffinatasi. Fra le scimmie e gli angeli come antenati, Disraeli dichiarò di preferire gli angeli; e questo era il pensiero comune. Non piccola parte dell'ostilità che l'evoluzionismo ha incontrato, e tuttora incontra, va addebitata a questo fattore sentimentale.

Ma, accanto alle aspre opposizioni, la nuova teoria suscitò in molti giovani ardenti entusiasmi. Essa diradava infatti d'un tratto una fitta cortina di tenebre, gettava viva luce su molti ordini di fatti, dandone una interpretazione razionale, plausibile. La biologia era venuta accumulando molte osservazioni: la varietà delle forme organiche era stata ormai largamente indagata e la classificazione s'era molto perfezionata; l'anatomia comparata aveva svelato l'esistenza di alcuni piani di struttura fondamentali e di affinità di vario grado fra gli organismi, affinità che servono di sussidio alla classificazione; aveva inoltre riconosciuto

BOLLATI BORINGHIERI

la presenza di organi rudimentali, destituiti di funzione, ma simili a organi funzionanti in specie affini; l'embriologia svelava insospettite somiglianze di forma e struttura fra gli embrioni di organismi che, allo stato adulto, differiscono profondamente. La teoria cellulare aveva fornito un piano di struttura fondamentale, comune sia agli animali sia alle piante, gli uni come le altre essendo rappresentati da esseri uni- e pluricellulari; la paleontologia descriveva forme diverse – e pure più o meno affini alle attuali – vissute in tempi passati; la biogeografia dimostrava singolari distribuzioni degli organismi sulla terra.

Ma la massima parte di questi fatti non era interpretabile scientificamente. Rimanevano allo stadio di descrizione, come una gran massa di dati di pura erudizione, sconnessi, incoerenti, frammentari. La sola interpretazione generale possibile era quella di considerarli come frutto di un disegno più o meno imperscrutabile nella sua causalità; e la stucchevole ammirazione della perfezione di questo disegno veniva turbata da quei casi – come gli organi rudimentali e le mostruosità – in cui la perfetta idoneità palesemente veniva meno. La concezione biologica tradizionale non offriva alcun'altra interpretazione alternativa. Perciò l'indagine biologica, specialmente quella morfologica, cominciava a dar segni di stanchezza: non v'era un pensiero vivace che alimentasse la fiamma della ricerca.

La teoria darwiniana fornì quella interpretazione razionale, quel filo logico, quella visione teorica generale, che facevan difetto. Essa allontanava la necessità di un'interpretazione vitalistica e finalistica, e faceva sì che la biologia potesse trovare il suo posto fra le scienze della natura con una sua teoria prettamente scientifica, alla pari con le scienze fisiche e chimiche. Era un altro trionfo della Scienza, della Ragione, in un'epoca in cui gli sviluppi della scienza andavano acquistando un ritmo sempre più celere, e le correnti meccanicistiche e materialistiche assumevano un corso travolgente.

Gli animi di molti giovani furono infiammati dalla folgorante rivelazione. Primo ad accendersi fu Thomas Henry Huxley (1825-95), di sedici anni più giovane del Darwin, che era come lui reduce da un lungo viaggio di esplorazione a bordo di una nave della marina inglese, e aveva già pubblicato ricerche sulla struttura anatomica di vari animali marini ch'erano state molto apprezzate dai competenti. Huxley divenne il più ardente ed efficace apostolo e propugnatore della teoria darwiniana: fu chiamato scherzosamente l'agente generale del darwinismo. Fin dal suo

BOLLATI BORINGHIERI

primo memorabile scontro con le forze conservatrici, impersonate in quell'occasione dal vescovo anglicano S. Wilbeforce, scontro che avvenne a Oxford nel giugno del 1860, in occasione della riunione dell'Associazione britannica per il Progresso delle Scienze, apparve chiaro che Huxley possedeva non soltanto chiarezza d'ingegno e singolare profondità di cultura, ma anche le qualità oratorie, la prontezza di spirito e il senso dell'ironia, l'ardore battagliero e l'amor di polemica che a Darwin mancavano. Huxley costituì dunque un efficace complemento alla personalità del Darwin – il quale fu spesso sofferente e quasi sempre evitò di presentarsi a pubbliche discussioni – e fu certo uno dei fautori più efficaci del successo dell'evoluzionismo.

Oltre a Huxley e al filosofo Herbert Spencer, al quale si deve, fra l'altro, l'espressione non troppo felice di «sopravvivenza del più adatto», parecchi biologi inglesi della giovane generazione accettarono con entusiasmo il darwinismo, e la stessa opinione pubblica presto temperò le manifestazioni di ostilità. Quando Darwin morì nel 1882, la sua grandezza era ormai universalmente riconosciuta, e la traslazione della salma per la tumulazione nell'Abbazia di Westminster fu una vera apo-teosi.

La lotta pro e contro il darwinismo s'accese presto anche in altri paesi e soprattutto in Germania, in cui la vita scientifica era particolarmente vivace. Nel 1864 apparve il libro di Fritz Müller, *Für Darwin*, e poco dopo ebbero inizio le pubblicazioni evoluzionistiche di Ernst Haeckel, lo zoologo di Jena. Egli richiamò in onore la dottrina lamarckiana, che era stata quasi completamente dimenticata, e costruì una sua interpretazione dell'evoluzionismo, che espose in numerose pubblicazioni, e soprattutto nella famosa *Storia della creazione naturale* (1867) e nell'*Antropogenia* (1874). Queste opere sono state tradotte in molte lingue, fra cui l'italiana, e hanno avuto larghissima diffusione. Forse questi libri hanno fatto più male che bene alla causa cui intendevano servire, perché lo Haeckel, infiammato da polemico ardore e ispirato da una cieca fede nella validità delle dottrine scientifiche unite a una fantasia da romanziere, s'illuse di poter tracciare le più ardite e complete genealogie, dagli organismi unicellulari all'uomo, superando le lacune e le difficoltà con voli della fantasia. L'eccessivo ottimismo haeckeliano, che lo condusse a disegnare tutto il quadro dell'evoluzione biologica come se fosse chiaro e preciso in ogni particolare, la sua veemenza polemica e la dottrina filosofica generale (monismo) ch'egli si ritenne autorizzato a costruire, diedero facile appiglio alla critica degli antievoluzionisti.

In Francia il darwinismo tardò molto a farsi strada, benché l'*Origine delle specie* fosse stata tradotta fin dal 1862. Un autorevole biologo, Pierre Flourens, la bollava, pur riconoscendo un certo talento all'autore, come un'accozzaglia di idee confuse espresse in gergo metafisico, con linguaggio pretensioso e vuoto. Nel luglio 1870 fu rifiutata a Darwin la nomina a membro corrispondente dell'Académie des Sciences nella sezione di zoologia. Soltanto nel 1878 egli fu ammesso nella sezione di botanica. Più tardi, verso il 1890, il trasformismo – come i francesi chiamano l'evoluzionismo – penetrò in Francia per opera di alcuni zoologi quali Edmond Perrier, Alfred Giard e altri; esso durò fatica a farsi strada, e si orientò prevalentemente verso il lamarckismo. Ancora in tempi assai recenti il trasformismo ha trovato in Francia parecchi critici: è del 1929 la pubblicazione di un libro antievoluzionista di un biologo particolarmente versato in anatomia comparata, il Vialleton.¹⁶

In Italia, fin dai primi decenni del secolo, Franco Andrea Bonelli, professore di storia naturale nell'Università di Torino, aveva introdotto, nelle sue lezioni, le idee del Lamarck. Ma, come altrove, queste s'erano poi sopite.¹⁷ Nel decennio 1860-70 l'Italia non era ancora preparata ad affrontare l'agone internazionale nel campo scientifico: l'unità politica si andava compiendo e assorbiva molte energie. Echi della nuova interpretazione erano giunti in alcuni centri universitari del nostro paese, ma in genere questa era stata accolta con scarso interesse, e per lo più con scetticismo.

L'unica coraggiosa eccezione, in quegli anni, è rappresentata da Filippo De Filippi (1814-67), professore di zoologia nell'Università di Torino, che la sera dell'11 gennaio 1864 tenne a Torino una lezione rimasta celebre, dal titolo *L'uomo e le scimmie*, che fu poi pubblicata ed ebbe in breve tempo tre edizioni.

«In essa il De Filippi – secondo che si esprime il Fenizia¹⁸ – consacrò la prima parte all'elogio ed all'esplicazione della teoria darwiniana, poscia passò ad esporre estesamente l'affinità dell'uomo con le scim-

¹⁶ L. Vialleton, *L'origine des êtres vivants: l'illusion transformiste*, Plon, Paris 1929 [trad. it. a cura di C. Matthey, *L'origine degli esseri viventi: l'illusione trasformista*, Società Editrice Libreria, Milano 1935].

¹⁷ Probabilmente anche Giosuè Sangiovanni, che tenne la cattedra di zoologia a Napoli dal 1832 al 1849, e che aveva seguito i corsi del Lamarck a Parigi, espose nelle sue lezioni le idee lamarckiane. Vedi P. Omodeo, *Documenti per la storia delle scienze naturali al principio del XIX secolo*, in «Bollettino di Zoologia», 16, 1949, pp. 107-17; 131-37.

¹⁸ C. Fenizia, *Storia della evoluzione*, Hoepli, Milano 1901, pp. 325 sgg.

mie, dimostrando come tutti i caratteri differenziali messi in campo dai vari autori non abbiano quel valore che loro si è voluto attribuire, poi finalmente disse della differenza immensa tra le scimmie e l'uomo riguardo alla facoltà intellettuale, al senso religioso, ed alla speciale missione. Insomma venne a dire che era convinto della discendenza delle specie animali più alte dalle più basse, e quindi anche dell'uomo dalle scimmie, in favore della quale ultima opinione militano ragioni fortissime; ma questo modo di vedere non conduce all'ateismo, perché si può ammettere che il creatore abbia fatto sorgere una o poche forme organiche e le abbia dotate della facoltà di generare tutte le altre per lenta e graduata evoluzione.

«Egli si dimostrò quindi credente, e cercò una via di conciliazione tra fede ed evoluzionismo. Ma l'uditorio e i lettori della conferenza non lo compresero, si produsse così una vera rivoluzione che ebbe eco in tutta Italia. Si ebbe la solita irruzione di sarcasmi, d'insulti, De Filippi fu accusato d'ateismo e si giunse a dire che il Governo commetteva una vera infamia permettendo ad un uomo così empio di istillare massime tanto scellerate nell'animo degli studenti.

«Dal modo, però, come egli si studiò di venire ad una conciliazione tra fede e scienza, appare che egli volesse servirsi di tale scappatoia per rendere meno ingrata la sua professione di fede darwinista all'uditorio, e che in fondo al suo animo si ridesse di qualsiasi conciliazione». Appoggiamo questa opinione coi seguenti passi tratti da una lettera del De Filippi diretta a Michele Lessona.

«Caro amico,

«poche volte ho riso di gusto come alle tue smanie pel rifiuto della mia lezione alla stamperia ed al motivo singolare che lo ha determinato... Ho la debolezza di tenere a questo mio lavoro, di considerarlo come uno dei meno scipiti che mi siano usciti dalla penna, epperò in un modo o in altro lo farò stampare... So pressappoco chi avrà trasfuso nel signor *** l'irragionevole orrore delle mie bestemmie. È finita: il nostro clero non vuol proprio pensare ad essere meno ignorante... Non voglio rinunciare al gusto di tracciarti alcuni gruppi dei miei ascoltatori... Sedevano uniti ad un banco Sella e Guerrieri e mano mano io dimostrava come in senso puro anatomico spariscono ad uno ad uno tutt'i caratteri differenziali fra l'uomo e le scimmie, dicevano: bravo De Filippi: ottimamente, giustissimo.

«Dietro di essi c'era Prati, ad ogni loro esclamazione soggiungeva: no, aspettate; vedrete; sentirete...; le conclusioni non sono ancora giunte.

BOLLATI BORINGHIERI

«Venne finalmente quel mio Ma, nel quale avevo riposto l'effetto principale della lezione; ed allora Sella e Guerrieri ad esclamare: ahi! ahi!, e Prati: udite: non ve l'aveva io detto? bravo De Filippi.

«Poco discosto c'era un altro gruppo di cui facevano parte l'abate Raineri, l'abate Scavia, e lì ad ogni mia dimostrazione, smorfie colla bocca, crollatine di capo, sussulti del tronco come rane sotto i fili di Matteucci. Venne anche per essi il mio Ma, e venne non compreso, proprio come avessi parlato turco, ma di turco non vi era che quella specie di filosofia di cui hanno pieno il cerebro questi signori».

Il Lessona così commentò l'esito della conferenza: «I giornali seri come i faceti s'impadronirono dell'argomento; quella enorme parte di pubblico che dice perché sente dire, grida perché sente gridare, urla perché sente urlare, fu tutta addosso al De Filippi; certi colleghi rabbrivirono, altri inorridirono, vi fu chi gridò essere un'infamia che il Governo lasciasse un uomo così fatto stillar dalla cattedra le scellerate massime nell'animo degli studenti, e fu un coro a proclamare il De Filippi campione di materialismo. La cosa andò tant'oltre, che quando venne l'annuncio che morendo¹⁹ egli aveva invocato ed avuto i conforti della religione, due predicatori in Torino ne parlarono dal pulpito. Uno con voce commossa e lagrimosa disse di aver da annunziare una buona novella, vale a dire che Dio aveva toccato il cuore ad un gran peccatore al momento della sua morte: un altro, d'indole più violenta, parlando del terrore che incute la morte ai perversi, esclamò: "Anche De Filippi, l'empio De Filippi, al momento di morire ebbe orrore delle sue colpe e invocò il perdono di Dio"».

«Ma è capitata una cosa ancora più strana: un giornale razionalista (così almeno mi fu assicurato, perché io non l'ho letto) sostenne all'incontro che il De Filippi non poteva essere confessato, che la cosa era impossibile! Tanto il giornalista quanto i predicatori, invero, non conoscevano il De Filippi; per poco che l'avessero conosciuto, non solo non avrebbero fatte le meraviglie della sua morte confortata dalla religione, ma sarebbero stati persuasissimi che la cosa non poteva essere altrimenti».²⁰

Il ghiaccio fu dunque rotto, soprattutto per merito del De Filippi, e la discussione sulle dottrine evoluzionistiche si accese anche in Italia. Nel 1875 Charles Darwin fu nominato socio straniero della Reale

¹⁹ De Filippi morì a Hong Kong durante un viaggio di circumnavigazione della pirofregata *Magenta* nel 1867.

²⁰ M. Lessona, *Naturalisti italiani*, Sommaruga, Roma 1884, p. 196.

Accademia nazionale dei Lincei, che Quintino Sella aveva rinnovato, e nel 1878 tale onore fu decretato anche a T. H. Huxley.

Michele Lessona, successore del De Filippi sulla cattedra torinese, tradusse alcune opere di Darwin, altre furono tradotte da Giovanni Canestrini e da P. A. Saccardo, così che, per i tipi della Unione Tipografico-Editrice Torinese, fra il 1872 e il 1890, furono editte tutte le opere darwiniane e una divulgazione dell'evoluzionismo dovuta al Canestrini. Tale dottrina venne così fatta conoscere in larghi circoli, in Italia, e fu ampiamente discussa da zoologi, botanici, antropologi, sociologi. Basta ricordare i nomi di Paolo Mantegazza, Cesare Lombroso, Giacomo Cattaneo, Giuseppe Sergi, tacendo di altri molti, per ricordare il favore con cui l'evoluzionismo fu accolto in Italia. Un contributo originale alle teorie evoluzionistiche fu recato da un italiano, Daniele Rosa, di cui dovremo riparlare.

Nacque così e si sviluppò, anche in Italia, un vivace fervore di polemiche, di studi, di critiche, che sconfinò ben presto fuor del campo delle scienze biologiche strettamente intese, e – come abbiamo visto da qualche esempio citato – appassionò fortemente la pubblica opinione.

Basti ricordare in proposito quanto avvenne a Firenze nel 1869, in seguito a una conferenza dal titolo *Sulla parentela fra l'uomo e la scimmia*, tenuta dal fisiologo russo Aleksandr Herzen. Oltre alla polemica che si svolse nei giorni successivi fra il pedagogista Raffaello Lambruschini e lo stesso Herzen, entrò in campo un grosso calibro della letteratura: Niccolò Tommaseo. Il grande scrittore, vecchio e cieco, assolutamente digiuno di nozioni biologiche, pubblicò nello stesso anno (Editore Agnelli, Milano) un libello dal titolo *L'uomo e la scimmia*, in cui, in dieci lettere, mette in ridicolo e tenta di demolire la «lieta novella» che ha messo gli italiani «alla pari non solamente coi russi e gli ottentotti, ma con le scimmie». ²¹

La dottrina evoluzionistica trovò un fertile terreno nelle correnti materialistiche e positivistiche della seconda metà del XIX secolo, e da parte sua recò argomenti di gran peso in favore di tali concezioni. Ma fu aspramente e continuamente combattuta dai seguaci di altre filosofie. In questo clamore di consensi e di dissensi si possono distinguere tre principali indirizzi di pensiero: 1) la critica totalmente negativa, per ragioni aprioristiche; 2) l'accettazione, totale oppure con riserva, del-

²¹ Ripubblicato insieme con gli articoli di Herzen e di Lambruschini: Niccolò Tommaseo, *L'uomo e la scimmia*, a cura di Mario Puppo, Marzorati, Milano 1969.

l'evoluzione come fatto storico, con libertà di critica sulla interpretazione darwiniana e conseguenti tentativi di trovar altre cause dell'evoluzione; 3) l'accettazione totale della dottrina evoluzionistica e della interpretazione darwiniana.

L'antievolutionismo fu sostenuto da diversi autori: fra essi Richard Owen e lo zoologo Henri Milne-Edwards in Inghilterra, vari francesi fra cui l'antropologo De Quatrefages – che nel modo seguente si rende interprete del puro positivismo comtiano, escludente la possibilità della ricerca dell'origine e del fine delle cose: «Ecco dove siamo arrivati quando trattiamo degli organismi viventi. Li studiamo così come sono: non abbiamo ancora potuto penetrare nella fabbrica donde escono; non possiamo dunque dir nulla sui modi della loro formazione.»²² – il fisiologo Flourens già citato, Raphaël Blanchard, Henri de Lacaze-Duthiers, e alcuni tedeschi fra cui il grande patologo Rudolf Virchow. In Italia, oltre ad alcuni vecchi zoologi e botanici, incapaci di accogliere le nuove idee, è da ricordare fra gli oppositori soprattutto un geologo, l'abate Stoppani.

Ma, col passare degli anni, il totale antievolutionismo divenne sempre meno sostenibile da parte dei biologi. Gli argomenti in favore dell'evoluzione andarono costantemente accrescendosi di numero, e le posizioni totalmente negative in base a ragioni a priori, filosofiche o fideistiche, divennero sempre più screditate.

Non è luogo qui di richiamare alla memoria gli argomenti in favore dell'evoluzionismo tratti da molte discipline biologiche. Essi sono esposti, oltretutto nella *Origine delle specie*, in numerose pubblicazioni moderne facilmente accessibili. Basta riconoscere – in questa rassegna di carattere storico – l'enorme impulso che la dottrina dell'evoluzione ha dato a vari rami della biologia. L'ansia della ricerca di nuovi dati favorevoli, e, ancor più, il desiderio di completare un quadro interpretativo che si andava facendo sempre più preciso, coerente, logico, determinarono un fervore di ricerca quale prima non s'era visto mai, e che gettò le basi della nostra moderna cultura biologica.

Quand'anche l'evoluzionismo non avesse altro merito fuor che questo di vivacissimo catalizzatore di ricerche, meriterebbe la perenne riconoscenza dell'umanità, e un posto più che onorevole nella storia della scienza.

²² A. de Quatrefages, *Charles Darwin et ses précurseurs français*, Baillière, Parigi 1870, p. 374.

Di fronte alla soverchiante imponenza dei fatti, la maggior parte dei biologi dovette arrendersi, volente o nolente. Alcuni accolsero totalmente la teoria, altri cercarono di limitarla: secondo alcuni si poteva ammettere che tutte le forme organiche esistite e attualmente esistenti si fossero originate da un sol capostipite (ipotesi monofiletica), estremamente semplice, spontaneamente formatosi dalla materia inorganica. Secondo altri questo remotissimo antenato comune non sarebbe nato per spontanea generazione ma sarebbe stato creato. Altri pensavano invece che le forme capostipite dovessero esser state numerose (ipotesi polifiletica), e che di evoluzione si possa parlare soltanto entro l'ambito dei singoli *tipi* o *phyla* (vertebrati, artropodi, molluschi; fanerogame, angiosperme ecc.). In realtà i molti tentativi fatti per trovare gli «anelli di congiunzione» fra *phyla* diversi erano stati scarsamente proficui: si pensi, per esempio, alle varie ipotesi sull'origine dei vertebrati. Taluni biologi poi restringevano ancor più il campo d'azione dell'evoluzionismo – e allargavano quindi quello del creazionismo – ammettendo che l'evoluzione fosse avvenuta soltanto entro gruppi più limitati, quali gli ordini, le famiglie, i generi, o – addirittura – le specie. Quest'ultima ipotesi equivale evidentemente a negare ogni valore all'evoluzionismo e a ritornare praticamente al creazionismo linneano, ammettendo che soltanto possono formarsi, per via evolutiva, sottospecie o razze, cosa non aliena dal pensiero dello stesso Linneo.

L'origine dell'uomo costituiva poi un problema del tutto particolare, per l'esigenza di accordarlo con le credenze religiose. Anche su questo punto le opinioni furono ben presto divise: chi ammetteva l'origine da antenati scimmieschi, con tutte le sue implicazioni; chi, pur ammettendo l'evoluzione degli animali e delle piante, si vedeva costretto a postulare un atto di creazione distinto per il genere umano; chi, infine, scindendo l'anima dal corpo, ammetteva l'origine animalesca del corpo umano, in cui poi Iddio avrebbe insufflato l'anima immortale.

Non meno varia era la gamma delle opinioni concernenti le cause dell'evoluzione. Ad alcuni parve che l'ipotesi darwiniana della selezione incontrasse troppe difficoltà e non fosse sufficiente a spiegare tutto il corso del processo evolutivo; e si rispolverò l'ipotesi lamarckiana. Nacque così un movimento «neolamarckista», sostenuto in primo luogo da Haeckel e poi da vari altri, fra cui il paleontologo americano E. D. Cope. Da notare che i neolamarckisti hanno per lo più dimenticato che un aspetto molto importante della teoria originale era l'ammissione di una tendenza interna al perfezionamento.

BOLLATI BORINGHIERI

A una simile misteriosa forza fanno appello invece varie altre teorie, che si possono chiamare della «evoluzione per cause interne» (ortogenesi), e che possono farsi risalire a una concezione espressa già da sant'Agostino: avere Iddio creato il mondo non così com'è ma *potentialiter atque causaliter*, così ch'esso poi si sarebbe sviluppato, evoluto, in una direzione determinata. Sono le teorie preferite da coloro che, più o meno consapevolmente, vollero opporsi alla totale ruina dei castelli che avevano durato per tanti secoli e che avevano retto tutto un insieme di concezioni non pur biologiche, ma filosofiche, etiche, sociali. Secondo queste teorie (al plurale, perché sono parecchie e di diverse sfumature filosofiche) l'evoluzione è in sostanza determinata da cause inerenti alla sostanza organica stessa, o a essa imposte a un dato momento da una volontà superiore. Teorie di questo tipo furono proposte, fra l'altro, da Theodor Eimer, Karl Nägeli, ma una delle più complete è quella elaborata da Daniele Rosa: la «ologenesi». Come in un uovo, dice il Rosa, è contenuto già in partenza l'individuo che se ne svilupperà, con tutte le successive generazioni cellulari, con tutti i differenziamenti che esso manifesterà nel corso del suo sviluppo, così, quando comparve sulla terra la prima particella di sostanza dotata di vita, essa conteneva in sé tutta l'evoluzione futura. Data la vita – è la sua testuale formulazione – è data già anche l'evoluzione. Le circostanze esteriori possono, al più, arrestare, spegnendolo, qualche ramo evolutivo che non sia adatto al particolare ambiente in cui viene a trovarsi.

Il Rosa esclude che questa predeterminazione sia stata voluta da una mente superiore. Ammette soltanto questo totale preformismo evolutivo, senza, ovviamente, poterne neanche tentare una spiegazione. Egli sostiene che questa sua teoria è materialistica; ma non v'ha dubbio che l'evoluzione preordinata è una concezione gravemente inquinata dalla metafisica. Così dicasi di teorie analoghe, quali quelle di L. S. Berg (nomo-genesi) e di W. Hennig.

Altri biologi invece, come recentemente il Lecomte de Noüy, si raffigurano un'evoluzione finalistica. L'evoluzione sarebbe stata tutta predisposta dal Creatore, e diretta verso un fine ultimo: la produzione dell'uomo (telefinalismo). Varia è, secondo gli autori, la «libertà» del processo evolutivo nel suo decorso, fra il principio e la fine. Alcuni ammettono che la selezione e altre cause intervengano a determinare taluni particolari: così come, se una polla sgorga in cima a un monte, è d'uopo che l'acqua scenda a valle – e questo è il fine predisposto – ma, per raggiungere tale scopo, può scegliere molte vie, le quali sono determi-

BOLLATI BORINGHIERI

nate dalle cause esteriori, in questo caso rappresentate dalle accidentalità del terreno.

Tutte queste teorie, che ammettono che l'evoluzione sia spinta e guidata da una forza direttrice che agisce in un dato senso (perciò si chiamano anche teorie ortogenetiche, cioè dell'evoluzione orientata) sono totalmente antitetiche rispetto alla concezione darwiniana. Darwin, come abbiamo detto, è irriducibile nemico degli «impulsi» e «forze» cui non sia possibile attribuire un preciso significato scientifico. E quando qualcuno volle vedere nella selezione naturale l'immagine di una forza metafisica, egli si inalberò e difese la propria dottrina contro quella distorsione: la selezione non è che la risultante di fenomeni ben precisi e suscettibili di essere completamente descritti in termini scientifici. L'interpretazione darwiniana è quindi strettamente, rigorosamente scientifica, al contrario delle teorie ortogenetiche, le quali sono soltanto un modo di camuffare la propria ignoranza. Infatti affermare che il decorso dei fenomeni è quale noi lo vediamo perché così era prestabilito o da una volontà superiore, o dalle proprietà stesse inerenti alla materia, o per ragioni a noi imperscrutabili, equivale a rinunciare a un'interpretazione razionale.

Contro il neolamarckismo e contro ogni tentativo ortogenetico, sorse e si sviluppò ben presto, ancor vivo il Darwin, un movimento, capeggiato da August Weismann, cui fu dato il nome di «neodarwinismo». E si disse, non a torto, che i neodarwinisti erano più darwiniani del Darwin. Infatti il Darwin, fin dalla prima edizione dell'*Origine*, e in misura anche maggiore nelle successive, aveva ammesso l'ereditarietà dei caratteri acquisiti per azione dell'ambiente, sia come fonte di variabilità e anche come fattore di evoluzione. Ciò ch'egli respinse nettamente nel lamarckismo era la tendenza interna al perfezionamento, che Lamarck ammetteva insita negli organismi.²³

Il Weismann, che fu uno dei più chiari teorici dell'ereditarietà dell'epoca premendeliana, in base ad alcuni suoi esperimenti, negò in modo totale l'influenza dell'ambiente in senso lamarckiano, annettendo invece ogni importanza al principio di selezione. Nel tentativo di spiegare l'origine della variabilità, egli sviluppò considerazioni fondamentali sul significato della riproduzione sessuale, e costruì una teoria

²³ Vedi in proposito P. Omodeo, *Darwin e l'ereditarietà dei caratteri acquisiti*, in «Scienza», vol. 95, 1960, pp. 22-31.

sulla struttura e la proprietà del «patrimonio ereditario», che fu in buona parte confermata dalla genetica moderna.

L'origine della variabilità: questo era il problema di cui invano Darwin aveva cercato la soluzione. Il Weismann, col dare grande importanza alla mescolanza di patrimoni ereditari diversi («anfimissi») che si avvera a ogni atto riproduttivo sessuale, aveva certamente additato una delle cause di variabilità, ma non ne aveva scoperto la sorgente prima. Le differenze che esistono fra i diversi individui debbono pure essersi originate in qualche modo, per poi combinarsi e ricombinarsi all'atto della fecondazione.

L'origine prima delle variazioni, e il meccanismo di trasmissione ereditaria dei caratteri, erano dunque i due grandi enigmi che impedivano di penetrare fino in fondo nella conoscenza dei meccanismi evolutivi.

Del primo credette aver trovato una soluzione il botanico olandese Hugo de Vries, con la scoperta delle variazioni da lui chiamate «mutazioni» nella pianta *Cenothera lamarckiana*. Sono variazioni saltuarie, di notevole ampiezza, che compaiono improvvisamente senz'alcuna apparente relazione con fattori esterni, e sono subito e totalmente ereditarie: così il nanismo, le foglie di forma allungata e stretta in *Cenothera*, gli arti corti dei bassotti, e, nell'uomo, dei nani acondroplastici, l'albinismo, comune in tante specie animali ecc. De Vries sostenne che le specie animali e vegetali, nel corso della loro vita, attraversano un periodo di alta variabilità, durante il quale producono un notevole numero di varianti di questo tipo, su cui poi opera la selezione. Questa teoria, che fu chiamata «mutazionismo», s'integrava dunque col darwinismo: dava una descrizione – se non una spiegazione – dell'origine della variabilità, rappresentata dalla comparsa delle mutazioni, e nel tempo stesso, introducendo il concetto di evoluzione a salti, in contrapposto all'evoluzione per gradi insensibili postulata da Darwin, dava modo di superare le obiezioni che furono spesso mosse all'azione della selezione su variazioni di minima entità, obiezioni che Darwin considera nel sesto capitolo dell'*Origine*.

Della teoria della mutazione sono rimasti nella biologia moderna il nome e il concetto, benché quest'ultimo notevolmente modificato.

Come si vede da questi pochi cenni riassuntivi, il lavoro intellettuale che fu compiuto intorno alla teoria dell'evoluzione durante il quarantennio 1860-1900 e nei primi decenni di questo secolo da alcuni continuatori di quegli indirizzi, fu intenso e continuo. Da un lato varie

BOLLATI BORINGHIERI

discipline biologiche vennero raccogliendo dati in favore della teoria e riorganizzarono tutto il proprio contenuto secondo i lumi forniti dalla teoria stessa. Dall'altro, si vagliarono e si sottoposero a serrata critica le affermazioni del darwinismo, elaborando diverse teorie sulle cause dell'evoluzione. E in questo lavoro, in gran parte basato sull'osservazione e su congetture e speculazioni anziché sull'esperimento, si esaurì l'impeto di ricerca di più di una generazione di biologi.

Ben presto però, alcuni biologi cominciarono a rendersi conto che i soli dati ricavati dall'osservazione degli organismi fossili e viventi e le sole speculazioni teoriche non erano sufficienti a risolvere i numerosi problemi posti dall'evoluzionismo. Occorreva sperimentare, cercare di sorprendere l'evoluzione in atto. E anche era urgente tentare di chiarire, per mezzo di ricerche sperimentali, qual è il meccanismo dell'eredità biologica, la quale ovviamente è il processo base della continuità della vita e quindi dell'evoluzione.

Il Weismann sperimentò sui topi, tagliando la coda e osservando che questa mutilazione non aveva alcuna conseguenza dal punto di vista ereditario; Francis Galton eseguì altri tipi di esperimenti, quali per esempio l'iniezione di sangue di conigli di razze colorate in individui albinì, anche con esito negativo. Varie altre vie furono tentate, da alcuni che speravano, a cuor leggero, di poter facilmente indurre considerevoli variazioni, o addirittura trasformare una specie in un'altra.

Ma le specie rivelarono una stabilità che i più ottimisti non avevano sospettato. Le cause dell'evoluzione sembravano sottrarsi a ogni tentativo di analisi sperimentale. D'altra parte lo spirito critico, che prevaleva sulla faciloneria ottimistica di alcuni evoluzionisti, veniva dimostrando la difficoltà di costruire alberi genealogici attendibili e rivelava la fallacia di molte argomentazioni avventate.

E allora, verso la fine del XIX secolo, e nei primi decenni del presente, si manifestano segni di stanchezza. Sembra che l'evoluzione non si possa provare e, soprattutto, che l'intimo suo meccanismo sfugga a ogni tentativo d'indagine. La ricerca, che si era vivamente mossa nel 1860, sembra impelagarsi, stagnare, non dare quei risultati spettacolosi che s'erano sognati. A questo dubbio, a questo scetticismo, contribuì non poco il movimento filosofico che insorse contro il materialismo e il positivismo, che s'erano affermati nei decenni precedenti. L'idealismo, in Italia propugnato soprattutto da Benedetto Croce, si levò contro il materialismo e il positivismo. E se questi avevano raggiunto posizioni estreme non giustificabili, come il monismo haeckeliano, l'idealismo a sua volta si spinse verso l'estremo opposto, negando ogni importanza ai fenomeni che sono

BOLLATI BORINGHIERI

oggetto di studio delle scienze naturali, e riducendo queste a una posizione ancillare di mero tecnicismo.

L'affermazione della totale supremazia dello spirito, in modo tale da disconoscere perfino la sua funzione interpretativa dei fenomeni del mondo esterno, e da ridurre tutta la conoscenza a una narcisistica contemplazione e indagine dello spirito stesso, e da riconoscere dignità di ricerca alla sola indagine storica (della storia umana, dello spirito umano) e filosofica (della filosofia dello spirito) ha impresso una fisionomia profonda alla cultura impartita nella scuola italiana per molti decenni. E ancor oggi la formazione dei giovani soffre gravemente di un sovrappeso di cultura storico-filosofica in confronto a quella scientifica.

Ma non è qui il luogo di recriminazioni: basti avere accennato al fatto. E si ricordi che l'avversione contro le teorie delle origini dell'uomo da antenati scimmieschi, che è sempre viva non soltanto per ragioni fideistiche, ma anche per motivi piuttosto sentimentali anziché razionali, ha contribuito non poco a determinare l'atteggiamento antievoluzionistico che si è diffuso in molti ambienti culturali. Ne sia prova la citazione da Croce:

«Ma, certo, convertire la preistoria in istoria non è cosa frequente, né lavoro da ognuno; e se abbiamo voluto mostrare col riferimento al Vico, in che veramente consista questa conversione, è stato per sgombrare l'illusione che basti, come nei manuali e nelle storie universali, mettere innanzi alla storia orientale una sezione di "preistoria", magari preceduta da un'altra storia "della natura" o "della Terra". Prologo che ora si vede in molte trattazioni del genere, e che non solo non vivifica l'intelletto ma mortifica l'animo, il quale alla storia chiede la nobile visione delle lotte umane e nuovo alimento all'entusiasmo morale, e riceve invece l'immagine di fantastiche origini animalesche e meccaniche dell'umanità, e con essa un senso di sconforto e di depressione e quasi di vergogna a ritrovarci noi discendenti da quegli antenati e sostanzialmente a loro simili, nonostante le illusioni e le ipocrisie della civiltà, brutali come loro. Non così verso gli antenati che ci assegna il Vico, e che egli pur chiama "bestioni", i quali hanno in fondo al cuore una favilla divina, e Dio temono, e a lui pongono are, per lui sentono svegliarsi il pudore e fondano i matrimoni e le famiglie e seppelliscono i morti corpi, e per quella favilla divina creano il linguaggio e la poesia e la prima scienza che è il mito. In tal guisa la preistoria, dove accade che sia innalzata veramente a storia, ci mantiene dentro l'umanità e non ci fa ricasare nel naturalismo e materialismo».²⁴

²⁴ B. Croce, *La natura come storia senza storia da noi scritta, Storia e preistoria*, in «La Critica», vol. 37, 1939, pp. 141-47.

Il Croce non può concepire una «storia che si svolga meccanicamente e non spiritualmente». Se si trattasse di una semplice questione di termini, potremmo metterci d'accordo e chiamare «evoluzione» quella che non è «storia» nel senso crociano. Sennonché, nello stesso articolo, il Croce deplora la «trasfigurazione fantasiosa, che fu accettata segnatamente all'età del positivismo per la sua apparente indipendenza dalle credenze religiose, [che] consisteva nel prendere le classificazioni che le scienze naturali fanno degli esseri naturali e ordinarle in serie dal più semplice al più complesso – quasi giornate della creazione – e dare a tale serie un colorito storico, valendosi di formule tautologiche, come “evoluzione”, “trapasso dallo indistinto al distinto”, “lotta per la vita”, “vittoria del più forte” o “del più adatto”; e così foggare una pseudostoria che, argomentandosi di aver ritrovato la genesi dell'animale-uomo, si ricongiungeva alla storia umana in un'unica serie, dalla nebulosa con cui s'iniziava la vita del cielo e della terra alle forme politiche e sociali europee del XIX secolo.

«Al modo stesso che questa concezione dell'evoluzione della natura succedeva alla filosofia della natura dell'età romantica e la sostituiva, la storia dell'umanità, che ne formava la continuazione, succedeva alla filosofia della storia e la sostituiva; e una nuova storiografia positivista e naturalistica s'instaurava, distruggitrice di ogni genuino senso storico e di ogni pensiero storico vivo ed efficace».

Questa citazione è sufficiente a dimostrare l'assoluta incomprendimento del Croce per la concezione evoluzionistica del mondo.

4. *La genetica e l'evoluzione*

Anche la genetica, nuovo ramo delle scienze biologiche che s'individuò ai primi di questo secolo, sembrò a tutta prima dar corpo allo scetticismo antievoluzionistico. I genetisti non sapevano che cosa dire a coloro che ponevano problemi di carattere evoluzionistico. Nei primi tempi non era chiaramente visibile alcun raccordo fra i postulati dell'evoluzionismo e i risultati della genetica.

E così una cert'aria di scetticismo si diffuse anche fra i biologi, e la teoria dell'evoluzione, pur sempre considerata, sempre insegnata e sempre discussa, fu ritenuta da taluni come un brillante gioco dell'ingegno umano, una bella e anche plausibile teoria, che però rimane indimostrabile, e non è più in grado di aprire nuove vie d'indagine, e perciò non ha gran valore nella scienza contemporanea.

Nonostante questi sentimenti, abbastanza diffusi, rimase però in molti – direi nella maggior parte dei biologi – il radicato convincimento che l'evoluzionismo fosse tuttora vivace e non avesse dato ancora tutti i suoi frutti. La dimostrazione di questa verità spettò appunto alla genetica.

Che la nascita della genetica sia dovuta all'esigenza posta dall'evoluzionismo di indagare i meccanismi dell'eredità biologica, abbiamo più volte affermato. Che Darwin stesso abbia vivamente sentito questa necessità, è evidente, s'egli s'indusse a costruire una teoria dell'eredità. Nell'autobiografia così si esprime: «Verso la fine del libro [*Variazioni degli animali e delle piante allo stato domestico* (1868)] presento la mia denigrata ipotesi della pangenesi. Un'ipotesi non verificata ha un valore scarso e nullo, ma se in futuro qualcuno sarà condotto a fare osservazioni che possano dar fondamento a qualche ipotesi del genere la mia opera non sarà stata inutile, perché un'enorme quantità di fatti isolati potranno essere l'un l'altro collegati e diventeranno comprensibili».²⁵

In realtà l'ipotesi della pangenesi non ebbe seguito. Il modo di trasmissione ereditario dei caratteri è diverso da quello supposto da Darwin. Ma intanto si sviluppavano altre ricerche e speculazioni. Francis Galton, cugino di Darwin, cercava per altra via di risolvere il problema, ed è suo gran merito averlo impostato su basi quantitative. Il Weismann, come abbiamo detto, sperimentava e costruiva teorie. Molti altri s'affaticavano intorno al problema dell'eredità, tanto che questo divenne uno dei problemi centrali della biologia.

In verità la soluzione era stata formulata con tutta chiarezza fin dal 1866 da Gregor Mendel, che lavorava nella solitudine del suo convento a Brünn in Moravia. È noto che il suo lavoro, contributo fondamentale alla biologia moderna, passò inosservato a tutti i biologi del tempo, e fu tratto dall'oblio soltanto nel 1900, quando i botanici Correns, De Vries e Von Tschermak, indipendentemente l'uno dall'altro, riscoprono quelle leggi che oggi vanno sotto il nome del vero scopritore.

Il Mendel scoperse che la base dei fenomeni ereditari è discontinua, è costituita da unità di dimensioni submicroscopiche che furono poi chiamate geni. Questi conservano la propria individualità e la propria indipendenza rispetto agli altri geni che si trovano nel «patrimonio ereditario» di un individuo, e si trasmettono e si combinano secondo le leggi che portano, appunto, il nome di Mendel.

²⁵ *Autobiografia* cit., p. 112.

L'indagine delle leggi sull'eredità e quella sulla struttura fisica del substrato dell'eredità – anch'essa condotta molto avanti già negli ultimi anni dell'Ottocento – proseguirono rapidamente. Nel 1906 fu coniato il termine di genetica per la scienza dell'eredità biologica. Verso il 1910 ebbero inizio le fondamentali ricerche di T. H. Morgan e della sua scuola, e intorno al 1920 si poteva dire completa la conoscenza della localizzazione dei fattori dei caratteri ereditari, o geni, nei cromosomi. Nel 1927 fu pubblicata la scoperta di H. J. Muller, che era riuscito a indurre sperimentalmente per mezzo dei raggi X l'insorgenza di mutazioni. Nel 1934 l'analisi dei cromosomi giganti delle ghiandole salivari delle larve del moscerino *Drosophila* aprì nuove possibilità per lo studio della struttura dei cromosomi e della localizzazione dei geni.

I primi quattro decenni del secolo furono dunque dedicati allo studio dell'eredità come fenomeno individuale, o meglio familiare, e all'analisi del suo substrato fisico. Analisi che si spinse tant'oltre verso le strutture submicroscopiche, da raggiungere quasi le dimensioni delle macromolecole proteiche.

Il contributo più importante trasmesso dagli sperimentatori del secolo precedente, in questo campo, era quello della non ereditarietà dei caratteri acquisiti, la negazione del lamarckismo. Negazione che fu spesso combattuta, ma fu sempre nuovamente dimostrata da accurati risultati sperimentali.

Su questa base la genetica divenne una disciplina assai viva e importante, si arricchì di notevoli conquiste di carattere generale, e si dimostrò capace di fornire norme per il miglioramento delle razze che hanno interesse pratico per l'uomo.

Darwin e l'evoluzionismo sembravano dimenticati. Scarsi cenni se ne trovano nei trattati di genetica scritti prima del 1930. Pareva che questa disciplina non potesse arrecare alcun contributo originale all'ormai annoso problema evoluzionistico: anzi, constatando una notevole costanza del patrimonio ereditario, sembrò ad alcuni che essa fosse antievoluzionistica.

Ma non era così. Soltanto, per potere considerare l'evoluzione da un punto di vista nuovo, che non fosse una ripetizione di quei fatti, di quei pochi esperimenti e di quelle molte speculazioni di cui s'era ormai sazi, era necessario aver risolto prima il grande problema dell'ereditarietà. Quando la genetica ebbe raccolto dati sufficienti a illustrare le basi fisiche dell'eredità (geni e cromosomi) e della variabilità ereditaria (mutazioni geniche, cromosomiche, cariotipiche), e le leggi che regolano la tra-

BOLLATI BORINGHIERI

smissione dei caratteri ai discendenti, allora, sulla base di queste informazioni, essa si volse a considerare nuovamente il problema dell'evoluzione. Ebbe così inizio, circa il 1930, l'indirizzo che si suol chiamare «genetica delle popolazioni» e che è oggi fiorente.

A distanza di un secolo dalla pubblicazione dell'opera di Darwin, sedati i bollori di molti ferventi entusiasmi privi di critica e di radicali dissensi altrettanto acritici, è più facile ai biologi moderni, resi scaltri e cauti da tanto ardore polemico e lavoro critico, dare un giudizio obiettivo sull'evoluzionismo.

È necessario anzitutto distinguere due aspetti del problema: l'aspetto storico-descrittivo e quello interpretativo delle cause.

Per quanto riguarda il primo aspetto, si può dire – e credo che praticamente tutti i biologi ne convengano – che il fenomeno storico dell'evoluzione, come svolgimento di fatti che si sono succeduti in una determinata sequenza sulla faccia della terra durante il corso dei tempi geologici, è accertato – come dice il Dobzhansky – con quanta sicurezza si può accertare un evento che non ha avuto a testimone occhio umano. Lacune e incertezze certo esistono nella documentazione storica: ma il quadro generale risulta assai plausibile. E, se vogliamo istituire paragoni, quale studioso di storia umana non deve lamentare l'incompletezza dei documenti, tanto più ampia quanto più il periodo considerato è lontano dal nostro tempo?

Le prove tratte da quelle discipline che Darwin ha considerato, convergono tutte verso la dimostrazione del «fatto» dell'evoluzione. Di nessuna può dirsi che, sola, sia decisiva e incontrovertibile, ma tutte insieme assumono un peso schiacciante.

Inoltre si deve rilevare e tener sempre presente che la dottrina dell'evoluzione conserva ancor oggi tutto il suo valore d'interpretazione razionale di moltissimi fenomeni biologici, sul quale abbiamo più volte insistito. Se questa possibilità d'interpretazione dovesse venire a mancare, quei fenomeni, fra cui alcuni di importanza fondamentale, ripiomberebbero inevitabilmente nel mistero.

La grande maggioranza dei biologi moderni è unanime nel riconoscere – al di sopra della varietà delle interpretazioni delle cause e delle eventuali limitazioni che taluni credono di dover porre al processo evolutivo – la validità, l'importanza, la vitalità della dottrina evoluzionistica, che è la più vasta e comprensiva teoria cui siano pervenute le scienze biologiche.

BOLLATI BORINGHIERI

Sono dunque in errore coloro che, fermi su alcune posizioni intellettuali che vigevano mezzo secolo fa, credono che la teoria dell'evoluzione sia stata scartata dai biologi: al contrario essa è viva e operante nella scienza moderna.

Il secondo aspetto del problema è quello del modo con cui l'evoluzione si è prodotta, cioè delle cause dell'evoluzione. Qui la genetica odierna, come abbiamo accennato, può dire la sua parola. La quale è esposta e dichiarata in numerose pubblicazioni di carattere sia altamente specializzato sia divulgativo, facilmente accessibile. Perciò non è necessario – né sarebbe opportuno – estenderci qui su questo argomento. Basti accennare sinteticamente ai principali orientamenti in questo settore della biologia.

Fin dal 1908-09 due studiosi particolarmente versati in matematica, l'inglese G. H. Hardy, matematico di professione, e il tedesco W. Weinberg, medico ginecologo, avevano sviluppato indipendentemente l'uno dall'altro alcune considerazioni, che rimasero pressoché ignorate per alcuni decenni, e che oggi sono universalmente conosciute sotto il nome di «legge di Hardy-Weinberg». Questa si può enunciare in forma molto semplice.

Se due geni allelomorfi A ed a hanno, in una determinata popolazione, le frequenze iniziali p e q (dove p e q possono assumere valori qualsiasi compresi fra zero e uno, e $p + q = 1$) per effetto delle leggi di Mendel tali frequenze non variano nelle generazioni successive, purché vengano rispettate alcune condizioni. Così, per fare un esempio concreto, supponendo che in una popolazione di un qualsiasi animale, vi siano, com'è caso molto frequente, due alleli A , che determina la colorazione cutanea, e a , che impedisce invece la formazione di pigmento (gene dell'albinismo); se le frequenze iniziali dei due alleli sono, per esempio, del 99,9 per cento per il gene A , e dello 0,1 per cento per il solo allelomorfo a (frequenze che si possono esprimere con 0,999 e 0,001), esse non tendono a variare nel corso delle generazioni. Le condizioni necessarie perché si realizzi questa invariabilità sono quattro: 1) che non vi sia mutazione da A ad a , o viceversa; 2) che nessuno dei tre tipi di individui che si possono formare per la combinazione di tali geni, e cioè AA , Aa , aa , sia avvantaggiato rispetto agli altri; 3) che il numero degli individui che compongono la popolazione sia indefinitamente grande; 4) che non vi siano immigrazioni di geni A od a per effetto di incroci con popolazioni contigue.

BOLLATI BORINGHIERI

Evidentemente, se queste quattro condizioni determinano la stabilità, cioè la non evoluzione, le condizioni opposte possono costituire altrettanti fattori di evoluzione; e precisamente: 1) mutazione da A ad a o viceversa; 2) vantaggio degli individui aventi una determinata costituzione genetica rispetto agli altri, cioè selezione; 3) limitazione numerica della popolazione; 4) emigrazione di geni da popolazioni contigue.

Intorno al 1920 alcuni genetisti, e particolarmente R. A. Fisher, S. Wright e J. B. S. Haldane, cominciarono a studiare statisticamente il problema dell'evoluzione, riconoscendo l'importanza del principio di Hardy-Weinberg e analizzando le cause che possono determinare lo spostamento dell'equilibrio genico, cioè l'evoluzione. I modelli matematici elaborati dagli autori citati sono poi stati portati al paragone dell'esperimento, con risultati di grande importanza. Nel 1937 una prima sintesi dell'indirizzo teorico-statistico e di quello sperimentale venne presentata da Theodosius Dobzhansky nel suo libro *Genetics and the Origin of Species*.

Da allora in poi le ricerche vennero estese e intensificate, sia con esperimenti di laboratorio, sia con lo studio di popolazioni in natura, e le pubblicazioni su questi argomenti si susseguirono numerose. Perfino la specie umana, che per molte ragioni sembrava poco adatta allo studio di questi problemi, ha fornito e continua a fornire materiali importanti per la genetica di popolazioni.

Le conclusioni generali a cui finora si è giunti si possono così riassumere. La massima parte dei caratteri ereditari sembrano essere riconducibili ai geni localizzati nei cromosomi, quindi allo studio di questi e dalla loro dinamica nelle popolazioni possiamo attenderci utili informazioni sui meccanismi evolutivi. La sorgente di variabilità di questo patrimonio ereditario è rappresentata dalle mutazioni, di cui si conoscono tre tipi, corrispondenti ai tre livelli di organizzazione fisica del patrimonio ereditario: genico, cromosomico e nucleare (o del cariotipo). Le mutazioni sono casuali, non orientate, cioè si producono in direzioni diverse e non prevedibili, con frequenza di solito molto bassa. Tale frequenza può essere notevolmente aumentata da alcuni trattamenti sperimentali come le radiazioni ionizzanti o alcune sostanze chimiche (mutageni chimici): ma anche in questo caso non si è finora riusciti a produrre mutazioni orientate in un dato senso.

Le mutazioni rappresentano, per così dire, il materiale grezzo su cui operano i fattori di evoluzione, che orientano la variazione della specie secondo una certa direzione. Fra questi fattori indubbiamente il più

efficace è la selezione. In molti casi si può rendersi conto direttamente dell'azione del fattore selettivo, e anche misurarne l'intensità. Non v'ha dubbio che la selezione naturale è la causa più efficace che determina l'adattamento degli organismi all'ambiente in cui vivono, nonché l'armonia fra le varie parti del corpo di ogni individuo.

A proposito dell'azione della selezione si devono fare alcune considerazioni importanti. Il concetto di selezione non è necessariamente legato a quello di lotta per l'esistenza: un organismo poco adatto a un certo ambiente non prospera e finisce per estinguersi, anche senza che si possa parlare di vera e propria lotta con altri organismi della stessa o di altra specie. La selezione non deve dunque necessariamente essere rappresentata con quell'aspetto che argutamente fu da T. H. Huxley definito «gladiatorio». Anche l'espressione di Spencer adottata dal Darwin: «sopravvivenza del più adatto», non deve essere presa alla lettera, in quanto presuppone l'estinzione del meno adatto, che non avviene sempre necessariamente. La selezione è oggi concepita come una «riproduzione differenziale»: alcuni individui o alcune coppie contribuiscono, in misura maggiore di altre, cioè con un maggior numero di discendenti, alla generazione successiva.

La selezione naturale è un processo continuamente operante, e lavora con grande finezza e precisione, rendendo ogni specie di organismi adatta all'ambiente nella massima misura consentita dalla struttura stessa dell'organismo, e dalle circostanze. Può essere, secondo i casi che vengono man mano studiati e precisati dai genetisti, più o meno severa; ma è sempre all'opera. Ogni carattere di qualsiasi organismo è sempre sotto il controllo della selezione, che in ogni momento della vita della specie decide quali siano le qualità e l'intensità del carattere compatibili con le esigenze della vita in un dato ambiente.

Se è vero che le mutazioni sono processi saltuari, discontinui, è anche vero che la discontinuità, il salto, sono nella maggior parte dei casi (contrariamente all'affermazione originale di De Vries) di piccola entità. Inoltre un carattere è di solito sotto il controllo di molti geni, ciascuno dei quali può mutare indipendentemente dagli altri. Perciò la selezione non opera tanto su singoli geni, quanto su complessi genici, e solo raramente su variazioni di grande ampiezza (come nell'esempio citato sopra: animali pigmentati o albin). Per lo più agisce su caratteri di piccola entità, che, nel complesso, variano in modo continuo, anziché saltuario. La rappresentazione darwiniana dell'azione della selezione ci appare dunque assai più attendibile che non quella di De Vries dell'evoluzione per grandi salti.

BOLLATI BORINGHIERI

Anche un particolare modo di selezione che Darwin aveva individuato, la selezione sessuale, e che era stato accolto con notevole scetticismo, è stato recentemente rivalutato, soprattutto per merito di un discendente di T. H. Huxley, lo zoologo Julian Huxley, a cui si devono molti lavori speciali e pubblicazioni sintetiche di genetica evoluzionistica. La selezione sessuale, com'è noto, era stata invocata da Darwin per spiegare la formazione e lo sviluppo di alcuni caratteri, quali per esempio le smaglianti livree dei maschi dei pavoni, dei fagiani e di molti altri uccelli. Caratteri che, rendendo gli animali che ne sono provvisti assai vistosi, e talvolta impacciati nei movimenti, sembrerebbero dover far sì che essi cadano più facilmente in preda ai nemici, venendo eliminati dalla selezione naturale. Darwin aveva pensato che le femmine preferissero concedersi ai maschi più belli ed eleganti, e che questo fatto finisse col contrastare efficacemente gli effetti della selezione naturale. L'interpretazione è ovviamente alquanto semplicistica e piuttosto vulnerabile, perché postula un senso estetico e una facoltà di scelta da parte della femmina, che non sono affatto dimostrati; tanto che la teoria, in questa forma, fu per lo più considerata insostenibile.

Ma le ricerche recenti di fisiologia sessuale hanno dimostrato in molti casi che i colori brillanti, certi istinti complicati che inducono alcuni animali (uccelli, insetti, ragni e altri) a eseguire danze o veri e propri riti nuziali, hanno un significato fisiologico ben preciso in quanto determinano l'ovulazione, e l'orgasmo indispensabile all'accoppiamento, o rappresentano comunque una condizione necessaria all'efficace svolgimento dell'atto riproduttivo. Quindi la «selezione sessuale», che non è se non un aspetto particolare della selezione naturale, è oggi completamente riabilitata e forma oggetto di studio sperimentale in molti organismi.

Negazione del principio lamarckiano e rivalutazione della selezione naturale sono dunque i motivi principali cui hanno portato i risultati della sperimentazione moderna. L'ambiente è capace di far sentire la propria influenza sugli organismi, plasmandoli convenientemente, ma non più nel modo grossolano e diretto postulato dai lamarckiani, bensì per il tramite della selezione.

Sulla base dei principi scaturiti dalla sperimentazione moderna, si può quindi intendere il modo di formazione di nuove specie. Dapprima, in una popolazione geneticamente omogenea, si formano razze che differiscono fra di loro per le frequenze relative degli alleli di una o più coppie di geni. Differenze che insorgono soprattutto per effetto di

BOLLATI BORINGHIERI

adattamento, tramite la selezione, ad ambienti diversi, oppure per forte limitazione del numero degli individui, o per qualcuna delle altre cause sopra elencate. Se un lungo periodo d'isolamento riproduttivo favorisce il mantenimento di tali differenze, può infine presentarsi, in modi che sono in parte conosciuti, in parte prevedibili e attualmente in via di studio, l'isolamento genetico vero e proprio, cioè l'impossibilità alla procreazione, o la sterilità degli ibridi. Con ciò è raggiunto il livello del differenziamento specifico, l'origine delle specie.

Molta parte della ricerca biologica moderna è ispirata da questi principi. La disciplina che più ne ha ricevuto impulso è la sistematica. In verità il rinnovamento della sistematica zoologica e botanica, la sua trasformazione da scienza puramente descrittiva a scienza interpretativa, erano impliciti nella formulazione darwiniana. Ma l'effetto fu differito fino ai giorni nostri. Prima si delineò il quadro generale dell'evoluzione, e ci si compiacque di affrontare i grandi problemi dell'origine ed evoluzione dei gruppi più vasti. Soltanto con l'impostazione genetica fu possibile studiare sperimentalmente il problema basale: l'origine delle specie. Questo nuovo impulso dato agli studi sistematici ridiede vita e vigore a una disciplina che sembrava morta e rinsecchita come le collezioni dei musei; ed è invece di grande importanza. Come la sistematica linneana era l'espressione di una concezione teistica e creazionistica, così la sistematica moderna, quella che Julian Huxley ha chiamato «la nuova sistematica», è la viva rappresentazione di un'altra concezione del mondo: la concezione evoluzionistica.

Le recenti spettacolari conquiste della genetica e della biochimica, che hanno spinto l'indagine della base fisica dell'eredità fino al livello molecolare, hanno recato notevoli contributi anche ad alcuni problemi evoluzionistici. Esse hanno chiarito l'intima essenza del fenomeno di mutazione, che consiste in una variazione della composizione chimica di determinati segmenti della molecola dell'acido desossiribonucleico (DNA), molecola su cui è iscritto il messaggio ereditario. Hanno inoltre dimostrato che tale messaggio è trasmesso dal DNA, tramite l'acido ribonucleico (RNA), agli organi effettori della cellula, i ribosomi, e non vi è la possibilità che da questi, cioè dal citoplasma, si trasmettano segnali in senso inverso, che vadano a modificare la costituzione del DNA. Anche a livello molecolare, dunque, si ha la negazione del principio lamarckiano.

BOLLATI BORINGHIERI

Nell'attuale rinascimento degli studi sull'evoluzione non è a credere che tutto sia chiaro, che tutti i problemi siano risolti. Al contrario, molti rimangono aperti e intorno ad essi ferve la discussione e la ricerca; così ad esempio: se oltre ai meccanismi d'evoluzione cui abbiamo accennato, che sono sperimentalmente dimostrati, ne esistano altri tuttora incogniti; se al citoplasma delle cellule non spetti una parte più importante che non si creda nella trasmissione dei caratteri ereditari; se oltre ai modi ormai abbastanza ben conosciuti di trasmissione dei caratteri non ne esistano altri di diversa natura, come quelli che infatti sono stati scoperti in alcuni microrganismi; e se – soprattutto – i modi di evoluzione finora accertati, che possono dar ragione di piccoli salti evolutivi (la «microevoluzione», cioè l'origine di razze nel senso di una specie, o di specie tra loro affini) siano sufficienti a spiegare anche i grandi corsi dell'evoluzione che ci sono rivelati dalla paleontologia, siano cioè atti a dar ragione dell'origine dei grandi gruppi (macroevoluzione). Le opinioni dei genetisti non sono concordi in proposito: ferve il lavoro di ricerca, ed è sperabile che in futuro si possa ottenere risposta ad alcuni di tali quesiti.

La realizzazione più importante della genetica moderna, in questo campo di studi, è stato l'aver portato il problema evolutivistico sul terreno della ricerca positiva e sperimentale, sottraendolo a quel mare di vaghe congetture e speculazioni in cui, dopo Darwin, era caduto e minacciava di naufragare.

Molti e gravi sono i problemi anche in quello che abbiamo chiamato l'aspetto storico dell'evoluzione. Se il quadro del processo evolutivo appare disegnato nelle sue grandi linee in modo abbastanza plausibile, quando si cerchi di fissare il particolare s'incontrano spesso grandi incognite.

Anche il problema che più da vicino c'interessa e a cui Darwin dedicò un libro: l'origine dell'uomo, non può ancora dirsi completamente risolto. Tuttavia, anche in questo caso, come in molti altri, le pazienti ricerche degli antropologi e dei paleontologi recano sempre nuovi dati, i quali si articolano l'uno con l'altro, così che si può sperare di arrivare un giorno a ricostruire un albero genealogico abbastanza completo dell'umanità.

Gli anni recenti sono stati particolarmente fertili di nuove scoperte di resti fossili, sia di forme sicuramente riferibili alla specie umana (basti ricordare in Italia i crani di Saccopastore e del Circeo, 1925-35),

BOLLATI BORINGHIERI

sia di forme che possono con molta probabilità considerarsi come preominidi (pitecantropi di Giava, 1892, 1938, e di Pechino, 1927-29; australopitechi dell'Africa meridionale, 1925-27; ziniantropo e *Homo habilis* della gola di Olduvai nel Tanganika, 1959). Possiamo quindi costruire un albero genealogico abbastanza soddisfacente, che non è certo da considerarsi definitivo ma è di gran lunga più completo e sicuro di quello che si potesse mettere insieme ai tempi di Darwin.²⁶

Se gli storici non sono riusciti a stabilire l'anno di nascita o di morte di personaggi vissuti pochi secoli or sono, non deve sembrar strano che vi siano lacune e incertezze nell'interpretazione di documenti antichi di centinaia di migliaia o milioni di anni. Comunque il quadro delineato da Darwin si va sempre più precisando nei particolari. La biologia cammina ancora lungo la traccia segnata da quel grande.

Si vuol dire che l'atteggiamento dei genetisti nei confronti dell'evoluzione è darwiniano, e da taluni si parla di neodarwinismo. Questo appellativo è forse da evitare, perché indica il ben preciso movimento di pensiero che fu condotto dal Weismann negli ultimi decenni del XIX secolo, come abbiamo detto. Ma non v'ha dubbio che l'indirizzo della genetica evoluzionistica moderna si riallaccia direttamente all'opera di Darwin, e l'ha sviluppata, completandola e modificandola dove necessario, riprendendone i motivi e i problemi fondamentali nonché l'impostazione scientifica generale. Si può dire che dopo un periodo tempestoso, in cui molti, immemori dell'insegnamento darwiniano, s'erano lanciati in arditi voli sull'ali d'una fantasia spesso non sorretta da reale vigore di pensiero né frenata dal peso della documentazione di fatti, dopo molti smarrimenti e incertezze determinate da speculazioni arrischiate e non sempre ben fondate, si sia ritrovata oggi in questo campo la strada della vera conoscenza scientifica: l'interrogazione della natura, mediante l'osservazione e l'esperimento, con spirito vigile e con assoluto rispetto dei fatti, con atteggiamento d'umiltà.

Chi legga, come spero che molti abbiano a fare, quest'opera di Darwin, troverà pur nel suo stile scarno e disadorno, il riflesso del continuo lavoro di quella grande mente, e sarà sorpreso d'incontrare quasi in ogni pagina quei problemi, quei motivi d'indagine, e soprattutto quel-

²⁶ Vedi W. E. LeGros Clark, *The Fossil Evidence for Human Evolution*, University of Chicago Press, Chicago 1955; Id., *The Antecedents of Man*, Quadrangle Books, Chicago 1960; F. Weidenreich, *Scimmie, giganti e uomini* [trad. a cura di G. Frizzi, Cortina, Pavia 1956]; J. Piveteau, *L'origine de l'homme*, Hachette, Paris 1962.

la posizione intellettuale che, sviluppati, estesi, arricchiti di nuove cognizioni, formano la solida trama della migliore produzione della genetica moderna.

Non si potrebbe desiderare miglior dimostrazione della vitalità di quest'opera insigne, la quale, come tutte le opere grandi, ispira profonda reverenza, suscita la riflessione, ed è inesauribile motivo di studio e incitamento alla ricerca.

BOLLATI BORINGHIERI

Nota biobibliografica

Charles Robert Darwin nacque a Shrewsbury (nello Shropshire) nel 1809.

Era nipote del fisiologo Erasmus Darwin (1731-1802) che aveva ipotizzato esserci una trasformazione delle specie animali (E. Darwin, *Zoonomia*, 1794-96). La figura del nonno e le sue teorie furono importantissime per Darwin che, nel 1879, tradusse addirittura una sua biografia scritta in tedesco (E. Krause, *Vita di Erasmus Darwin*). Darwin fece studi di medicina a Edimburgo e di teologia a Cambridge. Iniziò a interessarsi alle scienze naturali grazie alle letture di Humboldt e Herschel. Dal 27 dicembre 1831 al 2 ottobre 1836 partecipò in veste di naturalista al viaggio scientifico intorno al mondo del brigantino *Beagle*. Nel corso dei cinquantasette mesi di navigazione – in Sudamerica, Australia e Pacifico – collezionò centinaia di animali e piante mai classificate, disseppellì ossa fossili di animali preistorici in Argentina, osservò nuove specie sulle isole Galápagos, e fu tra i primi europei a sperimentare la forza terrificante dello tsunami. Il suo bisnipote, Richard Keynes, professore di fisiologia all'Università di Cambridge, ha ricostruito questo straordinario viaggio (R. Keynes, *Fossili, fringuelli e fuegini. Le avventure e le scoperte di Charles Darwin*, Bollati Boringhieri, Torino 2006) che costituirà la base della teoria dell'evoluzione. Di questo viaggio Darwin pubblicò nel 1839 un diario, riedito nel 1860 con il titolo: *Viaggio di un naturalista intorno al mondo*. Sempre nel 1839, sposò la ricca Emma Wedgwood e nello stesso anno nacque il suo primo figlio.

Con il materiale raccolto, Darwin scrisse numerosi articoli che lo resero famoso. Con le prove della mutabilità delle specie e dell'adattamento all'ambiente, attraverso la selezione degli individui più forti, già osservata e annotata nei suoi taccuini di viaggio, iniziò a elaborare una teoria evuzionistica, della quale, nel 1844, redasse un ampio abbozzo inedito. Nel 1856 iniziò a scrivere una grande opera sull'evoluzione, che si affrettò rapidamente a concludere quando, nel 1858, il naturalista Alfred Russel Wallace (1823-1913) espose in un articolo idee molto simili a quelle che egli stava elaborando (cfr. F. Foher, *L'uomo che gettò nel panico Darwin*, Bollati Boringhieri, Torino 2006).

Nel novembre 1859 apparve *L'origine delle specie* suscitando un enorme clamore. La prima edizione fu esaurita in un giorno.

L'idea che gli antenati dell'uomo potessero essere dei molluschi acefali ed ermafroditi aveva in quell'epoca un sapore più che scandaloso. L'Inghilterra era attra-

BOLLATI BORINGHIERI

versata da disordini e tumulti, e la classe dominante che stringeva le fila per proteggere i suoi privilegi condannava l'evoluzione come un proditorio attacco alla società anglicana. I religiosi e i conservatori ritennero che la negazione della fissità delle specie significasse l'abbandono della tesi creazionistica della tradizione biblica e l'abolizione della presenza di un disegno divino nella natura. In realtà il libro di Darwin si conclude con queste parole: «Vi è qualcosa di grandioso in questa concezione della vita, con le sue diverse forze, originariamente impresse dal Creatore in poche forme, o in una sola; e nel fatto che (...) da un così semplice inizio innumerevoli forme, bellissime e meravigliose, si sono evolute e continuano a evolversi».

Ben consapevole e preoccupato per le possibili conseguenze della divulgazione e del fraintendimento delle sue idee, Darwin cercò di minimizzarle e occultarle (cfr. A. Desmond e J. Moore, *Darwin*, Bollati Boringhieri, Torino 1992): era fuggito da Londra e si era rifugiato nel Kent, dove la sua vita di signorotto di campagna avrebbe potuto essere idilliaca se non fosse stato tormentato dai suoi pensieri sugli uomini scimmia o sulla capacità delle grandi scimmie di sviluppare una coscienza morale. La sua teoria, divenuta pubblica, fu strumentalizzata in chiave politica: denunciata dagli anglicani come falsa, atea e materialista, fu invece sostenuta dagli ambienti radicali e progressisti, anche se pochi ne capirono davvero il significato e la portata. Ma alla fine Darwin riuscì a spezzare il cerchio, facendo dell'evoluzione una teoria accettabile, e la sua scienza divenne uno dei pilastri del liberalismo tardovittoriano.

Tra il 1860 e il 1864 Darwin si occupò e scrisse di orchidee, primule e piante rampicanti, studiandone la fecondazione e sperimentando incroci. Nel 1868 pubblicò *Variazioni degli animali e delle piante allo stato domestico*. Nel 1871 fu la volta di *L'origine dell'uomo e la scelta in rapporto al sesso*: «Quando vidi che molti naturalisti accettavano completamente la dottrina dell'evoluzione delle specie, mi sembrò opportuno sviluppare i miei appunti e pubblicare un trattato a sé sull'origine dell'uomo, e ne fui contentissimo perché mi dette l'occasione di poter svolgere in modo completo l'argomento della selezione sessuale che mi aveva sempre profondamente interessato».

L'anno seguente esce *L'espressione delle emozioni nell'uomo e negli animali*. È la grande opera della sua maturità e la conclusione di un progetto trentennale. Nel libro, saggio mirabile della potenza e della duttilità del metodo evolutivo, Darwin espone la tesi che l'espressione delle emozioni negli esseri umani ha il suo corrispettivo nel comportamento di altre specie, nel quadro di una comunanza di forma e funzione. Il testo si fonda su una miriade di osservazioni sul comportamento umano e animale e illustra espressioni di timore, rabbia, soddisfazione e tristezza nelle varie specie (in alcuni casi confrontate con la mimica facciale del figlioletto di Darwin, Doddy). Accolta con entusiasmo dal pubblico, l'opera dovette affrontare le reazioni di una scienza «ufficiale» sdegnosa, conservatrice e arrogante. Si tratta anche in questo caso di un testo rivoluzionario che ha posto le basi dell'etologia, la scienza che studia il comportamento degli esseri viventi.

Nel 1881 Darwin dette alle stampe il suo ultimo e singolarissimo libro, frutto di una inesauribile curiosità e di una sorprendente ansia di nuovi indirizzi di ricerca: *La formazione dell'humus per mezzo dell'azione dei vermi*.

BOLLATI BORINGHIERI

La sua *Autobiografia* si conclude con questo bilancio, scritto il 3 agosto 1876: «Il non dovermi guadagnare il pane quotidiano mi ha sempre lasciato grande disponibilità di tempo. Perfino la salute malferma, che pur mi ha fatto perdere molti anni di attività, mi ha dato qualche vantaggio, proteggendomi dalle distrazioni della vita sociale e dei divertimenti. Il mio successo come uomo di scienza, qualunque esso sia stato, è dovuto, mi sembra, a diverse e complesse qualità e condizioni intellettuali. Le più importanti sono state: l'amore per la scienza, un'infinita pazienza nel riflettere lungamente su ogni argomento, gran diligenza nell'osservare e raccogliere dati di fatto, e una certa dose di immaginazione e di buon senso. È davvero sorprendente che con doti così modeste io sia stato capace d'influire in modo tanto notevole sulle opinioni degli scienziati su alcuni importanti problemi».

Darwin morì a Down, nel Kent, nel 1882.

Repertori bibliografici

Opere

Journal of the Researches into the Geology and Natural History of the Countries Visited by H. M. S. Beagle, Murray, London 1839; 3^a ed. col titolo *A Naturalist's Voyage round the World*, ivi 1860 [trad. it. *Viaggio di un naturalista intorno al mondo*, a cura di Pietro Omodeo, Feltrinelli, Milano 1967].

The Structure and Distribution of Coral Reefs. Being the First Part of the Geology of the Voyage of the Beagle, Smith Elder, London 1842; nuova ed. in *The Works of Charles Darwin*, a cura di P. H. Barrett e R. B. Freeman, Pickering, London 1986, vol. 7 [trad. it. *Sulla struttura e distribuzione dei banchi di corallo e delle isole madreporiche*, Utet, Torino 1888].

Sketch of 1842, in Ch. Darwin e A. R. Wallace, *Evolution by Natural Selection*, a cura di sir Gavin de Beer, Cambridge University Press, Cambridge 1958, pp. 39-88 [trad. it. *L'origine delle specie. Abbozzo del 1842 - Comunicazione del 1858*, Borinighieri, Torino 1960, pp. 13-85].

Geological Observations on the Volcanic Islands Visited during the Voyage of H. M. S. Beagle, s.n., London 1844.

Geological Observations on South America, s.n., London 1846.

Monograph on the Sub-Class Cirripedia, 2 voll., Ray Society, London 1851-54.

A Monograph on the Fossil [...] Cirripedes of Great Britain, 2 voll., Palæontographical Society, London 1851-54.

On the Origin of Species by Means of Natural Selection, Murray, London 1859, 6^a ed. 1872. Nel 1959 Morse Peckham pubblicò le varianti delle diverse edizioni: *A Variorum Text*, University of Pennsylvania Press, Philadelphia. Riproduzione facsimile della 1^a ed., con introduzione di Ernst Mayr, Harvard University Press, Cambridge (Mass.) - London 1964. [Trad. it. della 6^a ed. *L'origine delle specie*, Borinighieri, Torino 1967 (qui riprodotta)].

- On the Various Contrivances by Which Orchids Are Fertilized by Insects, and on the Good Effects of Intercrossing*, Murray, London 1862, 2^a ed. 1877 [trad. it. *I diversi apparecchi col mezzo dei quali le orchidee vengono fecondate dagli insetti*, Utet, Torino 1883].
- The Movements and Habits of Climbing Plants* (1865), Murray, London 1875 [trad. it. *I movimenti e le abitudini delle piante rampicanti*, Utet, Torino 1878].
- The Variation of Animals and Plants under Domestication*, Murray, London 1868, 2^a ed. 1875 [trad. it. *Variazioni degli animali e delle piante allo stato domestico*, Utet, Torino 1876].
- The Descent of Man, and Selection in Relation to Sex*, 2 voll., Murray, London 1871 [trad. it. *L'origine dell'uomo e la scelta in rapporto col sesso*, Utet, Torino 1882; nuova ed. a cura di B. Chiarelli, Rizzoli, Milano 1982].
- The Expression of the Emotions in Man and Animals*, Murray, London 1872; nuova ed. a cura di Paul Ekman, Oxford University Press, Oxford - New York 1998 [trad. it. *L'espressione delle emozioni nell'uomo e negli animali*, Bollati Boringhieri, Torino 1999].
- Insectivorous Plants*, Murray, London 1875 [trad. it. *Le piante insettivore*, Utet, Torino 1878].
- The Effects of Cross and Self Fertilization in the Vegetable Kingdom*, Murray, London 1876, 2^a ed. 1878 [trad. it. *Gli effetti della fecondazione incrociata e propria nel regno vegetale*, Utet, Torino 1878].
- The Different Forms of Flowers on Plants of the Same Species*, Murray, London 1877, 2^a ed. 1880 [trad. it. *Le diverse forme dei fiori in piante della stessa specie*, Utet, Torino 1884].
- The Power of Movement in Plants*, Murray, London 1880 [trad. it. *Il potere di movimento delle piante*, Utet, Torino 1884].
- The Formation of Vegetable Mould through the Action of Worms with Observations on Their Habits*, Murray, London 1881 [trad. it. *La formazione della terra vegetale per l'azione dei Lombrici*, Utet, Torino 1882].

Scritti postumi

- The Foundations of the Origin of Species. Two Essays Written in 1842 and 1844*, a cura di F. Darwin, Cambridge University Press, Cambridge 1909.
- Charles Darwin's Diary of the Voyage of H. M. S. Beagle*, a cura di Nora Barlow, Cambridge University Press, Cambridge 1933.
- Charles Darwin and the Voyage of the Beagle*, a cura di Nora Barlow, Pilot Press, London 1945.
- Ch. Darwin e A. R. Wallace, *Evolution by Natural Selection* cit. Ristampa dello *Sketch* del 1842, dell'*Essay* del 1844 e degli articoli di Darwin e Wallace del 1858.
- The Autobiography of Charles Darwin (1809-1882) with Original Omissions Restored*, a cura della nipote Nora Barlow, Collins, London 1958 [trad. it. *Autobiografia*, Einaudi, Torino 1962].

BOLLATI BORINGHIERI

- Darwin's Journal*, a cura di sir Gavin de Beer, in «Bulletin of the British Museum Natural History, Historical Series», vol. 2, n. 2, London 1960, pp. 3-21.
- Darwin's Notebooks on Transmutation of Species*, a cura di sir Gavin de Beer, *ibid.*, pp. 23-200.
- Darwin's Ornithological Notes*, a cura di Nora Barlow, *ibid.*, pp. 203-78.
- H. E. Gruber e P. H. Barrett, *Darwin on Man*, Dutton, New York 1974. Il volume miscelaneo contiene, oltre a un saggio di Gruber (pp. 1-258), una raccolta di scritti giovanili di Darwin suddivisa in due sezioni, manoscritti inediti (*Book Two: Early Writings of Charles Darwin, Previously Unpublished Manuscripts*, pp. 261-425) e scelta da scritti editi (*Selections from Previously Published Writings*, pp. 427-79). La sezione dei manoscritti inediti contiene a sua volta gli *M*, *N Notebooks* e le *Old and Useless Notes* (pp. 266-413), insieme con altri scritti minori. I taccuini *M* e *N* e *A Biographical Sketch of an Infant* (1877) sono tradotti in C. Darwin, *Castelli in aria*, a cura di Giorgio Celli, Bollati Boringhieri, Torino 1997.
- Charles Darwin's Natural Selection*, a cura di R. C. Stauffer, Cambridge University Press, Cambridge 1975. È l'edizione del grande manoscritto darwiniano da cui derivò poi, come un estratto, l'*Origine delle specie*.
- The Collected Papers of Charles Darwin*, a cura di P. H. Barrett, The University of Chicago Press, Chicago - London 1977. Raccoglie tutti gli articoli, saggi e comunicazioni pubblicati da Darwin, in particolare gli scritti «etologici» del decennio 1870-80.
- Charles Darwin's Notebooks, 1836-1844. Geology, Transmutation of Species. Metaphysical Enquires*, a cura di P. H. Barrett, P. J. Gautrey e altri, British Museum (Natural History), London 1987.

Corrispondenza

- The Life and Letters of Charles Darwin*, a cura del figlio Francis, 3 voll., Murray, London 1880; rist. con prefazione di G.C. Simpson, Basic Books, New York 1959.
- More Letters of Charles Darwin*, a cura di F. Darwin e A. C. Seward, 2 voll., Murray, London 1903.
- Emma Darwin, Wife of Charles Darwin. A Century Family Letters 1792-1896*, a cura della figlia H. E. Litchfield, 2 voll., Cambridge University Press, Cambridge 1904; Murray, London 1915.
- Darwin and Henslow: the Growth of an Idea. Letters 1831-1860*, a cura di Nora Barlow, Murray, London 1967.
- The Correspondence of Charles Darwin*, a cura di Frederick Burkhardt, Sydney Smith e altri, 15 voll., Cambridge University Press, Cambridge 1985.

Repertori

- R. B. Freeman, *The Works of Charles Darwin. An Annotated Bibliographical Hand-list*, Dawson, Folkestone 1977. Vengono da qui tutte le informazioni e le date relative alle edizioni e traduzioni dei testi di Darwin.

BOLLATI BORINGHIERI

Handlist of Darwin Papers at the University Library Cambridge, Cambridge University Press, Cambridge 1960. Elenca tutte le carte darwiniane possedute dalla biblioteca dell'Università di Cambridge.

R. B. Freeman, *Charles Darwin. A Companion*, Dawson, Folkestone 1978. È un compendio alfabetico di persone, luoghi ed eventi legati a Darwin.

BOLLATI BORINGHIERI
27 maggio 2021

BOLLATI BORINGHIERI

L'origine delle specie

BOLLATI BORINGHIERI

BOLLATI BORINGHIERI

Compendio storico del progresso delle idee sull'origine delle specie

fino alla pubblicazione della prima edizione di quest'opera

Mi propongo di dare qui un breve compendio del progresso delle idee sull'origine delle specie. Fino a poco tempo fa, la grande maggioranza dei naturalisti credeva che le specie fossero immutabili e che fossero state create l'una indipendentemente dall'altra. Numerosi autori hanno abilmente sostenuto questo punto di vista. Alcuni naturalisti, invece, erano convinti che le specie subissero modificazioni, e che le attuali forme di vita discendessero per generazione regolare da forme preesistenti. Se non si considerano i cenni fatti a questo riguardo dagli scrittori classici,¹ Buffon è colui che per primo, nei tempi moderni, ha trattato l'argomento da un punto di vista scientifico. Tuttavia, poiché le sue opinioni cambiarono notevolmente in vari periodi, e poiché egli non si pose il problema delle cause e dei mezzi della trasformazione delle specie, non ritengo necessario entrare in particolari.

Lamarck fu il primo a destare, con le sue conclusioni, molto interesse sull'argomento. Questo naturalista, giustamente celebre, pubblicò

¹ Aristotele, nelle sue *Physicæ auscultationes* (lb. 2, cap. 8, § 2), dopo aver osservato che la pioggia non cade apposta per far crescere il grano, come non cade apposta per danneggiare il contadino quando il grano viene trebbiato all'aperto, applica lo stesso argomento agli organismi, e aggiunge (secondo la traduzione di Clair Grece, che per primo mi ha segnalato questo passo): «Che cosa impedisce che le differenti parti [del corpo] abbiano in natura questi rapporti puramente accidentali? I denti, per esempio, crescono necessariamente taglienti nella parte anteriore della bocca, e servono a rompere gli alimenti; i molari crescono piatti, e servono a masticare; essi però non sono stati fatti con questo scopo, e la loro forma è il risultato di un caso. Lo stesso vale per le altre parti in cui sembra esserci un adattamento a uno scopo particolare. Perciò, in tutti quei casi in cui è avvenuto che tutte le cose riunite (cioè l'insieme delle parti di un tutto) erano fatte come per essere destinate a qualche scopo particolare, esse si sono conservate, poiché erano costituite in modo appropriato in forza di una loro interna spontaneità, e in tutti quei casi in cui le cose non erano costituite in tal modo, sono perite e continuano a perire». In queste parole troviamo adombrato il principio della selezione naturale; ma le osservazioni sulla conformazione dei denti dimostrano quanto Aristotele fosse lontano da una totale comprensione di questo principio.

per la prima volta i risultati delle sue ricerche nel 1801; e sviluppò notevolmente le sue idee nel 1809, nella *Filosofia zoologica*, e successivamente, nel 1815, nell'introduzione alla *Storia naturale degli animali senza vertebre*. In queste opere sosteneva la teoria che tutte le specie, uomo compreso, discendessero da altre specie. Egli per primo rese alla scienza il grande servizio di richiamare l'attenzione sulla possibilità che qualunque cambiamento nel mondo organico, come pure nel mondo inorganico fosse il risultato di una legge, e non di un intervento miracoloso. Pare che Lamarck sia stato portato alle sue conclusioni sui cambiamenti graduali delle specie soprattutto dall'impossibilità di stabilire una distinzione netta fra le specie e le varietà, dalla quasi perfetta gradazione delle forme in certi gruppi, e dall'analogia con le forme ottenute allo stato domestico. Quanto alle cause del cambiamento, egli ritiene che consistano in parte nell'azione diretta delle condizioni fisiche della vita, in parte nell'incrocio di forme preesistenti, ma soprattutto nell'uso e nel non uso, cioè negli effetti dell'abitudine. A quest'ultima causa egli sembra attribuire tutti i meravigliosi adattamenti che si osservano in natura; per esempio, il lungo collo della giraffa che le permette di brucare sui rami degli alberi. Ma egli crede anche nell'esistenza di una legge di sviluppo progressivo; e poiché tutte le forme di vita tendono a progredire, egli spiega con la generazione spontanea l'esistenza attuale di organismi semplici.²

Geoffroy Saint-Hilaire, come si legge nella sua biografia scritta dal figlio, fin dal 1795 aveva avuto il sospetto che quelle che noi chiamiamo specie fossero varie degenerazioni di uno stesso tipo. Ma solo nel 1828 rese pubblica la sua convinzione che le stesse forme non si fossero perpetuate fin dall'origine di tutte le cose. Sembra che Geoffroy considerasse le condizioni d'esistenza, o «*monde ambiant*», come la

² Ho preso la data della prima pubblicazione di Lamarck dall'eccellente storia delle opinioni su questo argomento, scritta da Isidore Geoffroy Saint-Hilaire (*Histoire naturelle générale* [Masson, Paris] 1859, vol. 2, p. 405); quest'opera riporta anche estesamente le conclusioni di Buffon sullo stesso argomento. È curioso osservare come e quanto mio nonno, Erasmus Darwin, nella sua *Zoonomia* (vol. 1, pp. 500-10), pubblicata nel 1794, abbia anticipato le opinioni e gli errori di Lamarck. Secondo Isidore Geoffroy, Goethe fu certamente un partigiano estremo di simili idee, come prova un'opera scritta nel 1794-95, ma pubblicata molto più tardi. Egli ha insistito sul fatto (vedi K. Meding, *Goethe als Naturforscher*, p. 34) che il problema futuro che dovranno porsi i naturalisti sarà, ad esempio, il modo attraverso cui i bovini hanno acquisito le corna, e non dell'uso a cui esse servono. Questo è un esempio piuttosto singolare della comparsa quasi contemporanea di opinioni simili: Goethe in Germania, Darwin in Inghilterra e Geoffroy Saint-Hilaire in Francia, come vedremo tra breve, giunsero infatti, negli anni 1794-95, alle stesse conclusioni sull'origine delle specie.

causa principale delle trasformazioni. Prudente com'era nel trarre conclusioni definitive, egli non credeva che le specie esistenti fossero attualmente soggette a modificazione; e suo figlio aggiunge: «si tratta dunque d'un problema che deve essere lasciato al futuro, ammesso che in futuro possa trovare una risposta».

Nel 1813, il dottor W. C. Wells lesse alla Royal Society *An Account of a White female, part of whose skin resembles that of a Negro*, memoria che però non fu pubblicata prima del 1818, quando apparvero i suoi famosi *Two Essays upon Dew and Single Vision*. In questo scritto Wells riconosce chiaramente il principio della selezione naturale, che viene qui per la prima volta pubblicamente formulato, ma egli applica tale principio soltanto alle razze umane, e limitatamente a certi caratteri. Dopo aver notato che i negri e i mulatti godono dell'immunità rispetto a certe malattie tropicali, osserva in primo luogo che tutti gli animali tendono a variare in una certa misura, e in secondo luogo che gli agricoltori migliorano con la selezione i loro animali domestici. Ma, aggiunge poi, ciò che in quest'ultimo caso viene fatto «artificialmente, sembra essere compiuto con uguale efficacia, benché più lentamente, dalla natura nella formazione di varietà umane adatte alle regioni che esse abitano. Fra le varietà accidentali della specie umana, che si manifestarono fra i primi pochi e dispersi abitanti dell'Africa centrale, qualcuna sarà stata senza dubbio più adatta di altre a sopportare le malattie proprie di quelle regioni. Di conseguenza, questa razza si sarà moltiplicata, mentre le altre saranno diminuite, non solo perché non potevano resistere alle malattie, ma anche perché non potevano sostenere la lotta contro i loro vigorosi vicini. Mi sembra certo, da quanto già è stato detto, che questa razza più vigorosa fosse di colore scuro. Persistendo però la tendenza alla formazione di varietà, si saranno formate, nel corso dei tempi, razze sempre più scure; e poiché la più scura sarà stata la più adatta al clima, essa sarà diventata col tempo la razza dominante, se non la sola, di quel particolare paese in cui aveva avuto origine». Wells estende poi queste considerazioni ai bianchi, che abitano climi più freddi. Sono grato a Rowley, degli Stati Uniti d'America, per aver richiamato la mia attenzione, tramite Brace, su questo punto dello scritto di Wells.

L'onorevole e reverendo W. Herbert, che fu poi decano di Manchester, scrive, nel quarto volume delle «Horticultural Transactions» (1822) e nella sua opera sulle *Amaryllidaceæ* (1837), che «gli esperimenti di

BOLLATI BORINGHIERI

orticoltura hanno stabilito, nella maniera più assoluta, che le specie vegetali non sono altro che una classe più elevata e più stabile di varietà». La stessa interpretazione egli estende agli animali. Il decano pensa che per ogni genere sia stata creata un'unica specie estremamente plastica; dalle varie specie originarie si sarebbero poi formate tutte le specie esistenti, soprattutto per incrocio, ma anche per variazione.

Nel 1826, il professor Grant, nel paragrafo conclusivo del suo ben noto lavoro sulla *Spongilla*, apparso nell'«Edinburgh Philosophical Journal», esprime chiaramente l'opinione che le specie siano derivate da altre specie, e che si siano perfezionate durante queste modificazioni. La stessa opinione si ritrova espressa nella sua cinquantacinquesima lezione, pubblicata nel «Lancet» (1834).

Nel 1831, il signor Patrick Matthew pubblicò il suo lavoro *Naval Timber and Arboriculture*, in cui sostiene esattamente la stessa concezione dell'origine delle specie (a cui si accennerà fra breve) proposta da Wallace e da me sul «Linnean Journal», e da me sviluppata nel presente volume. Sfortunatamente, Matthew enunciò questo punto di vista molto brevemente e in brani sparsi di un'appendice a un'opera che verteva su un argomento diverso; cosicché la sua opinione passò inosservata, finché lo stesso Matthew non richiamò l'attenzione su di essa nel «Gardener's Chronicle» (7 aprile 1860). Fra le opinioni di Matthew e le mie non vi sono differenze molto notevoli: egli sembra credere che il mondo sia stato quasi spopolato in periodi successivi, e poi ripopolato, e avanza, come alternativa, l'ipotesi che nuove forme possano prodursi «senza l'intervento di alcun modello o germe di aggregati preesistenti». Non sono sicuro di aver bene interpretato alcuni passi, ma mi sembra che egli attribuisca molta influenza all'azione diretta delle condizioni di vita. Tuttavia, egli vede chiaramente tutta la forza del principio della selezione naturale.

Il celebre geologo e naturalista Von Buch, nella sua eccellente *Description physique des Iles Canaries* (1836), esprime chiaramente l'opinione che le varietà si modifichino lentamente e diventino specie permanenti, incapaci d'incrociarsi.

Rafinesque, nel suo libro *New Flora of North America*, pubblicato nel 1836, si esprimeva nel modo seguente: «Tutte le specie hanno potuto essere in passato delle varietà, e molte varietà diventano gradualmente specie, acquistando caratteri permanenti e caratteristici»; ma aggiungeva più avanti: «ad eccezione dei tipi originari, o antenati del genere».

BOLLATI BORINGHIERI

Nel 1843-44 il professor Haldeman, nel «Boston Journal of Natural History of United States», fece un'ottima esposizione degli argomenti pro e contro l'ipotesi dello sviluppo e della modificazione delle specie, dimostrando una certa propensione a favore di essa.

L'opera *Vestiges of Creation* apparve nel 1844. Nella decima edizione, molto migliorata (1853), l'autore anonimo dice: «Dopo aver molto riflettuto bisogna concludere che le diverse serie di esseri animali, dalla più semplice e antica fino alla più complessa e recente, sono, per divina provvidenza, il risultato di due fatti: *in primo luogo*, di un impulso che è stato impresso alle forme della vita, e che le fa progredire di generazione in generazione, in tempi determinati, attraverso gradi successivi di organizzazione che terminano nelle Dicotiledoni e nei Vertebrati superiori, e questi gradi sono poco numerosi e generalmente separati da intervalli di carattere organico, che ci rendono praticamente difficile valutare le affinità; *in secondo luogo*, di un altro impulso connesso con le forze vitali, e che tende, nel corso delle generazioni, a modificare le strutture organiche in armonia con le condizioni esterne, come il cibo, la natura dell'habitat e gli agenti meteorologici, e queste modificazioni corrispondono agli "adattamenti" del teologo-fisico».

Evidentemente l'autore crede che l'organizzazione progredisca per salti improvvisi, ma che gli effetti prodotti dalle condizioni di vita siano gradualmente. Egli sostiene molto energicamente, basandosi su ragioni d'ordine generale, che le specie non sono immutabili. Ma io non riesco a vedere come i due supposti «impulsi» possano spiegare scientificamente i numerosi e meravigliosi coadattamenti che osserviamo dovunque in natura; non mi sembra che ciò possa spiegare, ad esempio, in che modo un picchio sia divenuto adatto alle sue particolari abitudini di vita. Lo stile energico e brillante, nonostante la scarsa precisione delle conoscenze e l'assenza di prudenza scientifica che si riscontrano nelle prime edizioni, assicurò immediatamente a questo libro una diffusione grandissima. A mio parere, la funzione molto utile che esso ha svolto in questo paese è stata quella di aver richiamato l'attenzione sull'argomento, di aver rimosso certi pregiudizi, e preparato così il terreno alla comprensione di idee analoghe.

Nel 1846 l'autorevole geologo J. d'Omalius d'Halloy, in un'eccellente seppure breve memoria nei «Bulletins de l'Académie Royale de Bruxelles», espresse l'opinione che nuove specie si fossero formate per

discendenza, attraverso modificazioni piuttosto che create separatamente; l'autore aveva espresso per la prima volta questa opinione nel 1831.

Il professor Owen, nel 1849, nel libro *Nature of Limbs*, scriveva quanto segue: «L'idea archetipica si è incarnata, su questo pianeta, in molte forme diverse, molto prima dell'esistenza delle specie animali in cui attualmente si manifesta. Ma fino ad oggi ignoriamo completamente a quali leggi naturali o a quali cause secondarie sia stata affidata la successione regolare e il progredire di tali fenomeni organici». Nel suo *Discorso alla British Association*, nel 1858, egli parla dell'«assioma dell'azione continua della forza creatrice, o del divenire ordinato degli esseri viventi». Successivamente, dopo aver parlato della distribuzione geografica, aggiunge: «Questi fenomeni scuotono la nostra fiducia nell'opinione che l'*Apteryx* della Nuova Zelanda e il gallo delle brughiere [*Lagopus scoticus*] d'Inghilterra siano stati creati indipendentemente l'uno dall'altro, in ognuna di queste isole e apposta per esse. Inoltre, è sempre bene ricordare che lo zoologo col termine creazione intende un processo che non conosce». Egli sviluppa quest'idea aggiungendo che, quando casi come quello del gallo delle brughiere sono «citati dallo zoologo per provare che un uccello è stato creato in certe isole e appositamente per esse, ciò vuol dire soprattutto che egli non sa come il gallo delle brughiere sia giunto in quel luogo e soltanto in esso; dimostrando inoltre, con questo modo di esprimere la sua ignoranza, la sua fede in una grande Causa creatrice iniziale a cui sia l'uccello sia le isole debbono la loro origine». Se interpretiamo le frasi di questo discorso confrontandole l'una con l'altra, rileviamo che, nel 1858, questo eminente filosofo non era più tanto sicuro che l'*Apteryx* e il gallo delle brughiere fossero apparsi per la prima volta nelle loro rispettive dimore, «egli non sapeva come» o attraverso qualche processo «che egli non conosceva».

Questo discorso fu pronunciato dopo che già erano state lette alla Linnean Society le note del signor Wallace e mia sull'origine delle specie, di cui riferirò tra breve. Quando fu pubblicata la prima edizione della presente opera, io fui tratto completamente in inganno, come molti altri, da espressioni come «l'azione continua della potenza creatrice», e ne conclusi che Owen, come altri paleontologi, fosse fermamente convinto della immutabilità delle specie. Ma è chiaro che comisi un errore grossolano. Nell'ultima edizione della presente opera, trassi, da un passo della *Comparative Anatomy and Physiology of Verte-*

brates (1866-68) che incomincia con le parole «senza dubbio la forma-tipo...», la conclusione che Owen ammetteva che la selezione naturale avesse potuto contribuire in qualche modo alla formazione di specie nuove (e ritengo questa mia conclusione tuttora valida); ma questa sua convinzione appare imprecisa e non dimostrata. Citai anche alcuni estratti di una corrispondenza fra Owen e il direttore della «London Review», da cui appariva chiaro, al direttore e a me, che Owen sosteneva d'aver enunciato prima di me la teoria della selezione naturale: ed io espressi la mia sorpresa e la mia soddisfazione nell'apprenderlo; benché poi, a quanto si può capire da certi brani della citata *Anatomia comparata*, io sarei parzialmente o completamente ricaduto nell'errore. Mi consola osservare che anche altri trovino difficile comprendere e conciliare fra di loro gli scritti controversi di Owen. Quanto alla semplice enunciazione del principio della selezione naturale, non ha assolutamente importanza che Owen mi abbia o non mi abbia preceduto, perché entrambi, come dimostra questa rassegna storica, siamo stati già da molto tempo preceduti da Wells e da Matthew.

Isidore Geoffroy Saint-Hilaire, nelle lezioni da lui tenute nel 1850, espone brevemente le ragioni per cui è convinto che i caratteri specifici «siano fissi in ogni specie, finché questa si perpetua nella stessa situazione ambientale, e si modificano, se la situazione ambientale cambia... In breve, l'osservazione degli animali selvatici dimostra già la variabilità *limitata* delle specie. Le esperienze sugli animali selvatici divenuti domestici e sugli animali domestici ritornati selvatici, la dimostrano ancor più chiaramente. Queste stesse esperienze provano inoltre che le differenze prodotte possono avere un *valore generico*». Nella *Histoire naturelle générale* (1859), egli sviluppa considerazioni analoghe.

Da una comunicazione recentemente pubblicata si rileva che, nel 1851, nella «Dublin Medical Press», il dottor Freke sostenne la teoria che tutti gli esseri organici discendono da una forma primordiale. I motivi della sua convinzione e il suo modo di trattare l'argomento sono totalmente diversi dai miei; ma, poiché Freke ha ora, nel 1861, pubblicato il suo saggio *Origin of Species by means of Organic Affinity*, sarebbe superfluo da parte mia impegnarmi nel difficile tentativo di dare un'idea delle sue opinioni.

Il signor Herbert Spencer ha messo a confronto con grande abilità ed efficacia, in un saggio del 1852, la teoria della creazione e quella dello sviluppo degli organismi viventi. Movendo dall'analogia delle forme

domestiche, dai cambiamenti che subiscono gli embrioni di molte specie, dalla difficoltà di distinguere le specie dalle varietà, e dal principio della gradazione generale, egli giunge alla conclusione che le specie si sono modificate, e attribuisce le modificazioni al cambiamento di condizioni ambientali. Lo stesso autore, nel 1855, ha anche trattato il problema della psicologia in base al principio della necessità che ciascuna attitudine e ciascuna facoltà mentale vengano acquisite gradualmente.

Nel 1852, il signor Naudin, botanico di grande valore, in un suo eccellente lavoro nella «Revue horticole» sull'origine delle specie, dichiarò espressamente di credere che le specie si formino in maniera analoga a quella in cui si formano le varietà attraverso la coltivazione; ed egli attribuisce questo processo al potere selettivo dell'uomo. Non spiega, però, in qual modo agisca la selezione in natura. Egli crede, come il decano Herbert, che le specie allo stato nascente, avessero maggiore plasticità che non oggi. Egli dà molto rilievo a ciò che chiama il principio della finalità, «potenza misteriosa, indeterminata; fatalità per gli uni, volontà provvidenziale per gli altri, la cui azione continua sugli esseri viventi determina in tutte le epoche dell'esistenza del mondo, la forma, il volume, e la durata di ognuno, in ragione del suo destino nell'ordine delle cose di cui fa parte. Questa potenza mette ogni membro in armonia con il tutto, adattandolo alla funzione che deve compiere nell'organismo generale della natura, funzione che è la sua ragion d'essere».³

Nel 1853, nel «Bulletin de la Société géologique», un celebre geologo, il conte Keyserling, avanzò l'ipotesi che, come nuove malattie, probabilmente causate da qualche miasma, compaiono e si diffondono sulla terra, così in certi periodi i germi delle specie esistenti possono essere stati colpiti chimicamente da molecole dell'ambiente circostante, di natura particolare, e aver dato origine in tal modo a forme nuove.

³ Da certi riferimenti che si trovano in Bronn, *Untersuchungen über die Entwicklungsgesetze*, risulta che Unger, celebre botanico e paleontologo, dichiarò, in uno scritto del 1852, la sua convinzione che le specie subiscano sviluppi e modificazioni. Così pure Dalton, nel 1821, espresse una convinzione analoga nel suo lavoro sui bradipi fossili, scritto in collaborazione con Pander. Opinioni simili, come è noto, sono state sostenute da Oken nella sua mistica *Natur-Philosophie*. Da altri riferimenti contenuti nell'opera di Godron, *Sur l'Espèce*, sembra che Bory Saint-Vincent, Burdach, Poiret e Fries abbiano tutti ammesso che vi sia una formazione continua di specie nuove. Posso aggiungere ancora che, dei trentaquattro autori citati in questa rassegna storica che ammettono la modificazione delle specie o per lo meno non credono in atti separati di creazione, ventisette hanno scritto su argomenti specifici di storia naturale o di geologia.

Nello stesso anno (1853), il dottor Schaaffhausen pubblicò («Verhandlungen des Naturhistorischen Vereins der Preussischen Rheinlands») un eccellente opuscolo, nel quale sostenne l'idea di uno sviluppo progressivo delle forme organiche sulla terra. Egli arriva alla conclusione che molte specie sono rimaste inalterate per lunghi periodi, e che soltanto poche si sono modificate. Spiega le differenze attuali con la distruzione delle forme graduali intermedie. «Le piante e gli animali viventi non sono separati dalle specie estinte, come creazioni nuove, ma devono essere considerati come loro discendenti attraverso una riproduzione continua».

Il signor Lecoq, un botanico francese assai noto, nel 1854 scriveva negli *Études sur la géographie botanique*: «È chiaro che le nostre ricerche intese a stabilire se le specie siano variabili o invariabili ci conducono direttamente alle idee espresse da due uomini giustamente celebri, Geoffroy Saint-Hilaire e Goethe». Alcuni altri brani sparsi nella vasta opera di Lecoq fanno sorgere qualche dubbio sull'ampiezza delle sue idee relative alla modificazione delle specie.

Il reverendo Baden Powell, nei suoi *Essays on the Unity of Worlds* (1855), ha affrontato in modo magistrale il problema della «filosofia della creazione». Non può esserci nulla di più convincente del modo in cui egli dimostra che l'introduzione di nuove specie è «un fenomeno regolare, e non casuale», o, secondo l'espressione di Sir John Herschel, «un processo naturale in contrapposizione a un processo miracoloso».

Il terzo volume del «Journal of the Linnean Society» contiene gli articoli di Wallace e miei, letti il 1° luglio 1858, nei quali, come è detto nelle note introduttive al presente volume, Wallace enuncia la teoria della selezione naturale con forza e chiarezza ammirevoli.

Von Baer, per il quale tutti gli zoologi hanno un profondo rispetto, espresse intorno all'anno 1859 la convinzione, fondata soprattutto sulle leggi della distribuzione geografica, che forme oggi perfettamente distinte siano derivate da un'unica forma progenitrice.

Nel giugno 1859, Huxley tenne una conferenza alla Royal Institution: *Persistent Types of Animal Life*. A questo proposito egli osserva: «È difficile capire il significato di fatti come questi, se supponiamo che ogni specie animale o vegetale, o ogni grande tipo di organizzazione, sia stato creato e collocato sulla superficie della terra, a lunghi intervalli, da un atto distinto della potenza creatrice; e bisogna ricordare che una simile supposizione non corrisponde affatto alla tradizione o alla

rivelazione, così come contrasta con le analogie generali della natura. Se, d'altra parte, consideriamo i "tipi persistenti" in relazione all'ipotesi che le specie, in ogni epoca, siano il risultato della modificazione graduale di specie preesistenti (ipotesi che, sebbene non provata e tristemente danneggiata da alcuni suoi sostenitori, è tuttavia la sola a cui la fisiologia fornisce una certa consistenza), allora l'esistenza dei "tipi persistenti" sembrerebbe dimostrare che la somma delle modificazioni subite dagli esseri viventi durante i periodi geologici sia molto esigua rispetto alla serie completa dei cambiamenti che hanno subito».

Nel dicembre 1859, il dottor Hooker pubblicò la sua *Introduction to the Australian Flora*. Nella prima parte di questa grande opera, egli ammette la verità della discendenza e della modificazione delle specie, e la sostiene con numerose osservazioni originali.

La prima edizione di questo mio lavoro è stata pubblicata il 24 novembre 1859, la seconda il 7 gennaio 1860.

Introduzione

Durante il mio periodo d'imbarco sulla regia nave *Beagle*, in qualità di naturalista, fui molto colpito da alcuni fatti relativi alla distribuzione degli esseri viventi nell'America meridionale, e ai rapporti geologici fra gli abitanti attuali e quelli estinti di quel continente. Come si vedrà negli ultimi capitoli di questo libro, tali fatti sembravano portare un po' di luce sull'origine delle specie, questo mistero dei misteri, come è stato chiamato da uno dei nostri maggiori filosofi. Nel 1837, ritornato in patria, mi venne l'idea che questo problema si sarebbe forse potuto risolvere in parte raccogliendo pazientemente e studiando tutti i fatti che avessero rapporto con esso. Dopo cinque anni di lavoro fui in grado di avanzare qualche teoria sull'argomento e ne scrissi alcune brevi note, che sviluppai, nel 1844, fino ad abbozzare le conclusioni che allora mi sembravano probabili: da quell'epoca fino a oggi ho sempre continuato a studiare lo stesso argomento. Spero che mi si vorranno perdonare questi particolari di carattere personale, il cui scopo è di dimostrare che non sono stato troppo precipitoso nella decisione.

Oggi, 1859, il mio lavoro è quasi finito; ma, poiché avrei bisogno di molti anni ancora per portarlo a termine, e poiché la mia salute non è troppo buona, mi sono deciso a pubblicare subito questo compendio. Il motivo principale della mia decisione è dato dal fatto che Alfred Wallace, il quale attualmente sta studiando la storia naturale dell'Arcipelago malese, è giunto a conclusioni generali, sull'origine delle specie, che sono quasi identiche alle mie. Nel 1858 mi mandò una memoria su questo argomento, pregandomi di trasmetterla a Sir Charles Lyell, che la inviò alla Linnean Society; e quella memoria fu pubblicata nel terzo volume del «Journal of the Proceedings of the Linnean Society». Sir Charles Lyell e il dottor Hooker, che erano entrambi al corrente del mio lavoro – il secondo aveva letto il mio abbozzo del 1844, – mi fecero l'onore di pensare che sarebbe stato opportuno pubblicare, insieme con l'eccellente memoria di Wallace, alcuni brevi estratti dei miei manoscritti.

BOLLATI BORINGHIERI

Il compendio che ora pubblico è necessariamente imperfetto. Non posso portare qui riferimenti e citazioni a sostegno delle mie idee, e debbo sperare che il lettore abbia una certa fiducia nella mia scrupolosità. Senza dubbio mi saranno sfuggiti degli errori, sebbene io creda di essere sempre stato molto attento a fidarmi soltanto delle fonti migliori. Qui non posso che esporre le conclusioni generali a cui sono arrivato, illustrandole con un numero limitato di fatti, che tuttavia spero siano sufficienti nella maggioranza dei casi. Nessuno più di me si rende conto della necessità di pubblicare in seguito, dettagliatamente, tutti i fatti e le relative fonti di informazione su cui ho basato le mie conclusioni; cosa che spero di fare in futuro. Infatti, so bene che è difficile trovare un solo punto discusso in questo volume a cui non si possano opporre altri fatti che sembrano spesso portare a conclusioni diametralmente opposte alle mie. Un equo risultato si può ottenere soltanto esponendo e soppesando tutti i fatti e gli argomenti che si riferiscono ai due diversi aspetti di ogni questione; e qui sarebbe impossibile farlo.

Mi duole che la mancanza di spazio mi neghi il piacere di riconoscere pubblicamente il generoso aiuto ricevuto da molti naturalisti, alcuni dei quali non conosco di persona. Ma non posso lasciar passare quest'occasione senza esprimere la mia profonda gratitudine al dottor Hooker, che negli ultimi quindici anni mi ha aiutato in tutti i modi possibili, con la sua vastissima cultura e la sua grande capacità di giudizio.

È facilmente comprensibile che un naturalista, considerando l'origine delle specie, riflettendo sulle affinità reciproche degli organismi viventi, sulle loro relazioni embriologiche, sulla distribuzione geografica, sulla successione geologica, ed altri simili fatti, possa giungere alla conclusione che le specie non sono state create indipendentemente l'una dall'altra, ma sono derivate, come varietà, da altre specie. Una conclusione di questo genere, però per quanto ben fondata, non potrebbe essere soddisfacente finché non si potesse dimostrare in che modo le innumerevoli specie che abitano questa terra si siano modificate, e abbiano acquistato quella perfezione di struttura e di coadattamento che giustamente suscita la nostra ammirazione. I naturalisti considerano sempre le condizioni esterne, ad esempio il clima, il cibo ecc., come le sole possibili cause di variazione. In un certo senso molto limitato, come vedremo in seguito, questo può esser vero; ma è assurdo, ad esempio, attribuire alle sole condizioni esterne la struttura del picchio, con quei piedi, quella coda, quel becco e quella lingua così mirabilmente adatti a catturare gli insetti sotto la corteccia degli alberi. Così, nel caso del vischio, che trae nutrimento da determinate piante, i cui semi debbono

BOLLATI BORINGHIERI

essere trasportati da certi uccelli, e i cui fiori, essendo di sessi diversi, richiedono necessariamente l'opera di certi insetti che trasportino il polline da un fiore all'altro, sarebbe ugualmente assurdo spiegare la struttura di questo parassita, e le sue relazioni con numerosi e vari organismi viventi, in base agli effetti delle condizioni esterne, dell'abitudine, o della volontà della pianta stessa.

Perciò è della massima importanza acquistare una chiara visione dei mezzi della modificazione e del coadattamento. Fin dall'inizio delle mie ricerche, mi sembrò che un attento studio degli animali domestici e delle piante coltivate dovesse offrire la migliore possibilità di risolvere questo oscuro problema. E non sono stato deluso: in questo e in tutti gli altri casi dubbi ho invariabilmente constatato che le nostre conoscenze sulla variazione allo stato domestico, per quanto imperfette possono essere, forniscono sempre la traccia migliore e più sicura. Mi sia concesso esprimere la mia convinzione sul grande valore di questi studi, anche se essi sono stati generalmente trascurati dai naturalisti.

In base a queste considerazioni, dedicherò il primo capitolo di questo compendio alla variazione allo stato domestico. Vedremo così che una grande quantità di modificazioni ereditarie è per lo meno possibile: e vedremo, cosa altrettanto o ancor più importante, come sia grande il potere dell'uomo nell'accumulare successivamente tante piccole variazioni mediante la sua azione selettiva. Mi occuperò poi della variabilità delle specie allo stato di natura; ma in questo argomento dovrò purtroppo limitarmi a una trattazione troppo breve; un'esposizione adeguata richiederebbe un lungo elenco di fatti. Tuttavia avremo elementi sufficienti per discutere le circostanze più favorevoli alla variazione.

Nel capitolo successivo si prenderà in esame la lotta per l'esistenza fra tutti gli esseri viventi, che consegue inevitabilmente dal loro rapido ritmo d'accrescimento in progressione geometrica. È, questa, la dottrina di Malthus, applicata a tutto il regno vegetale e animale. Dato che in ogni specie nascono più individui di quanti non ne possano sopravvivere, e dato, quindi, che la lotta per l'esistenza è un fatto sempre ricorrente, ne consegue che ogni essere, che subisca una variazione anche lieve a proprio vantaggio in condizioni di vita complesse e spesso variabili, avrà una maggiore probabilità di sopravvivere e di essere, in tal modo, *naturalmente selezionato*. In base al potente principio dell'eredità, ogni varietà selezionata tenderà a moltiplicare la sua forma nuova e modificata.

Questo argomento di fondamentale importanza – selezione naturale – sarà trattato con una certa ampiezza nel quarto capitolo; potremo

BOLLATI BORINGHIERI

allora vedere in qual modo la selezione naturale provochi quasi inevitabilmente l'estinzione di molte forme di vita meno perfezionate, e conduca a ciò che ho chiamato la divergenza dei caratteri. Nel capitolo che segue, discuterò le leggi complesse e poco conosciute della variazione. Nei cinque capitoli successivi saranno esposte le più evidenti e più gravi difficoltà che si presentano a favore di questa teoria, e precisamente: 1) le difficoltà relative alle transizioni, cioè al modo in cui un individuo o un organo semplici si possono cambiare o perfezionare in un individuo altamente sviluppato o in un organo di elaborata struttura; 2) la questione dell'istinto, cioè delle facoltà mentali degli animali; 3) l'ibridismo, cioè la sterilità degli incroci fra diverse specie e la fecondità di quelli fra diverse varietà; 4) l'incompletezza dei dati geologici. Nel capitolo successivo prenderò in considerazione la successione geologica degli esseri viventi nel tempo. Nel dodicesimo e tredicesimo, la loro distribuzione geografica nello spazio; nel quattordicesimo, la loro classificazione, cioè le affinità che essi presentano sia allo stato adulto sia allo stato embrionale. Nell'ultimo capitolo farò una breve ricapitolazione di tutta l'opera, e alcune considerazioni conclusive.

Non c'è da stupirsi nel vedere quante cose restano ancora da spiegare sull'origine delle specie e delle varietà, se si considera la nostra profonda ignoranza sulle relazioni reciproche fra i vari esseri viventi che esistono intorno a noi. Chi può spiegare perché una specie sia largamente diffusa e molto numerosa, mentre un'altra affine ha una diffusione limitata ed è rara? Eppure queste relazioni sono della massima importanza, perché determinano l'equilibrio attuale e, a mio giudizio, il successo e le modificazioni future di ogni abitante di questa terra. Ancor meno sappiamo sui rapporti reciproci fra gli innumerevoli esseri che hanno abitato la terra durante le varie epoche geologiche passate. Ma, anche se molte cose rimangono e probabilmente rimarranno per lungo tempo oscure, non ho ormai alcun dubbio, dopo lo studio più accurato e il giudizio più spassionato di cui sono capace, che l'opinione condivisa ancora di recente dalla maggior parte dei naturalisti e che io stesso prima dividevo – cioè che ogni specie sia stata creata indipendentemente – sia erronea. Sono fermamente convinto che le specie non sono immutabili; che, anzi, quelle che appartengono a ciò che chiamiamo uno stesso genere sono le dirette discendenti di altre specie, oggi generalmente estinte, così come quelle che riconosciamo come varietà di una qualsiasi specie sono discendenti da quella specie. Inoltre, sono convinto che la selezione naturale è stata il più importante, ma non l'unico mezzo di modificazione.

BOLLATI BORINGHIERI

I.

La variazione allo stato domestico

Cause di variabilità

Quando confrontiamo gli individui di una stessa varietà o sottovarietà delle piante o degli animali da più tempo coltivate o allevate dall'uomo, una delle prime cose che colpisce la nostra attenzione è che essi generalmente differiscono l'uno dall'altro più di quanto non differiscano gli individui della stessa specie e varietà allo stato di natura. E, se riflettiamo sull'immensa diversità di piante coltivate e di animali domestici che hanno variato nel corso del tempo sotto i più differenti climi e trattamenti, dobbiamo concludere che questa grande variabilità è dovuta al fatto che i nostri prodotti domestici sono cresciuti in condizioni di vita non così uniformi e un po' diverse da quelle a cui le specie affini sono state esposte in natura. Dev'esserci anche qualcosa di vero nella spiegazione data da Andrew Knight, cioè che questa variabilità possa essere parzialmente legata all'eccesso di cibo. Appare evidente che gli organismi devono essere sottoposti a nuove condizioni di vita per diverse generazioni perché possa prodursi una qualsiasi variazione di notevole entità; e che un certo tipo di organizzazione, quando abbia incominciato a variare, continua a farlo nel corso di molte generazioni. Non si ricordano casi di organismi variabili che abbiano cessato di variare allo stato domestico. Le piante che sono state coltivate dai tempi più antichi, come il frumento, producono ancora nuove varietà: i nostri animali addomesticati dai tempi più antichi sono ancora capaci di subire rapidi miglioramenti o modificazioni.

Per quanto posso giudicare, dopo essermi lungamente dedicato a questo problema, le condizioni di vita sembrano agire in due modi: direttamente, sull'intero organismo o solo su certe parti di esso, e in-

BOLLATI BORINGHIERI

direttamente, influenzando sul sistema riproduttivo. Per quanto riguarda l'azione diretta, dobbiamo considerare che in ogni caso, come il professor Weismann ha recentemente sottolineato e come io stesso ebbi incidentalmente a dimostrare nel mio lavoro sulla *Variazione allo stato domestico* (1868), due sono i fattori di questa azione: la natura dell'organismo e quella delle condizioni esterne. La prima sembra essere di gran lunga la più importante; infatti, variazioni quasi simili si manifestano talvolta in condizioni che, per quanto ci è dato giudicare, sono differenti; e, d'altra parte, variazioni dissimili si manifestano in condizioni che appaiono quasi uniformi. Gli effetti sulla discendenza sono definiti o indefiniti. Si possono considerare definiti quando tutti o quasi tutti i discendenti di individui esposti a determinate condizioni durante diverse generazioni risultano modificati allo stesso modo. È estremamente difficile poter valutare con precisione la dimensione dei cambiamenti che sono stati in tal modo definitivamente provocati. Viceversa, non si può avere quasi alcun dubbio su molti piccoli cambiamenti, come quelli delle dimensioni causati dalla quantità di cibo, quelli del colore causati dalla natura dell'alimentazione, quelli dello spessore della pelle e del pelo causati dal clima, e simili. Ognuna delle infinite variazioni del piumaggio dei nostri polli deve aver avuto qualche causa specifica; e se la stessa causa avesse agito in modo uniforme per una lunga serie di generazioni su molti individui, tutti, probabilmente, si sarebbero modificati allo stesso modo. Certi fatti, come le complesse e straordinarie escrescenze che in modo variabile si formano con l'iniezione di una gocciolina di veleno da parte di un insetto produttore di galle, dimostrano quali singolari modificazioni possa produrre nelle piante un cambiamento della costituzione chimica della linfa.

Il cambiamento delle condizioni produce più spesso variabilità indefinita che non variabilità definita, cosicché la prima ha probabilmente avuto una parte più importante nella formazione delle nostre razze domestiche. La variabilità indefinita si osserva negli innumerevoli piccoli particolari che distinguono gli individui della stessa specie e che non possono attribuirsi all'eredità dei genitori o di qualche lontano antenato. Talvolta si notano differenze considerevoli perfino tra i piccoli nati da uno stesso parto, o tra le piante generate da semi provenienti dalla stessa capsula. A lunghi intervalli di tempo, tra milioni di individui allevati nella stessa regione e nutriti press'a poco con lo stesso

BOLLATI BORINGHIERI

so cibo, si presentano deviazioni strutturali così pronunciate da meritare il nome di mostruosità; tuttavia non si può segnare un limite netto tra le mostruosità e le piccole variazioni. Tutti questi cambiamenti di struttura che si osservano su molti individui conviventi, sia che si tratti di deviazioni appena accennate, sia che si tratti di deviazioni molto evidenti, possono essere considerati come gli effetti indefiniti delle condizioni di vita su ciascun individuo, quasi allo stesso modo in cui il freddo colpisce uomini diversi in maniera indefinita, secondo le loro condizioni fisiche o la loro costituzione, causando in alcuni tosse o raffreddori, in altri reumatismi o infiammazione dei vari organi.

Quanto all'azione da me denominata indiretta del cambiamento delle condizioni di vita, quella cioè che si esercita attraverso il sistema riproduttore, possiamo ammettere che, in questo caso, le variazioni derivino in parte dall'estrema sensibilità dell'apparato riproduttore a ogni cambiamento delle condizioni di vita, in parte dall'analogia, osservata da Kölreuter e altri, tra la variabilità che deriva dall'incrocio di specie distinte e quella che si osserva nelle piante e negli animali quando siano allevati in condizioni di vita nuove o non naturali. Molti fatti mostrano chiaramente quanto sia grande la sensibilità del sistema riproduttore a cambiamenti anche lievissimi delle condizioni ambientali. Nulla è più facile, infatti, che addomesticare un animale, ma poche cose sono più difficili da ottenere della libera riproduzione di animali in cattività, anche se si verifica l'accoppiamento. Quanti animali, anche se tenuti in uno stato di quasi completa libertà nel loro paese d'origine, non si riproducono! Ciò è generalmente, ma erroneamente, attribuito a corruzione degli istinti. Molte piante coltivate crescono con estremo vigore, e tuttavia raramente o mai producono semi!

In alcuni rari casi si è scoperto che un cambiamento quasi insignificante, come un po' d'acqua in più o in meno in particolari periodi di sviluppo, fa sì che una pianta produca o non produca i semi. Su questo curioso argomento non posso fornire qui le notizie particolareggiate che ho raccolte e pubblicate altrove; ma, per dimostrare come siano singolari le leggi che determinano la riproduzione degli animali in cattività, ricorderò che i carnivori, anche quelli provenienti dai tropici, in Inghilterra si riproducono abbastanza facilmente in cattività, a eccezione dei plantigradi (o famiglia degli orsi) che raramente generano i loro piccoli; al contrario gli uccelli carnivori, tranne pochissime ecce-

BOLLATI BORINGHIERI

zioni, quasi mai depongono uova feconde. Molte piante esotiche hanno il polline completamente inattivo, come la maggior parte degli ibridi sterili. Noi vediamo dunque, da una parte, piante e animali addomesticati, anche se spesso deboli e malaticci, riprodursi liberamente in cattività, mentre, dall'altra, vediamo che individui longevi, sani e perfettamente addomesticati, benché prelevati in gioventù da un ambiente naturale (cosa di cui potrei addurre numerosi esempi), hanno l'apparato riproduttore talmente influenzato da cause anche lievissime che esso non può assolvere alla sua funzione. Non dobbiamo perciò sorprenderci se tale apparato, in cattività, agisce irregolarmente e produce discendenti in qualche modo diversi dai loro genitori. Posso anche aggiungere che, come alcuni organismi si riproducono liberamente nelle condizioni meno naturali (per esempio i conigli e i furetti tenuti nelle conigliere), dimostrando in tal modo che i loro organi riproduttori non si lasciano facilmente modificare, allo stesso modo può accadere che alcuni animali e piante resistano alla domesticazione o alla coltivazione e subiscano variazioni assai lievi, quasi altrettanto lievi che allo stato di natura.

Alcuni naturalisti sostengono che tutte le variazioni sono connesse con l'atto della riproduzione sessuale: ma questo è certamente un errore, come ho dimostrato in un altro mio lavoro in cui ho dato una lunga lista di *sporting plants* [piante anomale] (così le chiamano i giardinieri), cioè di piante che producono improvvisamente una gemma con caratteri nuovi e talvolta profondamente differenti da quelli delle altre gemme della stessa pianta. Queste, che possiamo chiamare variazioni di gemme, si possono estendere mediante innesti, talee ecc., e a volte anche per mezzo dei semi. Esse si verificano raramente in natura, ma sono tutt'altro che rare nelle piante coltivate. Dato che una gemma, tra le molte migliaia prodotte nel corso degli anni dallo stesso albero in condizioni uniformi, è capace di assumere improvvisamente un nuovo carattere, e poiché gemme di alberi diversi, che crescono in diverse condizioni, producono talvolta varietà press'a poco uguali – come, ad esempio, le gemme di un pesco che producono pesche-noci, e le gemme di rose comuni che producono rose muschiate – è chiaro che, nel determinare ogni particolare forma di variazione, la natura delle condizioni ambientali ha un'importanza secondaria rispetto alla natura dell'organismo, un'importanza che forse non è superiore a quella che ha la natura della scintilla con cui si accende una massa di sostanza combustibile nel determinare la qualità della fiamma.

BOLLATI BORINGHIERI

Effetti dell'abitudine e dell'uso o non uso delle parti; variazione correlata; eredità

Il cambiamento di abitudini produce un effetto ereditario, come quelli relativi al periodo della fioritura nelle piante che sono state trasportate da un clima a un altro. Negli animali, il maggior uso o non uso delle parti ha un'influenza ancora più notevole: per esempio, ho osservato nell'anatra domestica che le ossa dell'ala pesano meno, e quelle delle zampe di più, in rapporto con lo scheletro nel suo complesso, delle stesse ossa dell'anatra selvatica. Questa diversità può essere attribuita con certezza al fatto che l'anatra domestica vola molto meno e cammina molto più dell'anatra selvatica. Il considerevole sviluppo ereditario delle mammelle delle vacche e delle capre, nei paesi in cui vengono abitualmente munte, in confronto con gli stessi organi di animali di altri paesi è probabilmente un altro esempio degli effetti dell'uso. È impossibile trovare uno solo dei nostri animali domestici che non abbia, in qualche paese, le orecchie pendenti; ed è probabile che sia giusta l'idea, già avanzata, per cui questo carattere sarebbe dovuto al non uso dei muscoli dell'orecchio, in conseguenza del fatto che l'animale si trova di rado in stato di allarme.

La variabilità è regolata da numerose leggi, alcune delle quali sono difficili a riconoscersi, e saranno brevemente discusse in seguito. Qui voglio accennare soltanto a quella che può essere chiamata variazione correlata. Cambiamenti importanti dell'embrione o della larva comportano probabilmente cambiamenti nell'animale adulto. Nelle mostruosità, le correlazioni fra parti nettamente distinte sono molto singolari: se ne trovano numerosi esempi nella grande opera di Isidore Geoffroy Saint-Hilaire su questo argomento. Gli allevatori ritengono che gli arti lunghi siano quasi sempre accompagnati dalla testa allungata. Alcuni esempi di correlazione sono molto strani: per esempio, i gatti completamente bianchi e con gli occhi azzurri sono generalmente sordi; ma Tait ha sostenuto recentemente che questo fenomeno è limitato ai maschi. Certi colori e certe particolarità costituzionali si presentano insieme: se ne potrebbero citare molti casi notevoli, sia fra gli animali che fra le piante. Da fatti raccolti da Heusinger sembrerebbe che l'ingestione di certe piante sia dannosa alle pecore e ai maiali bianchi, ma non agli individui di colore scuro; e Wyman mi ha fornito recentemente un buon esempio di questo fenomeno. Avendo domandato ad alcuni

allevatori della Virginia perché i loro maiali fossero tutti neri, gli fu risposto che i maiali si nutrivano di radici colorate (*Lachnanthes*) che coloravano di rosa le ossa e causavano la perdita degli zoccoli in tutte le varietà, tranne quelle nere; e uno dei *crackers* (gli allevatori della Virginia) aggiunse: «Noi selezioniamo gli individui neri di ogni parto, perché solo essi hanno buona probabilità di vivere». I cani a pelo raso hanno la dentatura imperfetta; gli animali a pelo lungo e ruvido hanno tendenza ad avere, a quanto si dice, corna lunghe o molto ramificate; i colombi col tallone piumato hanno la parte anteriore del piede palmata; i colombi col becco corto hanno i piedi piccoli, e quelli col becco lungo i piedi grandi. Perciò, se l'uomo insiste nel selezionare, e quindi nello sviluppare, una qualsiasi particolarità, modificherà quasi certamente e senza volerlo altre parti della struttura, a causa delle misteriose leggi della correlazione.

I risultati delle diverse leggi della variazione, sconosciute o assai vagamente intuitive, sono enormemente complessi e vari. È molto utile studiare attentamente i numerosi trattati su alcune delle nostre piante più anticamente coltivate, come il giacinto, la patata, o anche la dalia ecc., ed è veramente sorprendente osservare le infinite particolarità di struttura e di costituzione per cui le varietà e le sottovarietà differiscono leggermente l'una dall'altra. Tutto il loro organismo sembra diventato plastico, e si differenzia leggermente da quello del tipo originario.

Le variazioni non ereditarie non hanno interesse per noi. Ma il numero e la diversità delle deviazioni strutturali ereditabili, siano esse di poca o di molta importanza fisiologica, sono infiniti. Il trattato migliore e più completo sull'argomento è quello di Prosper Lucas, in due grossi volumi. Nessun allevatore mette in dubbio la forza delle tendenze ereditarie. La sua convinzione fondamentale è che il simile produce il simile, e solo i teorici hanno espresso dubbi su questo principio. Quando una qualsiasi deviazione della struttura si presenta spesso e viene notata nel padre e nel figlio, non si può escludere che essa sia dovuta a una stessa causa che abbia agito su entrambi; ma quando, fra individui evidentemente esposti alle stesse condizioni, una qualche deviazione assai rara, dovuta a un eccezionale concorso di circostanze, appare nel genitore (in lui solo, tra milioni di altri individui) e riappare nel figlio, la semplice teoria della probabilità quasi ci costringe ad attribuire questa ricomparsa all'eredità. Tutti sanno che vi sono casi di albinismo, pelle spinosa, villosità ecc. che si manifestano in diversi membri della stessa famiglia. Dunque, se strane e rare deviazioni di struttura sono realmente eredi-

BOLLATI BORINGHIERI

tarie, possiamo ammettere che sia possibile ereditare deviazioni meno strane e più comuni. Forse il modo più esatto di vedere l'intera questione sarebbe quello di considerare l'ereditarietà di tutti i caratteri come la regola, e la mancata eredità di essi come l'eccezione.

Le leggi che governano l'eredità sono per la massima parte sconosciute: nessuno può dire perché la stessa particolarità, nei diversi individui della stessa specie o nelle diverse specie, sia talvolta ereditata e talaltra no; perché certi caratteri del nonno o della nonna o di antenati più lontani riappaiano in un discendente; perché una particolarità si trasmetta spesso da un sesso a entrambi i sessi, oppure a uno solo, e più comunemente, ma non esclusivamente, al sesso simile. Un'importanza notevole ha il fatto che le particolarità che appaiono nei maschi dei nostri allevamenti di animali domestici si trasmettono spesso, o esclusivamente o prevalentemente, ai soli maschi. Una regola molto più importante, a cui credo si possa prestare fiducia, è quella per cui un carattere, se appare per la prima volta in un determinato periodo della vita, tende a riapparire nella discendenza a un'età corrispondente, e magari un po' prima. In molti casi non potrebbe essere altrimenti; infatti, i caratteri ereditari delle corna dei bovini possono manifestarsi nella discendenza solo quando questa è adulta o quasi; ed è noto che caratteri tipici del baco da seta appaiono in corrispondenza degli stadi di bruco o crisalide. Ma le malattie ereditarie e vari altri fatti mi inducono a credere che tale regola abbia maggiore estensione e che, anche quando non c'è alcuna ragione apparente per cui un carattere debba apparire in un'età determinata, esso tende a manifestarsi nella discendenza nello stesso periodo in cui apparve per la prima volta nell'antenato. Ritengo che questa regola abbia un'enorme importanza per la spiegazione delle leggi dell'embriologia. Queste osservazioni si riferiscono naturalmente alla prima comparsa della particolarità, e non alla causa primaria che può aver agito sugli ovuli o sull'elemento maschile; come nel caso della discendenza di una vacca a corna corte e di un toro a corna lunghe, in cui l'aumento di lunghezza delle corna, pur manifestandosi tardi nel tempo, è chiaramente dovuto all'elemento maschile.

Avendo accennato al fenomeno della reversione, vorrei ricordare anche un'affermazione che i naturalisti fanno spesso, cioè che, quando le nostre varietà domestiche ritornano allo stato selvatico, esse riacquistano gradatamente, ma invariabilmente, i caratteri originari della loro razza. Da ciò si è concluso che non è possibile fare alcuna deduzione sul-

BOLLATI BORINGHIERI

le specie allo stato naturale basandosi sulla conoscenza delle razze domestiche. Ho tentato invano di scoprire su quali fatti decisivi si sia basato tale giudizio, così spesso e audacemente sostenuto. Sarebbe molto difficile provarne l'esattezza: infatti, possiamo tranquillamente affermare che la maggior parte delle nostre varietà domestiche più nettamente differenziate non potrebbe vivere allo stato selvatico. In molti casi non conosciamo quali fossero i loro caratteri originari, e quindi non possiamo dire se sia avvenuta una reversione, più o meno perfetta. Inoltre, per impedire gli effetti dell'incrocio, sarebbe indispensabile che solo una varietà fosse rimessa in libertà nella sua nuova sede. Tuttavia, poiché le nostre varietà regrediscono effettivamente di tanto in tanto, in alcuni dei loro caratteri, verso forme ancestrali, non mi sembra improbabile che, se riuscissimo ad acclimatare o potessimo coltivare per molte generazioni le varie razze, ad esempio, di cavolo in terreni molto poveri (e in tal caso, tuttavia, alcuni effetti dovrebbero essere attribuiti all'azione *definita* della povertà del suolo), esse regredirebbero, più o meno completamente, verso la razza selvatica originaria. Il successo o l'insuccesso della nostra esperienza non potrebbe comunque influire gran che sulla linea del nostro ragionamento; poiché le condizioni di vita sarebbero state cambiate dall'esperimento stesso. Se si potesse dimostrare che le nostre varietà domestiche presentano una forte tendenza alla reversione, cioè a perdere i caratteri acquisiti, essendo mantenute nelle stesse condizioni e in gran numero di individui, cosicché il libero incrocio potesse compensare, mescolandole, le piccole deviazioni della loro struttura, allora potrei riconoscere che non si può dedurre dalle varietà domestiche alcuna conclusione applicabile alle specie. Ma non v'è ombra di prova a favore di questa opinione: sarebbe contrario a tutta l'esperienza voler negare che si possano allevare per un illimitato numero di generazioni i nostri cavalli da traino o da corsa, i bovini a corna lunghe o corte, le varie razze di polli, e i vegetali commestibili.

Carattere delle varietà domestiche; difficoltà di distinguere fra varietà e specie; origine delle varietà domestiche da una o più specie

Se consideriamo le varietà ereditarie o le razze di animali domestici e di piante coltivate, e le confrontiamo con le specie più affini, notiamo generalmente, come già abbiamo detto, una minore uniformità di carattere nelle razze domestiche che non nelle specie vere. Le razze

BOLLATI BORINGHIERI

domestiche hanno spesso un carattere in certo senso mostruoso; intendo dire che, pur essendo l'una diversa dall'altra, e dalle altre specie dello stesso genere, per molti particolari di importanza trascurabile, esse presentano spesso una differenza enorme in qualche parte, se confrontate l'una con l'altra, ma soprattutto nei confronti delle specie naturali a cui sono più affini. Eccettuato questo fatto, e quello della perfetta fecondità delle varietà incrociate (questione che sarà discussa più avanti), le razze domestiche della stessa specie differiscono l'una dall'altra nello stesso modo in cui allo stato di natura differiscono le specie strettamente affini del medesimo genere, ma in molti casi le differenze sono meno accentuate. La veridicità di questa affermazione è dimostrata dal fatto che le razze domestiche di molti animali e piante sono state catalogate da giudici competenti come discendenti da specie originariamente distinte, e da altri giudici non meno competenti come semplici varietà. Un simile dubbio non ricorrerebbe così spesso se esistesse una netta distinzione fra una razza domestica e una specie. È stato spesso affermato che le razze domestiche non presentano differenze in caratteri che abbiano un valore generale. È possibile dimostrare l'inesattezza di questa affermazione, e d'altra parte le opinioni dei naturalisti sulla determinazione dei caratteri di valore generale sono così diverse che ogni valutazione attuale è da considerarsi empirica. Quando avremo spiegato in qual modo si formano i generi allo stato di natura, vedremo che non v'è ragione di aspettarsi, nella maggioranza dei casi, differenze di carattere generale nelle nostre razze domestiche.

Nel tentativo di valutare l'importanza delle differenze strutturali fra le razze domestiche affini, ci troviamo subito nell'incertezza, poiché non sappiamo se esse discendano da una o più specie genitrici. Sarebbe molto interessante poter chiarire questo punto: se si potesse dimostrare, ad esempio, che razze di cani di cui noi tutti conosciamo la purezza, come il levriero, il bloodhound, il terrier, lo spaniel e il bulldog, discendono da una sola specie, avremmo buone ragioni per mettere in dubbio la immutabilità di molte specie naturali affini, per esempio delle varie razze di volpi che abitano diverse parti della terra. Io non credo, come vedremo fra poco, che le differenze esistenti fra le diverse razze di cani si siano tutte prodotte allo stato domestico; credo piuttosto che una piccola parte di tali differenze sia dovuta al fatto che quelle razze derivano da specie distinte. Quanto alle razze molto differenziate di qualche altra specie domestica è presumibile o addirittura evidente che esse discendono tutte da un unico ceppo selvatico.

BOLLATI BORINGHIERI

È stato spesso sostenuto che l'uomo ha scelto, per la domesticazione, animali e piante dotati di una loro intrinseca e straordinaria tendenza a variare, e adatti a resistere ai più diversi climi. Non nego che queste qualità abbiano fatto aumentare il valore della maggior parte dei nostri prodotti domestici; ma come poteva sapere un selvaggio che per la prima volta domava un animale, se questo animale avrebbe potuto variare nel corso delle generazioni successive, e se avrebbe potuto sopportare altri climi? Forse che la scarsa variabilità dell'asino e dell'oca, lo scarso adattamento della renna al caldo o del cammello al freddo, hanno impedito il loro addomesticamento? Se si prendessero altri animali e piante allo stato di natura, in numero uguale ai nostri prodotti addomesticati e appartenenti a classi e paesi parimenti diversi, e se si potessero tenere questi animali e queste piante allo stato domestico per un ugual numero di generazioni, sono assolutamente sicuro che essi subirebbero in media variazioni altrettanto notevoli di quelle subite dalle specie progenitrici dei nostri attuali prodotti domestici.

Per la maggior parte delle piante o animali da più tempo addomesticati, non è possibile decidere se essi discendano da una o più specie selvatiche. L'argomento principale di coloro che sostengono l'origine multipla dei nostri animali domestici è dato dal fatto che, fin dai tempi più antichi, noi troviamo nei monumenti dell'Egitto, o nelle abitazioni lacustri della Svizzera, una grande diversità di razze; e che alcune di queste antiche razze sono molto somiglianti, o addirittura identiche, a quelle attuali. Ma ciò dimostra soltanto che la storia della civiltà umana è molto più antica, e che gli animali furono addomesticati molto tempo prima di quanto non si sia creduto finora. Gli abitanti dei laghi della Svizzera coltivavano diverse specie di frumento e di orzo, il pisello, il papavero da cui estraevano l'olio, e il lino; e possedevano vari animali domestici e avevano rapporti commerciali con altre nazioni. Tutto ciò dimostra chiaramente, com'è stato osservato da Heer, che essi avevano già raggiunto un notevole grado di civiltà, e implica un lungo periodo precedente di civiltà meno avanzata, durante il quale gli animali domestici, allevati da tribù differenti in differenti regioni, avevano potuto variare e dare origine a razze distinte. Dalla scoperta degli strumenti di selce negli strati superficiali di molte parti della terra, tutti i geologi deducono che l'uomo primitivo esisteva già in un periodo straordinariamente remoto; e noi sappiamo che attualmente non esiste gruppo umano, per quanto primitivo, che non abbia addomesticato per lo meno il cane.

BOLLATI BORINGHIERI

Forse, l'origine della maggior parte degli animali domestici rimarrà sempre incerta. Ma debbo qui dichiarare che, considerando i cani domestici di tutto il mondo, dopo aver faticosamente raccolto tutti i fatti conosciuti, sono giunto alla conclusione che molte specie selvatiche di canidi sono state addomesticate, e che il loro sangue, in alcuni casi mescolato, scorre nelle vene delle nostre razze domestiche. Non sono invece in grado di formulare alcuna ipotesi precisa sulle pecore e sulle capre. Considerando i fatti che mi sono stati riferiti da Blyth sulle abitudini, la voce, la costituzione e la struttura dei bovini gibbosi dell'India, è quasi certo che essi discendono da un ceppo originariamente diverso da quello dei bovini europei; e giudici competenti ritengono che questi ultimi abbiano avuto due o tre tipi diversi di progenitori selvatici, benché non sappiamo se si possa parlare di specie diverse. Questa conclusione, come quella della distinzione specifica tra bovini gibbosi e bovini comuni, si può considerare verificata dalle ammirevoli ricerche del professor Rüttimeyer. Per ciò che riguarda i cavalli, per motivi che non posso qui spiegare sono portato a credere, sia pure con molta incertezza e contrariamente all'opinione di diversi autori, che tutte le varie razze appartengano alla stessa specie. Avendo allevato e incrociato fra loro quasi tutte le attuali razze inglesi di polli, e avendone esaminati gli scheletri, mi sembra quasi certo che tutte derivino dal pollo indiano selvatico, il *Gallus bankiva*. Alla stessa conclusione sono arrivati Blyth e altri che hanno studiato questo animale in India. Quanto alle anatre e ai conigli, alcune razze dei quali sono molto diverse le une dalle altre, vi sono chiare prove ch'essi discendono dall'anatra selvatica e dal coniglio selvatico comuni.

La teoria dell'origine delle razze domestiche da numerosi ceppi selvatici originari è stata spinta fino all'assurdo da alcuni autori, secondo i quali ogni razza che si mantiene pura, anche se i suoi caratteri differenziali sono minimi, ha avuto un prototipo selvatico. In tal caso avrebbero dovuto esistere almeno una ventina di specie di bovini selvatici, altrettante di pecore e parecchie di capre, nella sola Europa, e molte di esse anche nella sola Gran Bretagna. Un autore sostiene che in passato dovevano esistere in Gran Bretagna undici specie selvatiche di pecore, esclusive di questo paese! Se teniamo conto che la Gran Bretagna oggi non ha neppure un mammifero esclusivamente suo, che la Francia ne ha soltanto pochi diversi da quelli della Germania, e che lo stesso è per l'Ungheria, la Spagna ecc., ma che ognuno di questi paesi possiede diverse razze locali di bovini, pecore ecc., dobbiamo ammettere che un

BOLLATI BORINGHIERI

gran numero di razze domestiche abbiano avuto origine in Europa; perché, altrimenti, da dove proverrebbero? Lo stesso dicasi per l'India. Anche nel caso delle razze domestiche di cani, razze diffuse in tutto il mondo, che io stesso considero derivate da più specie selvatiche, non si può dubitare che vi sia stata una grandissima quantità di variazioni ereditarie; chi può credere, infatti, che animali molto simili al levriero italiano, al bloodhound, al bulldog, al pug-dog, o al Blenheim spaniel ecc., così diversi da tutti i canidi selvatici, siano mai esistiti allo stato di natura? È stato spesso affermato, con molta leggerezza, che tutte le nostre razze di cani derivano dall'incrocio di poche specie primitive; ma dall'incrocio si ottengono solamente forme in vario grado intermedie fra quelle dei genitori; e se vogliamo spiegare con questo processo l'esistenza delle nostre numerose razze domestiche, dobbiamo ammettere la precedente esistenza delle forme più estreme, come il levriero italiano, il bloodhound, il bulldog ecc., allo stato selvatico. Per di più, si è molto esagerato sulla possibilità di formare razze distinte mediante l'incrocio. Si conoscono molti casi che dimostrano come una razza possa essere modificata mediante incroci occasionali, purché prima si siano selezionati accuratamente gli individui provvisti dei caratteri desiderati; sarebbe però molto difficile ottenere una razza con caratteri intermedi fra quelli di due razze completamente distinte. Gli esperimenti fatti da Sir J. Sebright, appositamente a questo scopo, sono falliti. Gli individui che discendono da un primo incrocio fra due razze pure presentano caratteri abbastanza uniformi, e talvolta addirittura identici, come ho constatato nei colombi, e fin qui tutto sembrerebbe abbastanza semplice; ma quando questi ibridi vengono incrociati fra loro per diverse generazioni, è difficile trovarne due uguali, e allora è evidente la difficoltà di sostenere quell'opinione.

Razze di colombi domestici, loro differenze e origine

Convinto che sia sempre preferibile studiare un gruppo particolare, ho deciso di scegliere i colombi domestici. Ho allevato tutte le razze che ho potuto comprare o ottenere in altro modo, e sono stato molto gentilmente rifornito di esemplari provenienti da diverse zone del mondo, specialmente dall'India, da parte di W. Elliot, e dalla Persia, da parte di C. Murray. Sui colombi sono stati pubblicati molti trattati, in diverse lingue, alcuni dei quali molto importanti perché antichi. Mi

BOLLATI BORINGHIERI

sono associato con vari eminenti colombofili e sono stato ammesso a due dei loro club di Londra. La diversità delle razze di questi animali è veramente strabiliante. Basta confrontare il colombo viaggiatore inglese con il colombo capitombolante a faccia corta per notare la straordinaria differenza dei loro becchi, connessa con le corrispondenti differenze del cranio. Il viaggiatore, soprattutto il maschio, presenta un notevole sviluppo delle caruncole intorno alla testa, accompagnato da un marcato allungamento delle palpebre, grandi orifizi esterni delle narici, e grande apertura del becco. Il capitombolante a faccia corta ha il becco quasi uguale a quello del fringuello; e il capitombolante comune ha la singolare abitudine ereditaria di volare a grande altezza in stormi compatti e di fare le capriole in aria. Il colombo romano è di grandi dimensioni, con becco lungo e massiccio e piedi grandi; alcune sotto-razze del romano hanno il collo molto lungo, altre le ali e la coda molto lunghe, altre ancora la coda singolarmente corta. Il barbo è affine al viaggiatore, ma il suo becco, anziché lungo, è molto corto e largo. Il colombo gozzuto ha il corpo, le ali e le zampe molto allungate, l'enorme gozzo, che esso gonfia orgogliosamente, gli conferisce un aspetto strano e ridicolo. Il colombo cravattato, con becco conico e corto e una serie di penne rivoltate lungo il petto, ha l'abitudine di dilatare continuamente e leggermente la parte superiore dell'esofago. Il giacobino ha le penne della parte dorsale del collo rovesciate in modo da formare un cappuccio; e quelle delle ali della coda molto allungate, in proporzione alle sue dimensioni. Il trombettiere e il colombo ridente, come dicono i loro nomi, tubano emettendo un suono molto diverso dalle altre razze. Il pavoncello ha trenta o perfino quaranta timoniere, invece delle dodici o quattordici che rappresentano il numero normale per tutti i membri della grande famiglia dei colombi, e queste penne stanno in posizione così allargata ed eretta che nei colombi di razza pura la testa e la coda si toccano: la ghiandola dell'uropigio è affatto rudimentale. E si potrebbero indicare molte altre razze meno spiccatamente differenziate.

Nello scheletro delle diverse razze, lo sviluppo delle ossa della faccia differisce enormemente per lunghezza, larghezza e curvatura. Anche la forma, la larghezza e la lunghezza dei rami della mandibola variano in modo assai notevole. Le vertebre caudali e sacrali variano di numero, e così pure le costole, e con esse la loro larghezza relativa e la presenza di apofisi. Le dimensioni e la forma delle aperture dello sterno sono molto variabili, e così il grado di divergenza e le dimensioni relative dei due

BOLLATI BORINGHIERI

bracci della forchetta. La larghezza dell'apertura boccale, la lunghezza proporzionale delle palpebre, degli orifizi nasali, della lingua (non sempre in stretta correlazione con la lunghezza del becco), le dimensioni del gozzo e della parte superiore dell'esofago, lo sviluppo e l'atrofia della ghiandola dell'uropigio, il numero delle penne primarie delle ali e caudali, la lunghezza relativa dell'ala e della coda l'una rispetto all'altra, e di entrambe rispetto al corpo, la lunghezza relativa della gamba e del piede, il numero delle squame sulle dita, lo sviluppo di membrane fra queste ultime, sono tutti elementi variabili della struttura. Varia il periodo in cui il piumaggio completo è acquisito, come varia la qualità del piumino che ricopre i nidiacei alla schiusa. Variano anche la forma e le dimensioni delle uova; e differiscono notevolmente il volo e, in alcune razze, la voce e gli istinti. In certe razze, infine, il maschio e la femmina differiscono assai poco l'uno dall'altra.

Si potrebbe, insomma, scegliere almeno una parte di colombi che, presentati a un ornitologo come uccelli selvatici, egli certamente classificherebbe come specie ben definite. Inoltre non credo che alcun ornitologo, in questo caso, considererebbe appartenenti allo stesso genere il viaggiatore inglese, il capitombolante a faccia corta, il romano, il barbo, il gozzuto e il pavoncello, tanto più se gli venissero mostrate, per ciascuna di queste razze, diverse varietà ereditarie, o specie, come egli le chiamerebbe.

Per quanto grandi siano le differenze fra le razze di colombi, io sono assolutamente convinto che sia giusta l'opinione comune dei naturalisti, che cioè esse discendono tutte dal colombo torraio (*Columba livia*), comprendendo in questo termine diverse razze geografiche, o sottospecie, che differiscono fra loro per caratteri di pochissima importanza. Esporrò qui brevemente alcune delle ragioni che mi hanno portato a questa convinzione, poiché si tratta di argomenti applicabili in una certa misura anche ad altri casi. Se le varie razze non fossero varietà e non derivassero dal colombo torraio, esse dovrebbero aver avuto origine da almeno sette o otto ceppi selvatici, poiché sarebbe impossibile produrre le attuali razze domestiche con l'incrocio di un numero inferiore a questo; per esempio, come si potrebbe produrre un gozzuto dall'incrocio di due razze, a meno che una delle razze madri non possedesse un gozzo enorme? E questi ipotetici ceppi originari dovrebbero essere stati tutti torraioli, cioè specie che non si accoppiano né si appollaiano volentieri sugli alberi. Ma oltre alla *Columba livia* e alle sue sottospecie geografiche, si conoscono soltanto due o tre specie di torraioli, le quali

non hanno alcun carattere in comune con le razze domestiche. Queste ipotetiche specie primitive, dunque, o dovrebbero esistere ancora nei paesi in cui vennero originariamente addomesticate, e in questo caso sarebbero sfuggite all'osservazione degli ornitologi (ciò che, considerando le loro dimensioni, abitudini e caratteri, sembra improbabile), o dovrebbero essersi estinte allo stato selvatico. È difficile però sterminare uccelli che nidificano sui precipizi e sono buoni volatori; e il comune torraiole, che ha le stesse abitudini delle razze domestiche, non è stato sterminato nemmeno in molte delle più piccole isole della Gran Bretagna o sulle coste del Mediterraneo. Sembra dunque molto azzardato supporre che un così grande numero di specie con abitudini simili a quelle del torraiole siano state sterminate. Inoltre, le diverse razze domestiche sopra menzionate sono state portate in tutte le parti del mondo, e perciò alcune si sono ritrovate nei loro paesi di origine; tuttavia, nessuna di esse è ritornata allo stato selvatico, sebbene il colombo da colombaia – che è un torraiole molto lievemente modificato – sia diventato selvatico in diversi luoghi. Infine, tutte le recenti esperienze mostrano come sia difficile far riprodurre liberamente un animale selvatico in cattività; tuttavia, secondo l'ipotesi dell'origine multipla dei nostri colombi, bisognerebbe ammettere che almeno sette o otto specie fossero state completamente addomesticate dall'uomo semicivile dei tempi antichi, per poter essere diventate completamente prolifiche in cattività.

Un argomento di grande importanza, e applicabile a diversi altri casi, è che le razze sopra descritte, sebbene siano abbastanza simili al torraiole selvatico per costituzione, abitudini, voce, colore e per quasi tutti gli elementi della loro struttura, presentano tuttavia grandi anomalie rispetto ad altri elementi; in tutta la grande famiglia dei columbidi cercheremmo invano un becco come quelli del viaggiatore inglese, del capitombolante a faccia corta, o del barbo; o penne rovesciate come quelle del giacobino; o un gozzo come quello del gozzuto; o penne della coda come quelle del pavoncello. Bisognerebbe dunque ammettere non solo che l'uomo semicivile fosse riuscito ad addomesticare perfettamente molte specie, ma che egli, intenzionalmente o per caso, avesse scelto specie straordinariamente anomale e, inoltre, che tutte queste specie si siano successivamente estinte o siano attualmente sconosciute. Ma circostanze così straordinarie sono sommamente improbabili.

Meritano di essere considerati alcuni fatti relativi al colore dei colombi. Il torraiole è blu ardesia, con la groppa bianca, ma la sua sotto-

BOLLATI BORINGHIERI

specie indiana, la *Columba intermedia* di Strickland, ha la groppa bluastra. La coda ha una striscia terminale scura con le penne laterali orlate di bianco alla base. Le ali hanno due strisce scure. Alcune razze semi-domestiche e altre completamente selvatiche, oltre ad avere le due strisce scure, hanno le ali variegata di nero. Questi caratteri non si presentano insieme in alcun'altra specie della famiglia. Ora, in tutti i colombi domestici di razza pura, tutti questi segni, perfino l'orlo bianco delle piume esterne della coda, si trovano talvolta riuniti e perfettamente sviluppati. Inoltre, quando s'incrociano colombi di due o più razze distinte, nessuna delle quali sia di colore blu, né abbia alcuna delle suddette macchie, gli ibridi dimostrano una particolare tendenza ad acquistare repentinamente questi caratteri. Ecco uno dei tanti esempi tratti dalle mie osservazioni: ho incrociato alcuni pavoncelli bianchi di razza pura con alcuni barbi neri (le varietà blu di barbo sono così rare che non ne ho mai visto uno in Inghilterra); la discendenza di questo incrocio era costituita da individui neri, marroni, e macchiati. Ho incrociato anche un barbo con uno spot, che è un colombo bianco con la coda rossa e una macchia rossa sulla fronte, e che nel corso delle generazioni si conserva notoriamente molto puro: gli ibridi di quest'incrocio erano scuri e macchiati. Ho incrociato inoltre un ibrido di barbo-pavoncello con un ibrido di barbo-spot, e ne ho ottenuto un colombo di un magnifico colore blu con la groppa bianca, le ali provviste di una doppia striscia nera, e le penne esterne della coda con fasce nere e orlate di bianco, come nei torraioli selvatici! Possiamo interpretare questi fatti secondo il principio ben noto della reversione ai caratteri degli avi, se si ammette che tutte le razze domestiche discendano dal torraiolo. Ma, se si volesse negare tale origine, sarebbe necessario fare una delle due seguenti ipotesi, entrambe molto improbabili: si dovrebbe ammettere, cioè, che tutti i diversi ipotetici tipi originari fossero colorati e macchiati come il torraiolo, sebbene nessun'altra specie esistente sia ugualmente colorata e macchiata, e che perciò in ogni razza distinta esista una tendenza al ritorno verso gli stessi colori e macchie; o che ogni razza, anche la più pura, si sia incrociata con il torraiolo per una dozzina o al massimo una ventina di generazioni (dico dodici o venti, perché non si conosce alcun esempio di ibridi che siano ritornati ai caratteri di un loro avo di sangue diverso, che risalisse a un numero superiore di generazioni precedenti). In una razza incrociata una sola volta con un'altra razza la tendenza alla reversione a uno dei caratteri derivati da tale incrocio si ridurrà naturalmente sempre più, poiché in ogni generazione successiva si avrà

BOLLATI BORINGHIERI

sempre minore quantità di sangue eterogeneo; ma quando non v'è stato incrocio e la razza ha tendenza a ricuperare un carattere perduto da una generazione precedente, questa tendenza, per quanto si può constatare, può trasmettersi senza affievolirsi per un numero indeterminato di generazioni. Questi due differenti casi di reversione sono stati spesso confusi l'uno con l'altro negli scritti sull'ereditarietà.

Infine, come ho potuto constatare personalmente sulle razze più diverse, gli ibridi o bastardi provenienti dall'incrocio delle varie razze di colombi sono perfettamente fecondi. Ora, non esiste praticamente alcun esempio di ibridi derivati da due distinte specie di animali che siano perfettamente fecondi. Alcuni autori credono che la prolungata domesticazione elimini questa forte tendenza delle specie alla sterilità. Probabilmente questa conclusione è esatta per quanto riguarda la storia del cane e di alcuni altri animali domestici, e per specie strettamente affini l'una all'altra; ma sarebbe molto azzardato generalizzarla fino a supporre che specie originariamente tanto distinte come oggi sono i colombi viaggiatori, i capitombolanti, i gozzuti, i pavoncelli, abbiano potuto generare individui che tra di loro siano perfettamente fecondi.

L'improbabilità che l'uomo abbia ottenuto in passato che sette o otto specie di colombi si riproducessero liberamente allo stato domestico; il fatto che queste specie ipotetiche siano completamente sconosciute allo stato selvatico e non siano ridiventate tali in alcun luogo; il fatto che queste specie presentino certi caratteri veramente anormali se confrontate con tutti gli altri columbidi, pur essendo per molti elementi così simili al torraiole; la ricomparsa occasionale del colore azzurro e delle diverse macchie nere in tutte le razze, sia pure incrociate; e, infine, la perfetta fecondità della discendenza degli ibridi: tutte queste ragioni ci spingono a concludere con certezza che tutte le razze domestiche discendono dal torraiole o *Columba livia* con le sue sottospecie geografiche.

A conferma di questa opinione posso aggiungere, in primo luogo, che la *Columba livia* si è dimostrata facilmente suscettibile di domesticazione in Europa e in India, e che è simile nelle abitudini e in numerosi caratteri strutturali a tutte le razze domestiche. In secondo luogo, sebbene il viaggiatore inglese o il capitombolante a faccia corta differiscano enormemente per certi caratteri dal piccione torraiole, confrontando le diverse sottorazze di queste due varietà, e soprattutto quelle importate da paesi lontani, si può ricostruire fra esse e il torraiole una

BOLLATI BORINGHIERI

serie quasi perfetta: ciò che possiamo fare anche in alcuni altri casi, ma non con tutte le razze. In terzo luogo, i principali caratteri distintivi di ogni razza, per esempio i bargigli, la lunghezza del becco del viaggiatore, la brevità di quello del capitombolante, il numero delle penne caudali del pavoncello, sono variabilissimi: la spiegazione di questo fatto sarà evidente quando parleremo della selezione.

In quarto luogo, i colombi sono stati osservati e assistiti con la massima cura e interessamento da molte persone. Sono stati addomesticati per migliaia di anni in diverse parti del mondo: la più antica notizia storica relativa ai colombi risale alla quinta dinastia egiziana, circa tremila anni avanti Cristo, come mi ha riferito il professor Lepsius; ma d'altra parte il signor Birch m'informa che i colombi sono nominati in una lista di vivande della dinastia precedente. Al tempo dei romani, secondo Plinio, erano venduti a prezzi molto alti; «i romani erano arrivati perfino a tener conto della loro genealogia e della loro razza». In India, intorno al 1600, troviamo i colombi molto valorizzati da Abker Khan; alla sua corte, se ne tenevano infatti non meno di ventimila. Lo storico di corte scrive: «I monarchi dell'Iran e del Turan gli inviarono alcuni uccelli assai rari»; e continua: «Sua maestà ha migliorato straordinariamente le razze, incrociandole: metodo mai prima praticato». Verso quell'epoca, anche gli olandesi si interessarono ai colombi, così come avevano fatto gli antichi romani. Quando giungerò a trattare della selezione, diventerà evidente la straordinaria importanza di queste considerazioni per spiegare l'enorme somma di variazioni subite dai colombi. Vedremo allora perché certe razze abbiano così spesso caratteri mostruosi. Una circostanza delle più favorevoli per la produzione di razze distinte è che il colombo maschio e la femmina fanno di solito coppia per tutta la vita, e così si possono tenere diverse razze insieme nella stessa uccelliera.

Ho discusso con una certa ampiezza, sebbene in misura ancora insufficiente, la probabile origine dei colombi domestici, perché, quando cominciai ad allevare colombi e a osservarne i diversi tipi, e vidi con quale costanza le varie razze si riproducevano, trovai grande difficoltà ad ammettere che fin dall'epoca della loro domesticazione avessero tutti avuto origine da un progenitore comune: conclusione a cui invece potrebbe giungere qualunque naturalista nei confronti delle numerose specie di fringuelli o di altri gruppi di uccelli che vivono allo stato naturale. Mi ha particolarmente colpito il fatto che quasi tutti gli allevatori dei vari animali domestici e i coltivatori di piante con i quali ho parla-

BOLLATI BORINGHIERI

to, o di cui ho letto i trattati, siano fermamente convinti che le diverse razze di cui si sono occupati derivino da altrettante specie originariamente distinte. Domandate, come ho fatto io, a un celebre allevatore di buoi della razza Hereford se il suo bestiame non discenda per caso dalla razza *long-horns*, o se tutte e due non discendano da un ceppo originario comune, ed egli riderà di voi. Non ho mai incontrato un allevatore di colombi, di anatre o di conigli che non fosse assolutamente convinto del fatto che ogni razza principale deriva da una specie distinta. Van Mons, nel suo trattato sulle pere e le mele, respinge categoricamente l'opinione che le diverse qualità, ad esempio una mela Ribston-pippin o una mela Codlin, possano derivare da semi dello stesso albero. Si potrebbero fornire altri innumerevoli esempi. La spiegazione di questi fatti mi par molto semplice; gli allevatori, impressionati fortemente dalla costante osservazione delle differenze esistenti fra le razze, pur sapendo che ogni razza varia leggermente – infatti vincono i premi proprio selezionando queste piccole differenze – ignorano tuttavia gli argomenti generali e rifiutano di tener conto delle lievi differenze accumulate durante un lungo periodo di generazioni successive. E quei naturalisti che, pur sapendo molto meno degli allevatori sulle leggi dell'eredità e non sapendone di più sui legami intermedi che connettono tra loro le lunghe serie genealogiche, ammettono tuttavia che molte delle nostre razze domestiche hanno la stessa origine, non potrebbero imparare una lezione di prudenza, quando deridono l'idea che le specie allo stato naturale possano discendere in linea diretta da altre specie?

Principi di selezione praticati da tempi remoti, e loro effetti

Consideriamo ora brevemente i gradini attraverso i quali si sono formate le razze domestiche, sia da una sola sia da più specie affini. Un certo effetto può essere attribuito all'azione diretta e definita delle condizioni esterne di vita, e un certo effetto all'abitudine; ma sarebbe troppo azzardato voler spiegare con queste cause le differenze fra il cavallo da tiro e quello da corsa, fra il levriero e il bracco, fra il colombo viaggiatore e il capitombolante. Una delle caratteristiche più notevoli delle nostre razze domestiche è il loro adattamento in funzione non già del benessere dell'animale o della pianta, ma del vantaggio o del capriccio dell'uomo. Alcune variazioni utili all'uomo, probabilmente,

BOLLATI BORINGHIERI

si sono prodotte all'improvviso, in una sola volta; ad esempio, molti botanici credono che il cardo dei lanaioli, con i suoi uncini superiori a qualsiasi congegno meccanico, sia soltanto una varietà del *Dipsacus* selvatico; e la trasformazione può essere avvenuta tutta in una volta in una pianta giovane. Lo stesso è probabilmente accaduto nel caso del cane usato in Inghilterra per girare lo spiedo, e sappiamo che questo è il caso della pecora Ancon. Ma se confrontiamo il cavallo da tiro con quello da corsa, il dromedario con il cammello, e le diverse razze di pecore adatte alle pianure coltivate o ai pascoli di montagna, i cui diversi tipi di lana servono a usi diversi; se confrontiamo le molte razze di cani, ciascuna delle quali è utile all'uomo in diverso modo; se confrontiamo il gallo combattente, così ostinato nella zuffa, con altre specie tanto pacifiche, con altre che depongono continuamente uova senza mai covarle, e con il gallo Bantam così piccolo ed elegante; se confrontiamo la legione delle piante agricole e alimentari, da frutto e da giardino, piante che nella grande maggioranza sono utili all'uomo nelle diverse stagioni e per usi diversi, o così gradevoli ai suoi occhi, dobbiamo, io credo, cercare qualcosa di più della semplice variabilità. Non è possibile pensare che tutte queste varietà si siano improvvisamente formate così perfette e utili come oggi le vediamo; e ci risulta, infatti, che in molti casi non è stata questa la loro storia. La chiave del problema sta nel potere dell'uomo di operare una selezione accumulativa: la natura fornisce variazioni successive, e l'uomo le accumula nelle direzioni che gli sono utili. In questo senso si può dire che egli si è fabbricato le razze che gli sono vantaggiose.

Il grande valore di questo principio di selezione non è ipotetico. È certo che molti dei nostri celebri allevatori hanno, perfino nel corso della vita di un solo uomo, modificato largamente le loro razze di bovini e di pecore. Per poter capire completamente quello che hanno fatto, sarebbe necessario leggere alcuni dei numerosi trattati dedicati a questo argomento e vedere gli animali. Gli allevatori parlano abitualmente dell'organismo di un animale come di qualcosa di plastico, che essi possono modellare quasi a loro piacere. Se disponessi di maggiore spazio potrei citare, a questo proposito, numerosi passi di persone molto autorevoli in questo campo. Youatt, che conosceva il lavoro degli agricoltori forse meglio di chiunque altro, ed era egli stesso un eccellente giudice in fatto di animali, parla del principio della selezione come di ciò «che permette all'agricoltore, non solo di modificare il carattere del suo gregge, ma di trasformarlo completamente. È la bacchetta magica

BOLLATI BORINGHIERI

per mezzo della quale egli può chiamare in vita qualsiasi forma e modello desiderati». Lord Somerville, parlando di ciò che hanno fatto gli allevatori di pecore, dice: «Sembrirebbe quasi che avessero disegnato con il gesso, sulla parete, una forma perfetta, e che poi le avessero dato vita». In Sassonia l'importanza del principio selettivo, per ciò che riguarda le pecore *merinos*, è talmente riconosciuta che ne è sorto un lavoro regolare: le pecore vengono stese sopra una tavola e studiate, come farebbe un intenditore con un quadro; questo avviene tre volte a intervalli di alcuni mesi, e ogni volta l'animale è segnato e classificato, così che alla fine soltanto i soggetti migliori sono scelti per la riproduzione.

Il risultato effettivamente ottenuto dagli allevatori inglesi è provato dall'altissimo prezzo degli animali che hanno un buon pedigree; e questi sono stati esportati in quasi ogni parte del mondo. Generalmente il miglioramento non è dovuto affatto all'incrocio di razze differenti; tutti i migliori allevatori si oppongono recisamente a questa pratica, che adottano talvolta solo per sottorazze molto affini. Inoltre, quando un incrocio è stato effettuato si rende necessaria una selezione ancor più severa che nei casi ordinari. Se la selezione consistesse solamente nel separare qualche varietà nettamente differenziata e farla riprodurre, il principio sarebbe di tale evidenza che non metterebbe conto discuterlo. Ma la sua importanza consiste nel grande effetto prodotto dall'accumularsi in una sola direzione, nel corso delle generazioni, di differenze assolutamente inapprezzabili per occhi inesperti, differenze che io stesso ho tentato invano di scoprire. Non c'è nemmeno un uomo su mille che possieda il colpo d'occhio e la sicurezza di giudizio necessari per diventare un bravo allevatore. Chi sia dotato di tali qualità, e studi la materia per anni, e le dedichi tutta la vita con indomabile perseveranza, avrà successo e potrà fare grandi progressi; ma se gli mancherà una qualunque di queste qualità, fallirà certamente il suo scopo. Pochi hanno una giusta idea delle capacità naturali e della lunga pratica necessarie per formare un abile allevatore, anche solo di colombe.

Gli stessi principi sono seguiti dagli orticoltori; spesso però in questo campo le variazioni sono più improvvise. Nessuno suppone che i nostri prodotti più raffinati siano stati il risultato di una sola variazione del ceppo originale. Abbiamo le prove che così non è stato in parecchi altri casi dei quali abbiamo esatte notizie storiche: possiamo ricordare, per fare un esempio molto banale, il costante aumento di dimensioni della comune uva spina. Così pure possiamo constatare un progresso

BOLLATI BORINGHIERI

sorprendente in molte piante da fiori, se confrontiamo i fiori attuali con i disegni fatti soltanto venti o trent'anni fa. Quando una razza di piante si è sufficientemente stabilizzata, i coltivatori non scelgono più le piante migliori, ma si limitano a controllare i loro semenzai e ad estirpare quelle «cattive», cioè quelle piante che deviano dal tipo normale. Anche con gli animali si usa questo tipo di selezione; giacché difficilmente si troverà un allevatore tanto negligente da permettere la riproduzione dei suoi animali peggiori.

Ritornando alle piante, esiste un altro metodo per osservare gli effetti accumulati della selezione, cioè quello di confrontare, nei giardini, la diversità dei fiori delle varietà differenti di una stessa specie; negli orti, la diversità delle foglie, dei baccelli, dei tuberi o di qualsiasi parte abbia importanza, in rapporto coi fiori delle stesse varietà; e nei frutteti, la diversità dei frutti della stessa specie in rapporto con le foglie e i fiori dello stesso gruppo di varietà. Osserviamo come sono diverse le foglie del cavolo, e come sono simili i suoi fiori; come sono diversi i fiori della viola del pensiero e come sono simili le sue foglie; come il frutto delle diverse qualità di uva spina varia nelle dimensioni, nel colore, nella forma e nel grado di villosità, mentre i fiori presentano solo differenze lievissime. Ciò non significa che le varietà molto diverse in qualche punto non presentino alcuna differenza in altri punti: questo non accade quasi mai, e forse mai, secondo quanto posso affermare in seguito a minuziose osservazioni. La legge della variazione correlata, di cui non dobbiamo mai trascurare l'importanza, determinerà sempre qualche differenza; ma non vi è dubbio, come regola generale, che la continua selezione di lievi variazioni, sia nelle foglie, sia nei fiori, sia nei frutti, produrrà razze che differiscono fra loro soprattutto in questi organi.

Si potrebbe obiettare che il principio della selezione è stato messo metodicamente in pratica da non più di tre quarti di secolo; in effetti, solo in tempi recenti si è dedicato maggior interesse all'argomento, sono stati pubblicati molti trattati, e, in corrispondenza di ciò, il risultato è stato proporzionatamente rapido e importante. Ma d'altra parte non è affatto vero che il principio stesso sia una scoperta moderna. Potrei citare opere molto antiche in cui già ne era riconosciuta tutta l'importanza. Durante i periodi barbarici e primitivi della storia d'Inghilterra si importavano spesso animali scelti, e la loro esportazione era vietata da apposite leggi; era obbligatoria la distruzione dei cavalli al di sotto di una determinata misura, provvedimento che può considerarsi

BOLLATI BORINGHIERI

analogo all'eliminazione delle piante «cattive» dai vivai. In un'antica enciclopedia cinese ho trovato una chiara formulazione del principio della selezione. Alcuni classici latini stabiliscono regole precise in materia. Da alcuni passi della *Genesi* risulta chiaro che già in quel lontano periodo si prestava attenzione al colore degli animali domestici. Attualmente i selvaggi incrociano talvolta i loro cani con cani selvatici per migliorare la razza, e lo facevano anche in passato, come si ricava da certi passi di Plinio. I selvaggi dell'Africa meridionale accoppiano i loro bovini da tiro in base al colore, e lo stesso fanno alcuni esquimesi per i loro tiri di cani. Livingstone riferisce che anche i neri dell'interno dell'Africa, che non hanno alcun rapporto con gli europei, valorizzano considerevolmente le buone razze di animali domestici. Alcuni di questi fatti non dimostrano chiaramente l'esistenza di una vera e propria selezione, ma dimostrano che già nei tempi antichi l'allevamento degli animali domestici fu praticato con cura, ed è attualmente praticato anche dai popoli più selvaggi. Sarebbe infatti veramente strano se non si fosse posta molta attenzione nell'allevamento, dato che l'ereditarietà delle caratteristiche buone e cattive è così evidente.

Selezione inconscia

Attualmente i buoni allevatori cercano di ottenere una nuova discendenza o sottorazza, superiore a tutte quelle esistenti nel paese, per mezzo di una selezione metodica diretta verso uno scopo determinato. Ma per noi è molto più importante un altro tipo di selezione, che possiamo chiamare inconscia, e che deriva dal desiderio di ciascuno di possedere e moltiplicare i migliori individui di ogni specie. Così, un uomo che desidera allevare dei cani pointer cerca naturalmente di procurarsi i migliori individui, e di ottenere la discendenza dai più perfetti di essi, pur senza avere l'intenzione di cambiare la razza in modo permanente. Tuttavia possiamo ritenere che tale processo, continuato nel corso dei secoli, finirebbe per modificare e migliorare qualsiasi razza, così come Bakewell, Collins ecc., con l'impiego sistematico di questo metodo e per la sola durata della loro vita, hanno modificato considerevolmente le forme e le qualità del loro bestiame. I cambiamenti lenti e insensibili di questo tipo potranno essere valutati soltanto se fin dal principio si saranno prese misure esatte ed eseguiti disegni accurati in base ai quali poter

BOLLATI BORINGHIERI

fare i confronti. In alcuni casi, però, è possibile trovare individui della stessa razza o poco o per nulla modificati; e questo avviene nelle regioni meno incivilite, dove il miglioramento della razza primitiva è stato solo di poco conto. Abbiamo sufficienti motivi per ritenere che lo spaniel di re Carlo sia stato inconsciamente, ma profondamente modificato, nel periodo che va dall'epoca di questo monarca a oggi. Persone molto competenti sono convinte che il setter inglese derivi direttamente dallo spaniel, e che, probabilmente, si sia differenziato attraverso lente modificazioni. Sappiamo che il pointer inglese ha variato notevolmente nell'ultimo secolo, e si ritiene che la causa principale di questo cambiamento sia dovuta agli incroci con il foxhound: ma ciò che ci interessa è che il cambiamento si è effettuato inconsciamente, gradatamente, e tuttavia così efficacemente che, sebbene il vecchio pointer spagnolo provenga certamente dalla Spagna, il signor Borrow mi ha assicurato di non aver visto in quel paese un solo cane indigeno simile all'attuale pointer inglese.

Con lo stesso processo di selezione e con un allenamento accurato i cavalli da corsa inglesi sono arrivati a superare in velocità e statura i cavalli arabi da cui discendono, tanto che questi ultimi, secondo i regolamenti delle corse di Goodwood, vengono favoriti con carichi di peso minore. Lord Spencer e altri hanno dimostrato che il bestiame bovino d'Inghilterra è migliorato nel peso e nella precocità in confronto a quello che si allevava anticamente. Se si paragonano le notizie fornite dai vecchi trattati sui colombi viaggiatori e capitombolanti di un tempo con lo stato attuale di queste razze in Gran Bretagna, India e Persia, si possono seguire tutti gli stadi attraverso i quali le razze sono insensibilmente passate, prima di diventare così profondamente diverse dal colombo torraio.

Youatt fornisce un ottimo esempio degli effetti di una selezione continuata, che può essere considerata inconscia per il fatto che gli allevatori non potevano immaginare o desiderare i risultati ottenuti: la produzione, cioè, di due razze ben distinte. I due tipi di pecore Leicester allevati da Buckley e Burgess, secondo quanto nota Youatt, «sono stati allevati senza mai fare incroci, partendo dal ceppo originario di Bakewell, per oltre cinquant'anni. Nessuno che si intenda della materia potrebbe sospettare che il proprietario dell'uno o dell'altro tipo abbia mai voluto deviare dal puro sangue del gregge di Bakewell, e tuttavia la differenza fra le pecore possedute da Burgess e Buckley è tanto grande che esse hanno tutto l'aspetto di varietà completamente diverse».

BOLLATI BORINGHIERI

Anche supponendo che esistano selvaggi così primitivi da non preoccuparsi di modificare i caratteri ereditari dei loro animali domestici, essi avranno avuto almeno qualche animale particolarmente utile per certi usi speciali, e lo avranno conservato con cura durante le carestie o gli altri flagelli ai quali i selvaggi sono tanto esposti. Questi animali, scelti fra gli altri, avranno in tal caso lasciato maggiore discendenza di quelli meno pregiati, e così sarà stata eseguita una sorta di selezione inconscia. È ben noto il valore che i selvaggi della Terra del Fuoco attribuiscono ai loro animali domestici; essi, infatti, nei tempi di carestia, arrivano a uccidere e divorare le loro vecchie donne, che considerano di minor valore che non i propri cani.

Lo stesso graduale processo di miglioramento ha luogo nelle piante, con la conservazione occasionale degli individui migliori, siano o non siano tanto differenziati da essere considerati a un primo sguardo come varietà diverse, siano o non siano derivati da due o più specie o razze attraverso l'incrocio. Questo processo si può riconoscere chiaramente nell'aumento di dimensioni e nella maggiore bellezza delle attuali varietà della viola del pensiero, della rosa, del pelargonio, della dalia e di altre piante in confronto con le varietà più antiche o i ceppi originari. Nessuno potrebbe mai aspettarsi di ottenere una viola del pensiero o una dalia della migliore specie dal seme di una pianta selvatica, né di ottenere una pera fondente di prima qualità dal seme di una pera selvatica; benché ciò potrebbe accadere adoperando semente inferiore cresciuta allo stato selvatico ma proveniente da una pianta coltivata. Secondo la descrizione di Plinio, la pera, pur essendo già coltivata a quei tempi, pare fosse un frutto di qualità molto scadente. Nelle opere di orticoltura è espressa grande sorpresa per gli splendidi risultati ottenuti dai giardinieri con materiali di scarsa qualità; tuttavia il processo è stato semplice ed è stato eseguito in maniera quasi inconscia, fino al risultato finale. Esso consisteva nel coltivare sempre le migliori varietà conosciute, seminarle e, non appena compariva una varietà lievemente superiore, selezionarla, e così di seguito. Gli antichi giardinieri, che pure coltivavano le migliori pere che potevano procurarsi, non avrebbero mai immaginato quali eccellenti frutti noi avremmo mangiato un giorno; e tuttavia noi dobbiamo questi frutti, almeno in parte, al loro lavoro di scelta e coltivazione delle migliori varietà che allora si potessero trovare.

Tutti questi cambiamenti, lentamente ed inconsciamente accumulati, spiegano, io credo, il fatto ben noto che, in gran numero di casi, non

BOLLATI BORINGHIERI

è possibile riconoscere, e perciò non conosciamo, i ceppi originali selvatici di piante coltivate fin da epoca remota nei nostri orti e giardini. Se, per migliorare o modificare la maggior parte delle nostre piante sino alla loro presente condizione di utilità, furono necessarie centinaia o migliaia di anni, è facile capire perché né l'Australia, né il Capo di Buona Speranza, né alcuna altra regione abitata da uomini non ancora civili, ci abbiano dato una sola pianta degna di essere coltivata. Ciò non significa che questi paesi tanto ricchi di specie non posseggano per uno strano caso i ceppi originali di molte piante utili, ma che le piante indigene non sono state migliorate dalla continua selezione sino a un grado di perfezione paragonabile a quello raggiunto dalle piante dei paesi di civiltà più antica.

A proposito degli animali domestici allevati dai popoli primitivi, non si deve dimenticare che essi quasi sempre, o almeno durante certe stagioni, debbono lottare per procurarsi il cibo. E, dati due paesi molto differenti, individui della stessa specie che presentino piccole differenze di costituzione o struttura spesso vivrebbero meglio in un paese piuttosto che nell'altro; così attraverso il processo della «selezione naturale», come sarà in seguito più completamente spiegato, potranno formarsi due sottorazze. Ciò spiega forse in parte il fatto che le varietà dei paesi abitati dai popoli primitivi, com'è stato segnalato da vari autori, hanno il carattere di vere specie più di quelle dei paesi abitati dall'uomo civile.

In base all'opinione qui espressa sull'importanza della selezione da parte dell'uomo, risulta senz'altro chiaro perché le nostre razze domestiche si mostrino così idonee, per struttura e abitudini, ai bisogni o ai capricci dell'uomo. Inoltre, possiamo anche comprendere meglio la frequenza di caratteri anormali, come pure le grandi differenze dei caratteri esterni in relazione alle lievi differenze degli organi interni. L'uomo può difficilmente selezionare variazioni strutturali non visibili, interne, e infatti raramente se ne cura. Egli può applicare la selezione solo partendo da variazioni, sia pur piccole, che la natura inizialmente gli fornisce. Nessuno avrebbe mai cercato di produrre un colombo pavoncello se non avesse notato un colombo con la coda sviluppata in modo insolito, né avrebbe pensato al colombo gozzuto se non avesse visto un colombo col gozzo di dimensioni non comuni; e più un carattere appare anormale o eccezionale, più facilmente esso attira l'attenzione dell'uomo. Ma io sono convinto che, nella maggioranza dei casi, un'espressione come: cercare di produrre un colombo pavoncello è assolutamente inesatta. L'uo-

BOLLATI BORINGHIERI

mo che per primo scelse un colombo con la coda leggermente più sviluppata non avrebbe mai potuto prevedere come quel colombo sarebbe diventato attraverso una selezione continuata, in parte inconscia, e in parte metodica. Forse il colombo progenitore di tutti i pavoncelli aveva soltanto quattordici timoniere un poco espanse, come l'attuale pavoncello di Giava, o come gli individui di altre razze nei quali si sono contate fino a diciassette timoniere. Forse il primo colombo gozzuto non gonfiava il gozzo più di quanto non faccia attualmente il turbit quando dilata la parte superiore dell'esofago, abitudine a cui gli allevatori non prestano attenzione come se non fosse uno dei caratteri della razza.

Non si creda però che le deviazioni della struttura debbano essere necessariamente accentuate per attirare l'attenzione dell'amatore: egli percepisce differenze minime; ed è proprio della natura umana l'apprezzare qualsiasi novità, anche minima, che si manifesti nelle cose che possediamo. Né si deve giudicare il valore che in altri tempi sarebbe stato attribuito a lievi differenze negli individui della stessa specie, in base al valore che ad esse si attribuisce attualmente per le diverse razze che hanno raggiunto una buona stabilità. Si sa che nei colombi possono apparire occasionalmente variazioni leggere, ma esse vengono respinte come difetto o deviazioni dal tipo perfetto di ogni razza. L'oca comune non ha dato origine ad alcuna varietà ben definita, tanto che la razza di Tolosa e la razza comune, che differiscono soltanto per il colore, il meno costante fra tutti i caratteri, sono state di recente esposte come distinte nelle mostre di pollame.

Tutto ciò dimostra che la nostra ignoranza sulle origini e sulla storia dei nostri animali domestici è assai grande. D'altra parte, è quasi impossibile dire che una razza, come il dialetto di una lingua, abbia una sua precisa origine. Un uomo conserva e alleva la discendenza di un individuo che presenta qualche lieve modificazione strutturale, o mette più cura del solito nell'accoppiare i suoi soggetti più belli; in tal modo egli li migliora, e gli animali migliorati si propagano lentamente nelle immediate vicinanze. Essi non hanno però ancora un nome speciale, ed essendone ancora poco apprezzato il valore, la loro storia è trascurata. Quando, successivamente, per lo stesso lento e graduale processo, gli esemplari si diffonderanno maggiormente e saranno riconosciuti e apprezzati come qualcosa di particolare, riceveranno alfine probabilmente il nome di una provincia. Nei paesi semicivilizzati, dove le comunicazioni sono difficili, la diffusione di una nuova sottorazza sarà un

BOLLATI BORINGHIERI

processo più lento. Non appena i caratteri pregevoli saranno riconosciuti, il principio a cui ho dato il nome di selezione inconscia agirà accentuando lentamente i tratti caratteristici della razza, quali che essi siano, e ciò accadrà forse in certi periodi più che in altri, a seconda che le razze andranno più o meno di moda, e forse più in un territorio che in un altro, a seconda del grado di civiltà degli abitanti. Ma sarà sempre molto difficile trovar registrata la storia di variazioni così lente e irregolari da riuscire impercettibili.

Circostanze favorevoli al potere selettivo dell'uomo

Tratterò ora brevemente delle circostanze che favoriscono od ostacolano il potere selettivo dell'uomo. Esso è, naturalmente, favorito da un alto grado di variabilità, che fornisce il materiale su cui la selezione opera. Ciò non significa che le differenze individuali non siano sufficienti a consentire l'accumulo di un gran numero di modificazioni in qualsiasi direzione, qualora si operi con grande accuratezza; ma, poiché le variazioni manifestamente utili o piacevoli per l'uomo appaiono solo occasionalmente, la possibilità della loro comparsa sarà maggiore in allevamenti numerosi. Il numero è quindi un importantissimo elemento di successo. A questo riguardo, Marshall ha osservato, tempo addietro, che le pecore di alcune zone dello Yorkshire, «poiché generalmente appartengono a gente povera e sono divise in piccoli gruppi, non potranno mai essere migliorate». D'altra parte, gli orticoltori che coltivano numerosi esemplari della stessa pianta ottengono generalmente risultati molto superiori a quelli degli amatori nel produrre varietà nuove e importanti. Esemplari di animali o piante possono essere allevati in gran numero, in un paese, soltanto se esistono condizioni favorevoli alla loro riproduzione. Quando gli individui sono pochi, riescono tutti a riprodursi, qualunque sia la loro qualità, e questo impedisce la selezione. Ma la condizione più importante è, forse, che l'animale o la pianta siano apprezzati dall'uomo tanto da richiamare tutta la sua attenzione sulle deviazioni anche minime della loro qualità o struttura. Se manca questa attenzione, nulla si può ottenere. Ho sentito affermare con tutta serietà che è stata una gran fortuna che la fragola abbia cominciato a variare proprio quando i giardinieri hanno incominciato a occuparsene. Ora, non c'è dubbio che la fragola abbia sempre variato, da quando è stata coltivata; e tuttavia le sue piccole variazioni furono trascurate.

BOLLATI BORINGHIERI

Ma non appena i giardinieri scelsero le piante con frutti più precoci e più gustosi, e di dimensioni lievemente più grandi, ne piantarono i semi, e ne trassero poi le piante migliori per la riproduzione, allora (aiutandosi anche con l'incrocio tra specie diverse) ottennero quelle mirabili e numerose varietà di fragole che sono apparse negli ultimi cinquant'anni.

Quanto agli animali, la facilità con cui si possono impedire gli incroci è un elemento importante per la formazione di nuove razze, almeno nei paesi in cui già esistono altre razze. L'isolamento ha una notevole influenza su questi processi. I selvaggi nomadi, o gli abitanti di pianure aperte, raramente possiedono più di una razza della stessa specie. I colombi possono fare coppia tutta la vita, e ciò è di grande utilità per l'allevatore, il quale può così migliorare e far riprodurre molte razze in condizioni di purezza, pur tenendole nella stessa voliera. Ciò deve aver favorito moltissimo la formazione di nuove razze. I colombi, aggiungerò, si possono moltiplicare abbondantemente e con un ritmo veloce, e gli individui di qualità inferiore possono essere sacrificati senza perdita, perché vengono utilizzati come cibo. I gatti, invece, per le loro abitudini di vagabondaggio notturno, non possono essere facilmente controllati e, quantunque siano molto apprezzati dalle donne e dai bambini, è assai raro che una razza distinta si conservi a lungo. Le razze che ci accade talvolta di ammirare sono quasi sempre importate da un altro paese. Non metto in dubbio che alcuni animali domestici varino meno di altri, tuttavia la rarità o l'assenza di razze distinte nel gatto, nell'asino, nel pavone, nell'oca ecc. può essere attribuita soprattutto alla mancanza di selezione: nei gatti, per la difficoltà di appaiarli; nei somari, perché questi animali si trovano solitamente presso gente povera, che poco si cura della loro riproduzione: infatti, in alcune parti della Spagna e degli Stati Uniti, gli asini sono stati notevolmente modificati e migliorati con una accurata selezione; nei pavoni, perché sono molto difficili da allevare e non si trovano in grandi gruppi; nelle oche, per il fatto che esse interessano solo per il valore della carne e delle penne e, soprattutto, perché non fu mai sentito il desiderio di allevare ed esibire nuove razze. Tuttavia l'oca, nelle condizioni a cui è esposta in domesticazione, sembra avere un'organizzazione singolarmente rigida, pur avendo subito qualche leggera variazione, come ho dimostrato altrove. Da alcuni autori è stato affermato che i nostri prodotti domestici raggiungono ben presto il limite delle loro possibilità di variazione, limite che non può mai essere superato in seguito. A me

BOLLATI BORINGHIERI

sembra piuttosto azzardato asserire che questo limite è stato sempre raggiunto, in ogni caso, giacché quasi tutti i nostri animali e piante sono migliorati molto e in molti modi, nei periodi più recenti, e ciò implica variazione. E mi sembra ugualmente azzardato asserire che quei caratteri che hanno oggi raggiunto il loro limite massimo di variabilità non possano, dopo essere rimasti fissi per molti secoli, ritornare a variare in nuove condizioni di vita. Senza dubbio, come Wallace ha ragionevolmente osservato, un limite verrà alfine raggiunto; per esempio, ci deve essere un limite alla velocità di ogni animale terrestre, che sarà determinato dall'attrito, dal peso del corpo e dal potere di contrazione delle fibre muscolari. Ma qui ci interessa solo stabilire che le varietà domestiche della stessa specie differiscono tra di loro in misura maggiore delle diverse specie dello stesso genere, per quasi tutti quei caratteri che hanno interessato l'uomo e che l'uomo ha selezionato. Isidore Geoffroy Saint-Hilaire lo ha dimostrato per ciò che riguarda le dimensioni; lo stesso vale per il colore e, probabilmente, per la lunghezza del pelo. Quanto alla velocità, che dipende da numerosi caratteri fisici, Eclipse era molto più veloce – e un cavallo da tiro è incomparabilmente più forte – di qualsiasi altro individuo di due specie naturali appartenenti al medesimo genere. Lo stesso dicasi per le piante: i semi delle diverse varietà della fava o del granoturco differiscono forse, nelle loro dimensioni, più dei semi delle diverse specie di ciascun genere delle due famiglie. La stessa osservazione può essere estesa ai frutti delle diverse varietà del susino, e più ancora ai meloni e a molti altri casi analoghi.

Riassumiamo ora quanto abbiamo detto sull'origine delle razze domestiche di animali e di piante. Il cambiamento delle condizioni di vita ha avuto la massima importanza nel determinare la variabilità, agendo sia direttamente sull'organizzazione, sia indirettamente attraverso il sistema riproduttore. Non è probabile che la variabilità sia una caratteristica necessaria e inerente, in qualunque circostanza. La maggiore o minore forza dell'eredità e della reversione decidono se le variazioni sono destinate a persistere. La variabilità è regolata da molte leggi sconosciute, la più importante delle quali è forse quella dello sviluppo correlato. Una certa influenza, non sappiamo fino a qual punto, può essere attribuita a effetti conseguenti dalle condizioni di vita. Forse una grande influenza è esercitata dall'uso e non uso delle parti. Così, il risultato finale diviene infinitamente complesso. In alcuni casi, l'incrocio di specie originariamente diverse sembra avere avuto una parte impor-

BOLLATI BORINGHIERI

tante nell'origine delle nostre razze. Quando diverse razze si sono formate in un paese, il loro incrocio occasionale, con l'aiuto della selezione, ha senza dubbio contribuito alla formazione di nuove sottorazze; ma l'importanza dell'incrocio è stata molto esagerata, sia per gli animali, sia per quelle piante che si riproducono per semi. Quanto alle piante che si riproducono temporaneamente per mezzo di innesti, gemme ecc., l'importanza dell'incrocio è immensa, perché in tal caso il coltivatore può trascurare l'estrema variabilità degli ibridi e dei bastardi e la sterilità degli ibridi; ma le piante che non si riproducono per semi hanno per noi poca importanza, perché la loro durata è solo temporanea.

L'azione accumulatrice della selezione sembra avere un potere predominante su tutte queste cause di variazione, sia quando viene esercitata metodicamente e rapidamente, sia quando viene esercitata inconsciamente e lentamente, ma con maggiore efficacia.

2.

La variazione allo stato di natura

Prima di applicare i principi cui siamo giunti nel capitolo precedente agli organismi che vivono allo stato di natura, dobbiamo brevemente discutere se questi ultimi sono soggetti a variazione. Per una trattazione adeguata di questo argomento, sarebbe necessario fornire una lunga, arida serie di fatti, cosa che mi riservo di fare in un futuro lavoro. E non discuterò nemmeno, in questa sede, delle varie definizioni del termine «specie». Nessuna di esse ha mai soddisfatto tutti i naturalisti, anche se ogni naturalista sa, più o meno, che cosa intende quando parla di specie. Generalmente il termine implica l'elemento sconosciuto di un particolare atto di creazione. Il termine «varietà» è quasi altrettanto difficile a definirsi, ma in esso è generalmente implicita l'idea di una discendenza comune, anche se è raramente dimostrabile. Vi sono, inoltre, le cosiddette mostruosità, che però si avvicinano gradatamente alle varietà. Per mostruosità ritengo che si vogliano intendere certe notevoli deviazioni dalla struttura normale, di solito nocive o per lo meno non utili alla specie. Alcuni autori adoperano il termine «variazione» in un senso tecnico, cioè per indicare una modificazione dovuta direttamente alle condizioni fisiche della vita; le variazioni intese in questo senso non sono ritenute ereditarie; ma chi può dire che il nanismo delle conchiglie delle acque salmastre del Baltico o delle piante delle cime alpine, o l'infoltimento della pelliccia di un animale delle regioni polari, non potrebbe in qualche caso essere trasmesso ereditariamente, almeno per alcune generazioni? E io credo che, in questo caso, le forme suddette sarebbero chiamate varietà.

È dubbio se deviazioni improvvise e notevoli della struttura, come quelle che compaiono talvolta nelle razze domestiche, soprattutto tra le piante, si propaghino stabilmente allo stato di natura. Quasi tutte le parti degli esseri organizzati sono così meravigliosamente adattate alle loro

BOLLATI BORINGHIERI

complesse condizioni di vita, che non appare probabile che ciascuna di esse possa essersi improvvisamente prodotta già nella sua forma perfetta, così come non appare probabile che una macchina complessa possa essere inventata dall'uomo già nella sua forma perfetta. Negli animali domestici si producono, talvolta, mostruosità analoghe alle conformazioni normali di animali selvatici del tutto diversi. Talvolta, per esempio, nascono maiali forniti di una sorta di proboscide. Se qualche specie selvatica dello stesso genere possedesse naturalmente una proboscide, si potrebbe sostenere che questa sia comparsa come una mostruosità; ma, pur avendo eseguito diligenti ricerche, non ho mai trovato esempi di mostruosità che assomigliassero a strutture normali di forme affini, e soltanto queste avrebbero importanza nel nostro caso. Se tali forme mostruose comparissero allo stato di natura e fossero suscettibili di trasmissione ereditaria (cosa che non sempre si verifica), la loro conservazione dipenderebbe da circostanze insolitamente favorevoli. Inoltre, nella prima e nelle successive generazioni esse si incrocerebbero con la forma ordinaria, fino a perdere quasi inevitabilmente il loro carattere anormale. Ma sull'argomento della conservazione e perpetuazione di variazioni singole e occasionali ritornerò in uno dei capitoli successivi.

Differenze individuali

Si possono chiamare differenze individuali quelle piccole differenze che compaiono nei discendenti dai medesimi genitori, o che si possano presumere tali perché appartengono alla stessa specie e convivono in una stessa e circoscritta località. Nessuno pensa che tutti gli individui della stessa specie siano proprio usciti dallo stesso stampo. Queste differenze individuali assumono per noi la massima importanza perché sono spesso ereditarie, come tutti sapranno, e perché forniscono il materiale su cui la selezione può agire, accumulandole; proprio allo stesso modo con cui l'uomo accumula, in una determinata direzione, le differenze individuali delle sue produzioni domestiche.

Queste differenze individuali riguardano generalmente organi che i naturalisti non considerano importanti; ma io potrei dimostrare, con l'esempio di una lunga serie di fatti, che parti considerate molto importanti sia dal punto di vista fisiologico, sia da quello della classificazione, variano talvolta negli individui della stessa specie. Sono convinto che il naturalista più esperto rimarrebbe sorpreso dal numero dei casi

di variabilità, anche in parti importanti della struttura, che potrebbe trovare nelle opere di autori attendibili, come ho fatto io per tanti anni. Non bisogna dimenticare che i sistematici non ammettono volentieri che esiste variabilità dei caratteri importanti, e che sono pochi i naturalisti che osservano attentamente gli organi interni (pur così importanti) e li confrontano in molti esemplari della stessa specie. Non si sarebbe mai potuto supporre che le diramazioni dei nervi principali vicini al grande ganglio centrale di un insetto potessero variare nella stessa specie; ma, al contrario, era più naturale pensare che cambiamenti di questo genere si fossero effettuati solo lentamente e per gradi. Tuttavia Sir John Lubbock ha dimostrato che questi nervi, nel *Coccus*, presentano una variabilità paragonabile alle irregolarità delle ramificazioni del tronco di un albero. Questo naturalista-filosofo ha dimostrato inoltre che i muscoli delle larve di certi insetti sono tutt'altro che uniformi. Gli autori fanno talvolta un ragionamento vizioso, quando affermano che gli organi importanti non variano mai; questi stessi autori, infatti, considerano importanti proprio le parti invariabili, come alcuni di loro hanno francamente ammesso; perciò, da questo punto di vista, non si potrà mai dare l'esempio di una variazione importante. Per contro, muovendo da qualsiasi altro criterio diverso, si possono riconoscere numerosi esempi di questo tipo.

Un fatto relativo alle differenze individuali, ed estremamente imbarazzante, si riscontra in quei generi che vengono chiamati «proteici» o «polimorfici», nei quali le specie presentano un insieme di variazioni disordinate. Difficilmente due naturalisti si troveranno d'accordo nel classificare la maggior parte di queste forme come specie o come varietà. Possiamo citare ad esempio, tra le piante, i generi *Rubus*, *Rosa*, *Hieracium*, e diversi generi di insetti e di brachiopodi fra gli animali. Nella maggior parte dei generi polimorfici alcune specie hanno caratteri fissi e definiti. I generi polimorfici di una regione sono polimorfici, con poche eccezioni, anche in altri paesi, e analogamente, a giudicare dai brachiopodi fossili, sono stati polimorfici anche in altri periodi geologici. Questi fatti lasciano molto perplessi, perché sembrano dimostrare che questo tipo di variabilità è indipendente dalle condizioni di vita. Io sono incline a credere che, almeno in alcuni di questi generi polimorfici, le variazioni osservate non siano né utili né dannose alla specie e che, per conseguenza, non vengano prese e rese stabili dalla selezione naturale, come spiegheremo più avanti.

BOLLATI BORINGHIERI

Gli individui della stessa specie presentano spesso, come è noto, grandi differenze di struttura, indipendentemente dalla variazione; come quelle fra i due sessi in molte specie animali, o, negli insetti, fra due o tre caste di femmine sterili o operaie, e fra gli stadi immaturi o larvali di molti animali inferiori. Si hanno anche casi di dimorfismo e trimorfismo, tanto negli animali quanto nelle piante. Wallace, che ha ultimamente richiamato l'attenzione su questo soggetto, ha dimostrato che le femmine di certe specie di farfalle dell'Arcipelago malese appaiono regolarmente sotto due o perfino tre forme chiaramente distinte e non collegate da varietà intermedie. Fritz Müller ha descritto casi analoghi, ma ancora più straordinari, nei maschi di certi crostacei brasiliani: per esempio, il maschio di una tanais si trova regolarmente in due forme distinte, una con chele forti e diversamente conformate, l'altra con antenne molto più ricche di peli olfattivi. Sebbene nella maggior parte di questi casi le due o tre forme di animali o di piante non siano collegate da gradazioni intermedie, si può ritenere che tale collegamento sia precedentemente esistito. Wallace, ad esempio, descrive una farfalla che, nella stessa isola, si presenta in un gran numero di varietà collegate da anelli intermedi, e i due anelli estremi della catena assomigliano molto alle due forme di una specie dimorfica diffusa in un'altra parte dell'Arcipelago malese. Anche nelle formiche le diverse caste di operaie sono di solito nettamente distinte; ma in qualche caso, come vedremo più avanti, le caste sono collegate l'una all'altra da varietà impercettibilmente graduate. Lo stesso posso dire, per averlo personalmente osservato, di alcune piante dimorfiche. A tutta prima, può sembrare molto notevole il fatto che una medesima femmina di farfalle possa essere capace di produrre contemporaneamente tre diverse forme femminili e una maschile, e che una pianta ermafrodita possa produrre in una stessa capsula tre forme ermafrodite diverse, contenenti tre forme di femmine e tre, o perfino sei, forme diverse di maschi. Tuttavia queste sono soltanto manifestazioni esterne del fenomeno comune per cui la femmina produce discendenti di due sessi, i quali talvolta possono differire tra loro in modo straordinario.

Specie dubbie

Sotto diversi aspetti, le forme per noi più importanti sono quelle che, pur avendo in notevole misura il carattere di specie, sono tanto simili ad altre forme, o così strettamente legate ad esse da gradazioni

BOLLATI BORINGHIERI

intermedie, che i naturalisti sono restii a considerarle come specie distinte. Abbiamo tutte le ragioni per credere che molte di queste forme dubbie o strettamente affini abbiano conservato costanti i loro caratteri per lungo tempo: altrettanto lungo, per ciò che ne sappiamo, quanto le specie vere e proprie. Praticamente, ogni volta che un naturalista può unire due forme qualsiasi per mezzo di altre forme dotate di caratteri intermedi, egli classifica come specie la forma più comune, o talvolta quella descritta prima, e come varietà l'altra. A volte, però, anche quando si tratta di forme strettamente collegate da anelli intermedi, si presentano casi, che non sto qui a enumerare, in cui è molto difficile decidere se una forma debba essere classificata come varietà di un'altra; e non sempre la natura di ibridi attribuita comunemente alle forme intermedie riesce ad appianare tale difficoltà. In moltissimi casi, tuttavia, una forma viene considerata come la varietà di un'altra, non perché si siano realmente trovati gli anelli intermedi, ma perché l'analogia tra le due forme induce l'osservatore a supporre che le forme intermedie debbano attualmente esistere in qualche luogo, o che siano esistite in altri tempi; e così si spalanca la porta al dubbio e alla congettura. Perciò, quando occorre decidere se una forma debba essere classificata come specie o come varietà, l'opinione dei naturalisti dotati di buona capacità di giudizio e di grande esperienza appare l'unica guida da seguire. In molti casi, tuttavia, è necessario che la decisione sia presa a maggioranza dai naturalisti, perché poche sono le varietà ben nette e riconosciute che non siano classificate come specie almeno da alcuni giudici competenti.

È indiscutibile che queste varietà di dubbia natura siano piuttosto comuni. Confrontiamo le flore della Gran Bretagna, della Francia o degli Stati Uniti, classificate da diversi botanici, e vedremo come siano numerose le forme considerate da alcuni come vere specie, da altri come semplici varietà. H. C. Watson, a cui sono legato da profonda riconoscenza per l'aiuto che mi ha sempre fornito in tutti i campi, mi ha segnalato 182 piante inglesi, generalmente considerate come varietà, ma classificate dai botanici fra le specie; nella compilazione di quest'elenco egli ha trascurato molte varietà insignificanti, che tuttavia sono state classificate come specie da alcuni botanici, e ha completamente omesso diversi generi altamente polimorfici. Nei generi, che comprendono la maggioranza delle forme polimorfiche, Babington conta 251 specie e Bentham 112 soltanto; cioè una differenza di ben 139 forme dubbie! Fra gli animali che, accoppiandosi, danno origine a un solo piccolo e che hanno una

BOLLATI BORINGHIERI

grande mobilità, le forme dubbie, cioè quelle che da alcuni zoologi sono classificate come specie e da altri come varietà, si trovano difficilmente nello stesso paese ma frequentemente in zone diverse. Quanti uccelli, quanti insetti dell'America settentrionale e dell'Europa, lievemente differenti fra di loro, sono stati classificati da qualche eminente naturalista come vere specie e da altri come varietà o, come spesso si dice, «razze geografiche». Wallace, nelle sue varie opere sui diversi animali e soprattutto sui lepidotteri che si trovano nelle isole del grande Arcipelago malese, dimostra che è possibile classificarli in quattro modi diversi, cioè: come forme variabili, come forme locali, come razze geografiche o sottospecie, e come vere specie rappresentative. Le prime, cioè le forme variabili, variano notevolmente entro i confini della stessa isola. Le forme locali sono abbastanza costanti e distinte in ciascuna isola; ma se si confrontano tra di loro tutte le forme delle diverse isole, si notano differenze così lievi e graduali da non poter essere definite o descritte, benché le forme estreme siano sufficientemente definite. Le razze geografiche o sottospecie sono forme locali perfettamente stabilizzate e isolate; ma, poiché non differiscono tra di loro per caratteri nettamente marcati e importanti, «non esiste altra prova se non l'opinione individuale per determinare quali si debbano considerare specie, e quali varietà». Infine, le specie rappresentative occupano, nell'economia naturale di ciascuna isola, lo stesso posto delle forme locali e delle sottospecie; ma, distinguendosi l'una dall'altra per un maggior numero di differenze di quello esistente fra le forme locali e le sottospecie, sono quasi universalmente considerate dai naturalisti come vere specie. È tuttavia impossibile indicare un criterio sicuro, in virtù del quale si possano individuare le forme variabili, le forme locali, le sottospecie e le specie rappresentative.

Molti anni fa, nel mettere a confronto gli uccelli delle isole Galápagos fra di loro, e con quelli del continente americano, e nell'esaminare lo stesso confronto effettuato da altri, rimasi profondamente colpito dall'incertezza e dall'arbitrarietà esistenti nella distinzione fra specie e varietà. Nelle isolette del piccolo gruppo di Madera vivono molti insetti che sono stati classificati come varietà nella mirabile opera di Wollaston, ma che molti entomologi considererebbero certamente come specie separate. Anche in Irlanda alcuni animali, oggi considerati generalmente come varietà, sono classificati come specie da alcuni zoologi. Molti esperti ornitologi considerano il gallo delle brughiere inglesi come una

BOLLATI BORINGHIERI

razza ben differenziata di una specie norvegese, mentre dalla maggior parte degli ornitologi esso è classificato con sicurezza come una specie ben definita e propria della Gran Bretagna. Se due forme dubbie vivono in regioni molto distanti, i naturalisti saranno indotti a considerarle come specie distinte; ma, è il caso di chiedersi, quale sarà la distanza sufficiente? Se la distanza esistente fra l'America e l'Europa è abbastanza grande, sarà da ritenere tale anche quella che passa fra l'Europa e le Azzorre, o Madera o le Canarie, o le varie isolette di questi piccoli arcipelaghi?

B. D. Walsh, illustre entomologo degli Stati Uniti, ha descritto quelle che egli chiama varietà fitofaghe e specie fitofaghe. La maggior parte degli insetti che si cibano di vegetali vive su un certo tipo o gruppo di piante; alcuni si nutrono indifferentemente di molti tipi di piante, senza che questo fatto produca variazioni di sorta. Walsh ha però osservato che, in molti casi, gli insetti che vivono su piante diverse presentano allo stato larvale, o allo stato adulto, o in ambedue gli stati, lievi ma costanti differenze nel colore, nelle dimensioni o nella natura delle secrezioni. Talvolta queste lievi differenze si riscontrano soltanto nei maschi, talaltra nei maschi e nelle femmine. Quando le differenze sono maggiormente spiccate, e si riscontrano in entrambi i sessi e a tutte le età, tutti gli entomologi sono concordi nel considerare queste forme come buone specie. Ma nessun osservatore può decidere per un altro, anche ammettendo che possa farlo per se stesso, a quali di queste forme fitofaghe deve attribuirsi il valore di specie, e a quali di varietà. Walsh classifica come varietà le forme facilmente incrociabili tra di loro; come specie quelle che sembrano aver perduto tale possibilità. Poiché le differenze dipendono dal fatto che gli insetti si sono per lungo tempo nutriti di piante diverse, non è possibile sperare di trovare attualmente gli anelli intermedi fra le diverse forme. Il naturalista perde così la sua guida migliore per determinare se le forme dubbie debbano essere considerate come varietà o come specie. Lo stesso avviene necessariamente per gli organismi affini che abitano diversi continenti o isole. Quando, d'altra parte, un animale (o una pianta) si trovi diffuso nello stesso continente o abiti molte isole dello stesso arcipelago, e presenti forme differenti in diverse aree, v'è sempre buona probabilità di scoprire gli anelli intermedi che collegano le forme estreme, le quali allora verranno riportate al livello di semplici varietà.

BOLLATI BORINGHIERI

Alcuni naturalisti sostengono che gli animali non presentano mai varietà, e attribuiscono così alle più piccole differenze un valore specifico; e anche quando la medesima forma viene trovata in due paesi distanti o in due formazioni geologiche diverse, essi affermano che si tratta di due specie distinte nascoste sotto lo stesso aspetto. Il termine di specie diventa in questo caso una pura e inutile astrazione, che implica e afferma un atto separato di creazione. È vero che molte forme considerate come varietà da giudici altamente competenti hanno caratteri così simili a quelli della specie, che vengono considerate come specie da altri giudici, competentissimi anch'essi. Ma sarebbe vano discutere se queste forme debbano essere chiamate specie o varietà prima che una definizione di questi termini sia stata generalmente accettata.

Molti casi di varietà ben marcate, o di specie dubbie, meritano una particolare attenzione, poiché diversi argomenti interessanti, come la distribuzione geografica, la variazione analogica, l'ibridismo ecc., sono stati sollevati nel tentativo di determinare la loro posizione; ma qui lo spazio non mi permette di discuterli. Un attento esame insegnerà in molti casi ai naturalisti come considerare le forme dubbie. Però dobbiamo ammettere che, per lo più, queste forme si trovano proprio nei paesi meglio conosciuti. Mi ha molto colpito il fatto che le varietà che sono state quasi universalmente segnalate sono proprio quelle di specie di animali o di piante che allo stato naturale si presentano utili all'uomo, o che per qualche motivo attraggono la sua attenzione; queste varietà, inoltre, sono spesso considerate da alcuni autori come specie. Consideriamo la quercia comune, una delle piante più accuratamente studiate: anche in questo caso, un naturalista tedesco elenca più d'una dozzina di specie per forme che i botanici hanno considerato quasi universalmente come varietà; e, in Inghilterra, si possono citare nomi fra le maggiori autorità competenti nel campo della botanica e fra i migliori pratici, sia per sostenere che la quercia pedunculata e la quercia sessile sono vere specie, diverse fra loro, sia per sostenere che sono semplici varietà.

Possiamo anche ricordare l'importante e interessante memoria recentemente pubblicata da Alphonse de Candolle sulle querce di tutto il mondo. Nessuno studioso ebbe mai a sua disposizione più ampio materiale di studio per la distinzione delle specie, né mai poté elaborarlo con maggior zelo e sagacia. De Candolle dapprima elenca dettagliatamente i caratteri strutturali che variano nelle diverse specie, e calcola la frequenza relativa delle variazioni. Egli menziona più di una dozzina di

BOLLATI BORINGHIERI

caratteri, i quali possono variare anche nello stesso ramo, talvolta secondo l'età o lo sviluppo, talaltra senza ragione apparente. Tali caratteri, naturalmente, non hanno valore specifico, ma come ha notato Asa Gray nel commento alla suddetta memoria, essi rientrano generalmente nelle definizioni di specie. De Candolle aggiunge ch'egli considera come specie quelle forme le quali differiscono per caratteri che non variano mai sullo stesso albero, e che non sono mai collegate da stati intermedi. Dopo questa esposizione, risultato di un così grande lavoro, egli afferma solennemente: «È certamente in errore chi sostiene che la maggior parte delle nostre specie sono ben chiaramente delimitate, e che le specie dubbie rappresentano una piccola minoranza. Tale asserzione può sembrare esatta finché si tratta di un genere imperfettamente conosciuto, le cui specie sono state descritte in base a un esiguo numero di esemplari, cioè sono provvisorie. Ma non appena le abbiamo conosciute meglio, si intercalano le forme intermedie e aumentano i dubbi sui limiti caratteristici delle specie». Egli aggiunge che le specie meglio conosciute sono quelle che presentano il maggior numero di varietà e sottovarietà spontanee. Così la *Quercus robur* ha ventotto varietà, le quali tutte, ad eccezione di sei, vengono raggruppate in tre sottospecie, la *Quercus pedunculata*, la *Quercus sessiflora* e la *Quercus pubescens*. Le forme che collegano queste tre sottospecie sono relativamente rare; e, come osserva Asa Gray, se queste forme di collegamento, attualmente rare, si estinguessero completamente, fra le tre sottospecie verrebbero a esservi gli stessi rapporti reciproci che esistono oggi fra le quattro o cinque specie provvisorie che si raggruppano strettamente intorno alla tipica *Quercus robur*. Infine, De Candolle ammette che almeno i due terzi delle trecento specie che saranno enumerate nel suo *Prodromus* come appartenenti alla famiglia delle querce sono specie provvisorie, cioè non coincidono perfettamente con la sopracitata definizione di specie vera. Si deve poi aggiungere che De Candolle non crede più che le specie siano creazioni immutabili, ma conclude che la teoria della derivazione è la più naturale e «la più concordante con i fatti di struttura anatomica e di classificazione, noti in paleontologia, geografia vegetale e geografia animale».

Quando un giovane naturalista intraprende lo studio di organismi a lui del tutto sconosciuti, la sua prima grande perplessità è quella di determinare quali siano le differenze che indicano una specie, e quali una varietà, poiché egli non sa quale sia la quantità e qualità delle variazioni a cui il gruppo è soggetto; e ciò, se non altro, dimostra l'estrema generalità del

BOLLATI BORINGHIERI

principio della variazione. Ma se egli limiterà la sua attenzione a una sola classe di un solo paese, saprà ben presto come classificare la maggior parte delle forme dubbie. In genere egli tenderà a stabilire molte specie, poiché sarà soprattutto colpito – come già abbiamo osservato per l'allevatore di colombi o di polli – dalla quantità delle differenze esistenti tra le forme che sta studiando, e avrà una scarsa conoscenza generale delle variazioni analoghe che si manifestano in altri gruppi e in altri paesi, e che potrebbero aiutarlo a modificare le sue prime impressioni. Quando estenderà il raggio delle proprie osservazioni, incontrerà difficoltà maggiori, trovando un maggior numero di forme affini; ma dopo un'ulteriore estensione delle sue osservazioni sarà infine in grado di eliminare ogni dubbio, superare ogni titubanza; a ciò egli giungerà ammettendo una grande variabilità delle specie, che gli sarà spesso contestata da altri naturalisti. Quando poi si sarà dedicato allo studio delle forme affini provenienti da paesi attualmente separati, nel qual caso non potrà sperare di trovare le forme intermedie, dovrà attenersi quasi esclusivamente alla analogia, e allora le sue difficoltà cresceranno al massimo grado.

Fino a oggi non è stato possibile tracciare una separazione assoluta tra le specie e le sottospecie, cioè quelle forme che, secondo l'opinione di alcuni naturalisti, potrebbero essere considerate quasi, ma non completamente, come specie; o tra sottospecie e varietà ben distinte, o tra piccole varietà e differenze individuali. Queste differenze si fondono l'una nell'altra per gradi insensibili; e l'osservazione di una serie suggerisce l'idea di una trasformazione reale.

Perciò io ritengo che le differenze individuali, anche se hanno poco interesse per il sistematico, siano per noi della massima importanza, in quanto costituiscono un primo passo verso quelle lievi varietà che a mala pena sono ritenute degne di menzione nelle opere di storia naturale. E considero le varietà già più differenziate e persistenti come gradini verso varietà ancor più fortemente caratterizzate e stabili, da cui si passa successivamente alle sottospecie, e quindi alle specie. Il passaggio da un grado di differenza a un altro può in molti casi considerarsi dovuto soltanto alla natura dell'organismo e alle differenti condizioni fisiche a cui è stato lungamente esposto; ma rispetto ai caratteri più importanti e di adattamento, il passaggio da uno stadio di differenza a un altro può essere attribuito con certezza all'azione cumulativa della selezione naturale, che spiegheremo più avanti, e agli effetti dell'aumentato uso o non uso delle parti. Una varietà ben distinta può quindi chiamarsi una specie nascente; ma se questa opinione sia giusti-

BOLLATI BORINGHIERI

ficabile si potrà giudicare dal complesso dei vari fatti e delle varie considerazioni che saranno esposti nel presente lavoro.

Non si deve credere che tutte le varietà o specie incipienti raggiungano il grado di specie. Esse possono estinguersi o rimanere varietà per periodi molto lunghi, come ha provato Wollaston per certe varietà di conchiglie terrestri fossili di Madera, e Gaston de Saporta per le piante. Se una varietà prospera fino a superare numericamente la specie madre, si considererà la varietà come una specie e la specie come una varietà; oppure può accadere che la varietà soppianti e stermini la specie genitrice; o che entrambe coesistano, e in tal caso saranno classificate come specie indipendenti. Ma ritorneremo successivamente su questo argomento.

Da queste osservazioni risulta che io considero il termine di specie come applicato arbitrariamente, per ragioni di convenienza, a gruppi di individui molto somiglianti fra loro, e che esso non differisce sostanzialmente dal termine varietà, il quale è riferito a forme meno distinte e più variabili. Anche il termine di varietà, per quanto riguarda le semplici differenze individuali, è applicato arbitrariamente, per ragioni di convenienza.

Le specie molto estese, molto diffuse e comuni, sono le più variabili

Guidato da considerazioni teoriche, pensai che avrei potuto ottenere interessanti risultati, sulla natura e i rapporti delle specie che variano maggiormente, compilando le tabelle di tutte le varietà di diverse flore ben studiate. Da principio mi parve un compito lieve; ma H. C. Watson, a cui sono molto riconoscente per il consiglio e l'aiuto validissimo datomi a questo proposito, mi convinse ben presto che avrei incontrato molte difficoltà, e lo stesso mi fu detto, ancor più energicamente, da Hooker. Serberò per un lavoro futuro la discussione di queste difficoltà e le tabelle dei numeri proporzionali delle specie variabili. Hooker mi autorizza ad aggiungere che, dopo aver letto attentamente il mio manoscritto ed esaminate le tabelle, egli ritiene che le seguenti affermazioni siano abbastanza attendibili. Però l'intera questione, che io debbo necessariamente trattare con tanta brevità, è piuttosto complicata, e non si possono evitare allusioni alla «lotta per l'esistenza», alla «divergenza di caratteri» e ad altri concetti di cui discuteremo più avanti.

Alphonse de Candolle e altri autori hanno dimostrato che le piante molto diffuse presentano in genere delle varietà; ciò che era logico a-

BOLLATI BORINGHIERI

spettarsi, considerando le diverse condizioni fisiche a cui sono esposte e il fatto ch'esse entrano in lotta con altri gruppi di esseri viventi (il che, come vedremo in seguito, è una circostanza altrettanto o più importante). Ma le mie tabelle dimostrano inoltre che in ogni paese limitato le specie più comuni, cioè rappresentate da un maggior numero d'individui, e quelle più largamente diffuse nella loro patria (nozione diversa da quella di larga area di diffusione, e in un certo senso da quella di specie comune), danno più sovente origine a varietà abbastanza distinte da essere citate nelle opere di botanica. Dunque, le specie più rigogliose o, come possono anche chiamarsi, le specie dominanti – che hanno più ampia area di distribuzione, che sono molto diffuse nel paese in cui si trovano, e sono rappresentate da un numero molto grande di individui – sono quelle che più spesso producono varietà ben distinte, ch'io considero specie incipienti. E, forse, non era difficile prevederlo: infatti, poiché le varietà per diventare permanenti hanno dovuto necessariamente lottare contro gli altri abitanti dello stesso luogo, le specie che sono già dominanti devono avere maggiore probabilità di lasciare una discendenza la quale, sebbene lievemente modificata, erediti ancora quei vantaggi che hanno permesso alla specie madre di prendere il sopravvento sulle altre specie indigene. Queste osservazioni sulla predominanza evidentemente si riferiscono soltanto alle forme che entrano in lotta fra loro, e in modo speciale ai membri dello stesso genere o classe che hanno abitudini di vita quasi simili. Quanto al numero degli individui (per cui la specie si dice più o meno comune), il confronto riguarda naturalmente solo i membri dello stesso gruppo. Si può dire che una pianta superiore è dominante se essa è più diffusa e se i suoi individui sono più numerosi di quelli delle altre piante dello stesso paese che vivono in condizioni quasi uguali. Una pianta di questo tipo è sempre da considerarsi dominante, anche se qualche confervacea acquatica o qualche fungo parassita sono infinitamente più numerosi e più largamente diffusi. Ma se la confervacea o il fungo parassita superano per numero e diffusione le specie loro affini, essi diventeranno dominanti nell'ambito della loro propria classe.

Le specie dei generi più grandi in ogni singolo paese variano più frequentemente delle specie dei generi più piccoli

Se si dividono in due parti uguali le piante che popolano una regione e che sono descritte in una qualsiasi flora, mettendo nell'una tutte quelle dei generi più grandi (cioè di quelli che comprendono molte spe-

BOLLATI BORINGHIERI

cie), e nell'altra quelle dei generi più piccoli, si troverà che i primi comprendono un maggior numero delle specie più comuni e più diffuse, cioè dominanti. Questo risultato, del resto, era prevedibile, perché il semplice fatto che molte specie dello stesso genere abitino uno stesso paese dimostra che, nelle condizioni organiche o inorganiche di tale paese, v'è qualche elemento favorevole a quel genere; e, per conseguenza, era da attendersi che i generi più grandi, cioè quelli che comprendono più specie, fossero costituiti da un numero relativamente superiore di specie dominanti. Ma i fattori che tendono a confondere questo risultato sono tanti che debbo meravigliarmi del fatto che, dalle mie tabelle, risulti ancora una piccola maggioranza in favore dei generi più grandi. Citerò qui due soli di questi fattori. Le piante d'acqua dolce e quelle d'acqua salata sono di solito ampiamente distribuite e molto diffuse, ma ciò sembra dipendere dalla natura dei luoghi che esse abitano, e avere poca o nessuna relazione con l'ampiezza del genere a cui queste specie appartengono. Inoltre, le piante collocate nei gradi inferiori della scala dell'organizzazione sono in genere molto più ampiamente diffuse delle piante superiori; e anche questo fatto non ha alcun rapporto con l'ampiezza dei generi. La causa della grande estensione delle piante di organizzazione inferiore sarà discussa nel capitolo sulla distribuzione geografica.

Considerando le specie unicamente come varietà ben nette e definite, fui indotto a supporre che le specie dei generi più ricchi di ciascun paese presentassero varietà più spesso delle specie appartenenti ai generi più poveri; poiché dovunque si siano formate specie molto affini (cioè dello stesso genere) debbono trovarsi, come regola generale, molte varietà o specie nascenti, in via di formazione. Dove crescono molti alberi grandi ci si può aspettare di trovare dei polloni. Dove si sono formate molte specie di uno stesso genere, per mezzo della variazione, vuol dire che le circostanze sono state favorevoli alla variazione stessa; e se ne può quindi dedurre che in generale continueranno a esserlo. D'altra parte, se consideriamo ogni specie come il risultato di un particolare atto creativo, non v'è ragione apparente di credere che i gruppi che comprendono molte specie debbano avere più varietà dei gruppi composti di poche specie.

Allo scopo di dimostrare la fondatezza di questa ipotesi, ho disposto le piante di dodici paesi e gli insetti coleotteri di due distretti in due gruppi quasi uguali; l'uno con le specie dei generi più grandi, l'altro con

quelle dei generi più piccoli; e ho invariabilmente trovato che le specie appartenenti ai generi più grandi hanno un numero di varietà maggiore di quello delle specie appartenenti ai generi più piccoli. Inoltre, nelle prime il numero medio di varietà è sempre maggiore di quello delle seconde. I risultati non cambiano anche quando si segue un altro sistema di distribuzione, e si escludono dalle tabelle tutti i generi più piccoli, comprendenti un numero di specie inferiore a quattro. Questi fatti hanno un chiaro significato se si ammette l'ipotesi che le specie non siano altro che varietà molto nettamente differenziate e stabili; secondo tale ipotesi, infatti, dovunque si siano formate molte specie dello stesso genere o dovunque la fabbricazione – per così dire – delle specie sia stata attiva, dovremmo generalmente aspettarci di trovarla ancora in atto, tanto più che abbiamo tutte le ragioni per credere che il processo «fabbricazione» delle nuove specie sia assai lento. E questo è certamente vero, se si considerano le varietà come specie incipienti; infatti le mie tavole dimostrano chiaramente che, come regola generale, ovunque si siano formate molte specie di un dato genere, esse presentano un numero di varietà, cioè di specie incipienti, superiore alla media. Non è detto con questo che tutti i generi più grandi siano attualmente molto variabili e quindi che il numero delle loro specie sia in aumento, o che i generi più piccoli non varino attualmente, e non aumentino; se ciò fosse vero, sarebbe fatale alla mia teoria. Infatti la geologia dimostra chiaramente che spesso i generi principali si sono molto ingranditi nel corso dei tempi, e che i generi più grandi hanno spesso raggiunto uno sviluppo massimo e successivamente sono decaduti e scomparsi. Ciò che a noi interessa dimostrare è che, in generale, dove si è formato un gran numero di specie di un certo genere, molte di tali specie sono tuttora in via di formazione. E questo è certamente ben provato.

Molte specie appartenenti ai generi più grandi assomigliano a varietà per essere strettamente ma diversamente affini fra loro e per avere una limitata area di distribuzione

Fra le specie dei generi più grandi e le loro varietà conosciute esistono altre variazioni che meritano di essere ricordate. Abbiamo visto che non esiste un criterio infallibile per distinguere le specie dalle varietà ben caratterizzate e, quando non si trovano anelli intermedi tra due forme dubbie, i naturalisti sono costretti a classificarle in base alla quantità e alla

BOLLATI BORINGHIERI

qualità delle differenze esistenti fra loro, giudicando per analogia se l'insieme delle differenze è sufficiente a elevare una sola o tutte e due le forme al rango di specie. Perciò l'insieme delle differenze costituisce uno dei criteri più importanti per decidere se due forme devono essere classificate come specie o come varietà. Fries per le piante, e Westwood per gli insetti, hanno osservato che la somma delle differenze fra le specie dei generi più grandi è spesso molto esigua. Ho cercato di calcolare numericamente questo elemento con il sistema delle medie, e i miei risultati, pur essendo imperfetti, confermano l'ipotesi. Ho anche consultato alcuni osservatori abili e molto esperti, i quali, dopo matura riflessione, si sono trovati d'accordo con me. Sotto questo aspetto, dunque, le specie dei generi più grandi assomigliano alle varietà più delle specie dei generi più piccoli. In altri termini si può dire che, nei generi più grandi, nei quali siano in formazione varietà o specie nascenti in numero superiore alla media, molte specie già formate, in certo qual modo, assomigliano ancora a varietà, distinguendosi fra loro per una somma di differenze inferiore alla norma.

Inoltre, le specie dei generi più grandi stanno fra di loro negli stessi rapporti delle varietà di qualsiasi specie affine. Nessun naturalista sostiene che tutte le specie di uno stesso genere siano ugualmente distinte l'una dall'altra; esse possono generalmente suddividersi in sottogeneri, sezioni o gruppi ancora inferiori. Come Fries ha opportunamente osservato, alcuni piccoli gruppi di specie si riuniscono generalmente come satelliti intorno ad altre specie. E che cosa sono le varietà, se non gruppi di forme di disuguale affinità reciproca che si raggruppano intorno ad altre forme, cioè le loro specie madri? Indubbiamente c'è una distinzione più importante tra le varietà e le specie, ed è che la somma delle differenze esistenti fra le varietà, sia confrontate tra loro, sia confrontate con le specie madri, risulta assai minore della somma delle differenze che si osservano tra le specie dello stesso genere. Ma quando discuteremo quello che io chiamo il principio della divergenza dei caratteri, vedremo quale può essere la spiegazione di questo fatto, e in quale modo le più piccole differenze fra le varietà tendono ad aumentare fino a dar origine alle grandi differenze che si riscontrano fra le specie.

V'è ancora un altro punto degno di nota. Le varietà hanno generalmente un'estensione molto limitata; questo fatto è talmente ovvio che potremmo trascurare di rilevarlo, perché se una varietà avesse una distribuzione maggiore di quella della sua supposta specie madre, le re-

BOLLATI BORINGHIERI

lative denominazioni sarebbero invertite. Abbiamo però motivo di credere che le specie tanto affini ad altre da poter sembrare varietà, hanno spesso un'estensione molto limitata. H. C. Watson, per esempio, mi ha segnalato che nell'accuratissimo *London Catalogue of Plants* (4^a edizione) si trovano classificate come specie 63 piante ch'egli invece considera molto affini ad altre specie, e pertanto di dubbio valore specifico; queste supposte 63 specie si estendono in media in 6,9 delle province in cui Watson ha diviso la Gran Bretagna. Nello stesso catalogo sono elencate 53 varietà riconosciute, diffuse in 7,7 di queste province, mentre le specie a cui appartengono tali varietà sono diffuse in 14,3 province. Ne risulta che le varietà sicure hanno in media la stessa limitata diffusione delle forme affini che Watson ha indicato come specie dubbie, ma che sono quasi generalmente classificate dai botanici inglesi come vere e proprie specie.

Riassunto

In conclusione, le varietà non possono distinguersi dalle specie se non, primo, per la scoperta di forme intermedie di collegamento, e, secondo, per una certa non definita somma di differenze fra di loro. Infatti, due forme lievemente diverse sono generalmente classificate come varietà, nonostante che non si possano considerare molto vicine; ma il complesso di differenze ritenuto necessario per attribuire a due forme il rango di specie non può essere stabilito. Nei generi che comprendono un numero di specie superiore alla media, in qualunque paese, le specie relative hanno anche un numero di varietà superiore alla media. Nei generi grandi le specie possono essere molto simili, ma in modo ineguale, formando piccoli gruppi intorno ad altre specie. Le specie strettamente affini ad altre hanno apparentemente una diffusione limitata. Sotto questi vari rapporti le specie dei grandi generi presentano forti analogie con le varietà. E noi possiamo facilmente capire queste analogie, se supponiamo che le specie siano un tempo esistite come varietà e come tali abbiano avuto origine; queste analogie sono invece completamente inesplicabili se si considerano le specie come il risultato di creazioni indipendenti.

Abbiamo anche visto che le specie più fiorenti o dominanti dei generi più grandi di ogni classe sono quelle che producono in media il più gran numero di varietà; e che le varietà, come vedremo in seguito, ten-

BOLLATI BORINGHIERI

dono a divenire specie nuove e distinte. Così i generi più grandi hanno la tendenza ad accrescersi e, in tutta la natura, le forme di vita attualmente dominanti manifestano la tendenza a dominare sempre più, lasciando molti discendenti a loro volta modificati e dominanti. Ma, come sarà spiegato in seguito, i generi più grandi tendono anche a suddividersi in generi minori. E così, in tutto l'universo, le forme di vita si suddividono in gruppi che sono subordinati ad altri gruppi.

Prima di entrare nell'argomento di questo capitolo, farò qualche osservazione preliminare per dimostrare come la lotta per l'esistenza influisca sulla selezione naturale. Abbiamo visto nel precedente capitolo che negli esseri viventi allo stato di natura esiste una certa variabilità individuale: e non credo che questo punto sia mai stato contestato. Poco importa che una moltitudine di forme dubbie sia chiamata con i nomi di specie, sottospecie, o varietà; poco importa, ad esempio, quale posto si assegni alle duecento o trecento forme dubbie di piante inglesi, una volta ammessa l'esistenza di varietà ben caratterizzate. Ma la sola esistenza della variabilità individuale, e di qualche varietà ben differenziata, sebbene necessaria come base per il lavoro, ci aiuta ben poco a comprendere come possano formarsi le specie allo stato di natura. Come si sono perfezionati tutti i meravigliosi adattamenti di una parte dell'organismo a un'altra, e alle condizioni di vita, e i rapporti di un organismo vivente con un altro? Il picchio e il vischio ci offrono gli esempi più chiari di questi mirabili coadattamenti, e altri esempi, forse un po' meno chiari, ci sono offerti dal più umile parassita che si insedia nel pelo di un quadrupede o nelle penne di un uccello; dalla struttura del coleottero che si tuffa nell'acqua; dal seme alato che viene trasportato dalla brezza più leggera; insomma, troviamo meravigliosi adattamenti dovunque e in ogni parte del mondo organico.

Ci si può ancora chiedere in che modo quelle varietà che ho chiamato specie incipienti si trasformino alla fine in buone specie, distinte l'una dall'altra, le quali evidentemente nella maggior parte dei casi differiscono fra loro molto più delle varietà di una stessa specie. In che modo si formano quei gruppi di specie che costituiscono i cosiddetti generi distinti, e che differiscono fra loro più delle specie dello stesso

genere? Tutti questi risultati, come spiegheremo meglio nel prossimo capitolo, derivano dalla lotta per la vita. In virtù di questa lotta, le variazioni, per lievi ch'esse siano e da qualunque causa provengano, purché siano utili in qualche modo agli individui di una specie nei loro rapporti infinitamente complessi con gli altri organismi e con le condizioni fisiche della vita, tendono alla conservazione di tali individui, e a trasmettersi ai loro discendenti. Anche questi ultimi avranno così maggiori probabilità di sopravvivere, perché, fra i molti individui che nascono periodicamente da ogni specie, soltanto un piccolo numero può sopravvivere. Questo principio per il quale ogni lieve variazione, se utile, si mantiene, è stato da me denominato «selezione naturale» per indicare la sua analogia con la selezione operata dall'uomo. Ma l'espressione «sopravvivenza del più adatto», spesso usata da Herbert Spencer, è più idonea, e talvolta ugualmente conveniente. Abbiamo visto che l'uomo, in virtù della selezione, può ottenere grandi risultati e adattare gli esseri organizzati alle sue necessità, accumulando le variazioni lievi, ma utili, che gli vengono fornite dalla natura. La selezione naturale, come vedremo in seguito, è una forza sempre pronta all'azione, immensamente superiore ai deboli sforzi dell'uomo, così come le opere della natura sono superiori a quelle dell'arte.

Discuterò ora più in dettaglio la lotta per l'esistenza, argomento che in un futuro lavoro tratterò con maggiore ampiezza, come esso merita. De Candolle il vecchio e Lyell hanno dimostrato ampiamente e filosoficamente che tutti gli organismi viventi devono sostenere una terribile concorrenza. Per ciò che riguarda le piante, nessuno ha trattato questo tema con maggiore acume e abilità di Herbert, decano di Manchester; e ciò, evidentemente, per la sua grandissima competenza in orticoltura. Nulla è più facile che ammettere a parole la verità della lotta universale per la vita; assai più difficile, e parlo per esperienza, tener sempre presente questo principio. Eppure, se esso non sarà ben radicato nella mente, l'intera economia della natura, e ogni fatto relativo alla distribuzione, alla rarità, all'abbondanza, all'estinzione, e alla variazione, saranno intravisti confusamente o interpretati erroneamente. Noi contempliamo il volto della natura splendente di felicità, e notiamo sovente una sovrabbondanza di cibo; ma non vediamo o dimentichiamo che gli uccelli, che cantano oziosamente intorno a noi, si nutrono in massima parte d'insetti e di semi, distruggendo così, continuamente, la

BOLLATI BORINGHIERI

vita; o dimentichiamo in che misura questi cantori, o le loro uova, o i loro piccoli sono distrutti da uccelli o animali da preda, e non sempre ricordiamo che, anche se talvolta c'è sovrabbondanza di cibo, ciò non avviene in tutte le stagioni di ogni anno.

Estensione del termine «lotta per l'esistenza»

Devo premettere ch'io uso questa espressione in un senso lato e metaforico, che implica la reciproca dipendenza degli esseri viventi, e implica inoltre, cosa ancora più importante, non solo la vita dell'individuo, ma il fatto che esso riesca a lasciare discendenza. Si può affermare con certezza che due canidi, in periodo di carestia, lottano l'uno contro l'altro per carpirsi l'alimento necessario alla vita. Ma diremo anche che una pianta al limite del deserto lotta per la vita contro la siccità, benché sarebbe più esatto dire che la sua esistenza dipende dall'umidità. L'espressione sarà più veritiera quando diremo che una pianta che produce annualmente un migliaio di semi, di cui uno solo, in media, raggiunge lo sviluppo completo e la maturità, lotta contro piante della stessa specie o di specie diverse che già ricoprono il suolo. La vita del vischio è legata al melo e a qualche altro albero, ma soltanto in senso figurato si può dire che il vischio lotta con questi alberi, perché, se troppi parassiti si sviluppano sulla stessa pianta, questa languisce e muore. Si può però affermare che quando parecchi virgulti di vischio crescono insieme sullo stesso ramo, essi lottano certamente l'uno contro l'altro. Poiché la disseminazione del vischio è operata dagli uccelli, la sua esistenza dipende da questi bipedi, e si potrà dire metaforicamente che il vischio lotta con altre piante da frutto in quanto induce gli uccelli a divorarlo e diffondere così i propri semi. In questi diversi significati, che si fondono l'uno nell'altro, userò per maggior comodità l'espressione generale di «lotta per l'esistenza».

Gli individui aumentano in progressione geometrica

La lotta per l'esistenza risulta inevitabilmente dalla rapida progressione con cui tutti gli esseri viventi tendono a moltiplicarsi. Ogni essere che nel corso naturale della sua vita produce molte uova o molti semi, deve esser soggetto a distruzione in certi periodi della sua esistenza, in

BOLLATI BORINGHIERI

certe stagioni o in certi anni; altrimenti, secondo il principio dell'aumento in progressione geometrica, i suoi discendenti diverrebbero così straordinariamente numerosi che nessun paese potrebbe bastare al loro sostentamento. Quindi, poiché nascono più individui di quanti ne possano sopravvivere, deve necessariamente esistere una lotta per l'esistenza, fra gli individui della stessa specie, fra quelli di specie diverse, e di tutti gli individui contro le condizioni fisiche della vita. È questa la dottrina di Malthus, applicata con molta maggior forza all'intero regno animale e vegetale, perché in questo caso non vi può essere alcun aumento artificiale del cibo, né alcuna astensione prudenziale dal matrimonio. Sebbene alcune specie si trovino attualmente in fase di aumento più o meno rapido, non è possibile che altrettanto avvenga per tutte, giacché il mondo non potrebbe contenerle.

Non v'è alcuna eccezione alla regola secondo la quale ogni essere vivente si propaga naturalmente con una progressione tanto rapida che, se non intervenissero cause di distruzione, la terra sarebbe in breve coperta dalla progenie di una sola coppia. Persino la specie umana, che si riproduce con tanta lentezza, è raddoppiata di numero in venticinque anni e se continuasse ad accrescersi con questo ritmo, in meno di mille anni non vi sarebbe letteralmente più posto per la sua progenie. Linneo ha calcolato che, se una pianta producesse soltanto due semi all'anno – e non v'è pianta che sia così poco produttiva – e se l'anno seguente ciascuna delle due nuove piante producesse a sua volta altri due semi, e così via, si arriverebbe in vent'anni a un milione di piante. Come è noto, fra tutti gli animali conosciuti, l'elefante è il più lento a riprodursi, e mi sono preso la briga di calcolare il ritmo minimo probabile del suo incremento numerico naturale; si può affermare, senza tema d'errore, ch'esso incomincia a riprodursi all'età di trent'anni e continua sino a novanta, generando in questo periodo sei piccoli elefanti, e vivendo fino all'età di cento anni; in base a questa ipotesi, dopo settecentoquaranta o settecentocinquant'anni si dovrebbero avere circa diciannove milioni di elefanti viventi, derivati tutti dalla prima coppia.

Ma oltre ai calcoli puramente teorici, abbiamo le prove dirette di numerosi casi di riproduzione straordinariamente rapida di vari animali allo stato di natura, quando le circostanze sono state favorevoli per due o tre stagioni successive. Gli animali domestici regrediti allo stato selvaggio, in diverse parti del mondo, ci offrono una chiara dimostrazione di questo fatto; se non fossero state accertate le notizie provenienti dall'America meridionale e più recentemente dall'Australia circa l'au-

mento dei bovini e dei cavalli, animali che si riproducono lentamente, esse sembrerebbero incredibili. Lo stesso dicasi per le piante; potremo citare casi di piante importate, che sono diventate comuni nelle isole in meno di dieci anni. Parecchie di queste piante, come il cardo dei lanaioli e il cardone, che sono oggi le piante più comuni delle vaste pianure della Plata, e che ricoprono superfici di molti chilometri quadrati, escludendo quasi ogni altra pianta, sono state importate dall'Europa; e ho saputo dal dottor Falconer che, in India, piante attualmente comuni dal Capo Comorin sino all'Himalaya sono state importate dall'America, dopo la sua scoperta. In questi casi, e in moltissimi altri che si potrebbero ancora citare, nessuno suppone che la fecondità degli animali o delle piante si sia improvvisamente e temporaneamente accresciuta in modo sensibile. La spiegazione di questi fatti è da ricercarsi nelle condizioni di vita massimamente favorevoli, in conseguenza delle quali si ebbe una minore distruzione di individui vecchi e giovani, e quasi tutti i giovani poterono proliferare. La progressione geometrica della loro moltiplicazione, il cui risultato è sempre sorprendente, spiega con chiarezza questo aumento straordinariamente rapido e la vasta diffusione in nuove dimore.

Allo stato di natura quasi tutte le piante arrivate a maturità producono annualmente semi, e fra gli animali pochi sono quelli che non si accoppiano ogni anno. Possiamo perciò affermare con sicurezza che tutte le piante e tutti gli animali tendono a moltiplicarsi secondo una progressione geometrica, che dovrebbero riempire rapidamente ogni stazione in cui possono vivere, e che questa tendenza ad aumentare in ragione geometrica deve essere frenata dalla distruzione in qualche periodo della loro esistenza. Probabilmente siamo tratti in inganno dalla familiarità con i nostri animali domestici: effettivamente non li vediamo esposti a grandi pericoli, ma non pensiamo che migliaia di essi vengono annualmente macellati per il nostro uso alimentare, e che allo stato di natura un ugual numero dovrebbe essere in qualche modo eliminato.

La sola differenza fra gli organismi che annualmente producono uova o semi a migliaia e quelli che ne producono pochissimi è che questi ultimi avrebbero bisogno di un maggior numero di anni per popolare, in condizioni favorevoli, un'intera regione, per quanto grande essa fosse. Il condor depone due uova e lo struzzo una ventina, e tuttavia nello stesso paese il condor può rappresentare la specie più numerosa delle due; la procellaria artica depone un uovo solo, eppure fra gli uccelli è ritenuta la specie più numerosa del mondo. Una mosca depone centi-

BOLLATI BORINGHIERI

naia di uova, e un'altra, come l'ippobosca, ne depone uno solo; ma questa differenza non è determinante del numero di individui delle due specie che possono vivere nella stessa regione. Anche la deposizione di un gran numero di uova ha una certa importanza per quelle specie la cui esistenza dipende da quantità variabili di cibo, perché essa permette loro un rapido aumento di numero. Ma la vera importanza della produzione di un gran numero di uova o semi è da ricercarsi nella compensazione delle grandi distruzioni che, nella maggioranza dei casi, si verifica nei primi anni di vita. Se un animale ha in qualche modo la possibilità di proteggere le proprie uova o i propri piccoli, sarà sufficiente una limitata produzione di uova per mantenere al completo il contingente medio della specie; quando invece molte uova o piccoli sono distrutti, è necessario che se ne producano in gran numero per impedire che la specie si estingua. In una specie di alberi che viva in media mille anni, per mantenere al completo il numero degli individui, basterebbe che un solo seme fosse prodotto ogni migliaio d'anni, posto che questo seme non venisse mai distrutto e fosse seminato in luogo idoneo alla sua germinazione. Così che, in ogni caso, il numero medio degli individui di qualsiasi specie di animali o piante dipende solo indirettamente dal numero delle uova o dei semi prodotti.

Osservando la natura, è assolutamente necessario tener sempre presenti le seguenti considerazioni: non dimenticare mai che ogni essere vivente tende sempre al massimo accrescimento numerico; che ognuno vive in virtù di una lotta sostenuta in qualche periodo della sua vita; che gravi distruzioni colpiscono inevitabilmente giovani e vecchi, sia durante ogni generazione, sia a intervalli periodici. Se uno di questi freni si allenta, se la distruzione si attenua, anche per poco, il numero degli individui della specie si accrescerà senza misura, quasi istantaneamente.

Natura degli ostacoli che si oppongono all'aumento numerico

Le cause che ostacolano la tendenza naturale di ciascuna specie all'aumento sono assai oscure. Vediamo che quanto più una specie è vigorosa, tanto più facilmente si moltiplica e tanto più cresce la sua tendenza a moltiplicarsi. Noi non conosciamo con esattezza in nessun caso quali sono gli ostacoli che si oppongono a questa tendenza, e non dobbiamo meravigliarcene: basta riflettere sulla nostra ignoranza in materia, anche per quanto riguarda l'uomo, che pure conosciamo incomparabilmente meglio di qualsiasi altro essere vivente. L'argomento è stato

BOLLATI BORINGHIERI

abilmente trattato da molti autori, e io spero di poterlo discutere a fondo in un futuro lavoro, soprattutto per quel che si riferisce ai carnivori dell'America meridionale. Mi limiterò qui a poche osservazioni per richiamare alla mente del lettore alcuni punti fondamentali. Le uova o gli animali molto giovani sembrano generalmente i più danneggiati, ma questo non è sempre vero. Fra le piante si nota una enorme distruzione di semi, ma ho potuto osservare che le piante giovani soffrono molto di più quando crescono su terreni dove la vegetazione è assai fitta. Inoltre le giovani pianticelle sono alla mercé di numerosi nemici: ad esempio, in una superficie di tre piedi di lunghezza per due di larghezza, ben vangata, ripulita e monda di ogni altra vegetazione, ho seguito la crescita dei germogli delle nostre erbe locali, e ho constatato che su 357 germogli non meno di 295 furono distrutti, soprattutto da lumache e insetti. Se si lascia crescere l'erba in un prato che è stato più volte falciato o dove hanno pascolato dei quadrupedi, si vedrà che gradualmente le piante più vigorose distruggono le più deboli, anche se queste sono già completamente sviluppate; così, di venti specie che crescono in una piccola area di prato falciato (tre piedi per quattro), nove perirono perché fu permesso alle altre di svilupparsi liberamente.

La quantità di nutrimento determina naturalmente per ogni specie il limite massimo del suo sviluppo; ma molto spesso il numero medio degli individui di una specie non è determinato dalla difficoltà di procurarsi il cibo, quanto piuttosto dal fatto di essere preda di altri animali. Così sembra fuori dubbio che il numero delle starne, dei tetraonidi e delle lepri che vivono su una vasta estensione di terreno dipende essenzialmente dalla distruzione dei loro nemici. Se nei prossimi venti anni non venisse ucciso in Inghilterra un solo capo di selvaggina e, nello stesso tempo, non si distruggessero neanche i suoi nemici, probabilmente la selvaggina diventerebbe più rara di quanto non lo sia oggi, nonostante che ogni anno ne vengano uccisi centinaia o migliaia di capi. D'altra parte, in alcuni casi, come in quello dell'elefante, nessun individuo di questa specie cade vittima di fiere, perché persino la tigre dell'India assai raramente osa attaccare un giovane elefante protetto dalla madre.

Il clima esercita un influsso molto importante sulla determinazione del numero medio degli individui di una specie, e l'ostacolo più forte sembra essere la periodica ricorrenza di stagioni molto fredde o molto secche. Basandomi soprattutto sull'esiguo numero di nidi costruiti nella primavera, ho calcolato che nella mia proprietà durante l'inverno

BOLLATI BORINGHIERI

1854-55 sono andati distrutti i quattro quinti degli uccelli, distruzione spaventosa quando si pensi che nelle epidemie umane una mortalità del dieci per cento è già straordinaria. A tutta prima l'azione del clima sembra completamente indipendente dalla lotta per l'esistenza, ma il clima, causando una distruzione di cibo, provoca una lotta accanita fra gli individui di una stessa specie o di specie diverse che si nutrono degli stessi alimenti. Anche quando il clima agisce direttamente, per esempio durante un freddo eccessivo, quelli che ne soffrono maggiormente sono gli individui meno robusti o quelli che durante l'inverno hanno avuto a loro disposizione una minore quantità di cibo.

Se ci accade di trasferirci dal sud verso il nord, o se passiamo da una regione a clima umido a una a clima secco, notiamo invariabilmente che alcune specie diventano via via più rare e infine scompaiono; ed essendo notevole il cambiamento di clima, siamo tentati di attribuire questo fatto alla sua azione diretta. Ma questa induzione è errata; dimentichiamo infatti che ogni specie, anche dove è più abbondante, subisce costantemente enormi distruzioni in alcuni periodi della sua vita, da parte di nemici o di rivali che cercano di conquistare lo stesso luogo o cibo; e questi nemici o rivali, non appena siano favoriti da una sia pur lieve variazione di clima, aumentano di numero e, poiché ciascuna regione è già sufficientemente popolata, le altre specie dovranno decrescere. Se, viaggiando verso il sud, notiamo che una specie diminuisce di numero, possiamo esser certi che le cause di questa diminuzione sono da ricercarsi tanto nel fatto che altre specie sono state favorite, quanto in quello che la specie in causa è stata danneggiata. Lo stesso vale quando ci spostiamo verso il nord, ma in grado alquanto minore poiché, in questo caso, si verifica una progressiva diminuzione di tutte le specie, perciò anche dei concorrenti; quindi procedendo verso il nord o salendo su una montagna c'imbattiamo in forme stentate, dovute all'azione *direttamente* nociva del clima, assai più di frequente di quanto non accada quando si procede verso il sud o quando si discende da una montagna. Quando raggiungiamo le regioni artiche o le vette nevose o le zone assolutamente desertiche, la lotta per l'esistenza è quasi esclusivamente diretta contro gli elementi.

Una prova evidente che il clima agisce principalmente in modo indiretto favorendo altre specie, ci è offerta dal numero straordinario di piante che nei nostri giardini possono sopportare perfettamente il nostro clima, ma che non si naturalizzano mai, non potendo competere con le piante indigene né resistere alla distruzione degli animali indigeni.

Quando una specie, grazie a circostanze molto favorevoli, si moltiplica in modo eccessivo in una zona ristretta, spesso si manifestano epi-

BOLLATI BORINGHIERI

demie – o almeno ciò sembra accadere generalmente nella selvaggina – e in questo caso entra in causa un fatto limitativo indipendente dalla lotta per l'esistenza. Ma alcune di queste cosiddette epidemie sembrano dovute a vermi parassiti che sono stati insolitamente favoriti da qualche causa: in parte, forse, dalla facilità di diffusione fra animali molto affollati; e anche in questo caso si ha una sorta di lotta fra il parassita e la sua vittima.

D'altra parte, in molti casi, è assolutamente necessario per la conservazione di una specie che essa conti un gran numero di individui relativamente al numero dei suoi nemici. Allo stesso modo possiamo facilmente coltivare nei nostri campi una grande quantità di frumento, di colza ecc., perché i semi sono di gran lunga più numerosi degli uccelli che si nutrono di essi; né d'altra parte gli uccelli, pur avendo in questa stagione sovrabbondanza di cibo, possono moltiplicarsi proporzionalmente all'abbondanza di semi, perché l'inverno frena il loro sviluppo, ma chiunque abbia provato, sa quanto sia difficile ottenere il seme da poche piante di frumento o da altre piante simili coltivate in un giardino; in questi casi io ho sempre perduto tutti i semi, dal primo all'ultimo. L'esigenza di un numero considerevole di individui ai fini della conservazione della specie spiega, secondo me, alcuni fatti singolari che si verificano nella natura: l'abbondanza per esempio di piante rarissime nelle poche plaghe in cui è dato trovarle, o il fatto che alcune piante gregarie rimangono tali, cioè si raggruppano in gran numero, anche agli estremi limiti della loro area di diffusione. In questi casi noi siamo indotti a credere che una pianta può esistere soltanto là dove le condizioni di vita sono così favorevoli da consentire a numerosi individui di coesistere, salvando così la specie dalla distruzione completa. Potrei aggiungere che i buoni effetti degli incroci fra individui non affini e gli effetti nocivi degli incroci fra individui strettamente imparentati hanno indubbiamente il loro peso in molti di questi casi; ma non intendo approfondire tale argomento in questa sede.

Rapporti complessi tra tutti gli animali e tutte le piante nella lotta per l'esistenza

Molti fatti stanno a dimostrare quanto siano complessi e imprevisi gli ostacoli e i rapporti tra gli esseri viventi che devono lottare insieme in uno stesso paese. Citerò qui un solo caso che, sebbene semplice, ho trovato molto interessante. Nello Staffordshire, in una fattoria di pro-

BOLLATI BORINGHIERI

prietà di miei parenti, ove ho avuto ampie possibilità di fare ricerche, si stendeva una brughiera vasta e spoglia che non era mai stata toccata dalla mano dell'uomo, mentre invece centinaia di acri di terreno identico erano stati recinti venticinque anni prima, e vi erano stati piantati degli abeti di Scozia. Il cambiamento subito dalla flora indigena nella parte piantata ad abeti era straordinario, assai più di quanto non si osservi generalmente passando da un tipo di terreno in un altro completamente diverso: non solo era del tutto cambiato il numero proporzionale delle piante di brughiera, ma nella piantagione prosperavano dodici specie di piante (senza contare le graminacee e i carici) che non si trovavano sul terreno incolto. Ancora maggiore doveva essere stato l'effetto sugli insetti perché nella piantagione erano comunissime sei specie di uccelli insettivori che non esistevano invece nella brughiera, dove vivevano non più di due o tre altre specie di uccelli insettivori. Ciò dimostra quale effetto abbia avuto l'introduzione di una sola specie di alberi, senza aver fatto altro che recingere la landa per impedire l'ingresso del bestiame. Quali effetti determinanti abbia la recinzione l'ho potuto constatare presso Farnham, nel Surrey, dove si stendono vaste lande, e solo radi ciuffi di annosi abeti di Scozia sorgono sulle lontane cime delle colline. Durante gli ultimi dieci anni, essendo stati recinti vasti tratti di terreno, i semi degli abeti si sono diffusi naturalmente e gli alberi sono diventati così fitti che non tutti possono vivere. Dopo che mi fui accertato che i giovani abeti non erano stati né seminati né piantati, rimasi talmente stupito che mi recai in parecchi punti donde il mio occhio poteva spaziare su centinaia di acri di brughiera non recinta, e non potei vedere un solo abete di Scozia, ad eccezione di quei rari e vecchi ceppi che sorgevano sulle colline. Ma, osservando attentamente il suolo della landa libera, scoprii una moltitudine di pianticelle e di alberelli continuamente brucati dalle mandrie. Nel breve spazio di un metro quadrato, distante qualche centinaio di metri da un gruppo di vecchi ceppi, contai trentadue di queste pianticelle; una di esse, nella quale notai ventisei anelli di sviluppo, aveva tentato per anni di elevarsi al di sopra della brughiera senza riuscirvi. Non fa dunque meraviglia che non appena recinto, quel terreno si fosse rivestito di abeti giovani e rigogliosi. E la brughiera era tuttavia talmente vasta e brulla che nessuno avrebbe mai immaginato che il bestiame potesse così di frequente cercarvi e trovarvi nutrimento.

Vediamo dunque come in questo caso il bestiame determini in modo assoluto l'esistenza degli abeti di Scozia, ma in molte parti del mondo l'e-

BOLLATI BORINGHIERI

sistenza del bestiame è a sua volta determinata dagli insetti. Il Paraguay ce ne offre forse l'esempio più curioso. In questo paese, infatti, né bovini né equini né cani sono ritornati allo stato selvaggio, quantunque essi lo siano più a nord e più a sud. Azara e Rengger hanno dimostrato che la causa del fenomeno è una certa mosca, comunissima nel Paraguay, che depone le uova nell'ombelico dei piccoli di questi animali, subito dopo la loro nascita. L'aumento di tali mosche, d'altronde assai numerose, deve essere abitualmente ostacolato, in qualche modo, probabilmente da altri insetti parassiti. Ne consegue che se nel Paraguay certi uccelli insettivori dovessero diminuire, gli insetti parassiti nemici delle mosche probabilmente aumenterebbero e, di conseguenza, anche il numero di queste ultime diminuirebbe ed equini e bovini potrebbero allora ritornare allo stato selvaggio, cosa che modificherebbe di certo e in misura non indifferente la vegetazione, come ho infatti potuto constatare in molte parti dell'America meridionale. Ciò avrebbe a sua volta una grande influenza sulla vita degli insetti, e quindi, come abbiamo visto nel caso dello Staffordshire, su quella degli uccelli insettivori e così di seguito in cerchi di complessità sempre crescente. Ciò non significa che in natura i rapporti siano sempre così semplici. La lotta entro la lotta è un fenomeno sempre ricorrente e con esito variabile; tuttavia, nel corso del tempo le forze finiscono col bilanciarsi così perfettamente che il volto della natura si mantiene inalterato per lunghi periodi, benché sia indubitabile che la causa più insignificante potrebbe assicurare la vittoria di un essere organizzato su di un altro. La nostra ignoranza, però, è così profonda, e così grande è la nostra presunzione che ci meravigliamo quando sentiamo parlare dell'estinzione di una specie e, non ravvisandone le cause, pensiamo a cataclismi distruttori del mondo e inventiamo leggi sulla durata delle forme viventi!

Sono tentato di citare ancora un esempio, per provare come piante e animali lontanissimi gli uni dagli altri nella scala della natura siano collegati tra loro da una rete di rapporti complessi. Più avanti avrò occasione di mostrare come nel mio giardino una pianta esotica, *Lobelia fulgens*, non è mai visitata dagli insetti e, di conseguenza, per la sua particolare struttura, non produce mai semi. Quasi tutte le nostre orchidacee per essere fecondate hanno bisogno della visita degli insetti che ne trasportino le masserelle polliniche. L'esperienza mi ha insegnato che i bombi sono quasi indispensabili alla fecondazione della viola del pensiero (*Viola tricolor*), perché le altre api non si fermano su questi fiori.

BOLLATI BORINGHIERI

Ho anche scoperto che le visite delle api sono necessarie alla fecondazione di alcune specie di trifoglio; per esempio, venti capi di trifoglio ladino (*Trifolium repens*) produssero 2290 semi, mentre altrettante pianticelle tenute lontane da tali insetti, non ne produssero alcuno. E ancora, cento capi di trifoglio violetto (*Trifolium pratense*) produssero 2700 semi, ma altrettante pianticelle tenute lontane dalle api non ne produssero neanche uno. Solo i bombi visitano il trifoglio violetto, perché le altre api non possono suggerne il nettare. È stato sostenuto che le falene possono favorire la fecondazione del trifoglio; ma io dubito che ciò sia possibile, perché, nel caso del trifoglio violetto, il loro peso non è sufficiente a far abbassare i petali alari. Possiamo quindi dedurre che se tutto il genere dei bombi dovesse estinguersi o divenire molto raro in Inghilterra, anche la viola del pensiero e il trifoglio violetto diventerebbero rari o sparirebbero completamente. In ogni regione, il numero dei bombi dipende in gran parte dal numero delle arvicole che ne distruggono i favi e i nidi; il colonnello Newman, che ha lungamente studiato le abitudini dei bombi, ritiene che «più di due terzi di questi insetti vengono così distrutti in Inghilterra». Ora il numero dei topi, come tutti sanno, dipende in larga parte dal numero dei gatti, e Newman aggiunge: «notato che i nidi dei bombi sono più numerosi nei pressi dei villaggi e delle piccole città che altrove, attribuisco questo fatto al gran numero di gatti che distruggono i topi». Perciò è verosimile che la presenza di un gran numero di felini possa determinare in una determinata regione la frequenza di piante, mediante l'intervento in primo luogo dei topi e poi delle api!

Per ogni specie, a impedirne la propagazione, entrano probabilmente in gioco molte cause, che agiscono in differenti periodi della vita e nelle diverse stagioni o nel corso degli anni; alcune cause sono generalmente più efficaci di altre, ma tutte concorrono a determinare il numero medio degli individui di una specie e persino l'esistenza della specie stessa. In alcuni casi si può dimostrare che cause completamente diverse agiscono su una stessa specie in differenti regioni. Quando si considerano le piante e gli arbusti che rivestono un terreno incolto, si è indotti ad attribuire il loro numero proporzionale e la loro qualità a ciò che chiamiamo il caso. Ma quanto è falsa questa opinione! Abbiamo tutti sentito dire che in America, quando si abbatte una foresta, al suo posto cresce una vegetazione completamente diversa, ma è stato anche osservato che nel sud degli Stati Uniti le antiche rovine indiane, le quali in passato sorgevano su terreni che erano stati spogliati degli alberi,

BOLLATI BORINGHIERI

mostrano oggi la stessa stupenda varietà e proporzione di essenze delle vicine boscaglie vergini. Quale lotta deve essersi perpetuata nel corso di lunghi secoli fra le diverse e numerose specie di piante, ciascuna delle quali ogni anno diffondeva migliaia di semi! Quale guerra tra insetto e insetto, tra insetti, lumache e altri animali contro gli uccelli e gli animali da preda! Tutti che tendono a moltiplicarsi, tutti che si divorano a vicenda o traggono alimento dagli alberi, dai loro semi e germogli e dalle altre piante che prima rivestivano quel terreno, ostacolando in tal modo lo sviluppo degli alberi! Se lanciamo in aria una manciata di piume, tutte ricadranno al suolo obbedendo a leggi ben definite; ma quanto è semplice il problema della loro caduta se confrontato con quello delle azioni e reazioni delle innumerevoli piante e animali che nel volgere dei secoli hanno determinato i numeri proporzionali e la qualità degli alberi che ora crescono sulle antiche rovine indiane!

La dipendenza di un essere vivente da un altro, come quella di un parassita dalla sua preda, si manifesta in genere tra individui molto lontani fra loro nella scala naturale. Tale è spesso il caso di organismi in lotta l'uno con l'altro per l'esistenza, come nel caso delle locuste e dei quadrupedi erbivori. Ma quasi sempre assai più dura è la lotta che si svolge tra individui della stessa specie, perché essi frequentano gli stessi luoghi, hanno bisogno dello stesso cibo, sono esposti agli stessi pericoli. Quasi ugualmente aspra è di solito la lotta tra varietà di una stessa specie, lotta che talvolta giunge a rapida soluzione: ad esempio, se si seminano insieme diverse varietà di frumento e si riseminano i loro semi mescolati, alcune delle varietà, più idonee al suolo e al clima o più fertili per natura, avranno il sopravvento e produrranno una maggior quantità di semi e in pochi anni soppianteranno tutte le altre varietà. Per conservare un miscuglio di varietà molto simili, come i piselli odorosi di diversi colori, si deve ogni anno raccogliere i loro semi separatamente e quindi fare un miscuglio in proporzione conveniente, altrimenti le varietà più deboli diminuiranno costantemente di numero fino a scomparire del tutto. Lo stesso accade per le varietà di pecore; si è osservato che certe varietà di montagna riducono alla fame altre varietà a tal punto che non possono essere tenute negli stessi pascoli. Identico risultato si è avuto tenendo insieme differenti varietà di sanguisughe medicinali. Si può persino pensare che le varietà delle nostre piante coltivate o dei nostri animali domestici abbiano esattamente lo stesso vigore, le stesse abitudini e la medesima costituzione, tanto che le pro-

BOLLATI BORINGHIERI

porzioni originali di un miscuglio (in cui si impediscano gli incroci) potrebbero mantenersi per una mezza dozzina di generazioni, se si permettesse loro di lottare come se fossero allo stato di natura e se i semi o i figli non fossero di anno in anno conservati nelle proporzioni richieste.

La lotta per l'esistenza è più aspra fra individui e varietà di una stessa specie

Poiché le specie che appartengono allo stesso genere hanno generalmente, ma non invariabilmente, abitudini e costituzioni molto simili e presentano sempre somiglianze strutturali, la lotta sarà in genere più aspra tra di loro, quando esse vengano in concorrenza, che fra specie di generi distinti. Ciò si è visto, per esempio, in certe regioni degli Stati Uniti, in cui il recente moltiplicarsi di una specie di rondine ha causato la decadenza di un'altra specie. Il recente aumento del tordo maggiore in alcune parti della Scozia ha causato la diminuzione del tordo bottaccio. È molto frequente il caso di una specie di ratti che si sostituisce a un'altra sotto climi diversissimi. In Russia, la piccola blatta asiatica ha dovunque cacciato davanti a sé la sua grande congenere. In Australia la nostra ape domestica, ivi importata, va rapidamente sterminando la piccola ape indigena, che è sprovvista di pungiglione. È noto che una specie di senape di campo ha soppiantato un'altra specie e così via per altri casi. Si può capire, sia pure confusamente, perché la lotta debba essere più accanita tra forme affini che occupano quasi lo stesso posto nell'economia della natura; però forse in nessun caso saprei dire con precisione perché una specie abbia riportato la vittoria su un'altra nella grande battaglia per l'esistenza.

Dalle precedenti osservazioni si può dedurre un corollario della massima importanza, che cioè la struttura di ogni essere organizzato è in stretta correlazione, spesso assai difficile a scoprirsi, con quella di tutti gli altri esseri viventi con i quali viene a trovarsi in concorrenza o per il cibo o per la dimora, o con quella degli esseri da cui deve difendersi o di quelli che sono sua preda. Questa legge è evidente nella conformazione dei denti e degli artigli della tigre, e delle zampe e degli uncini del parassita che si attacca ai peli del suo corpo. Ma nel meraviglioso seme alato del dente di leone, e nelle zampe appiattite e frangiate dei coleotteri acquatici la correlazione sembra a prima vista limitata agli elementi aria e acqua. Tuttavia i pappi alati costituiscono senza dubbio un vantaggio quando il suolo è già fittamente coperto di altre piante, per-

BOLLATI BORINGHIERI

ché possono facilmente spandersi su un ampio raggio e cadere in punti del terreno non ancora occupati. Nei coleotteri acquatici, la struttura delle zampe permette loro di tuffarsi nell'acqua, sostenere una lotta con altri insetti acquatici, ghermire la preda, e sottrarsi al pericolo di essere a loro volta vittime di altri animali.

La riserva di nutrimento accumulata nei semi di molte piante sembra a prima vista non avere alcun rapporto diretto con le altre piante. Ma il vigoroso sviluppo dei germogli spuntati da tali semi, come nei piselli e nei fagioli, quando crescono fra l'erba alta, fa supporre che il principale scopo del nutrimento contenuto nel seme sia quello di accelerare lo sviluppo delle piante giovani, mentre esse sostengono la lotta contro altre piante che crescono vigorose intorno a loro.

Perché mai una pianta non raddoppia o quadruplica il numero dei propri individui nella sua area di distribuzione? Sappiamo che essa può tollerare perfettamente un po' più di caldo o di freddo, di umidità o di siccità, poiché altrove essa cresce in plaghe un po' più calde o più fredde, più umide o più secche. In questo caso vediamo chiaramente che, se immaginiamo di conferire alla pianta la capacità di moltiplicarsi, dovremmo darle qualche vantaggio sui suoi concorrenti, oppure sugli animali che di essa si nutrono. Ai confini del suo ambiente geografico, un cambiamento di costituzione relativo al clima sarebbe ovviamente un vantaggio per la nostra pianta; ma abbiamo ragione di credere che siano assai pochi gli animali e le piante che si spingono così lontani da essere distrutti esclusivamente dai rigori del clima. Soltanto agli estremi confini della vita, nelle regioni artiche o ai margini di una zona completamente desertica, la concorrenza cessa. Anche nelle regioni estremamente fredde o aride ci sarà sempre concorrenza fra poche specie o fra gli individui della stessa specie per la conquista dei luoghi più caldi o più umidi.

Possiamo così vedere che quando una pianta o un animale viene a trovarsi in un nuovo paese fra nuovi concorrenti, le sue condizioni di vita cambieranno in modo radicale, anche nel caso in cui il clima sia esattamente identico a quello del paese d'origine. Se nella nuova dimora si vuole accrescere il numero medio degli individui si dovrà modificare l'animale o la pianta in modo diverso da quello che si sarebbe dovuto fare nel paese natio, perché bisognerà dar loro qualche vantaggio su una serie di nemici o di concorrenti del tutto diversi.

È cosa facile cercare in astratto di dare a una specie un vantaggio su di un'altra, ma probabilmente nella pratica non sapremmo che cosa

BOLLATI BORINGHIERI

fare. Ciò dovrebbe convincerci della nostra ignoranza circa i reciproci rapporti che esistono fra tutti gli esseri viventi, convinzione che è tanto necessaria quanto difficile da acquisire. La sola cosa che possiamo fare è di tenere sempre presente il fatto che tutti gli esseri viventi tendono a moltiplicarsi in progressione geometrica, che ciascuno di essi deve lottare per l'esistenza e subire grandi distruzioni, in determinati periodi della vita, in determinate stagioni dell'anno, nel corso di ogni generazione o a intervalli periodici. Quando riflettiamo su questa lotta, possiamo consolarci con la piena convinzione che nella natura la guerra non è continua, che la paura è sconosciuta, che la morte è in genere assai pronta, e che gli individui vigorosi, sani e felici sono quelli che sopravvivono e si moltiplicano.

BOLLATI BORINGHIERI
27 maggio 2021

Selezione naturale o sopravvivenza del più adatto

In quale modo agisce sulla variazione la lotta per l'esistenza che abbiamo brevemente discusso nel capitolo precedente? Può applicarsi allo stato di natura il principio della selezione, che abbiamo visto così potente in mano dell'uomo? Vedremo, credo, che questo principio ha un'azione assai efficace. Teniamo ben presente il numero infinito di lievi variazioni e differenze individuali esistenti nella nostra produzione domestica e, in grado minore, nelle specie allo stato di natura, e non dimentichiamo altresì quanta forza abbia la tendenza ereditaria. Si può dire che allo stato domestico l'intera organizzazione diviene in qualche modo plastica. Ma la variabilità, che quasi universalmente riscontriamo nella nostra produzione domestica, non è un prodotto diretto dell'uomo, come hanno giustamente osservato Hooker e Asa Gray: l'uomo non può dare origine a varietà, né impedire che si producano; egli può soltanto conservare e accumulare quelle che si presentano. Senza volerlo, l'uomo espone gli esseri viventi a nuove e mutevoli condizioni di vita, e da ciò consegue la variabilità. Ma cambiamenti simili di condizioni potrebbero avvenire, e avvengono infatti, allo stato di natura. Ricordiamo anche quanto infinitamente complessi e reciprocamente adatti siano i rapporti fra tutti gli esseri viventi e quelli fra di essi e le loro condizioni fisiche di vita; e di conseguenza qual serie infinita di diversità di struttura potrebbe essere utile a ciascun essere in condizioni di vita mutevoli. Dal momento che indubbiamente sono avvenute variazioni utili all'uomo, si può dunque ritenere improbabile che altre variazioni in qualche modo utili a ciascun essere, nella grande e complessa battaglia della vita, si presentino nel corso di molte generazioni successive? E se ciò avviene, come possiamo noi dubitare (ricordando che vengono al mondo molti più individui di quanti ne possono sopravvivere) che individui i quali godano di un qualsiasi vantaggio, sia pur

minimo, rispetto agli altri, non abbiano una maggiore probabilità di sopravvivere e di riprodursi? D'altra parte possiamo essere sicuri che qualsiasi variazione, anche minimamente nociva, sarà rigorosamente distrutta. La conservazione delle differenze e variazioni individuali favorevoli e la distruzione di quelle nocive sono state da me chiamate «selezione naturale» o «sopravvivenza del più adatto». Le variazioni che non sono né utili né nocive, non saranno influenzate dalla selezione naturale, e rimarranno allo stato di elementi fluttuanti, come si può osservare in certe specie polimorfe, o, infine, si fisseranno, per cause dipendenti dalla natura dell'organismo e da quella delle condizioni.

Parecchi scrittori hanno frainteso o disapprovato il termine «selezione naturale». Alcuni hanno persino immaginato che la selezione naturale dia luogo a variabilità, mentre invece la selezione comporta soltanto la conservazione delle variazioni non appena compaiono e siano vantaggiose all'individuo nelle sue particolari condizioni di vita. Nessuno trova a ridere quando gli esperti d'agricoltura parlano dei potenti effetti della selezione operata dall'uomo; e in questo caso devono già esistere quelle differenze individuali date dalla natura, che l'uomo sceglie per qualche suo scopo. Altri hanno obiettato che il termine selezione implica una scelta cosciente da parte degli animali che vengono modificati, e si è anche sostenuto che la selezione naturale non è applicabile alle piante, dal momento che queste non sono dotate di volontà! Indubbiamente, nel senso letterale della parola, il termine selezione naturale è erroneo; ma chi ha mai criticato i chimici quando parlano di affinità elettive dei vari elementi? Tuttavia non si può dire in senso stretto che l'acido elegga la base con cui si combina meglio. Si è detto che io parlo di selezione naturale come di una potenza attiva o di una divinità, ma chi mai muove obiezioni a un autore che disserta sull'attrazione della gravità, come della forza che regola i movimenti dei pianeti? Tutti sanno che cosa significano e implicano tali espressioni metaforiche, che sono quasi necessarie per ragioni di brevità. È altresì molto difficile evitare di personificare la natura, ma per Natura io intendo soltanto l'azione combinata e il risultato di numerose leggi naturali, e per leggi la sequenza di fatti da noi accertati. Per chi ha un minimo di familiarità con l'argomento tali obiezioni superficiali sono del tutto trascurabili.

Comprenderemo meglio il probabile andamento della selezione naturale prendendo il caso di una regione che subisca qualche lieve cambiamento fisico, per esempio, di clima. Le proporzioni numeriche dei

BOLLATI BORINGHIERI

suoi abitanti si altereranno quasi immediatamente, e alcune specie potranno estinguersi. Da quanto abbiamo osservato circa gli intrinseci e complessi legami esistenti tra gli abitanti di ogni regione, possiamo concludere che qualsiasi alterazione nelle loro proporzioni numeriche, indipendentemente dalle modificazioni del clima, influirebbe seriamente sugli altri. Nel caso in cui questa regione avesse confini aperti, di certo nuove forme vi immigrerebbero, il che turberebbe gravemente i rapporti di alcuni degli antichi abitanti. Si ricordi la potente influenza che esercita la semplice introduzione di un nuovo albero o mammifero. Se invece si trattasse di un'isola o di un paese parzialmente circondato da barriere che non possano essere facilmente superate da forme nuove e più adatte, nell'economia della località si farebbero dei vuoti che potrebbero benissimo essere occupati se alcuni degli abitanti originari fossero in qualche modo modificati, poiché, se la zona fosse aperta all'immigrazione, questi vuoti sarebbero occupati da intrusi. In tali casi tenderebbero a conservarsi quelle lievi modificazioni che sono in qualche modo favorevoli agli individui di una qualsiasi specie, adattandoli meglio alle mutate condizioni, e la selezione naturale avrebbe libero campo per la sua opera di perfezionamento.

Come già abbiamo dimostrato nel primo capitolo, abbiamo buone ragioni di credere che i cambiamenti delle condizioni di vita accrescono la tendenza alla variabilità, e nei casi succitati infatti le condizioni sono mutate, fatto questo che è senz'altro favorevole alla selezione naturale, in quanto offre una miglior possibilità al verificarsi di variazioni vantaggiose. In mancanza di ciò la selezione naturale non può far nulla. Non si deve mai dimenticare che col termine «variazione» vengono semplicemente indicate le differenze individuali. Come l'uomo può ottenere grandi risultati con i suoi animali domestici e le piante che coltiva, accumulando le differenze individuali in una data direzione, altrettanto può fare la selezione naturale con assai maggiore facilità, giacché dispone di un periodo di tempo incomparabilmente più lungo. Non credo neanche che siano necessari grandi cambiamenti fisici, di clima per esempio, o un insolito grado di isolamento che ostacoli l'immigrazione, perché siano lasciati liberi nuovi posti che la selezione naturale potrà colmare migliorando qualcuno degli abitanti che siano in via di variazione. Infatti, siccome in ogni regione tutti gli abitanti sono in lotta fra loro con forze piuttosto ben equilibrate, modificazioni assai lievi nella struttura o nelle abitudini di una specie possono spesso dare a questa un vantaggio sulle altre; e altre modificazioni dello stesso tipo

BOLLATI BORINGHIERI

potrebbero accrescere ulteriormente il vantaggio, finché la specie rimanesse nelle stesse condizioni di vita e disponesse degli stessi mezzi di sussistenza e di difesa. Non è possibile citare un paese in cui tutti gli abitanti indigeni siano così perfettamente adattati gli uni agli altri e alle condizioni fisiche in cui vivono che nessuno di essi possa adattarsi meglio o perfezionarsi; in tutte le regioni, infatti, le specie indigene sono state così completamente sopraffatte da specie naturalizzate, da permettere ad alcune di queste specie forestiere di prendere stabilmente possesso del territorio. E poiché in ciascun paese specie straniere hanno sopraffatto alcune delle specie indigene, possiamo concludere, senza tema di errore, che queste ultime avrebbero potuto essere modificate vantaggiosamente, così da poter meglio resistere agli invasori.

Poiché l'uomo può ottenere, e certamente ha ottenuto, grandi risultati con la sua opera di selezione metodica e inconscia, che cosa non può fare la selezione naturale? L'uomo può agire solo su caratteri esterni e visibili; la Natura, se mi si consente di personificare con questo nome la conservazione naturale o sopravvivenza del più adatto, non tiene conto alcuno delle apparenze, a meno che non siano utili a qualche individuo. Essa può agire su ogni organo interno, su ogni ombra di differenza costituzionale, sull'intero meccanismo della vita. L'uomo seleziona soltanto in vista del proprio vantaggio; la Natura soltanto per il vantaggio dell'essere cui rivolge le sue cure. Ogni carattere selezionato è tenuto in piena attività dalla natura, come è implicito nel fatto stesso dell'essere stato selezionato. L'uomo raccoglie in uno stesso paese esseri nati sotto climi diversi; raramente egli esercita ciascun carattere selezionato in modo peculiare e appropriato: nutre con gli stessi cibi tanto i colombi a becco lungo quanto quelli a becco corto; non sottopone a diversi esercizi un quadrupede dalla groppa lunga o dalle lunghe gambe; ed espone allo stesso clima gli ovini a vello lungo e quelli a vello corto. Non permette ai maschi più vigorosi di lottare per il possesso della femmina. Non distrugge rigorosamente tutti gli animali di qualità inferiori, ma, per quanto è in suo potere, protegge tutti i suoi prodotti nel corso mutevole delle stagioni. Egli spesso comincia la selezione da forme semimostruose, o per lo meno con modificazioni abbastanza appariscenti da attirare la sua attenzione o da presentare un evidente vantaggio per lui. In natura la più lieve differenza di struttura o di costituzione può rovesciare la ben equilibrata bilancia della lotta per l'esistenza, e così essere conservata. Quanto fuggevoli sono i desideri e gli sforzi dell'uomo! Quanto breve è il tempo di cui egli dispone! E, di

BOLLATI BORINGHIERI

conseguenza, quanto sono miseri i risultati della sua opera, al confronto di quelli accumulati dalla natura nel corso di interi periodi geologici! È dunque lecito meravigliarsi che i prodotti della natura abbiano un carattere «più genuino» di quelli dell'uomo, che essi siano infinitamente più adatti alle tanto complesse condizioni di vita, e che portino l'impronta di un magistero assai più perfetto?

Si può dire, metaforicamente, che la selezione naturale sottoponga a scrutinio, giorno per giorno e ora per ora, le più lievi variazioni in tutto il mondo, scartando ciò che è cattivo, conservando e sommando tutto ciò che è buono; silenziosa e impercettibile essa lavora *quando e ovunque se ne offra l'opportunità* per perfezionare ogni essere vivente in relazione alle sue condizioni organiche e inorganiche di vita. Questi lenti cambiamenti noi non li avvertiamo quando sono in atto, ma soltanto quando la mano del tempo ha segnato il lungo volgere delle età, ma così imperfette sono le nostre cognizioni delle remote ere geologiche che ci è soltanto dato di vedere che le forme viventi attuali sono diverse da come erano una volta.

Perché in una specie si possa produrre un gran numero di mutazioni è necessario che una varietà, una volta formata, presenti nuovamente, magari dopo un lungo intervallo di tempo, variazioni e differenze individuali favorevoli come le precedenti, le quali debbono a loro volta conservarsi, e così via a grado a grado. Questa ipotesi non può considerarsi infondata, dal momento che vediamo sempre presentarsi differenze individuali dello stesso tipo. Per stabilire se sia vera, occorre provare fino a che punto essa concordi con i fenomeni generali della natura e li spieghi. D'altra parte, l'opinione corrente che la somma delle possibili variazioni sia una quantità strettamente limitata, è anch'essa una semplice ipotesi.

Sebbene la selezione naturale possa agire unicamente attraverso ogni individuo e per il suo bene, essa può anche influire sui caratteri e sulle strutture, che noi generalmente consideriamo di importanza molto secondaria. Quando vediamo insetti verdi che mangiano foglie verdi e quelli macchiettati di grigio che mangiano corteccia, la pernice delle nevi bianca d'inverno, il gallo delle brughiere con il colore dell'erica, dobbiamo ritenere che questi colori servano a proteggere dai pericoli questi uccelli e insetti. I galli delle brughiere, se non venissero distrutti in qualche periodo della loro vita, si moltiplicherebbero senza fine; è noto che essi sono frequentemente vittime di uccelli rapaci; e i falchi sono talmente ben guidati dalla loro vista acutissima che, in certe parti

BOLLATI BORINGHIERI

del continente, si consiglia di non allevare colombi bianchi perché troppo soggetti a distruzione. La selezione naturale potrebbe quindi giungere a dare a ogni specie di gallo delle brughiere il colore appropriato, e a mantenere permanentemente questo colore. Né dobbiamo credere che la distruzione occasionale di un animale di un particolare colore produca un effetto trascurabile: dobbiamo ricordare come sia essenziale distruggere, in un gregge tutto di pecore bianche, l'agnello sul cui vello si noti una sia pur debolissima traccia nera. Abbiamo visto come in Virginia il colore dei maiali che si nutrono di «radice colorata», sia elemento determinante di vita o di morte. Nelle piante, la peluria che copre i frutti e il colore della polpa sono considerati dai botanici come caratteri di trascurabile importanza: eppure un bravissimo orticoltore, il Downing, ci ha insegnato che negli Stati Uniti i frutti a buccia liscia sono assai più danneggiati da un coleottero del genere *Curculio* che non quelli a buccia vellutata, che le prugne rosse sono soggette a una certa malattia molto più che non le prugne gialle; e che un'altra malattia attacca le pesche a polpa gialla più di quelle a polpa di altri colori. Se, malgrado tutti i soccorsi dell'arte, queste lievi differenze generano notevoli differenze nelle coltivazioni di numerose varietà, a maggior ragione allo stato di natura, ove gli alberi debbono lottare con altri alberi o con uno stuolo di nemici, queste differenze sono decisive per stabilire quale varietà di frutta, se quella a buccia glabra o quella a buccia pelosa, se quella a polpa gialla o porporina, riporterà la vittoria sulle altre.

Quando consideriamo le numerose piccole differenze esistenti fra le specie che, per quanto la nostra ignoranza ci permette di giudicare, ci sembrano del tutto insignificanti, non dobbiamo dimenticare che il clima, il cibo ecc. hanno senza dubbio influito direttamente nel produrle. È anche necessario ricordare che, in virtù della legge della correlazione, quando una parte si modifica, e le variazioni si accumulano attraverso la selezione naturale, seguono altre modificazioni, spesso del tutto imprevedibili.

Abbiamo visto che le variazioni le quali allo stato domestico compaiono in un particolare periodo della vita, tendono a manifestarsi nei discendenti nello stesso periodo (per esempio, la forma, le dimensioni e l'aroma dei semi di molte varietà delle nostre piante alimentari e coltivate; le differenze nelle fasi di larva e di crisalide nel baco da seta; quelle delle uova di gallina e del colore della lanugine dei pulcini; le corna del nostro bestiame bovino e ovino adulto); così allo stato di natura

BOLLATI BORINGHIERI

la selezione naturale può agire sugli esseri viventi e modificarli in determinati periodi della loro esistenza, accumulando le variazioni che sono utili in quel particolare periodo e che si riproducono nei loro discendenti nell'età corrispondente. Se è vantaggioso per una pianta che i suoi semi siano sempre più ampiamente sparsi dal vento, non vedo perché l'ottenere questo effetto per mezzo della selezione naturale debba presentare maggiori difficoltà di quella che incontra il piantatore di cotone nell'aumentare e migliorare, per mezzo della selezione, il fiocco nelle capsule delle sue piante di cotone. La selezione naturale può modificare e adattare la larva di un insetto a una quantità di condizioni esterne completamente differenti da quelle in cui dovrà vivere l'insetto adulto, e tali modificazioni possono influire, per correlazione, sulla struttura dell'insetto adulto. Reciprocamente modificazioni strutturali dell'adulto possono influire su quelle della larva; ma in tutti i casi la selezione naturale provvederà affinché queste modificazioni non siano dannose, perché, altrimenti, la specie si estinguerebbe.

La selezione naturale potrà modificare la struttura di un individuo giovane rispetto ai genitori e viceversa. Negli animali sociali, essa adatterà la struttura di ogni singolo per il vantaggio dell'intera comunità, a condizione che la comunità riceva un beneficio dal cambiamento. Quel che la selezione naturale non può fare è di modificare la struttura di una specie senza procurarle alcun vantaggio, ma solo per l'utile di un'altra specie; e sebbene in opere di storia naturale si trovino affermazioni in questo senso, non ho trovato un solo caso sicuramente dimostrato. Una conformazione che sia stata usata una sola volta nella vita di un animale, può essere modificata anche profondamente dalla selezione naturale, purché abbia grande importanza; per esempio, le grandi mandibole di cui certi insetti si servono unicamente per aprire i loro bozzoli, o l'estremità dura del becco di cui gli uccelli ancora chiusi nell'uovo si servono per spezzare il guscio. È stato asserito che la maggior parte dei migliori colombi capitombolanti a becco corto muoiono dentro l'uovo perché non riescono a uscirne fuori; perciò coloro che si dilettono ad allevarli li aiutano al momento della schiusa. Ora se la natura dovesse dare a un piccione completamente sviluppato un becco molto corto, per il vantaggio di questo uccello, il processo di modificazione sarebbe molto lento, e simultaneamente avverrebbe la più rigorosa selezione, dentro l'uovo, di tutti i giovani uccelli dotati di becco più robusto e più duro, mentre perirebbero inevitabilmente tutti quelli forniti di becco debole; oppure potrebbero essere selezionati i gusci più delicati e più

BOLLATI BORINGHIERI

facili a spezzarsi, giacché è noto che anche lo spessore del guscio può variare come ogni altro organo.

A questo punto sarà opportuno osservare che tutti gli organismi sono soggetti accidentalmente a grandi distruzioni, le quali possono avere poca o nessuna influenza sul corso della selezione naturale. Ogni anno, ad esempio, vengono divorati in gran numero uova e semi che potrebbero essere modificati con la selezione naturale, soltanto se subissero variazioni tali da permetter loro di difendersi dai nemici. E inoltre, molte di quelle uova o semi, se non fossero stati distrutti, avrebbero forse generato individui meglio adatti alle loro condizioni di vita, che non quelli ai quali toccò in sorte di sopravvivere. E così pure un gran numero di animali e piante adulte, siano o no i meglio adatti alle condizioni naturali, devono essere annualmente distrutti da cause accidentali, le quali non sarebbero in alcun modo mitigate da determinati cambiamenti di struttura e di costituzione altrimenti favorevoli alle specie. Ma, per quanto grave possa essere questa distruzione degli individui adulti, se essa non determina una notevole riduzione del numero degli esemplari esistenti in una data regione – o se la distruzione delle uova o dei semi è tale che se ne sviluppa solo la centesima o la millesima parte – rimane fermo il fatto che, fra i superstiti, gli individui più adatti tenderanno a moltiplicarsi in numero maggiore degli individui meno adatti, sempre che vi sia una certa variabilità in senso favorevole. Se, per le cause testé citate, il numero degli individui diminuisce considerevolmente, come spesso può essere accaduto, la selezione naturale risulterà inefficace in determinate direzioni vantaggiose; ma questa non è un'obiezione valida contro la sua efficacia in altri tempi e in altri modi, giacché siamo ben lontani dal supporre che molte specie subiscano modificazioni e miglioramenti in uno stesso tempo e nella stessa regione.

Selezione sessuale

Come, allo stato domestico, compaiono talvolta determinate particolarità in uno dei sessi e diventano in esso ereditarie, così sicuramente accade allo stato di natura. È quindi possibile che i due sessi siano modificati dalla selezione naturale, in relazione a differenti abitudini di vita, come talvolta accade; oppure, che un sesso sia modificato in relazione all'altro, come avviene comunemente. Ciò m'induce a parlare brevemente di quel fenomeno che io ho chiamato «selezione sessuale».

BOLLATI BORINGHIERI

Questo tipo di selezione dipende non dalla lotta per l'esistenza contro altri esseri viventi o contro le condizioni esterne, ma dalla lotta degli individui di un sesso, generalmente maschi, per il possesso delle femmine. Il risultato di questa lotta non è la morte del vinto, ma la mancanza di discendenti o lo scarso numero di essi. La selezione sessuale è quindi meno rigorosa della selezione naturale. Generalmente i maschi più vigorosi, che sono più idonei al posto loro assegnato nella natura, lasciano progenie più numerosa. Ma, in molti casi, la vittoria dipende non tanto dal vigore generale, quanto dal fatto di avere speciali armi, che solo il maschio possiede. Un cervo senza corna o un gallo senza speroni avrebbero poche probabilità di lasciare una prole numerosa. La selezione sessuale, che rende sempre possibile al vincitore di riprodursi, deve certamente conferirgli indomito coraggio, lunghi speroni e ali robuste, per combattere con le zampe speronate; non diversamente il brutale allevatore di galli combattenti sceglie con grande cura i suoi migliori esemplari. Non so fin dove si estenda, nella scala della natura, questa legge di guerra. L'alligatore maschio, ci dicono, combatte, mugghia e gira in cerchio per il possesso della femmina, esattamente come fanno gli indiani nelle danze guerresche; salmoni maschi sono stati visti lottare per giorni interi; i cervi volanti portano talvolta traccia delle ferite provocate dalle enormi mandibole di altri maschi; il signor Fabre, insuperabile osservatore, vide maschi di certi imenotteri disputarsi la femmina, che assisteva alla lotta come impassibile spettatrice e si allontanava poi con il vincitore. La guerra è forse più terribile fra i maschi degli animali poligami, che spesso sembrano disporre di particolari mezzi di lotta. I maschi degli animali carnivori sono già ben armati; con tutto ciò, la selezione sessuale può fornire loro speciali mezzi di difesa, come la criniera al leone, le zanne al cinghiale, la mascella uncinata al salmone maschio, poiché, per la vittoria, lo scudo può essere non meno importante della spada o della lancia.

Negli uccelli, la lotta assume spesso un carattere più pacifico. Tutti coloro che si sono occupati di questo argomento ritengono che vi sia una forte rivalità tra i maschi di molte specie, per attirare le femmine col canto. Le rupicole della Guiana, gli uccelli del paradiso, e molti altri ancora, si riuniscono a gruppi e, successivamente, i maschi dispiegano, con la massima cura, le loro splendide ali, e mettono in mostra quanto meglio possono le magnifiche penne: essi assumono anche i più bizzarri atteggiamenti davanti alle femmine che, dopo aver assistito in disparte a queste esibizioni, scelgono infine il compagno più attraente. Coloro

BOLLATI BORINGHIERI

che hanno studiato con grande attenzione gli uccelli in cattività, sanno che essi hanno spesso preferenze e antipatie individuali; Sir R. Heron ha descritto come un pavone pezzato apparisse particolarmente attraente alle femmine del suo allevamento. Non posso addentrarmi qui in particolari indispensabili alla dimostrazione di quanto sopra affermato; ma se l'uomo può conferire in breve tempo bellezza ed elegante portamento ai galli Bantam, a seconda del suo ideale estetico, non vedo ragioni per dubitare che le femmine degli uccelli possano ottenere un effetto notevole, scegliendo nel corso di migliaia di generazioni i maschi più belli e dal canto più melodioso, a seconda del proprio ideale di bellezza. Alcune leggi ben note sulla correlazione tra il piumaggio degli uccelli, maschi e femmine, e quello dei loro nati, si possono in parte spiegare con l'ipotesi che le modificazioni successive siano dovute alla selezione sessuale, e si trasmettono o ai soli maschi o a entrambi i sessi, in età corrispondente; ma mi manca lo spazio per sviluppare, qui, questo argomento.

Ritengo che, quando maschi e femmine di un animale hanno le stesse abitudini generali di vita, ma differiscono nella struttura, nel colore, o negli ornamenti, tali differenze siano dovute principalmente alla selezione sessuale, al fatto cioè che nel corso delle generazioni certi maschi abbiano avuto qualche piccolo vantaggio su altri maschi, così che i mezzi di offesa e di difesa, o di attrazione, si siano trasmessi soltanto ai loro discendenti di sesso maschile. Non intendo però attribuire a questa causa tutte le differenze sessuali, perché nei maschi dei nostri animali domestici vediamo sorgere particolarità che diventano ereditarie, e non sembrano essere state aumentate dalla selezione operata dall'uomo. Il ciuffo di peli sullo sterno del tacchino maschio selvatico non può essere di alcuna utilità, ed è anche dubbio che esso possa avere un valore ornamentale agli occhi della femmina; anzi, se il ciuffo fosse comparso allo stato domestico sarebbe stato considerato una mostruosità.

Esempi dell'azione della selezione naturale, o della sopravvivenza del più adatto

Per far comprendere con chiarezza in qual modo, secondo me, agisce la selezione naturale, mi si permettano uno o due esempi immaginari. Prendiamo il caso di un lupo che si nutra di differenti animali, catturandone alcuni con l'astuzia, altri con la forza, altri ancora con l'agilità, e supponiamo che la sua preda più veloce, ad esempio il cervo, in segui-

to a cambiamenti avvenuti nella regione, sia divenuto più numeroso, o che le altre prede abituali del lupo siano diminuite durante la stagione dell'anno in cui il lupo è maggiormente stimolato dalla fame. In tali circostanze i lupi più veloci e più agili avranno maggiore probabilità di sopravvivere e saranno quindi mantenuti in vita o selezionati, sempre a condizione che conservino la forza necessaria per sopraffare la preda, in ogni periodo dell'anno in cui sono spinti a nutrirsi di altri animali. Mi pare che non vi sia ragione di dubitare di questo risultato, come non si può mettere in dubbio la possibilità che ha l'uomo di aumentare l'agilità dei suoi levrieri per mezzo di una selezione accurata e metodica, o con la selezione inconscia, quale è quella operata da chiunque cerca di conservare i cani migliori, pur senza avere l'intenzione di modificarne la razza. Posso aggiungere che, secondo quanto afferma il signor Pierce, nei monti Catskill degli Stati Uniti vivono due varietà di lupi, l'una delle quali, di forme molto slanciate, a guisa di levriere, dà la caccia ai cervi, mentre l'altra, più tozza, con gambe più corte, attacca più frequentemente le greggi di pecore.

Si noti che, nell'esempio precedente, ho parlato di lupi più snelli come individui, e non di una qualche particolare varietà ben distinta che possa essersi conservata. Nelle precedenti edizioni di quest'opera mi sono espresso come se quest'ultima alternativa si fosse spesso verificata. Ho osservato la grande importanza delle differenze individuali, e ciò mi ha indotto a discutere diffusamente i risultati della selezione operata inconsciamente dall'uomo, la quale dipende dalla conservazione di tutti gli individui più o meno pregevoli, e dalla distruzione dei peggiori. Ho anche osservato come la conservazione allo stato di natura di una qualsiasi deviazione occasionale della struttura, quale potrebbe essere una mostruosità, sia un evento assai raro, e che, se anche inizialmente fosse conservata, andrebbe poi perduta per effetto dei successivi incroci con individui normali. Tuttavia, prima d'aver letto un ottimo articolo sulla «North British Review» (1867), non riuscivo a rendermi conto appieno del fatto che raramente si possono conservare singole variazioni, siano esse appena accennate o molto pronunciate. L'autore suppone che una coppia d'animali produca durante tutta la vita duecento discendenti, dei quali però, per varie cause distruttrici, in media soltanto due sopravvivono e perpetuano la specie. È un caso che non si verifica quasi mai per la maggior parte degli animali superiori, ma che è frequente in molti organismi inferiori. L'autore dice poi

BOLLATI BORINGHIERI

che, se nascesse un individuo provvisto di una variazione che gli desse probabilità di sopravvivenza doppia rispetto a quella degli altri individui, esso avrebbe tuttavia forte probabilità di soccombere. Supponiamo che sopravviva e si riproduca, e che una metà dei suoi nati ereditino la variazione favorevole: i figli, come l'autore dimostra, avrebbero una probabilità leggermente maggiore di sopravvivere e di riprodursi; e tale probabilità andrebbe diminuendo nelle generazioni successive. Non credo si possa mettere in dubbio l'esattezza di queste affermazioni. Se, ad esempio, un uccello di una qualsiasi specie potesse procurarsi più facilmente il cibo con un rostro ricurvo, e se nascesse un individuo di questa specie appunto con un becco fortemente ricurvo e, di conseguenza, avesse uno sviluppo rigoglioso, esso avrebbe tuttavia scarse probabilità di poter perpetuare la propria specie soppiantando la forma comune. Ma, giudicando da quanto si può osservare tra gli animali domestici, non v'è dubbio che tale risultato si otterrebbe invece se, per molte generazioni, rimanessero in vita un gran numero di individui con rostri più o meno fortemente ricurvi, e fossero invece distrutti in maggior numero quelli con i becchi più diritti.

Tuttavia non si deve dimenticare che alcune variazioni molto appariscenti, che nessuno potrebbe considerare semplici differenze individuali, si ripresentano spesso per la ragione che organismi simili subiscono influenze simili; di questo fatto le produzioni domestiche ci offrono numerosi esempi. In tali casi, anche se l'individuo variante non trasmette realmente alla sua progenie il carattere recentemente acquisito, esso trasmetterà senza dubbio, finché le condizioni resteranno inalterate, una forte tendenza a variare nello stesso modo. Non vi è dubbio che la tendenza a variare nello stesso modo è stata spesso così forte che tutti gli individui della stessa specie si sono modificati in modo simile, senza il concorso di qualsiasi forma di selezione. Oppure soltanto la terza, la quinta o la decima parte degli individui ha subito tali variazioni, e anche di ciò si potrebbero dare numerosi esempi. Graba stima che circa una quinta parte delle urie delle isole Fær Øer sia costituita da una varietà con caratteristiche così spiccate, da essere stata precedentemente classificata come una specie particolare, col nome di *Uria lacrymans*. In tali casi, se la variazione fosse di natura vantaggiosa, la forma originale sarebbe ben presto soppiantata da quella modificata, per effetto della sopravvivenza del più adatto.

Ritornero più avanti sugli effetti che hanno gli incroci nell'eliminare variazioni di ogni tipo; qui mi limiterò a osservare che la maggior par-

BOLLATI BORINGHIERI

te degli animali e delle piante rimane fedele alla propria abitazione, e non se ne allontana senza necessità; persino gli uccelli migratori ritornano quasi sempre nello stesso luogo. Di conseguenza, ogni varietà di formazione recente da principio sarà generalmente locale, come sembra essere la regola generale per le varietà allo stato di natura; così che gli individui modificati in modo simile formeranno presto piccoli gruppi, e spesso si riprodurranno fra di loro. Se la nuova varietà dovesse affermarsi nella sua lotta per la vita, essa si diffonderebbe lentamente da una zona centrale, lottando vittoriosamente con individui che non hanno subito cambiamenti, lungo i margini di un cerchio sempre più grande.

Vale la pena di dare un altro esempio più complesso dell'azione della selezione naturale. Alcune piante secernono una sostanza zuccherina che, a quanto pare, ha lo scopo di eliminare qualche sostanza nociva dalla linfa. La secrezione viene effettuata, per esempio, dalle ghiandole che si trovano alla base delle stipole in alcune leguminose, e sulla pagina inferiore delle foglie nell'alloro comune. Della secrezione, sebbene in piccola quantità, sono assai ghiotti gli insetti; ma le loro visite non apportano alcun beneficio alla pianta. Supponiamo ora che il succo (o il nettare) sia secreto dall'interno dei fiori di un certo numero di piante, di una qualunque specie. In tal caso, gli insetti che ricercano il nettare si copriranno di polline, e lo trasporteranno frequentemente da un fiore all'altro. I fiori di due individui distinti della stessa specie si incroceranno e, dall'incrocio, come si può ben provare, nasceranno virgulti vigorosi, che avranno di conseguenza la migliore possibilità di prosperare e di sopravvivere. Le piante che avranno fiori con ghiandole o nettari più sviluppati, produrranno una maggior quantità di nettare e saranno visitate più spesso dagli insetti, e di conseguenza si incroceranno più spesso; così nel volger del tempo dovranno acquistare il sopravvento sulle altre, e formare una varietà locale. Saranno quindi ugualmente favoriti i fiori, i cui stami e pistilli, rispetto alle dimensioni e alle abitudini dei particolari insetti che li visitano, sono posti in guisa tale da favorire in ogni modo il trasporto del polline. Avremmo potuto addurre l'esempio di insetti che visitano i fiori alla ricerca di polline, anziché di nettare, e dato che il polline è formato per il solo scopo della fecondazione, la sua distruzione sembra essere soltanto una perdita per la pianta; ma se un po' di polline venisse portato dagli insetti che se ne alimentano, prima occasionalmente, e poi abitualmente, da fiore a fiore, operando così un incrocio, anche se i nove decimi del polline andassero distrutti, sarebbe ancora un gran vantaggio per la pianta essere

BOLLATI BORINGHIERI

così spogliata; e gli individui provvisti di antere più grandi e che avessero prodotto la maggior quantità di polline, sarebbero in tal modo selezionati.

Quando le nostre piante, a lungo andare, in seguito a tale processo diventassero più attraenti per gli insetti, questi continuerebbero inconsiamente e regolarmente a trasportare il polline da fiore a fiore; e che agiscano realmente in tal modo potrei facilmente dimostrare con molti e cospicui esempi. Ne citerò uno solo, che illustrerà al contempo anche uno stadio della separazione dei sessi nelle piante. Alcuni agrifogli portano soltanto fiori maschi con quattro stami, che producono una piccola quantità di polline e un pistillo rudimentale; altri agrifogli portano soltanto fiori femminili con pistillo ben sviluppato, e quattro stami con antere contratte, nelle quali non è possibile trovare un solo granello di polline. Avendo trovato una pianta femminile alla distanza di meno di sessanta metri da una maschile, volli osservare al microscopio gli stimmi di venti fiori raccolti su differenti rami e, in tutti senza eccezione notai del polline: pochi granelli su alcuni, a profusione su altri. Poiché per vari giorni il vento aveva soffiato dalla pianta femminile in direzione di quella maschile, il polline non poteva essere stato trasportato dal vento. Il tempo era stato freddo e burrascoso e perciò sfavorevole alle api; tuttavia ogni fiore femminile da me esaminato era stato fecondato dalle api che erano volate di pianta in pianta in cerca di nettare. Ma ritorniamo al nostro caso immaginario: non appena una pianta è divenuta così attraente per gli insetti che il suo polline viene regolarmente trasportato da fiore a fiore, può avere inizio un altro processo. Nessun naturalista pone in dubbio i vantaggi di quella che è stata chiamata la «divisione fisiologica del lavoro»; possiamo perciò ritenere che sarebbe utile a una pianta produrre soltanto stami in un fiore o in tutta una pianta e solamente pistilli in un altro fiore o in un'altra pianta. Nelle piante coltivate e poste in nuove condizioni di vita, talvolta gli organi maschili, talaltra quelli femminili divengono più o meno sterili; e se supponiamo che questo accada anche in piccolo grado in natura, poiché il polline è trasportato regolarmente da fiore a fiore, e una più completa separazione dei sessi nella nostra pianta sarebbe vantaggiosa in base al principio della divisione del lavoro, gli individui nei quali questa tendenza diverrà viepiù accentuata sarebbero continuamente favoriti, o selezionati, fino a raggiungere la completa separazione dei sessi. Sarebbe troppo lungo dimostrare le varie fasi attraverso le quali, per dimorfismo e altri modi, sembra si vada ora effettuando la separazione dei sessi in piante di specie diverse; ma posso aggiungere che, secondo Asa

BOLLATI BORINGHIERI

Gray, nell'America settentrionale alcune specie di agrifoglio si trovano esattamente in una condizione intermedia o, per usare la sua espressione, sono più o meno dioicamente poligame.

Rivolgiamo ora la nostra attenzione agli insetti mangiatori di nettare: possiamo supporre che la pianta, cui abbiamo lentamente aumentato il nettare con una continua selezione, sia una pianta comune, e che l'alimentazione di certi insetti dipenda in gran parte dal suo nettare. Potrei provare con numerosi esempi quanto le api siano ansiose di risparmiare tempo: prova ne sia la loro abitudine di incidere la base di certi fiori per suggerne il nettare, mentre con una fatica appena superiore potrebbero suggerlo dalla sommità della corolla. Tenendo presenti questi fatti, si può facilmente credere che, in determinate circostanze, differenze individuali nella curvatura e nella lunghezza della proboscide ecc., anche se troppo lievi per poter essere valutate da noi, potrebbero essere utili all'ape o ad altri insetti, in quanto determinati individui potrebbero procurarsi il cibo più rapidamente degli altri; in tal modo le comunità a cui appartengono prospererebbero e produrrebbero molti sciami che erediterebbero le stesse peculiarità. I tubi corollini del trifoglio violetto comune e del trifoglio rosso (*Trifolium pratense* e *incarnatum*) non sembrano a prima vista di lunghezza molto diversa; tuttavia l'ape domestica può facilmente suggerire il nettare del trifoglio rosso, ma non del comune trifoglio violetto che è visitato soltanto dai bombi; cosicché interi campi di trifoglio violetto offrono invano un'abbondante provvista del prezioso nettare alle api domestiche. È fatto accertato che le api sono ghiottissime di questo nettare; giacché ho visto ripetutamente, però soltanto d'autunno, le api suggerire il nettare attraverso fori praticati dai bombi alla base dei tubi. La differenza di lunghezza della corolla nei due tipi di trifoglio, che determina la visita dell'ape, deve essere minima; infatti mi è stato detto che dopo la falciatura i fiori del secondo raccolto, che sono alquanto più piccoli, sono visitati da molte api domestiche. Non so se questa osservazione sia esatta, né se si debba credere all'affermazione che ho letto recentemente, che cioè l'ape ligure, considerata generalmente una semplice varietà della comune ape domestica, con la quale liberamente s'incrocia, può raggiungere e suggerire il nettare del trifoglio violetto. Così, in un paese dove questo trifoglio è abbondante, sarebbe molto utile all'ape domestica avere una proboscide leggermente più lunga o diversamente conformata. D'altra parte, poiché la fecondazione di questo trifoglio dipende assolutamente dalla visita delle api, se i bombi diventassero rari in un qualche paese, dovrebbe essere molto vantaggioso per la pianta avere una corolla

BOLLATI BORINGHIERI

più corta o più profondamente divisa, in modo che le api potessero suggerire il nettare. Si può quindi capire perché un fiore e un'ape possano, o simultaneamente o uno dopo l'altro, modificarsi poco a poco e adattarsi reciprocamente nel modo più perfetto, grazie alla continua conservazione di tutti gli individui che offrono lievi deviazioni di struttura reciprocamente favorevoli all'uno e all'altro.

So bene che questa dottrina della selezione naturale, esemplificata con i succitati esempi immaginari, è esposta alle stesse obiezioni sollevate alle grandiose ipotesi di Sir Charles Lyell a proposito delle «moderne trasformazioni della terra che spiegano i fenomeni geologici»; oggi, però, raramente udiamo qualificare come insignificanti o di poco conto quegli agenti che vediamo tuttora in azione, quando siano invocati a spiegare l'erosione di valli profondissime o la formazione di lunghe catene di rupi scoscese entroterra. La selezione naturale agisce soltanto conservando e accumulando le piccole modificazioni ereditate, ciascuna delle quali è utile all'individuo conservato; e, come la geologia moderna ha ormai ripudiato ipotesi quale quella dell'escavazione di una grande valle ad opera di un'unica ondata diluviale, così la selezione naturale bandirà la credenza della creazione continua di nuovi esseri viventi, o di qualsiasi grande e improvvisa modificazione della loro struttura.

Sull'incrocio

Debbo qui fare una breve digressione. Nel caso di animali o piante a sessi separati, è ovvio che ogni nascita presuppone sempre l'accoppiamento di due individui (a eccezione dei casi strani e non ben capiti di partenogenesi); nel caso degli ermafroditi, invece, questo non è affatto ovvio. Tuttavia, c'è ragione di credere che anche per tutti gli ermafroditi sia necessario il concorso, occasionale o abituale, di due individui per la riproduzione della specie. Questa ipotesi fu suggerita molto tempo fa, sebbene con qualche riserva, da Sprengel, Knight e Kölreuter. Vedremo subito quanto sia importante; ma qui sono costretto a trattare l'argomento con estrema brevità, pur avendo raccolto materiale sufficiente per un'ampia discussione. Tutti i vertebrati, tutti gli insetti, e alcuni altri grandi gruppi di animali, si accoppiano per dar luogo alla nascita di altri individui. La moderna indagine ha molto diminuito il numero dei supposti ermafroditi, e ha stabilito che un gran numero di veri ermafroditi si accoppiano, cioè che due individui si uniscono rego-

larmente per la riproduzione, e questo è quanto ci interessa. Tuttavia molti animali ermafroditi certo non si accoppiano abitualmente e le piante nella loro grande maggioranza sono ermafrodite. Per quale ragione allora, ci si domanda, si deve supporre che anche in questi casi sia sempre necessario il concorso di due individui per la riproduzione? Non potendo entrare qui in particolari, mi limiterò a qualche considerazione generale.

In primo luogo, ho raccolto una tal massa di fatti, e ho compiuto tanti esperimenti (i quali, in pieno accordo con l'opinione quasi universale degli allevatori, provano che negli animali e nelle piante l'incrocio fra differenti varietà, o fra individui della stessa varietà ma di un altro ceppo, conferisce vigore e fecondità alla discendenza, e, d'altra parte, che l'incrocio fra stretti consanguinei diminuisce il vigore e la fecondità), che da questi soli fatti sono portato a credere che esista una legge generale della natura in base alla quale nessun essere vivente si possa autofecondare per un numero illimitato di generazioni, e un incrocio con un altro individuo sia di tanto in tanto – e magari dopo lunghi intervalli di tempo – indispensabile.

Se stabiliamo che questa sia una legge di natura, riusciamo, io credo, a capire alcune grandi serie di fatti che, come il seguente, non possono essere altrimenti spiegati. Ogni ibridatore sa quanto l'umidità sia nociva alla fecondazione di un fiore; e, tuttavia, quanti fiori hanno le antere e gli stimmi completamente esposti alle intemperie! Se un incrocio occasionale è indispensabile, sebbene nella stessa pianta antere e pistillo siano così vicini che l'autofecondazione appare quasi inevitabile, questa esposizione degli organi si può spiegare nel senso che essa consente la più ampia libertà d'ingresso al polline di un altro individuo. D'altra parte, molti fiori hanno gli organi riproduttivi perfettamente protetti, per esempio quelli della grande famiglia delle papilionacee o leguminose; ma questi fiori presentano quasi invariabilmente meravigliosi e singolari adattamenti in rapporto alla visita degli insetti. Le visite delle api sono talmente necessarie a molte papilionacee, che la loro fecondità diminuisce notevolmente se queste visite vengono impedito. Ora, è difficile che gli insetti volino da fiore a fiore senza portare il polline dall'uno all'altro, a tutto vantaggio della pianta. Gli insetti agiscono come il pennello usato per la fecondazione artificiale; infatti ad assicurare la fecondazione è sufficiente toccare appena, con lo stesso pennello, le antere di un fiore e, successivamente, lo stimma di un altro; ma non si deve supporre che le api producano così una moltitudine di ibridi fra specie distinte; poiché se si pone sullo stimma di una pianta il pol-

BOLLATI BORINGHIERI

line della stessa e quello di un'altra specie, il primo è così prepotente da distruggere completamente l'influenza del polline straniero, come ha dimostrato Gärtner.

Quando gli stami di un fiore scattano subitamente verso il pistillo, o si muovono lentamente l'uno dopo l'altro verso di esso, questo processo sembra unicamente diretto ad assicurare l'autofecondazione; e senza dubbio serve a questo scopo. Ma l'azione degli insetti è spesso necessaria per determinare il movimento degli stami, come J. G. Kölreuter ha dimostrato nel caso del crespino; e proprio in questo genere, il quale sembra avere un dispositivo particolare per l'autofecondazione, si sa bene che, se forme o varietà strettamente imparentate sono piantate l'una vicina all'altra, è quasi impossibile allevare pianticelle di razza pura, tanto esse s'incrociano naturalmente. In altri numerosi casi l'autofecondazione è ben lontana dall'essere favorita; vi sono anzi speciali dispositivi che assai efficacemente impediscono allo stamma di ricevere il polline dello stesso fiore, come ho potuto dimostrare in base alle opere di Sprengel e altri, e da mie osservazioni personali. Per esempio, nella *Lobelia fulgens* esiste un meraviglioso e complesso dispositivo per fare uscire gli infiniti granelli di polline di scatto dalle antere di ogni fiore prima che lo stamma dello stesso fiore sia pronto a riceverlo; e poiché questi fiori, almeno nel mio giardino, non sono mai visitati dagli insetti, essi non producono mai semi, sebbene io ne abbia ottenuta una grande quantità ponendo il polline di un fiore sullo stamma di un altro. Un'altra specie di *Lobelia*, che è visitata dalle api, produce abbondanti semi, nel mio giardino. In molti altri casi, sebbene non esista nessuno speciale meccanismo atto a impedire allo stamma di ricevere il polline dallo stesso fiore, tuttavia, come Sprengel e più recentemente Hildebrand e altri hanno dimostrato, e come io stesso posso confermare, le antere si aprono prima che lo stamma sia pronto per la fecondazione, oppure lo stamma è pronto prima del polline, cosicché queste piante, cosiddette dicogame, hanno in realtà sessi separati, e devono abitualmente essere incrociate. Lo stesso avviene per le piante dimorfiche o trimorfiche cui precedentemente ci siamo riferiti. Come sono strani questi fatti! Come è straordinario il fatto che in uno stesso fiore il polline e la superficie dello stamma, la cui vicinanza sembrerebbe avere lo scopo di facilitare l'autofecondazione, siano in tanti casi reciprocamente inutili l'uno all'altro! E come questi fatti diventano semplici se si spiegano coll'ipotesi che un incrocio occasionale tra individui distinti sia vantaggioso o indispensabile!

BOLLATI BORINGHIERI

Ho osservato che se diverse varietà di cavoli, ravanelli, cipolle, e alcune altre piante, crescono l'una vicino all'altra e producono semi, la grande maggioranza delle piante che nascono da questi semi sono ibride. Per esempio, ho coltivato 233 pianticelle di cavoli di varietà differenti che erano cresciute vicine, e di queste soltanto 78 erano di razza pura, e alcune non erano neanche perfettamente pure. E si noti che il pistillo di ogni fiore di cavolo è circondato non soltanto dai suoi sei stami ma da quelli di molti altri fiori della stessa pianta; e il polline di ogni fiore raggiunge facilmente il proprio stamma senza l'intervento degli insetti; ho infatti osservato che le piante protette con cura dagli insetti producono il numero completo di silique. Come può dunque avvenire che un numero così grande di giovani piante siano ibridate? Penso che ciò sia dovuto al fatto che il polline di una *varietà* distinta è più efficace di quello dello stesso fiore; e questa è un'applicazione della legge generale secondo cui l'incrocio di individui distinti della stessa specie è vantaggioso per la specie stessa. Quando s'incrociano *specie* distinte si ha il caso opposto, perché il polline della stessa pianta ha quasi sempre il sopravvento sul polline dell'altra specie. Ma ritorneremo su questo argomento in un prossimo capitolo.

Si potrebbe obiettare che nel caso di un grande albero, coperto di innumerevoli fiori, il polline è molto raramente trasportato da pianta a pianta, tutt'al più da fiore a fiore sullo stesso albero; e i fiori di uno stesso albero possono essere considerati individui distinti soltanto in un senso molto limitato. Ritengo valida questa obiezione, ma la natura ha largamente provveduto a ciò dando agli alberi una forte tendenza a produrre fiori a sessi separati. Quando i sessi sono separati, sebbene fiori maschili e fiori femminili si trovino sullo stesso albero, il polline deve essere regolarmente trasportato da fiore a fiore e ciò offre una migliore probabilità che il polline stesso sia occasionalmente trasportato da albero ad albero. Ho osservato che nel nostro paese gli alberi di ogni ordine hanno sessi separati più spesso che altre piante; su mia richiesta il dottor Hooker ha catalogato gli alberi della Nuova Zelanda, e Asa Gray quelli degli Stati Uniti, e i risultati sono stati quelli che avevo previsto. D'altra parte il dottor Hooker mi informa che questa regola non vale per l'Australia; ma se la maggior parte degli alberi australiani sono dicogami, si dovrebbe avere lo stesso risultato che se portassero fiori a sessi separati. Queste poche osservazioni sugli alberi hanno soltanto lo scopo di richiamare l'attenzione sull'argomento.

BOLLATI BORINGHIERI

Rivolgiamoci brevemente agli animali: varie specie terrestri sono ermafrodite, come i molluschi terrestri e i lombrichi; ma tutti si accoppiano. Finora non ho incontrato un solo animale terrestre capace di autofecondarsi. Questo fatto notevole, che contrasta così nettamente con quanto osserviamo nelle piante terrestri, si spiega con l'ipotesi che un incrocio casuale sia indispensabile, perché, data la natura dell'elemento fecondante, non vi sono mezzi analoghi all'azione degli insetti e del vento sulle piante attraverso cui si possa effettuare un incrocio casuale negli animali terrestri senza il concorso di due individui. Tra gli animali acquatici vi sono molti ermafroditi che si autofecondano, ma qui ovviamente le correnti d'acqua costituiscono un mezzo per gli incroci casuali. Come nel caso dei fiori, non sono riuscito finora – anche dopo essermi consultato con una delle maggiori autorità in materia, il professor Huxley – a scoprire un solo animale ermafrodita in cui gli organi della riproduzione siano chiusi in modo così perfetto da rendere fisicamente impossibile e l'accesso dall'esterno e l'influenza occasionale di un altro individuo. Per molto tempo ho creduto che i cirripedi costituissero, da questo punto di vista, un caso assai difficile, ma una fortunata combinazione mi ha permesso di dimostrare che due individui, pur essendo entrambi ermafroditi autofecondantisi, talvolta s'incrociano.

Molti naturalisti hanno forse giudicato una strana anomalia il fatto che, sia fra gli animali, sia fra le piante, alcune specie della stessa famiglia e persino dello stesso genere, pur essendo assai simili in tutta la loro organizzazione, sono in parte ermafrodite, in parte unisessuali. Ma, di fatto, se tutti gli ermafroditi possono incrociarsi casualmente, la differenza fra essi e le specie unisessuali, per quanto riguarda la funzione, è minima.

Da queste diverse considerazioni e da molti fatti particolari che ho raccolto, ma che non posso riferire qui, risulta che negli animali e nelle piante l'incrocio casuale fra individui distinti è una legge di natura generale, se non universale.

Circostanze favorevoli alla produzione di nuove forme mediante la selezione naturale

Questo è un argomento estremamente complicato. Una grande variabilità – termine che include sempre le differenze individuali – sarà evidentemente favorevole. Un gran numero di individui, offrendo in

un dato tempo più ampia possibilità di comparsa di variazioni vantaggiose, compensa un minor grado di variabilità in ciascun individuo, ed è, ritengo, un elemento assai importante di successo. La natura concede, per il lavoro della selezione naturale, periodi lunghi ma non indefiniti, poiché, dato che tutti gli esseri viventi lottano per conquistare il proprio posto nell'economia della natura, se una specie qualsiasi non si modifica e non si perfeziona in grado corrispondente ai suoi concorrenti, sarà sterminata. A meno che le variazioni favorevoli non siano ereditate almeno da qualcuno dei discendenti, la selezione naturale non avrà alcuna influenza. La tendenza alla reversione può spesso frenare o impedire gli effetti della selezione, ma dato che questa tendenza non ha impedito all'uomo di ottenere con la selezione numerose razze domestiche, perché mai dovrebbe prevalere sulla selezione naturale?

Nel caso della selezione metodica, un allevatore seleziona per un suo scopo ben definito; la sua fatica però sarà vana se permetterà agli individui di incrociarsi liberamente. Ma quando molte persone, senza avere l'intenzione di alterare la razza, partono da un ideale pressoché comune di perfezione e cercano tutte di procurarsi gli individui migliori per riprodurli, da questo inconscio processo di selezione derivano in modo sicuro ma lento dei miglioramenti, anche se non vi è separazione degli individui selezionati. Lo stesso deve accadere allo stato di natura; perché entro i confini di una zona limitata, dove rimangano nel consorzio naturale alcuni punti non completamente occupati, tendono sempre a conservarsi gli individui che variano nella direzione appropriata, sia pure in gradi diversi. Tuttavia, se la zona è grande, le sue diverse parti presenteranno quasi certamente differenti condizioni di vita, e allora, se in esse la stessa specie subisce modificazioni, le varietà di nuova formazione s'incrociano nelle zone di confine. Ma vedremo nel sesto capitolo che le varietà intermedie, che abitano località intermedie, alla lunga saranno generalmente soppiantate da una delle varietà confinanti. Gli effetti dell'incrocio saranno soprattutto evidenti in quegli animali che si accoppiano per ogni filiazione, che vagano molto e si moltiplicano non troppo rapidamente. Perciò negli animali di tale natura, per esempio gli uccelli, le varietà saranno generalmente confinate in regioni separate; come infatti ho potuto constatare. Negli organismi ermafroditi che si incrociano solo occasionalmente, e anche negli animali che si accoppiano per ogni filiazione, ma che si spostano poco e si moltiplicano con ritmo veloce, può formarsi rapidamente, e in qualsiasi punto, una varietà nuova e perfezionata la quale può mantenersi come

BOLLATI BORINGHIERI

gruppo e successivamente diffondersi, così che gli individui della nuova varietà si incrociano principalmente fra di loro. In virtù di questo principio, gli orticoltori preferiscono sempre conservare semi presi da un numeroso gruppo di piante, perché la probabilità d'incrocio risulta in tal modo diminuita.

Persino quando si tratta di animali che si accoppiano per ogni filiazione e che non si riproducono rapidamente, non dobbiamo presumere che il libero incrocio elimini sempre gli effetti della selezione naturale; potrei esibire un considerevole complesso di fatti per dimostrare come nella stessa area due varietà della stessa specie di animali possono rimanere a lungo distinte, perché frequentano luoghi differenti, s'incrociano in stagioni diverse, o perché gli individui di ogni varietà preferiscono accoppiarsi fra di loro.

L'incrocio ha una parte assai importante nella natura, mantenendo gli individui della stessa specie o della stessa varietà genuini e uniformi nei caratteri. Esso agisce ovviamente con maggiore efficacia su quegli animali che si accoppiano per ogni filiazione; ma, come si è già detto, abbiamo ragione di credere che presso tutti gli animali e nelle piante si verifichino incroci casuali. Anche se questi hanno luogo soltanto a lunghi intervalli di tempo, i giovani così prodotti saranno assai più vigorosi e fecondi della progenie di una prolungata autofecondazione, e avranno maggiore probabilità di sopravvivere e propagare la loro specie; e così, col tempo, grande sarà l'influenza degli incroci, anche se avvenuti a intervalli lunghi. Riguardo agli esseri viventi che hanno posizione molto bassa nella scala naturale, che non hanno riproduzione sessuale e non si accoppiano, e che non hanno alcuna possibilità di incrociarsi, l'uniformità di carattere può conservarsi, nelle stesse condizioni di vita, soltanto in virtù del principio dell'eredità e di quello della selezione naturale, che distruggerà ogni individuo che si allontani dal tipo adatto. Se le condizioni di vita cambiano e la forma subisce modificazioni, l'uniformità di carattere può essere restituita alla progenie modificata unicamente dalla selezione naturale, che conserva variazioni vantaggiose e simili fra di loro.

Anche l'isolamento è un elemento importante nella modificazione delle specie mediante la selezione naturale. In un territorio remoto o isolato, quando non sia troppo esteso, le condizioni organiche e inorganiche di vita saranno generalmente quasi uniformi, e la selezione naturale tenderà a modificare nello stesso modo tutti gli individui varianti della stessa specie. Così saranno anche impediti gli incroci con gli abitanti dei territori circostanti.

BOLLATI BORINGHIERI

Moritz Wagner ha recentemente pubblicato un interessante saggio su questo argomento, e ha dimostrato che l'isolamento, impedendo gli incroci fra le varietà di recente formazione, ha un effetto forse ancora più considerevole di quanto io stesso non supponessi. Ma per le ragioni che ho già addotto, non posso in alcun modo essere d'accordo con questo naturalista sul fatto che le migrazioni e l'isolamento siano elementi necessari alla formazione di specie nuove. L'isolamento ha grande importanza, dopo ogni cambiamento fisico delle condizioni ambientali, quali il clima, l'altitudine ecc., nell'impedire l'immigrazione di organismi più adatti; in tal modo si libereranno nuovi posti nell'economia naturale di una regione, che potranno essere occupati dalle forme modificate dei vecchi abitanti. Infine, l'isolamento darà a una nuova varietà il tempo di migliorarsi con un ritmo lento: e questo può talvolta essere molto importante. Se, tuttavia, un'area isolata è molto piccola, sia per esser circondata da barriere, sia per avere condizioni fisiche molto particolari, il numero totale degli abitanti sarà esiguo; e ciò ritarderà la produzione di nuove specie mediante la selezione naturale, diminuendo la probabilità che compaiano variazioni favorevoli.

La sola durata di tempo di per sé non fa nulla, né pro né contro la selezione naturale. Lo affermo perché è stato erroneamente asserito che io considererei l'elemento tempo come il fattore più importante nella modificazione della specie, come se necessariamente tutte le forme di vita dovessero subire modificazioni per qualche legge innata. La durata del tempo è importante, e da questo angolo visuale assai importante, solo in quanto offre maggiori possibilità alla comparsa di variazioni vantaggiose, e alla loro selezione, accumulazione e fissazione. Contribuisce inoltre ad aumentare l'azione diretta delle condizioni fisiche di vita in relazione alla costituzione di ogni organismo.

Se ci rivolgiamo alla natura per provare la giustezza di queste affermazioni e consideriamo una piccola regione isolata, per esempio un'isola oceanica, sebbene il numero delle specie che la abitano sia piccolo, come vedremo nel capitolo sulla distribuzione geografica, troviamo tuttavia che una parte assai considerevole di queste sono endemiche, cioè si sono originate in quel luogo e in nessun'altra parte del mondo. Perciò un'isola oceanica sembra a prima vista estremamente favorevole alla produzione di specie nuove. Ma possiamo ingannarci, perché per determinare se una piccola area isolata, o una grande area aperta, come un continente, sia la più favorevole alla produzione di nuove forme viventi, dovremmo fare il confronto entro tempi uguali; il che non ci è possibile.

BOLLATI BORINGHIERI

Sebbene l'isolamento abbia molta importanza nella produzione di nuove specie, in complesso sono propenso a credere che l'ampiezza di una regione sia ancora più importante, specialmente per la produzione di specie capaci di perpetuarsi per un lungo periodo e diffondersi ampiamente. Una regione grande e aperta non offre solamente migliori possibilità di variazioni favorevoli grazie al gran numero d'individui della stessa specie che l'abitano, ma offre condizioni di vita assai più complesse a causa del gran numero di specie già esistenti; e se alcune di queste numerose specie vengono modificate e migliorate, altre dovranno migliorarsi in grado corrispondente, oppure saranno distrutte. Ogni forma nuova, inoltre, non appena si è molto perfezionata, sarà in grado di diffondersi su un territorio aperto e continuo, ed entrerà così in concorrenza con molte altre forme. Per giunta le grandi aree, attualmente continue, saranno spesso esistite in condizioni frammentate, a causa di precedenti oscillazioni del livello, cosicché anche l'isolamento avrà potuto produrre i suoi buoni effetti. Infine concludo che, sebbene piccole aree isolate siano state per alcuni aspetti altamente favorevoli alla produzione di nuove specie, il corso delle modificazioni sarà stato generalmente più rapido nelle grandi aree, e, ciò che è più importante, le nuove forme prodotte in grandi aree, e che sono già riuscite vittoriose su molti concorrenti, sono quelle che si diffonderanno più ampiamente, e daranno origine al più gran numero di nuove varietà e specie. Esse avranno così la parte più importante nella mutevole storia del mondo organico.

In armonia con questo principio possiamo, forse, comprendere alcuni fatti ai quali ci riferiremo ancora nel capitolo sulla distribuzione geografica: ad esempio le produzioni del continente australiano, più piccolo, che attualmente cedono di fronte a quelle del più grande continente euroasiatico. È così che anche le produzioni continentali si sono dovunque ampiamente naturalizzate nelle isole. In una piccola isola, la lotta per l'esistenza sarà stata meno dura, e minori saranno state le modificazioni e gli stermini. Perciò possiamo comprendere perché la flora di Madera, secondo Oswald Heer, è entro certi limiti simile alla flora europea del terziario, oggi estinta. Tutti i bacini di acqua dolce, se messi assieme, formano una piccola estensione in confronto a quella del mare o della terra. Di conseguenza, la concorrenza fra le produzioni d'acqua dolce sarà stata meno dura che altrove; le forme nuove si saranno quindi originate più lentamente, e quelle antiche saranno state sterminate più lentamente. Ed è nei bacini d'acqua dolce che troviamo sette generi di pesci ganoidi, residui di un ordine una volta preponderante; e nel-

BOLLATI BORINGHIERI

l'acqua dolce troviamo alcune delle forme più anomale attualmente conosciute nel mondo, come l'ornitorinco e il *Lepidosiren*, i quali, come i fossili, collegano in una certa misura ordini attualmente assai distanti nella scala naturale. Queste forme anomale possono esser chiamate fossili viventi; esse si sono conservate fino a oggi perché hanno abitato un'area limitata e perché sono state esposte a una concorrenza meno varia e, di conseguenza, meno dura.

Per riassumere, per quanto può permettere l'estrema complessità dell'argomento sulle circostanze favorevoli e sfavorevoli alla produzione di nuove specie per selezione naturale, concludo che per le produzioni terrestri un'ampia area continentale, che ha avuto molte oscillazioni di livello, sarà stata la più favorevole alla produzione di numerose nuove forme di vita, adatte a durare per lungo tempo e a diffondersi ampiamente. Mentre la regione esisteva come continente, gli abitanti saranno stati numerosi come individui e come generi, e saranno stati sottoposti a dura concorrenza. Quando, per abbassamento, si è trasformata in grandi isole separate, molti individui della stessa specie saranno ancora esistiti su ciascuna isola: gli incroci ai confini dell'area di ogni nuova specie saranno stati bloccati; dopo cambiamenti fisici di qualsiasi tipo, l'immigrazione sarà stata impedita, così che nuovi posti nella comunità di ciascuna isola avranno dovuto essere occupati da forme modificate dei vecchi abitanti; e le varietà di ciascuna isola avranno avuto tempo di modificarsi profondamente e perfezionarsi. Quando poi, per nuovi sollevamenti, le isole tornarono a comporsi in un'area continentale, vi sarà stata nuovamente una durissima concorrenza: le varietà più favorite o migliorate saranno state in grado di diffondersi: vi sarà stata una grande estinzione delle forme meno perfezionate, e le proporzioni numeriche dei vari abitanti del continente saranno nuovamente cambiate; e nuovamente si sarà aperto alla selezione naturale un terreno acconcio per migliorare ulteriormente gli abitanti e per produrre così nuove specie.

Ammetto pienamente che la selezione naturale agisce in generale con estrema lentezza. Essa può agire soltanto quando nella comunità naturale di una zona vi sono posti che possono essere meglio occupati da modificazioni di alcuni degli abitanti attuali. L'esistenza di tali posti dipenderà spesso da cambiamenti fisici che generalmente hanno luogo molto lentamente, e dal fatto che è impedita l'immigrazione di forme più adatte. Modificandosi alcuni dei vecchi abitanti, le reciproche relazioni tra gli altri saranno spesso disturbate; e ciò creerà nuovi posti, pronti a essere occupati da forme meglio adattate; ma tutto ciò avrà

BOLLATI BORINGHIERI

luogo molto lentamente. Sebbene tutti gli individui della stessa specie differiscano in qualche lieve misura l'uno dall'altro, occorrerebbe spesso molto tempo prima che potessero verificarsi differenze appropriate nelle varie parti dell'organizzazione. Il risultato sarebbe spesso grandemente ritardato dai liberi incroci. Molti sosterranno che queste diverse cause sono ampiamente sufficienti per neutralizzare il potere della selezione naturale. Io non lo credo. Credo invece che la selezione naturale agisca generalmente con molta lentezza, soltanto a lunghi intervalli di tempo, e soltanto su pochi degli abitanti di una stessa regione. Credo inoltre che questi lenti, intermittenti risultati ben si accordino con quanto la geologia c'insegna sulla velocità e sul modo con cui gli abitanti del mondo sono cambiati.

Per quanto lento possa essere il processo della selezione, se le deboli forze dell'uomo possono far molto con la selezione artificiale, non vedo limite alla quantità dei cambiamenti, alla bellezza e alla complessità dei coadattamenti di tutti gli esseri viventi fra di loro e con le condizioni fisiche di esistenza, che possono essersi effettuati nel lungo corso del tempo attraverso il potere di selezione della natura, cioè per mezzo della sopravvivenza del più adatto.

Estinzione causata dalla selezione naturale

Questo argomento sarà più completamente discusso nel capitolo sulla geologia; ma è necessario qui accennarne brevemente perché è intimamente connesso con la selezione naturale. La selezione naturale agisce unicamente conservando le variazioni in qualche modo vantaggiose, che di conseguenza persistono. A cagione della elevata progressione geometrica dell'aumento di tutti gli esseri viventi, ciascuna area è già completamente occupata da abitanti; e da ciò risulta che, come le forme favorite aumentano di numero, così, generalmente, quelle meno favorite diminuiscono e diventano rare. La rarità, come c'insegna la geologia, prelude all'estinzione. Possiamo vedere come qualsiasi forma che sia rappresentata da pochi individui avrà molte probabilità di totale estinzione, durante le grandi fluttuazioni delle stagioni, o a causa di un temporaneo aumento del numero dei nemici. Ma possiamo andare oltre: man mano che nuove forme si producono, molte forme antiche devono estinguersi, a meno che non si ammetta che le forme specifiche possano aumentare indefinitamente di numero. La geologia c'insegna che il numero delle forme specifiche non è aumentato infinitamente; e

noi cercheremo ora di dimostrare per quale ragione il numero delle specie nel mondo non sia divenuto infinitamente grande.

Abbiamo visto che le specie comprendenti il maggior numero d'individui hanno la migliore probabilità di produrre variazioni favorevoli entro un dato tempo. Ce ne danno la prova i fatti descritti nel secondo capitolo, i quali dimostrano che la specie più comune e diffusa, ossia la specie dominante, è quella che offre il maggior numero di varietà riscontrate. Perciò le specie rare si modificheranno o miglioreranno meno rapidamente entro un dato periodo; di conseguenza esse saranno sconfitte nella lotta per la vita dai discendenti modificati e migliorati delle specie più comuni.

A mio avviso la conseguenza inevitabile di queste considerazioni è che, mentre nuove specie si formano nel corso del tempo per selezione naturale, altre diventeranno sempre più rare e infine si estingueranno. Le forme che stanno in concorrenza più serrata con quelle sottoposte a modificazione e miglioramento, soffriranno naturalmente di più. E abbiamo visto nel capitolo sulla lotta per l'esistenza che sono le forme più strettamente affini – varietà della stessa specie, e specie dello stesso genere o di generi vicini – quelle che, avendo quasi uguale struttura, costituzione e abitudini, generalmente entrano nella più aspra concorrenza fra di loro; di conseguenza, ciascuna nuova varietà o specie, durante il processo della sua formazione, in generale premerà durissimamente contro i suoi più prossimi parenti e tenderà a sterminarli. Osserviamo lo stesso processo di sterminio tra le nostre produzioni addomesticate, durante la selezione di forme migliorate dall'uomo. Si potrebbero dare molti esempi singolari che dimostrano quanto rapidamente nuove razze di bestiame bovino, ovino e di altri animali, e varietà di fiori prendano il posto di razze più vecchie e inferiori. È storicamente noto come nello Yorkshire l'antico bestiame bovino nero è stato rimpiazzato da quello a corna lunghe, e questo «fu spazzato via dal bestiame a corna corte» (cito le parole di uno scrittore d'agricoltura) «come da una micidiale pestilenza».

Divergenza dei caratteri

Il principio che ho indicato con questo termine è di grande importanza, e spiega, credo, diversi fatti importanti. In primo luogo, le varietà, anche quelle fortemente caratterizzate, sebbene abbiano qualcosa del carattere di specie – come è dimostrato dagli insolubili dubbi sul come

BOLLATI BORINGHIERI

classificarle – pure differiscono sicuramente l'una dall'altra molto meno delle specie vere e distinte. Ciononostante, secondo il mio punto di vista, le varietà sono specie in corso di formazione, o specie incipienti, come le ho chiamate. Come, dunque, la piccola differenza fra le varietà aumenta per diventare la grande differenza fra le specie? Che questo avvenga abitualmente lo dobbiamo dedurre dalla grande maggioranza delle innumerevoli specie esistenti in natura che presentano differenze ben nette; mentre le varietà, i supposti prototipi e progenitori delle specie ben caratterizzate, presentano minime e mal definite differenze. Il mero caso, se così possiamo chiamarlo, potrà far sì che una varietà differisca per qualche carattere dai suoi progenitori, e che la sua discendenza differisca ancora dal genitore per lo stesso carattere e in maggior grado; questo solo però non basterebbe a spiegare un così frequente, profondo grado di differenze come quello fra le specie dello stesso genere.

Come è stata sempre mia abitudine, ho cercato di far luce su questo fatto con lo studio delle nostre produzioni domestiche. Troveremo qui qualche cosa di analogo. Si ammetterà che la produzione di razze così differenti come i bovini *short-horns* [a corna corte] e Hereford, i cavalli da corsa e da tiro, le diverse razze di colombi ecc., non avrebbe mai potuto essere effettuata per la mera accumulazione casuale di variazioni simili per molte successive generazioni. In pratica, un amatore è colpito, ad esempio, da un colombo avente il becco leggermente più corto; un altro amatore è colpito da un colombo avente il becco piuttosto lungo; e secondo il riconosciuto principio che «gli amatori non ammirano e non ammireranno un tipo medio, ma preferiscono gli estremi», continuano ambedue (come è effettivamente avvenuto con le sottorazze del colombo capitombolante) a scegliere e allevare gli uccelli col becco sempre più lungo, o col becco sempre più corto. Ancora, possiamo supporre che in un primitivo periodo della storia, gli uomini di una nazione o di una zona ebbero bisogno di cavalli più veloci, mentre quelli di un'altra zona di cavalli più forti e massicci. Le differenze iniziali saranno state molto lievi; ma, nel corso del tempo, per la selezione continuata dei cavalli più veloci in un caso e dei più forti nell'altro, le differenze saranno divenute più marcate, fino a caratterizzare due sottorazze. Infine, col passare dei secoli, queste sottorazze si saranno trasformate in due razze ben stabilizzate e distinte. Con l'aumentare delle differenze, gli animali inferiori con caratteri intermedi, non essendo né molto veloci né molto forti, non saranno stati utilizzati per allevamento, tendendo perciò a scomparire. Qui vediamo dunque, nelle produzioni dell'uomo, l'azione di quello che può essere chiamato il princi-

BOLLATI BORINGHIERI

pio di divergenza, che cagiona differenze, dapprima appena apprezzabili, che aumentano poi costantemente, finché le razze divergono, nel carattere, l'una dall'altra, e dal loro comune progenitore.

Ma come, ci si può domandare, un analogo principio può applicarsi in natura? Io credo che possa applicarsi e in realtà si applichi con la più grande efficienza (sebbene sia occorso molto tempo prima che io potessi vedere come), per la semplice circostanza che quanto più i discendenti di una qualsiasi specie si differenziano per struttura, costituzione e abitudini, tanto meglio saranno in grado di occupare nell'economia della natura numerosi posti molto diversi, e così saranno in grado di aumentare di numero.

Ciò si può vedere chiaramente nel caso di animali con abitudini semplici. Prendiamo il caso di un quadrupede carnivoro di cui il numero che può vivere in un paese abbia da tempo raggiunto sicuramente la media. Se la sua naturale capacità di aumento potesse agire liberamente, esso potrebbe riuscire ad aumentare (non essendo il paese sottoposto ad alcun cambiamento di condizioni) soltanto se i suoi discendenti modificati conquistassero posti attualmente occupati da altri animali: alcuni di essi, ad esempio, divenendo capaci di nutrirsi di nuovi tipi di preda, morta o vivente; altri abitando nuove stazioni, salendo sugli alberi, frequentando le acque, e altri forse divenendo meno carnivori. Quanto più differenziati per abitudini e struttura divengono i discendenti del nostro animale carnivoro, tanti più posti essi saranno in grado di occupare. Ciò che si applica a un animale si applica in ogni tempo a tutti gli animali – beninteso, se essi variano – poiché altrimenti la selezione naturale non può avere nessun effetto. Lo stesso sarà per le piante. È stato provato sperimentalmente che se un lotto di terreno è seminato con una specie di erba, e un lotto simile con parecchi generi diversi di erbe, nel secondo caso si può produrre un maggior numero e un maggior peso di erba secca che nel primo caso. Si è trovato che lo stesso vale quando una sola varietà e una mescolanza di parecchie varietà di frumento siano state seminate su uguali estensioni di terra. Perciò se una qualsiasi specie di erba continuasse a variare e se venissero continuamente selezionate quelle varietà che differiscono l'una dall'altra nello stesso modo sebbene in molto lieve misura, come accade nelle diverse specie e generi di erbe, un più gran numero di individui di questa specie, compresi i suoi discendenti modificati, riuscirebbe a vivere sullo stesso pezzo di terra. E sappiamo che ciascuna specie e ciascuna varietà di erba dissemina annualmente quantità quasi illimitate di semi; e in tal modo, per così dire, fa il possibile per aumentare di numero. Di conseguenza, nel corso di molte migliaia di generazioni, le varietà diversificate di una qualunque specie di erba avranno le miglio-

BOLLATI BORINGHIERI

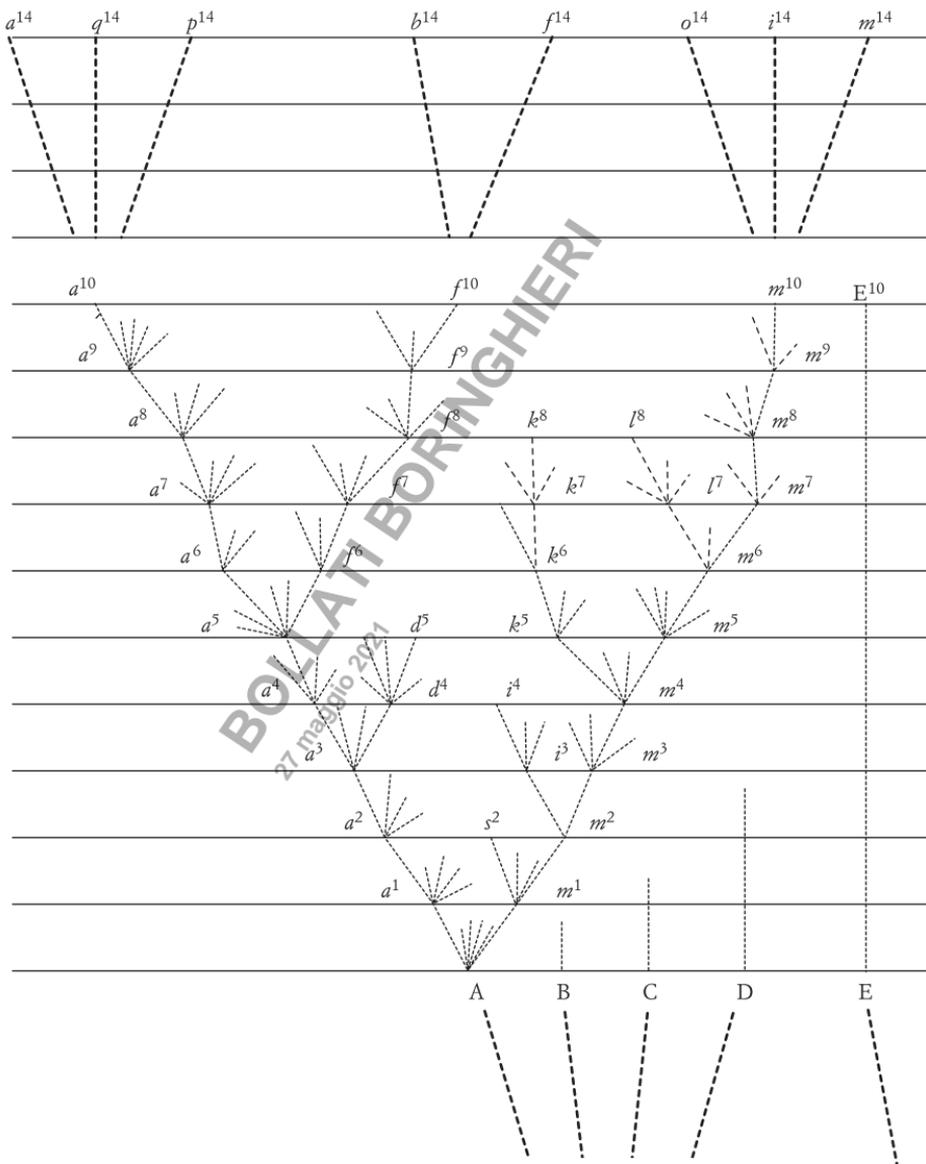
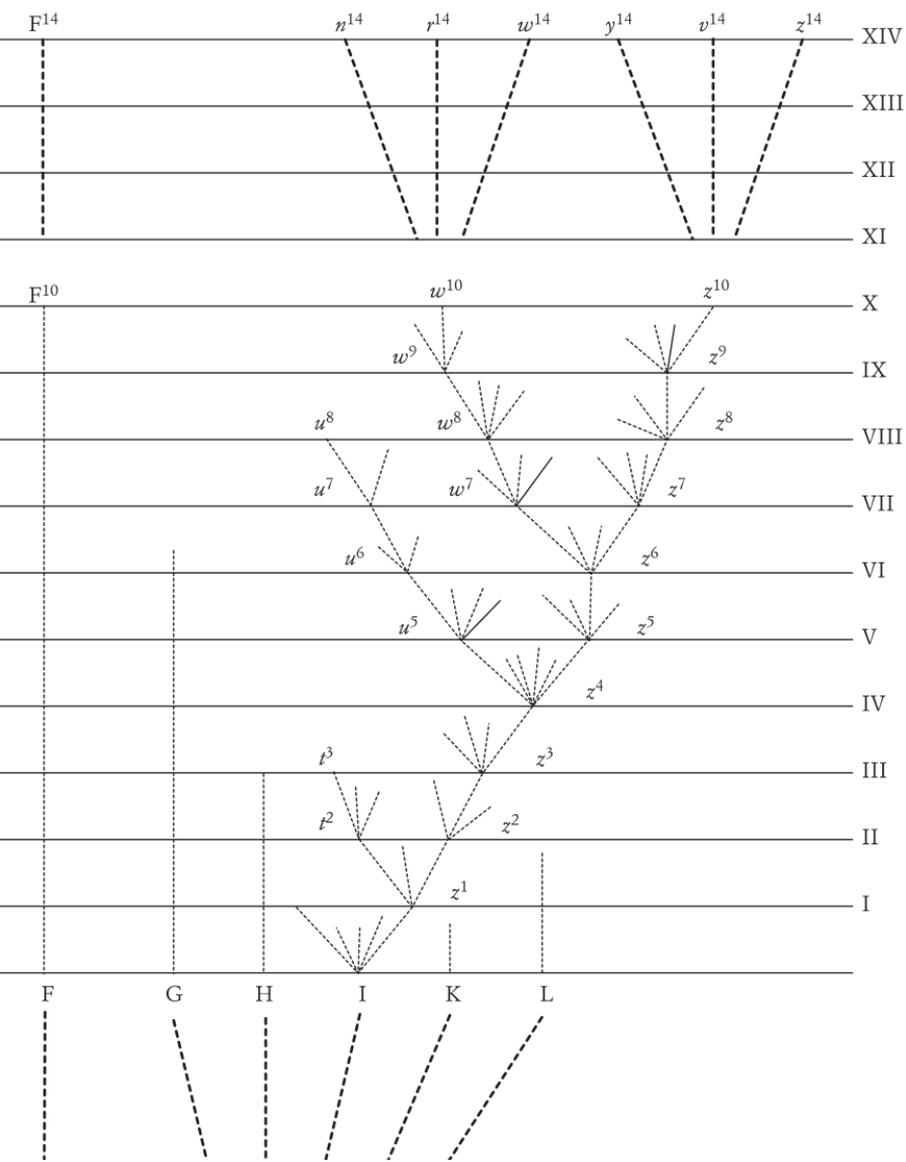


Diagramma citato al cap. 4 par. I *probabili effetti dell'azione della selezione naturale, per mezzo della divergenza dei caratteri e dell'estinzione, sui discendenti di un antenato comune*; cap. 11, par. *Sulle affinità delle specie estinte, fra loro e con forme viventi*; cap. 14, par. *Classificazione*.

BOLLATI BORINGHIERI



BOLLATI BORINGHIERI

ri probabilità di successo e di aumentare di numero, e di soppiantare così le varietà meno distinte; e le varietà, quando sono divenute ben distinte l'una dall'altra, assumono la classifica di specie.

La verità del principio che una maggiore quantità di vita può essere sostenuta da una grande differenziazione nella struttura si osserva in molte circostanze naturali. Troviamo sempre grande diversità fra gli abitanti di un'area molto piccola, specialmente se liberamente aperta all'immigrazione, e ove la contesa tra individuo e individuo deve essere molto dura. Ad esempio, ho trovato che un pezzo di prato, della superficie di tre piedi per quattro, che per molti anni è stato esposto alle identiche condizioni, ospitava venti specie di piante e che queste appartenevano a diciotto generi e otto ordini, ciò che dimostra quanto queste piante differissero l'una dall'altra. Lo stesso può dirsi per le piante e per gli insetti viventi su isole piccole e uniformi: e in piccoli stagni d'acqua dolce. I coltivatori sanno di poter produrre una maggior quantità di cibo con la rotazione di piante appartenenti agli ordini più diversi: la natura segue ciò che si potrebbe chiamare una rotazione simultanea. La maggior parte degli animali e delle piante che si affollano su un piccolo pezzo di terra, potrebbero vivere su di esso (supponendo che la sua natura non sia in alcun modo peculiare) e si può dire che fanno tutto il possibile per viverci; ma si è visto che laddove essi entrano nella più dura concorrenza, i vantaggi della differenziazione di struttura, con le relative differenze di abitudini e costituzione, determinano il fatto che gli abitanti che così si pigiano l'uno con l'altro apparterranno, come regola generale, a ciò che chiamiamo differenti generi e ordini.

Lo stesso principio si osserva nella naturalizzazione delle piante in paesi stranieri per opera dell'uomo. Ci si potrebbe aspettare che le piante che riescono a naturalizzarsi siano in generale strettamente affini alle indigene; poiché queste sono comunemente considerate come specialmente create e adattate per il loro paese. Ci si potrebbe anche attendere, forse, che le piante naturalizzate appartengano ad alcuni gruppi più specialmente adatti a determinate stazioni della loro nuova dimora. Ma il caso è molto differente; e Alphonse de Candolle ha giustamente osservato, nella sua grande e mirabile opera, che le flore acquistano, con la naturalizzazione, molto più nuovi generi che nuove specie, proporzionalmente al numero dei generi e specie indigeni. Per dare un solo esempio: nell'ultima edizione del *Manual of the Flora of the Northern United States* di Asa Gray, sono indicate 260 piante naturalizzate, ed esse appartengono a 162 generi. Vediamo così che queste pian-

BOLLATI BORINGHIERI

te naturalizzate sono di natura altamente differenziata. Esse differiscono, inoltre, in larga misura, dalle piante indigene, poiché su 162 generi naturalizzati, non meno di 100 non sono colà indigeni, e in tal modo è stata fatta proporzionalmente una considerevole addizione ai generi attualmente viventi negli Stati Uniti.

Considerando la natura delle piante o degli animali che in qualsiasi paese hanno lottato con successo con le specie indigene, e si sono naturalizzati, possiamo farci un'idea approssimativa di come alcuni degli indigeni si sarebbero dovuti modificare per acquistare un vantaggio sui loro compatrioti; e possiamo almeno dedurre che la differenziazione di struttura, sommandosi a costituire nuove differenze generiche, sia vantaggiosa per essi.

Il vantaggio della differenziazione di struttura fra gli abitanti di una stessa regione è praticamente uguale a quello della divisione fisiologica del lavoro negli organi nel singolo individuo – argomento così bene illustrato da Milne-Edwards. Nessun fisiologo dubita che uno stomaco adatto a digerire soltanto materia vegetale, o soltanto carne, trae da queste sostanze il massimo nutrimento. Così nell'economia generale di un qualsiasi paese quanto più largamente e perfettamente gli animali e le piante saranno differenziati per diverse condizioni di vita, tanto più sarà grande il numero di individui capace di mantenersi. Un gruppo di animali, con la loro organizzazione appena differenziata, potrebbe difficilmente competere con un gruppo più perfettamente differenziato nella struttura. Si può dubitare, ad esempio, che i marsupiali australiani, che sono divisi in gruppi appena differenziati l'uno dall'altro, e che lontanamente rappresentano, come il signor Waterhouse e altri hanno osservato, i nostri mammiferi carnivori, ruminanti e roditori, possano competere con successo con questi ordini ben sviluppati. Nei mammiferi australiani osserviamo il processo di differenziazione in uno stadio iniziale e incompleto di sviluppo.

I probabili effetti dell'azione della selezione naturale, per mezzo della divergenza dei caratteri e dell'estinzione, sui discendenti di un antenato comune

Dopo la precedente discussione, che è stata molto ridotta, possiamo presumere che i discendenti modificati di una qualsiasi specie riusciranno tanto meglio quanto più differenzieranno nella struttura, e saranno perciò capaci di insediarsi in luoghi occupati da altri esseri. Vediamo ora

BOLLATI BORINGHIERI

come tende ad agire questo principio del vantaggio derivato dalla divergenza dei caratteri, combinato con i principi della selezione naturale e dell'estinzione.

Il diagramma alle pagine 182-83 ci aiuterà a comprendere questo argomento piuttosto complicato. Supponiamo che le lettere da A a L rappresentino le specie di un genere largamente rappresentato nel suo proprio paese; si suppone che queste specie si assomiglino fra di loro in modo disuguale, come generalmente avviene in natura, e come è rappresentato nel diagramma dalle lettere poste a distanze disuguali. Ho detto un genere ricco, perché, come abbiamo visto nel secondo capitolo, variano in media più specie nei generi ricchi che in quelli poveri; e le specie varianti dei generi più ricchi presentano un maggior numero di varietà. Abbiamo visto anche che le specie che sono più comuni e più largamente diffuse, variano più delle specie più rare e limitate. Sia A una specie comune, molto diffusa, e variante, appartenente a un genere ricco nel suo paese. Le linee punteggiate, ramificate e divergenti, di lunghezza ineguale, procedendo da A, possono rappresentare la sua discendenza variante. Le variazioni si suppongono estremamente lievi, ma della natura più differenziata; si suppone che esse non compaiano simultaneamente, ma sovente dopo lunghi intervalli di tempo; e si suppone che esse non perdurino per periodi uguali. Soltanto quelle variazioni che in qualche modo sono utili saranno conservate o naturalmente selezionate. E qui appare l'importanza del principio del vantaggio derivato dalla divergenza dei caratteri; poiché ciò generalmente conduce alle più differenti o divergenti variazioni (rappresentate dalle linee punteggiate esterne) che sono conservate e accumulate dalla selezione naturale. Quando una linea punteggiata incontra una delle linee orizzontali, e il punto d'incontro è indicato da una lettera minuscola numerata, si suppone che una somma di variazioni si sia accumulata fino a formare una varietà assai ben marcata, tanto da esser ritenuta degna di essere registrata in un'opera di sistematica.

Gli intervalli fra le linee orizzontali nel diagramma possono rappresentare ciascuno mille o più generazioni. Dopo un migliaio di generazioni, la specie (A) si suppone abbia prodotto due varietà assai ben marcate, cioè a^1 e m^1 . Queste due varietà rimarranno generalmente esposte alle stesse condizioni che hanno reso variabili i loro progenitori; e la tendenza alla variabilità è di per se stessa ereditaria; di conseguenza esse tenderanno similmente a variare e di solito quasi nella stessa maniera dei loro progenitori. Inoltre, queste due varietà, essendo forme

BOLLATI BORINGHIERI

solo lievemente modificate, tenderanno a ereditare quei vantaggi che resero i loro progenitori (A) più numerosi della maggioranza degli altri abitanti dello stesso paese; esse parteciperanno anche a quei vantaggi più generali che hanno fatto del genere a cui le specie progenitrici appartenevano, un genere ricco nel loro paese. E tutte queste circostanze sono favorevoli alla produzione di nuove varietà.

Se dunque queste due varietà sono variabili, le più divergenti tra le loro variazioni si conserveranno generalmente durante le mille generazioni successive. E dopo questo intervallo, nel diagramma si suppone che la varietà a^1 abbia prodotto la varietà a^2 , che, per il principio di divergenza, differirà da (A) più della varietà a^1 . La varietà m^1 si suppone che abbia prodotto due varietà, cioè m^2 ed s^2 , che differiscono l'una dall'altra, e più ancora dal loro comune progenitore (A). Possiamo continuare questo processo in ugual modo per un tempo indefinito, ammettendo che alcune varietà, dopo ogni migliaio di generazioni, producano soltanto una sola varietà, ma in condizioni sempre più modificate, altre producano due o tre varietà, e altre infine nessuna. Così le varietà o i discendenti modificati del comune progenitore (A) andranno aumentando nel numero e divergendo nei caratteri. Nel diagramma il processo è rappresentato fino alla decimillesima generazione, e in forma abbreviata e semplificata fino alla quattordicimillesima generazione.

Ma debbo qui rilevare che non credo che il processo si svolga sempre così regolarmente come è rappresentato nel diagramma, sebbene in questo sia già alquanto irregolare, né che proceda continuativamente; è molto più probabile che ciascuna forma rimanga inalterata per lunghi periodi e che poi nuovamente si modifichi. Né io credo che le varietà più divergenti si conservino invariabilmente: una forma intermedia può spesso perdurare a lungo, e può produrre o non produrre più di un discendente modificato; poiché la selezione naturale agirà sempre secondo la natura dei posti che sono o non occupati o incompletamente occupati da altri esseri; e ciò dipende da rapporti infinitamente complessi. Ma, come regola generale, quanto più i discendenti di una qualsiasi specie possono rendersi differenziati nella struttura, tanti più posti essi saranno in grado di occupare, e tanto più può aumentare la loro progenie modificata. Nel nostro diagramma la linea di successione è interrotta a intervalli regolari dalle lettere minuscole numerate contrassegnanti le successive forme che sono divenute sufficientemente distinte da essere registrate come varietà. Ma queste interruzioni sono immaginarie e potrebbero essere state inserite ovunque, dopo intervalli abba-

BOLLATI BORINGHIERI

stanza lunghi da permettere l'accumularsi di una considerevole somma di variazioni divergenti.

Poiché tutti i discendenti modificati di una specie comune e largamente diffusa, appartenente a un genere ricco, tenderanno a possedere gli stessi vantaggi che hanno assicurato ai loro progenitori il successo nella vita, essi generalmente andranno moltiplicandosi nel numero e divergendo nei caratteri: ciò è rappresentato nel diagramma dai vari rami divergenti a partire da (A). I discendenti modificati dai rami più recenti e più altamente migliorati nelle linee di discendenza spesso prenderanno, è probabile, il posto dei rami più antichi e meno migliorati, e li distruggeranno: questo è rappresentato nel diagramma da alcuni rami inferiori che non raggiungono le linee orizzontali superiori. In alcuni casi senza dubbio il processo di modificazione si limiterà a una sola linea di discendenza, e il numero dei discendenti modificati non aumenterà; sebbene la somma di modificazioni divergenti possa essere aumentata. Questo caso sarebbe rappresentato nel diagramma se si togliessero tutte le linee procedendo da (A), tranne quella da a^1 ad a^{10} . Allo stesso modo il cavallo da corsa inglese e il pointer inglese a quanto sembra sono ambedue andati lentamente divergendo nel carattere dal loro ceppo originale, senza aver dato origine, né l'uno né l'altro, a nuovi rami o razze.

Supponiamo che dopo diecimila generazioni la specie (A) abbia prodotto tre forme, a^{10} , f^{10} e m^{10} , che divergendo nel carattere durante le successive generazioni, siano arrivate a differire largamente, ma forse in modo inuguale, l'una dall'altra e dal loro comune progenitore. Se supponiamo che la somma dei cambiamenti fra ciascuna linea orizzontale del diagramma sia estremamente piccola, queste tre forme possono ancora essere soltanto varietà ben marcate; ma basta pensare che i gradini nel processo di modificazione siano più numerosi o più considerevoli per convertire queste tre forme in specie dubbie, o addirittura in specie definite. Così il diagramma illustra i gradini attraverso i quali le piccole differenze che contraddistinguono le varietà aumentano fino a diventare le grandi differenze che contraddistinguono le specie. Continuando lo stesso processo per un maggior numero di generazioni (come indicato nel diagramma in forma abbreviata e semplificata) otteniamo otto specie, contrassegnate dalle lettere comprese tra a^{14} e m^{14} , che discendono tutte da (A). In tal modo, io credo, si moltiplicano le specie e si formano i generi.

BOLLATI BORINGHIERI

In un genere ricco è probabile che più di una specie vari. Nel diagramma ho supposto che una seconda specie (I) abbia prodotto, attraverso simili gradi, dopo diecimila generazioni, o due varietà ben marcate (w^{10} e z^{10}) o due specie, a seconda della somma dei cambiamenti che si suppongono rappresentati dalle linee orizzontali. Dopo quattordicimila generazioni si suppone siano state prodotte sei nuove specie, contrassegnate dalle lettere da n^{14} a z^{14} . In un qualsiasi genere, le specie che già sono molto differenti le une dalle altre nel carattere, tenderanno generalmente a produrre il più gran numero di discendenti modificati; poiché esse avranno la migliore probabilità di occupare posti nuovi e assai diversi nell'economia della natura: perciò ho scelto nel diagramma la specie estrema (A) e la specie quasi estrema (I) come quelle che hanno ampiamente variato e che hanno dato origine a nuove varietà e specie. Le altre nuove specie (contrassegnate da lettere maiuscole) del nostro genere originario possono per lunghi ma disuguali periodi continuare a trasmettere discendenti inalterati; e questo è indicato nel diagramma dalle linee punteggiate, prolungate disugualmente in alto.

Ma durante il processo di modificazione, rappresentato nel diagramma, un altro dei nostri principi, cioè quello dell'estinzione, avrà svolto una parte importante. Poiché in ciascun paese completamente abitato la selezione naturale necessariamente agisce per mezzo di forme selezionate, aventi qualche vantaggio nella lotta per la vita rispetto ad altre forme, vi sarà, nei discendenti migliorati di qualsiasi specie, una costante tendenza a soppiantare e sterminare, in ciascuno stadio della discendenza, i loro predecessori e il loro originario progenitore. Si deve infatti ricordare che la concorrenza sarà generalmente più severa fra le forme che sono più strettamente affini l'una all'altra per abitudini, costituzione e struttura. Perciò tutte le forme intermedie fra gli stadi più primitivi e i più recenti, cioè fra gli stadi meno perfezionati e i più perfezionati della stessa specie, nonché la primitiva specie progenitrice, tenderanno generalmente a estinguersi. Così avverrà probabilmente per molte intere linee collaterali di discendenza, che potranno essere conquistate da linee più recenti e migliorate. Se tuttavia la modificata discendenza di una specie si insedia in qualche paese particolare o si adatta rapidamente a qualche stazione del tutto nuova, in cui progenie e progenitore non entrano in concorrenza, ambedue possono continuare a esistere.

Se dunque supponiamo che il nostro diagramma rappresenti una somma considerevole di modificazioni, la specie (A) e tutte le varietà pri-

mitive si saranno estinte, venendo sostituite da otto nuove specie (da a^{14} a m^{14}); e la specie (I) sarà sostituita da sei nuove specie (da n^{14} a z^{14}).

Ma possiamo dire di più. Abbiamo supposto che le specie primitive del nostro genere si rassomigliassero in grado diverso, come è, generalmente, il caso in natura; la specie (A) essendo più affine a B, C e D che alle altre specie; e la specie (I) più vicina a G, H, K, L, che alle altre. Abbiamo altresì supposto che le due specie (A) e (I) fossero molto comuni e largamente diffuse, cosicché esse debbono originariamente aver avuto qualche vantaggio sulla maggior parte delle altre specie di quel genere. I loro modificati discendenti, in numero di quattordici alla quattordicimillesima generazione, avranno probabilmente ereditato alcuni dei medesimi vantaggi; essi si sono altresì modificati e migliorati in maniera differenziata in ciascuno stadio della discendenza, così da essere diventati adatti a molti posti corrispondenti nell'economia naturale del loro paese. Appare quindi estremamente probabile che essi abbiano sostituito, e perciò sterminato, non soltanto i loro progenitori (A) e (I), ma anche alcune delle specie originali più strettamente vicine ai loro progenitori. Perciò ben poche delle specie originali avranno trasmesso discendenti fino alla quattordicimillesima generazione. Possiamo supporre che soltanto una (F), delle due specie (E e F) che erano meno strettamente affini alle altre nove specie originali, ha trasmesso discendenti fino a quest'ultimo stadio della discendenza.

Le nuove specie che nel nostro diagramma derivano dalle undici specie originali saranno ora quindici. A cagione della tendenza divergente della selezione naturale, la massima somma della differenza di carattere fra le specie a^{14} e z^{14} sarà molto maggiore della differenza fra le più diverse delle undici specie originali. Le nuove specie inoltre saranno affini l'una all'altra in modo largamente differente. Degli otto discendenti da (A), i tre indicati con a^{14} , q^{14} , p^{14} saranno strettamente affini, essendo poc'anzi derivati da a^{10} ; b^{14} ed f^{14} , essendosi distaccati in un periodo anteriore da a^3 , saranno in qualche modo distinti dalle tre sunnominate specie; e infine o^{14} , e^{14} ed m^{14} saranno molto simili fra loro, ma essendosi differenziati al primo inizio del processo di modificazione, saranno largamente differenti dalle altre cinque specie e possono costituire un sottogenere o un genere distinto.

I sei discendenti da (I) formeranno due sottogeneri o generi. Ma poiché la specie originale (I) differisce largamente da (A), essendo collocata quasi all'estremità del genere originale, i sei discendenti da (I), a cagione della sola eredità, differiscono considerevolmente dagli otto

BOLLATI BORINGHIERI

discendenti da (A); i due gruppi, inoltre, si suppone che siano andati divergendo verso posizioni differenti. Le specie intermedie, altresì (e questa è una considerazione molto importante), che collegavano le specie originali (A) e (I), si sono tutte estinte, eccetto (F), e non hanno lasciato discendenti. Perciò le sei nuove specie discendenti da (I) e le otto discendenti da (A) dovranno essere classificate come ben distinti generi, o addirittura come sottofamiglie distinte.

Così, credo, due o più generi possono formarsi per discendenza con modificazioni da due o più specie dello stesso genere. E le due o più specie progenitrici si suppone discendano da qualche specie di un genere anteriore. Nel nostro diagramma ciò è indicato dalle linee tratteggiate sotto le lettere maiuscole, convergenti verso un punto situato più in basso; questo punto rappresenta una specie, la supposta progenitrice dei parecchi nostri nuovi generi e sottogeneri.

È opportuno riflettere per un momento sul carattere della nuova specie F^{14} che si suppone non si sia molto diversificata nel carattere ma abbia conservato la forma di (F) o inalterata, o alterata solo in lieve misura. In questo caso le sue affinità con le altre quattordici nuove specie saranno di natura singolare e complessa. Essendo discendente di una forma situata tra le specie progenitrici (A) e (I), che supponiamo ora estinte e sconosciute, essa sarà, in qualche misura, intermedia nel carattere fra i due gruppi discendenti da queste due specie. Ma, poiché questi due gruppi sono andati divergendo nel carattere dal tipo dei loro progenitori, la nuova specie (F^{14}) non sarà direttamente intermedia fra di loro, ma piuttosto fra i tipi dei due gruppi; e ogni naturalista sarà in grado di richiamare alla sua memoria casi simili.

Abbiamo supposto fin qui che nel diagramma ogni linea orizzontale rappresenti mille generazioni, ma ciascuna può rappresentare un milione o più di generazioni; e può anche rappresentare una sezione degli strati successivi della crosta terrestre con residui fossili. Torneremo sull'argomento nel capitolo sulla geologia, e credo che vedremo, allora, che il diagramma fa luce sulle affinità fra gli esseri estinti, che pur appartenendo generalmente agli stessi ordini, famiglie o generi di quelli oggi viventi, pure sono sovente, in qualche misura, intermedi nel carattere fra i gruppi esistenti; e possiamo comprendere questo fatto, poiché le specie estinte vissero in differenti epoche remote, quando le ramificate linee di discendenza divergevano meno.

Non vedo ragione alcuna di limitare il processo di modificazione, come è stato ora spiegato, alla formazione dei soli generi. Se nel diagram-

BOLLATI BORINGHIERI

ma supponiamo che la somma dei cambiamenti rappresentati da ciascun gruppo successivo di divergenti linee punteggiate sia grande, allora le forme segnate da a^{14} fino a p^{14} , quelle segnate da b^{14} ad f^{14} , e quelle segnate da o^{14} ad m^{14} , formeranno tre ben distinti generi. Avremo anche due generi ben distinti discendenti da (I) che differiscono profondamente dai discendenti di (A). Questi due gruppi di generi formeranno così due distinte famiglie, o ordini, a seconda della quantità delle modificazioni divergenti che si suppone rappresentata nel diagramma. E le due nuove famiglie, o ordini, discendono da due specie del genere originale, e queste si suppone discendano da qualche forma ancora più antica e ignota.

Abbiamo visto che in ciascun paese le specie appartenenti ai generi più ricchi sono quelle che più spesso presentano varietà o specie incipienti. Questo in verità era da prevedersi; infatti, poiché la selezione agisce attraverso una forma avente qualche vantaggio su altre forme nella lotta per l'esistenza, essa agirà soprattutto su quelle che già possiedono un certo vantaggio; l'ampiezza di un gruppo qualsiasi dimostra che le sue specie hanno ereditato da un comune antenato alcuni vantaggi comuni. Perciò la lotta per la produzione di discendenti nuovi e modificati avrà luogo principalmente fra i gruppi più vasti che cercano tutti di aumentare di numero. Un gruppo vasto conquisterà lentamente un altro vasto gruppo, lo ridurrà numericamente, e così diminuirà le sue possibilità di ulteriore variazione e miglioramento. Nell'interno dello stesso ampio gruppo, i sottogruppi più recenti e più altamente perfezionati, ramificandosi e occupando molti nuovi posti nell'economia della natura, tenderanno costantemente a soppiantare e a distruggere i sottogruppi più antichi e meno perfezionati. I gruppi e i sottogruppi piccoli e suddivisi infine scompariranno. Guardando al futuro, possiamo predire che i gruppi di esseri viventi che sono oggi vasti e prosperi, e meno suddivisi, cioè che hanno finora subito minori estinzioni, continueranno ad aumentare per un lungo periodo. Ma nessuno può predire quali gruppi infine prevarranno; poiché sappiamo che molti gruppi, in precedenza sviluppati al massimo, sono attualmente estinti. Guardando ancora più lontano nell'avvenire, possiamo predire che a cagione dell'aumento continuo e regolare dei gruppi più vasti, una moltitudine di gruppi più piccoli si estinguerà completamente, e non lascerà discendenti modificati; e che di conseguenza pochissime fra le specie viventi in un qualsiasi periodo trasmetteranno discendenti a un lontano futuro. Dovrò ritornare su questo argomento nel capitolo sulla

classificazione, ma posso aggiungere che, secondo questa tesi, pochissime delle specie più antiche hanno trasmesso discendenti fino ai nostri giorni, e poiché tutti i discendenti della stessa specie formano una classe, possiamo comprendere perché esistano così poche classi in ciascuna divisione principale del regno animale e del regno vegetale. Benché poche delle specie più antiche abbiano lasciato discendenti modificati, pure, in remoti periodi geologici, la terra può essere stata popolata come ai nostri giorni da specie di molti generi, famiglie, ordini e classi.

Fino a qual punto l'organizzazione tende a progredire

La selezione naturale agisce esclusivamente per mezzo della conservazione e accumulazione delle variazioni che sono utili nelle condizioni organiche e inorganiche alle quali ciascuna creatura è esposta in tutti i periodi della vita. Il risultato ultimo è che ciascuna creatura tende a divenire sempre più migliorata in relazione alle sue condizioni. Questo miglioramento inevitabilmente conduce a un graduale progresso nell'organizzazione del più grande numero di esseri viventi nel mondo. Ma qui entriamo in un argomento molto complicato, poiché i naturalisti non hanno ancora definito in modo soddisfacente per tutti che cosa significhi un progresso nell'organizzazione.

Per i vertebrati il grado d'intelligenza e la somiglianza della struttura con l'uomo entrano manifestamente in gioco. Si potrebbe pensare che la somma di cambiamenti attraverso i quali passano le varie parti e gli organi durante il loro sviluppo dall'embrione alla maturità sia sufficiente come termine di paragone; ma vi sono casi, come in certi crostacei parassiti, in cui diverse parti della struttura divengono meno perfette, così che l'animale maturo non può essere considerato più elevato della sua larva. Il criterio di Von Baer sembra il più largamente applicabile e il migliore, quello cioè che si basa sulla quantità delle differenziazioni delle parti dello stesso essere vivente e, io vorrei aggiungere, allo stato adulto, e la loro specializzazione per funzioni differenti, o, come direbbe Milne-Edwards, la compiutezza della divisione del lavoro fisiologico. Ma vedremo come è oscuro questo argomento se consideriamo ad esempio i pesci, fra i quali alcuni naturalisti classificano come i più elevati quelli che, come i pescicani, più si avvicinano agli anfibi; mentre altri naturalisti classificano come più elevati i comuni pesci ossei o teleostei per il fatto che essi sono più strettamente e tipi-

BOLLATI BORINGHIERI

camente pesci, e differiscono di più dalle altre classi di vertebrati. L'argomento appare anche più oscuro se ci volgiamo alle piante, per cui il criterio dell'intelletto è naturalmente del tutto escluso; alcuni botanici classificano come più elevate quelle piante che hanno ogni organo, come sepalì, petalì, stamì e pistilli, completamente sviluppato in ciascun fiore; mentre altri botanici, probabilmente con maggior ragione, considerano più elevate le piante che hanno i diversi organi molto modificati e in numero ridotto.

Se adottiamo, come livello di elevata organizzazione, il grado di differenziazione e di specializzazione dei vari organi in ciascun essere allo stato adulto (e questo includerà lo sviluppo del cervello per l'attività intellettuale), la selezione naturale conduce evidentemente verso questo livello: infatti tutti i fisiologi ammettono che la specializzazione degli organi, in quanto consente un migliore esercizio della loro funzione, è un vantaggio per ciascun essere; e perciò l'accumulazione delle variazioni tendenti alla specializzazione rientra nell'ambito della selezione naturale. D'altra parte, tenendo presente che tutti gli esseri viventi tentano di moltiplicarsi a ritmo rapido e di impadronirsi di ogni posto vuoto o parzialmente occupato nell'economia della natura, possiamo vedere che è del tutto possibile per la selezione naturale adattare gradualmente un essere a una situazione in cui parecchi organi sarebbero superflui o inutili; in tal caso vi sarebbe retrocessione nella scala dell'organizzazione. Sarà più opportunamente discusso nel capitolo sulla successione geologica se l'organizzazione nel suo insieme abbia effettivamente avanzato dai più remoti periodi geologici fino ai nostri giorni.

Ma, si potrà obiettare, come mai, se tutti gli esseri viventi tendono a elevarsi nella scala naturale, ancora esiste una moltitudine di forme inferiori; e perché, in ogni grande classe, alcune forme sono molto più altamente sviluppate di altre? Perché le forme più altamente sviluppate non hanno dovunque soppiantato e sterminato quelle inferiori? Lamarck, che credeva in una tendenza innata e inevitabile verso la perfezione in tutti gli esseri viventi, sembra abbia avvertito questa difficoltà così fortemente, che fu condotto a supporre che nuove e semplici forme siano costantemente prodotte per generazione spontanea. La scienza non ha ancora provato la verità di questa opinione, e non si sa cosa possa rivelarci il futuro. Sulla base della nostra teoria, il fatto che gli organismi inferiori continuino a esistere non offre difficoltà, perché la selezione naturale, o la sopravvivenza del più adatto, non include necessariamente uno sviluppo progressivo – essa unicamente si av-

BOLLATI BORINGHIERI

vantaggia delle variazioni che sorgono e che sono utili a ciascuna creatura nelle sue complesse relazioni di vita. E si può domandare quale vantaggio, per quanto ci è dato di giudicare, un'organizzazione superiore rappresenterebbe per un animaletto infusorio – per un verme intestinale – o anche per un lombrico. Se non vi fosse vantaggio, queste forme sarebbero lasciate, dalla selezione naturale, non migliorate o appena migliorate, e potrebbero rimanere per tempo indefinito nelle loro attuali inferiori condizioni. E la geologia c'insegna che alcune delle forme più basse, come gli infusori e i rizopodi, sono rimaste per un enorme periodo di tempo pressoché nel loro stato attuale. Ma sarebbe molto avventato supporre che la maggior parte delle forme inferiori attualmente esistenti non abbiano minimamente avanzato sin dal primo sorgere della vita; infatti ogni naturalista che ha dissezionato qualcuno degli esseri situati molto in basso nella scala, deve esser rimasto colpito dalla loro organizzazione realmente spettacolosa e mirabile.

Rilievi pressoché analoghi sono pertinenti se osserviamo diversi gradi di organizzazione entro uno stesso grande gruppo; ad esempio, nei vertebrati, la coesistenza dei mammiferi e dei pesci; fra i mammiferi, la coesistenza dell'uomo e dell'ornitorinco; fra i pesci, la coesistenza del pescecane e dell'anfiosso, il quale ultimo pesce nella estrema semplicità della sua struttura si avvicina alle classi degli invertebrati. Ma mammiferi e pesci difficilmente entrano in concorrenza fra di loro; l'avanzare dell'intera classe dei mammiferi, o di certi membri di questa classe, verso il grado più elevato non li condurrebbe a prendere il posto dei pesci. I fisiologi credono che il cervello debba essere irrorato da sangue caldo per essere altamente attivo, e questo richiede la respirazione aerea; cosicché i mammiferi a sangue caldo, quando vivono nell'acqua, si ritrovano in svantaggio per il fatto di dover continuamente venire a galla per respirare. Nei pesci i membri della famiglia dei pescicani non tenderebbero a soppiantare l'anfiosso, poiché questo, come apprendo da Fritz Müller, ha come unico compagno e concorrente, nelle nude coste sabbiose del Brasile meridionale, un anellide anomalo. I tre ordini inferiori di mammiferi, cioè marsupiali, sdentati, e roditori, coesistono nell'America meridionale nella stessa regione con numerose scimmie, e probabilmente interferiscono poco gli uni con gli altri. Sebbene l'organizzazione nel complesso possa aver avanzato e avanzare tuttora nel mondo, pure la scala presenterà sempre molti gradi di perfezione; poiché l'elevato avanzamento di certe intere classi, o di certi membri di ciascuna classe, non conduce affatto necessariamente al-

BOLLATI BORINGHIERI

l'estinzione di quei gruppi con i quali essi non entrano in stretta concorrenza. In alcuni casi, come vedremo in seguito, forme di organizzazione inferiore sembra si siano conservate fino ai nostri giorni perché abitanti in stazioni isolate o peculiari, ove sono state sottoposte a una concorrenza meno severa, e ove il loro scarso numero ha ritardato la probabilità del sorgere di variazioni favorevoli.

Infine, io credo che molte forme di bassa organizzazione esistano attualmente nel mondo per cause diverse. In alcuni casi può essere che variazioni o differenze individuali di natura favorevole non siano mai sorte per dar modo alla selezione naturale di agire su di esse ed accumularle. In nessun caso probabilmente vi è stato tempo sufficiente per realizzare il massimo sviluppo. In alcuni pochi casi v'è stato ciò che si deve denominare retrocessione dell'organizzazione. Ma la causa principale sta nel fatto che in condizioni molto semplici di vita un'elevata organizzazione non sarebbe di alcuna utilità, probabilmente sarebbe anzi svantaggiosa, perché di natura più delicata, e più soggetta a essere guastata e danneggiata.

Se guardiamo ai primi albori della vita, quando possiamo credere che tutti gli esseri viventi presentassero la struttura più semplice, ci si domanda come abbiano potuto originarsi i primi passi nell'avanzamento o nella differenziazione delle parti. Herbert Spencer risponderebbe probabilmente che non appena un semplice organismo unicellulare, per accrescimento o per divisione, risulti composto di parecchie cellule o si attacchi a una qualsiasi superficie di sostegno, entra in azione la sua legge «che unità omologhe di qualsiasi ordine si differenziano in proporzione quando le loro relazioni alle forze incidenti divengono differenti». Ma poiché non abbiamo fatti che possano guidarci, ogni speculazione su questo argomento è quasi inutile. È tuttavia un errore supporre che non vi sia qui lotta per l'esistenza, e di conseguenza non vi sia selezione naturale, fino a quando non si siano prodotte molte forme: variazioni utili in una singola specie che abita una stazione isolata potrebbero esser vantaggiose, e così, l'intera massa degli individui potrebbe modificarsi, o due forme distinte potrebbero sorgere. Ma, come ho rilevato verso la fine dell'*Introduzione*, nessuno deve meravigliarsi che molto resti tuttora inspiegato sull'origine delle specie, se si tiene debito conto della nostra profonda ignoranza sulle reciproche relazioni degli abitanti del mondo al tempo presente, e ancor più durante le età passate.

BOLLATI BORINGHIERI

Convergenze dei caratteri

H. C. Watson pensa che io abbia sopravvalutato l'importanza della divergenza dei caratteri (in cui tuttavia egli sembra credere), e che anche la convergenza, come si può denominare, abbia avuto una parte. Se due specie, appartenenti a due generi distinti ma affini, hanno prodotto entrambe un gran numero di nuove e divergenti forme, è concepibile che queste forme possano avvicinarsi l'una all'altra così strettamente da dover essere tutte classificate sotto lo stesso genere; e così i discendenti di due generi distinti convergerebbero in uno solo. Ma nella maggioranza dei casi sarebbe estremamente azzardato attribuire alla convergenza una stretta e generale somiglianza di struttura nei discendenti modificati di forme profondamente distinte. La forma di un cristallo è determinata unicamente dalle forze molecolari, e non è sorprendente che sostanze dissimili assumano talvolta la stessa forma; ma per gli esseri viventi dobbiamo tener presente che la forma di ciascuno dipende da un'infinità di complessi rapporti, cioè dalle variazioni che sono sorte, dovute a cause troppo complesse per poter essere rintracciate; dalla natura delle variazioni che sono state conservate o selezionate, e ciò dipende dalle condizioni fisiche ambientali, e in misura ancora superiore dagli organismi circostanti coi quali ciascun essere è entrato in concorrenza; e infine dall'eredità (elemento di per sé fluttuante) ricevuta da innumerevoli antenati, i quali tutti sono stati determinati a loro volta da rapporti ugualmente complessi. Non è credibile che i discendenti di due organismi che originariamente differivano in modo pronunciato, successivamente abbiano potuto convergere tanto strettamente da avvicinarsi quasi all'identità dell'intera loro organizzazione. Se questo fosse avvenuto, dovremmo ritrovare la stessa forma, indipendentemente dalla connessione genetica, ricorrente in formazioni geologiche profondamente diverse; ma l'insieme delle prove è contrario a qualsiasi ipotesi di tal genere.

Il signor Watson ha anche obiettato che l'azione continuata della selezione naturale, insieme con la divergenza dei caratteri, tenderebbe a formare un numero indefinito di forme specifiche. Per quanto riguarda le sole condizioni inorganiche, sembra probabile che un numero sufficiente di specie si adatterebbe rapidamente a tutte le considerevoli diversità di temperatura, umidità ecc.; ma io sono sicuro che le mutue relazioni degli esseri viventi sono più importanti; e poiché il numero di

BOLLATI BORINGHIERI

specie in qualsiasi paese va aumentando, le condizioni organiche della vita devono diventare sempre più complesse. Di conseguenza a prima vista sembra che non vi sia nessun limite alla quantità delle vantaggiose differenziazioni di struttura, e quindi nessun limite al numero di specie che possono prodursi. Non ci risulta che anche l'area più ricca sia completamente occupata da forme specifiche: al Capo di Buona Speranza e in Australia, ove vive un numero straordinario di specie, molte piante europee si sono naturalizzate. Ma la geologia ci dimostra che il numero delle specie dei molluschi dall'inizio dell'era terziaria a oggi è aumentato poco o nulla, e che lo stesso è avvenuto per quanto riguarda i mammiferi dalla metà del terziario a oggi. Che cosa dunque impedisce un aumento indefinito del numero delle specie? La quantità di esseri viventi (non intendo dire il numero di forme specifiche) che può vivere in una regione deve avere un limite, dato che dipende notevolmente dalle condizioni fisiche; perciò se molte specie abitano una regione, tutte o quasi tutte saranno rappresentate da pochi individui; e tali specie saranno soggette allo sterminio da parte delle fluttuazioni accidentali delle stagioni o del numero dei loro nemici. In tali casi il processo di sterminio sarebbe rapido, mentre la produzione di nuove specie deve sempre essere lenta. Immaginiamo il caso estremo che in Inghilterra esistano tante specie quanti individui: il primo rigido inverno o la prima estate secca sterminerebbero migliaia e migliaia di specie. Le specie rare – e ciascuna specie diverrà rara se il numero delle specie in un qualsiasi paese aumenterà indefinitamente – presenteranno, per il principio più volte spiegato, poche variazioni vantaggiose in un periodo determinato; di conseguenza il processo di produzione di nuove forme specifiche verrà ritardato. Quando una specie diventa molto rara, gli incroci consanguinei contribuiscono a sterminarla; alcuni autori hanno pensato che questa sia stata una delle cause della scomparsa dell'uro in Lituania, del cervo in Scozia, dell'orso in Norvegia ecc. Infine, e sono incline a pensare che questo sia l'elemento più importante, una specie dominante, che ha già battuto molti competitori nella sua propria dimora, tenderà a diffondersi e a soppiantarne molti altri. Alphonse de Candolle ha dimostrato che le specie che si diffondono ampiamente tendono generalmente a diffondersi *molto* ampiamente; di conseguenza esse tenderanno a soppiantare e sterminare più specie in più aree, e impediranno così l'aumento disordinato di forme specifiche nel mondo. Il dottor Hooker ha recentemente dimostrato che nell'estremità sudorientale dell'Australia, dove, a quanto sembra, vi sono molti inva-

BOLLATI BORINGHIERI

sori provenienti dalle differenti parti del globo, le specie endemiche australiane si sono grandemente ridotte di numero. Non ho la pretesa di dire quale peso sia da attribuire a queste diverse considerazioni; ma tutte insieme queste cause devono limitare in ciascun paese la tendenza a un indefinito accrescimento di forme specifiche.

Riassunto

Se in condizioni mutevoli di vita gli esseri viventi presentano differenze individuali in quasi ogni parte della loro struttura, e ciò non è discutibile; se a cagione del loro aumento numerico in progressione geometrica si determina una severa lotta per la vita in qualche età, stagione o anno, e ciò certamente non può esser discusso; allora, considerando l'infinita complessità delle relazioni di tutti gli esseri viventi fra di loro e con le loro condizioni di vita, la quale fa sì che un'infinita diversità di struttura, costituzione e abitudini sia per essi vantaggiosa, sarebbe un fatto quanto mai straordinario che non avessero mai avuto luogo variazioni utili al benessere di ciascun individuo, allo stesso modo con cui hanno avuto luogo tante variazioni utili all'uomo. Ma se mai si verificano variazioni utili a un qualsiasi essere vivente, sicuramente gli individui così caratterizzati avranno le migliori probabilità di conservarsi nella lotta per la vita; e per il saldo principio dell'eredità, essi tenderanno a produrre discendenti analogamente caratterizzati. Questo principio della conservazione, o sopravvivenza del più adatto, l'ho denominato selezione naturale. Esso conduce al miglioramento di ciascuna creatura in relazione alle sue condizioni organiche e inorganiche di vita, e di conseguenza, nella maggioranza dei casi, a ciò che può essere considerato come un progresso nell'organizzazione. Ciononostante, forme basse e semplici perdureranno a lungo se bene adatte alle loro semplici condizioni di esistenza.

La selezione naturale, in base al principio che le qualità vengono ereditate a età corrispondenti, può modificare l'uovo, il seme, o il giovane, altrettanto facilmente come l'adulto. In molti animali, la selezione sessuale deve aver dato il suo aiuto alla selezione naturale, assicurando ai maschi più vigorosi e più adatti il più gran numero di discendenti. La selezione sessuale darà altresì caratteri utili ai soli maschi nelle lotte o rivalità con altri maschi; e questi caratteri saranno trasmessi a un solo sesso o a entrambi i sessi, secondo la forma di eredità prevalente.

BOLLATI BORINGHIERI

Se la selezione naturale abbia realmente agito in questo modo nell'adattare le varie forme di vita alle loro diverse condizioni e stazioni, si potrà giudicare dall'insieme dell'esposizione e dalle prove di fatto che si troveranno nei seguenti capitoli. Ma abbiamo già visto come essa comporti l'estinzione; e la geologia dimostra chiaramente quale grande parte abbia avuto l'estinzione nella storia del mondo. La selezione naturale conduce anche alla divergenza dei caratteri; infatti, quanto più gli esseri viventi divergono nella struttura, nelle abitudini e nella costituzione, tanto più grande è il numero di essi che può trovar da vivere in un'area; della qual cosa vediamo la dimostrazione osservando gli abitanti di una qualsiasi piccola zona, e le produzioni naturalizzate in terre straniere. Perciò durante la modificazione dei discendenti di una qualunque specie, e durante la lotta incessante di tutte le specie per aumentare di numero, quanto più differenziati divengono i discendenti, tanto maggiore sarà la loro probabilità di successo nella lotta per la vita. Così le piccole differenze che distinguono le varietà della stessa specie tendono regolarmente ad aumentare, fino a uguagliare le più grandi differenze fra le specie dello stesso genere, o anche di generi distinti.

Abbiamo visto che le specie comuni, largamente diffuse ed estese, appartenenti ai più ricchi generi di ciascuna classe, sono quelle che variano di più; e queste tendono a trasmettere ai loro discendenti modificati quella superiorità che le rende ora dominanti nel loro proprio paese. La selezione naturale, come abbiamo ora rilevato, porta alla divergenza dei caratteri e ad una grande estinzione delle forme di vita meno migliorate e intermedie. In base a questi principi si possono spiegare la natura delle affinità e le distinzioni, generalmente ben definite, fra gli innumerevoli esseri viventi di ogni classe in tutto il mondo. È un fatto veramente meraviglioso – anche se non ce ne rendiamo conto perché troppo consueto – che tutti gli animali e tutte le piante, attraverso il tempo e lo spazio siano collegati gli uni agli altri per gruppi, subordinati ad altri gruppi, nella maniera che osserviamo dovunque: che, cioè, varietà della stessa specie più strettamente collegate, e specie di uno stesso genere meno strettamente e inegualmente collegate, formino sezioni e sottogeneri, e che specie di generi distinti molto meno strettamente collegate, e generi collegati in differenti misure, formino sottofamiglie, famiglie, ordini, sottoclassi e classi. I diversi gruppi subordinati in qualsiasi classe non possono essere classificati in una sola serie, ma sembrano affollarsi intorno a punti, questi intorno ad altri punti, e

BOLLATI BORINGHIERI

così di seguito in cicli pressoché senza fine. Se le specie fossero state create indipendentemente, nessuna spiegazione di questo tipo di classificazione sarebbe possibile; ma essa si spiega invece con l'eredità e con l'azione complessa della selezione naturale, che comporta estinzione e divergenza dei caratteri, come abbiamo illustrato nel diagramma.

Le affinità di tutti gli esseri della stessa classe sono state spesso rappresentate con un grande albero. Credo che questa similitudine corrisponda bene alla realtà. I verdi e germoglianti rami possono rappresentare le specie esistenti; e quelli prodotti negli anni precedenti possono rappresentare la lunga successione di specie estinte. Ad ogni periodo di crescita, tutti i rametti in sviluppo tentano di ramificarsi in tutte le direzioni e di sorpassare e uccidere i ramoscelli e i rami circostanti, allo stesso modo in cui le specie e i gruppi di specie hanno in tutti i tempi sopraffatto altre specie nella grande battaglia per la vita. I tronchi divisi in grandi rami, e questi in rami sempre più piccoli, furono essi stessi una volta, quando l'albero era giovane, rami germoglianti; e questo rapporto fra i vecchi e i nuovi germogli per mezzo di ramificazioni può rappresentare bene la classificazione di tutte le specie estinte e viventi in gruppi subordinati a gruppi. Dei molti rami che fiorirono quando l'albero era un arbusto, soltanto due o tre, ora sviluppatisi in grandi tronchi, oggi sopravvivono e sostengono gli altri rami; così, delle specie che vissero in remoti periodi geologici, pochissime hanno lasciato discendenti viventi e modificati. Dal primo sviluppo dell'albero, molti tronchi e rami sono morti e caduti; e questi rami caduti di varie dimensioni possono rappresentare quegli interi ordini, famiglie e generi che attualmente non hanno rappresentanti viventi, e che conosciamo solamente allo stato fossile. Come qua e là vediamo un pollone che spunta da una biforcazione posta alla base di un albero, e che è stato favorito dalla sorte ed è ancora vivo alla sua sommità, così osserviamo occasionalmente un animale, come l'ornitorinco o il *Lepidosiren*, che per le sue affinità collega, in qualche modo, due grandi rami della vita e che a quanto pare è stato risparmiato da una fatale concorrenza perché abitante in una stazione protetta. Come i germogli crescendo danno origine a nuovi germogli, e questi, se vigorosi, si ramificano e superano da ogni parte un ramo più debole, così, per generazione, io credo sia avvenuto per il grande albero della vita, che riempie la crosta terrestre con i suoi rami morti e rotti e ne copre la superficie con le sue sempre rinnovantisi, meravigliose, ramificazioni.

BOLLATI BORINGHIERI

5.

Le leggi della variazione

Ho fin qui talora parlato come se le variazioni – così comuni e diverse negli esseri viventi allo stato domestico, e in minor grado in quelli allo stato di natura – fossero dovute al caso. È questa, naturalmente, un'espressione del tutto inesatta, ma essa serve a riconoscere candidamente la nostra ignoranza sulla causa di ogni variazione particolare. Alcuni autori credono che la funzione del sistema riproduttivo sia tanto di produrre differenze individuali, o lievi deviazioni di struttura, quanto di rendere i figli simili ai genitori. Ma il fatto che le variazioni e le mostruosità si verificano molto più spesso allo stato domestico che in natura, e che le specie aventi ampia area di diffusione hanno una variabilità superiore a quelle con area limitata, porta a concludere che la variabilità è generalmente in rapporto con le condizioni di vita a cui ciascuna specie è stata esposta per diverse successive generazioni. Nel primo capitolo ho cercato di dimostrare che le mutate condizioni di vita agiscono in due modi: direttamente su tutta l'organizzazione o solo su certe parti, e indirettamente attraverso il sistema riproduttivo. In tutti i casi vi sono due fattori, la natura dell'organismo, che è il più importante dei due, e la natura delle condizioni. L'azione diretta delle mutate condizioni conduce a risultati definiti o indefiniti. Nel secondo caso l'organismo sembra divenire plastico e si ha grande variabilità fluttuante. Nel primo caso, la natura dell'organismo è tale che esso si arrende facilmente quando è sottoposto a certe condizioni, e tutti o quasi tutti gli individui si modificano nello stesso modo.

È molto difficile decidere fino a che punto le mutate condizioni, come quelle del clima, cibo ecc., abbiano agito in maniera definita. V'è ragione di credere che nel corso del tempo gli effetti siano stati più intensi di quanto non si possa dimostrare con chiare prove. Ma possiamo concludere con sicurezza che gli innumerevoli e complessi coadat-

tamenti di struttura, che osserviamo in natura tra i vari esseri viventi, non possono essere semplicemente attribuiti a tale azione. Nei seguenti casi le condizioni sembrano aver prodotto alcuni lievi effetti definiti: Edward Forbes asserisce che le conchiglie al loro limite meridionale, e quando vivono in acque poco profonde, sono più vivacemente colorate delle stesse specie viventi più a nord o a maggior profondità; ma questo certamente non è sempre vero. Il signor Gould ritiene che uccelli della stessa specie sono più vivacemente colorati sotto un cielo sereno di quelli che vivono vicini alla costa o sulle isole; e Wollaston è convinto che la residenza presso il mare influisce sul colore degli insetti. Moquin-Tandon dà una lista di piante le quali, quando crescono vicino alla riva del mare, hanno foglie in qualche misura carnose, mentre in quelle che vivono altrove le foglie non sono carnose. Questi organismi lievemente cangianti sono interessanti in quanto presentano caratteri analoghi a quelli posseduti dalle specie che sono relegate in condizioni simili.

Quando una variazione è di lievissima utilità a un qualsiasi essere, non possiamo dire quanto sia da attribuire all'azione accumulatrice della selezione naturale, e quanto all'azione definita delle condizioni di vita. Così è ben noto ai pellicciai che gli animali della stessa specie hanno una pelliccia tanto più folta e bella quanto più vivono al nord; ma chi può dire quanto di questa differenza può esser dovuta al fatto che gli individui a pelliccia più calda sono favoriti e conservati per molte generazioni, e quanto all'azione del clima rigido? Infatti sembrerebbe che il clima abbia qualche azione diretta sul pelame dei nostri quadrupedi domestici.

Si potrebbero citare esempi di varietà simili che sono prodotte dalla stessa specie, in condizioni esterne di vita tanto differenti quanto si possa immaginare; e d'altra parte di varietà differenti che sono prodotte in condizioni esterne di vita apparentemente identiche. Inoltre ogni naturalista conosce innumerevoli esempi di specie che restano le stesse, o che non variano affatto, sebbene viventi nei climi più opposti. Considerazioni come queste mi inducono ad attribuire minor peso all'azione diretta delle condizioni ambientali, che a una tendenza a variare dovuta a cause che ignoriamo completamente.

In un certo senso si può dire che le condizioni di vita non soltanto causano la variabilità, o direttamente o indirettamente, ma altresì includono la selezione naturale, poiché le condizioni determinano se questa o quella varietà sopravviverà. Ma quando l'uomo è l'agente selezio-

BOLLATI BORINGHIERI

natore, vediamo chiaramente che i due elementi di cambiamento sono distinti: la variabilità è in qualche modo eccitata, ma è la volontà dell'uomo che accumula le variazioni in una certa direzione; ed è quest'ultimo fattore che in natura risponde alla sopravvivenza del più adatto.

Gli effetti dell'aumentato uso e del non uso delle parti in quanto controllati dalla selezione naturale

Dai fatti citati nel primo capitolo penso non possa sollevarsi alcun dubbio sul fatto che l'uso, nei nostri animali domestici, abbia rinforzato e sviluppato certe parti e il non uso le abbia ridotte; e che tali modificazioni siano ereditarie. In natura, non abbiamo elementi di confronto in base a cui giudicare gli effetti dell'uso e del non uso prolungati, perché non conosciamo le forme progenitrici; ma molti animali presentano strutture che possono essere spiegate nel migliore dei modi con gli effetti del non uso. Come il professor Owen ha osservato, non vi è in natura anomalia più grande di quella di un uccello che non può volare; tuttavia numerosi uccelli sono in queste condizioni. L'anatra brachitèra o anatra piroscrafo dell'America meridionale può soltanto sbatter le ali sulla superficie dell'acqua, e ha le ali quasi nelle stesse condizioni di quelle dell'anatra domestica di Aylesbury: è un fatto notevole che i giovani uccelli, secondo il signor Cunningham, possano volare mentre gli adulti hanno perduto questa capacità. Poiché è raro che grossi uccelli che traggono il loro cibo dal suolo prendano il volo solo per sfuggire a un pericolo, è probabile che la mancanza quasi assoluta di ali in numerosi uccelli, che abitano attualmente o che hanno abitato fino a tempi recenti diverse isole oceaniche dove non vivono animali predatori, sia stata causata dal non uso. Lo struzzo invero abita nei continenti, ed è esposto a pericoli cui non può sfuggire con il volo, ma può difendersi dai nemici a zampe, altrettanto efficacemente quanto molti quadrupedi. Possiamo ritenere che il progenitore del genere struzzo avesse abitudini simili a quelle dell'otarda e che, con l'accrescersi delle dimensioni e del peso del suo corpo durante successive generazioni, le sue zampe siano state usate di più e le sue ali di meno fino a che queste divennero inadatte al volo.

Kirby ha notato (e io ho osservato lo stesso fatto) che i tarsi anteriori o piedi, dei maschi di molti coleotteri coprofagi, sono spesso tronchi; egli ha esaminato diciassette esemplari della sua collezione e ha

BOLLATI BORINGHIERI

notato che non uno di essi aveva più nemmeno traccia dei tarsi. Nell'*Onites apelles* la perdita dei tarsi è così comune che quest'insetto è stato descritto come privo di essi. In alcuni altri generi i tarsi sono presenti, ma in condizioni rudimentali. Nell'*Ateuchus* o scarabeo sacro degli egiziani, essi sono totalmente mancanti. Le prove che le mutilazioni accidentali possano essere ereditate non sono attualmente decisive; ma gli interessanti casi osservati da Brown-Séguard nelle cavie, relativi agli effetti ereditari di operazioni, dovrebbero renderci cauti nel negare questa tendenza. Sarà forse più sicuro, pertanto, considerare la totale assenza dei tarsi anteriori nell'*Ateuchus*, e la loro condizione rudimentale in alcuni altri generi, non come casi di mutilazioni ereditate, ma come dovute agli effetti di un prolungato non uso; dal momento che in molti coleotteri coprofagi, in generale, si riscontra la perdita dei tarsi, tale perdita deve accadere nel primo periodo della vita; pertanto i tarsi non possono essere di grande importanza né molto usati da questi insetti. In alcuni casi potremmo facilmente attribuire al non uso quelle modificazioni della struttura completamente o principalmente dovute alla selezione naturale. Il signor Wollaston ha scoperto il fatto notevole che 200 coleotteri, sulle 550 specie (ma ora se ne conoscono di più) che abitano a Madera, hanno ali così insufficienti che non possono volare; e che dei 29 generi endemici non meno di 23 hanno tutte le specie in tali condizioni! Diversi fatti: cioè che i coleotteri di molte parti del mondo sono frequentemente portati in mare dal vento e periscono; che quelli di Madera, come ha osservato Wollaston, restano ben nascosti fino a quando il vento cade e il sole brilla; che la proporzione dei coleotteri atteri è maggiore nelle esposte isole Desertas che nella stessa Madera; e particolarmente il fatto straordinario, così fortemente sottolineato da Wollaston, che taluni grandi gruppi di coleotteri, altrove straordinariamente numerosi, e che hanno assoluto bisogno delle loro ali, sono qui quasi interamente assenti; queste diverse considerazioni mi fanno ritenere che la condizione attera di tanti coleotteri di Madera sia dovuta soprattutto all'azione della selezione naturale, probabilmente combinata con il non uso. Infatti durante molte generazioni successive ogni coleottero che abbia volato meno, o per aver le ali un po' meno perfettamente sviluppate, o per abitudini torpide, avrà avuto migliore probabilità di sopravvivere, non correndo il rischio di essere trascinato in mare dal vento mentre, d'altro canto, i coleotteri più pronti a prendere il volo saranno stati più facilmente trascinati in mare e così distrutti.

BOLLATI BORINGHIERI

Gli insetti di Madera che non si nutrono sul terreno e che, come certi coleotteri e lepidotteri che si nutrono di fiori, devono usare abitualmente le ali per trovare il cibo, hanno, come suppone Wollaston, le ali niente affatto ridotte ma anzi più sviluppate. Ciò è perfettamente compatibile con l'azione della selezione naturale perché, quando un nuovo insetto arriva sull'isola per la prima volta, la tendenza della selezione naturale a ingrandire o ridurre le ali dipende dall'alternativa se un maggior numero di individui si possa salvare lottando contro il vento o, viceversa, desistendo da tal tentativo e volando poco o niente. Come nel caso di marinai naufragati vicino a una costa: per i buoni nuotatori sarebbe stato meglio se essi fossero stati capaci di nuotare ancora più a lungo, mentre per i cattivi nuotatori sarebbe stato meglio non saper nuotare affatto, e rimanere aggrappati ai relitti.

Gli occhi delle talpe e di alcuni roditori sono di dimensioni rudimentali e in alcuni casi completamente ricoperti di pelle e pelo. Questa condizione degli occhi è probabilmente dovuta alla riduzione graduale per il non uso, forse anche aiutata dalla selezione naturale. Nell'America meridionale un roditore, il tuco-tuco, o *Ctenomys*, ha abitudini sotterranee ancora più spiccate della talpa; e uno spagnolo che ne aveva spesso catturati mi assicurò che frequentemente essi erano ciechi. Ne conservai uno vivo sicuramente cieco, e dopo la dissezione trovai che la causa della cecità era stata l'infiammazione della membrana nittitante. Poiché una frequente infiammazione degli occhi è necessariamente dannosa a qualsiasi animale, e poiché gli occhi sono sicuramente non necessari ad animali che hanno abitudini sotterranee, la riduzione della grandezza di questi organi, con l'adesione delle palpebre e la crescita di pelo sopra di essi, potrebbe, in tal caso, essere vantaggiosa; e se è così, la selezione naturale coadiuverebbe gli effetti del non uso.

È cosa ben nota che diversi animali, appartenenti alle classi più differenti, che abitano le grotte della Carniola e del Kentucky, sono ciechi. In alcuni granchi il peduncolo dell'occhio rimane, sebbene l'occhio sia scomparso; cioè il supporto del telescopio esiste, sebbene questo e le sue lenti siano andati perduti. Poiché è difficile immaginare che gli occhi, sebbene inutili, possano nuocere agli animali che vivono nell'oscurità, la loro perdita può essere attribuita al non uso. In un animale cieco, e precisamente nel ratto delle caverne (*Neotoma*), due esemplari del quale furono catturati dal professor Silliman a meno di mezzo miglio di distanza dall'apertura della caverna, quindi non nelle maggiori profondità, gli occhi erano luminosi e grandi; questi animali, come

BOLLATI BORINGHIERI

mi disse lo stesso professor Silliman, esposti per circa un mese a una luce graduale, acquistarono una vaga percezione degli oggetti.

È difficile immaginare condizioni di vita più simili di quelle esistenti nelle profonde caverne calcaree situate in climi pressoché simili; cosicché, secondo la vecchia concezione per cui gli animali ciechi sono stati creati separatamente per le caverne d'Europa e per quelle d'America, ci si potrebbe attendere di trovare affinità e una grande somiglianza nella loro struttura. Ciò non risulta affatto dall'osservazione dell'intera fauna dei due paesi; e, per quanto riguarda i soli insetti, Schiödte ha osservato: «Noi non possiamo considerare l'intero fenomeno altrimenti che come un fatto puramente locale, e la somiglianza evidente fra alcune forme della caverna del Mammuth (nel Kentucky) e delle caverne della Carniola altrimenti che come una chiara espressione dell'analogia che esiste generalmente tra la fauna dell'Europa e quella dell'America settentrionale». A mio parere si deve supporre che gli animali americani, provvisti nella maggioranza dei casi di un normale potere visivo, abbiano migrato lentamente, per generazioni successive, dall'esterno sempre più in profondità nelle caverne del Kentucky, così come hanno fatto gli animali europei nelle caverne dell'Europa. Abbiamo qualche prova della gradualità di questa abitudine; poiché, come osserva Schiödte: «Noi possiamo considerare le faune sotterranee come piccole ramificazioni delle faune delle zone geografiche vicine, che sono penetrate sotto terra e che, sprofondandosi nell'oscurità, si sono adattate alle circostanze ambientali. Animali non troppo diversi dalle forme ordinarie preparano la transizione dalla luce all'oscurità. Seguono quelli conformati per vivere nella penombra e, ultimi, quelli destinati all'oscurità totale, la cui struttura è assolutamente particolare». Queste osservazioni di Schiödte non si applicano beninteso a una stessa specie, ma a specie distinte. Quando l'animale, dopo infinite generazioni, raggiunge i più profondi recessi, il non uso avrà, secondo questa teoria, più o meno completamente atrofizzato gli occhi, e la selezione naturale avrà spesso effettuato altri cambiamenti, come un aumento della lunghezza delle antenne o dei palpi, per compensare la cecità. Nonostante queste modificazioni, potremmo ancora aspettarci di vedere negli animali cavernicoli d'America affinità con gli altri abitanti di questo continente e in quelli d'Europa affinità con quelli europei; questo è il caso per alcuni animali cavernicoli americani, come il professor Dana mi riferisce; e alcuni insetti cavernicoli europei sono assai simili a quelli del paese circostante. Seguendo la concezione tra-

BOLLATI BORINGHIERI

dizionale della creazione indipendente, sarebbe difficile dare una spiegazione razionale delle affinità degli animali cavernicoli ciechi con gli altri abitanti dei due continenti. Ci potremmo attendere di trovare una somiglianza assai stretta fra gli abitanti delle caverne del Nuovo e del Vecchio mondo, in base ai ben noti rapporti che riscontriamo nella maggior parte delle altre loro produzioni. Dal momento che si trova in abbondanza, sulle rocce ombrose lontane dalle caverne, una specie cieca di *Bathyscia*, si deve pensare che la perdita della vista nella specie cavernicola di questo solo genere non ha probabilmente avuto alcuna relazione con la sua dimora priva di luce poiché è del tutto naturale che un insetto già privo della vista si adatti facilmente a vivere in grotte buie. Un altro genere cieco (*l'Anophthalmus*) offre questa notevole particolarità, che le specie, come osserva il signor Murray, fino ad ora sono state trovate unicamente nelle caverne; tuttavia quelle che abitano le diverse caverne dell'Europa e dell'America sono specie distinte; ma è possibile che i progenitori di queste diverse specie, mentre erano forniti di occhi, abbiano in un primo tempo abitato i due continenti, e si siano poi estinti, tranne che nelle appartate loro attuali dimore. Lungi dall'essere sorpreso per il fatto che alcuni animali cavernicoli siano molto anormali, come ha fatto osservare l'Agassiz riguardo a un pesce cieco, *l'Amblyopsis*, e come avviene per il *Proteus* cieco tra i rettili d'Europa, sono stupito soltanto che non si siano conservati maggiori relitti della vita passata, in ragione della competizione meno severa a cui gli scarsi abitanti di questi oscuri rifugi saranno stati esposti.

Acclimazione

Nelle piante alcuni caratteri fisiologici, come il periodo di fioritura, la durata del periodo di quiescenza, la quantità di pioggia necessaria alla germinazione dei semi ecc., sono ereditari; ciò mi induce a dire qualche parola sull'acclimazione. Poiché è estremamente comune che le specie distinte di uno stesso genere abitino paesi caldi e freddi, se è vero che tutte le specie dello stesso genere derivano da un unico progenitore, le singole specie devono essersi facilmente acclimate durante una lunga serie di generazioni. È noto che ogni specie è adatta al clima del paese in cui vive: le specie delle regioni artiche o anche di quelle temperate non possono sopportare un clima tropicale e viceversa. Così molte piante grasse non possono sopportare un clima umido. Ma spes-

BOLLATI BORINGHIERI

so si sopravvaluta il grado di adattamento delle specie al clima in cui vivono. Possiamo dedurre ciò dalla nostra frequente incapacità di prevedere se una pianta importata potrà o meno abituarsi al nostro clima, e dal numero di piante e di animali importati da differenti paesi che vivono in perfetta salute nel nostro paese. Abbiamo ragione di credere che le specie allo stato di natura siano molto limitate nella loro estensione a causa della lotta con gli altri esseri viventi, che ha un'azione uguale, se non più determinante, dell'adattamento a climi particolari. Il diverso grado dell'adattamento, nella maggioranza dei casi, risulta evidente dal fatto che alcune piante si possono abituare naturalmente, in certa misura, a temperature differenti, cioè si possono acclimare; infatti i pini e i rododendri, cresciuti da semi delle stesse specie che il professor Hooker aveva raccolti sull'Himalaya, ad altitudini diverse, quando furono portati in Inghilterra, dimostrarono di aver diverso potere costituzionale di resistenza al freddo. Thwaites mi riferisce di aver osservato fatti simili a Ceylon; osservazioni analoghe sono state fatte da H. C. Watson su specie europee di piante portate in Inghilterra dalle Azzorre; io stesso potrei citare altri esempi. Per quanto riguarda gli animali, si potrebbero citare diversi esempi sicuri di specie che, in tempi storici, si sono estese ampiamente dalle latitudini calde a quelle più fredde, e viceversa; ma non possiamo affermare con sicurezza che questi animali fossero rigorosamente adatti al loro clima nonostante che nella maggioranza dei casi si dia per certo questo adattamento; né sappiamo se essi si siano successivamente acclimati nella nuova dimora, così da diventare più adatti di quanto non lo fossero all'inizio.

Dato che possiamo supporre che i nostri animali domestici siano stati scelti in origine dagli uomini primitivi per la loro utilità e perché si riproducevano bene in cattività, e non già perché questi animali si dimostrarono, in seguito, adatti a essere trasportati in paesi lontani, la comune e straordinaria capacità dei nostri animali domestici non solamente di resistere ai climi più diversi, ma (cosa più difficile) di mantenersi perfettamente fecondi, può essere un argomento per sostenere che un gran numero di altri animali, attualmente allo stato di natura, potrebbe facilmente essere portata ad acclimarsi a climi assai diversi.

Non dobbiamo però spingere quest'argomento troppo lontano, in considerazione della probabile origine di molti animali domestici da diversi ceppi selvatici; per esempio il sangue di un lupo tropicale e quello di un lupo artico possono forse trovarsi mescolati nelle nostre razze domestiche. Il ratto e il topo non si possono considerare come animali do-

BOLLATI BORINGHIERI

mestici; però sono stati trasportati dall'uomo in molte parti del mondo e attualmente hanno un'area di diffusione molto più estesa di quella di qualsiasi altro roditore; infatti vivono sia nei climi freddi delle Fær Øer nell'emisfero boreale e delle Falkland nell'emisfero australe, sia in molte isole delle zone torride. Perciò l'adattamento a un clima speciale può esser considerato come una qualità che si innesta facilmente su una grande e congenita flessibilità di costituzione, la quale è comune alla maggioranza degli animali. Secondo questa ipotesi, la capacità di sopportare i climi più diversi, da parte dell'uomo stesso e dei suoi animali domestici, e il fatto che l'elefante e il rinoceronte estinti abbiano in un primo tempo sopportato il clima glaciale, mentre le specie attualmente viventi hanno la loro area di diffusione nelle regioni tropicali o subtropicali, non dovrebbero essere considerati come anomalie, ma piuttosto come esempi di una flessibilità di costituzione molto comune, che si manifesta in circostanze particolari.

Nell'acclimazione delle specie a un particolare clima, non è chiaro quanto sia dovuto alla sola abitudine, quanto alla selezione naturale delle varietà provviste di costituzione congenitamente differente, e quanto alla combinazione di questi due fattori. Che l'abitudine o costume abbiano qualche influenza, io debbo crederlo, sia sulla base dell'analogia, sia del consiglio continuamente ripetuto negli scritti di agraria, e perfino nelle vecchie enciclopedie cinesi, di essere molto cauti nel trasportare gli animali da una regione a un'altra. E poiché non è verosimile che l'uomo sia arrivato a selezionare tante razze e sottorazze con costituzioni particolarmente adattate al luogo in cui vivono, penso che tale risultato debba attribuirsi all'abitudine. D'altra parte la selezione naturale tenderebbe inevitabilmente a conservare gli individui costituzionalmente meglio adattati al paese in cui vivono. Nei trattati su molte specie di piante coltivate, si trova che certe varietà sopportano determinati climi meglio di altre; ciò è chiaramente dimostrato nei lavori sugli alberi da frutto pubblicati negli Stati Uniti, in cui si raccomanda di usare certe varietà negli stati del nord, altre in quelli del sud; e poiché la maggior parte di queste varietà è di origine recente, non è possibile attribuire all'abitudine le loro differenze costituzionali. Il caso del topinambur, che in Inghilterra non è mai stato riprodotto per seme e di cui perciò non si sono mai prodotte nuove varietà, è stato perfino adottato come prova del fatto che l'acclimazione è impossibile, poiché il topinambur è rimasto tenero come era.

Allo stesso scopo è stato citato anche il caso del fagiolo, e con maggior ragione, ma fino a quando qualcuno non avrà seminato, per una

BOLLATI BORINGHIERI

ventina di generazioni, i fagioli così presto da farne distruggere una buona parte dal gelo, e non avrà poi raccolto i semi delle poche piante che avranno resistito, avendo cura d'impedire gli incroci accidentali, poi di nuovo raccolti i semi e continuato con le stesse precauzioni, non si potrà dire che l'esperimento sia stato fatto. E non si creda che non si manifestino mai differenze nella costituzione delle piantine di fagiolo, perché risulta da una relazione pubblicata che molte erano assai più resistenti di altre; e io stesso ho osservato esempi evidentissimi di questo fatto.

Nell'insieme possiamo concludere che l'abitudine, ossia l'uso e il non uso, hanno avuto in alcuni casi una parte importante nel modificare la costituzione e la struttura; ma che gli effetti si sono spesso combinati in larga misura con la selezione naturale delle variazioni congenite e qualche volta sono stati da queste sopraffatti.

Variazione correlata

Con questa espressione voglio indicare che le diverse parti dell'organismo sono così strettamente collegate durante l'accrescimento e lo sviluppo, che quando compaiono, in qualsiasi parte, leggere variazioni, e si accumulano per selezione naturale, le altre parti subiscono modificazioni. Questo è un argomento di grande importanza, molto imperfettamente compreso e in cui, senza dubbio, classi di fatti completamente differenti possono facilmente essere confuse l'una con l'altra. Vedremo fra poco che la semplice eredità si presenta spesso sotto il falso aspetto di correlazione. Uno dei più evidenti casi che è dato riscontrare, è che variazioni di struttura che insorgono nella prima età o nella larva, tendono naturalmente a modificare la struttura dell'animale adulto. Le numerose parti del corpo che sono omologhe, e che nel primo periodo embrionale hanno struttura identica, e che sono necessariamente esposte a condizioni simili, sembra siano eminentemente soggette a variare in modo simile: noi riscontriamo questo nei lati destro e sinistro del corpo, che variano allo stesso modo; nelle zampe anteriori e in quelle posteriori e perfino nella mascella, che varia in relazione agli arti, dato che la mandibola è ritenuta da alcuni anatomisti omologa agli arti. Queste tendenze – io non ne dubito – possono essere governate più o meno completamente dalla selezione naturale; così esiste un tempo una famiglia di cervi con un palco solo da una parte; e se questo

carattere fosse stato di grande utilità alla razza, sarebbe probabilmente stato reso permanente dalla selezione.

Le parti omologhe, come è stato notato da alcuni autori, tendono a riunirsi; questo si osserva spesso in piante mostruose: e nulla è più comune dell'unione di parti omologhe, nelle strutture normali, come nel caso dell'unione dei petali in un solo tubo corollino. Le parti dure sembrano influenzare la forma delle vicine parti molli; alcuni autori ritengono che, negli uccelli, la diversità nella forma del bacino sia la causa della notevole differenza di forma dei reni. Altri ritengono che la forma del bacino della madre, nell'uomo, modifichi con la pressione la forma della testa del bambino. Nei serpenti, secondo Schlegel, la forma del corpo e il modo di deglutire determinano la posizione e la forma di molti fra i visceri più importanti.

La natura di questo legame è spesso del tutto oscura. Isidore Geoffroy Saint-Hilaire ha posto l'accento sul fatto che certe malformazioni coesistono frequentemente, altre raramente, senza che noi siamo in grado di riconoscerne la causa. Cosa può esservi di più singolare del rapporto che esiste nei gatti fra il colore completamente bianco e gli occhi azzurri con la sordità, o fra il colore tartaruga e il sesso femminile, o nei colombi fra i piedi piumati e la pelle che unisce le dita esterne, o fra la maggiore o minore quantità del piumino del giovane colombo appena sgusciato dall'uovo e il successivo colore del suo piumaggio; o ancora del rapporto fra i peli e i denti del cane turco nudo, sebbene in questo caso entri senza dubbio in gioco l'omologia? Per quanto riguarda quest'ultimo esempio di correlazione, io penso che difficilmente sia dovuto al caso il fatto che due ordini di mammiferi assolutamente anormali nel loro rivestimento dermico, cioè i cetacei (balene) e gli sdentati (armadilli, formichieri ecc.), abbiano anche la dentatura più anormale; ma sono così numerose le eccezioni a questa regola che, come ha notato St George Mivart, essa ha scarso valore.

Per dimostrare l'importanza delle leggi della correlazione e della variazione, indipendentemente dall'utilità e perciò dalla selezione naturale, non conosco caso più adatto di quello della differenza fra la parte esterna e quella interna del fiore in alcune piante composite e ombrellifere. A tutti è nota la differenza tra i fiori periferici e quelli centrali, per esempio, della margherita, e questa differenza spesso è accompagnata dall'atrofia parziale o completa degli organi riproduttivi. Ma in alcune di queste piante anche i semi differiscono per forma e scultura. Queste differenze sono state talvolta attribuite alla pressione esercita-

BOLLATI BORINGHIERI

ta dall'involucro sui fiori, o alla loro pressione reciproca, e la forma dei semi nei fiori periferici di alcune composite conferma questa idea; ma nelle ombrellifere, come mi informa il dottor Hooker, non sono affatto le specie con capolini più fitti quelle che più spesso presentano differenze fra i fiori centrali e quelli periferici. Si sarebbe potuto pensare che lo sviluppo dei petali periferici traesse il nutrimento dagli organi riproduttivi e determinasse così la loro atrofia; ma questa può difficilmente essere la sola causa, poiché in alcune composite i semi dei fiori esterni e interni differiscono senza che vi sia alcuna differenza nella corolla. Può darsi che queste differenze siano in rapporto con il diverso flusso di nutrimento verso i fiori esterni e verso quelli interni: noi sappiamo, per lo meno, che nei fiori irregolari quelli più vicini all'asse sono i più soggetti alla peloria, cioè a diventare anormalmente simmetrici. Posso aggiungere, come esempio di questo fatto, e come caso notevole di correlazione, che in molti pelargoni i due petali superiori della fiore centrale dell'infiorescenza perdono spesso le macchie di colore più scuro, e quando questo accade, il nettario aderente è del tutto atrofizzato; il fiore centrale diviene così pelorico o regolare. Quando il colore è assente da uno solo dei due petali superiori, il nettario non è completamente atrofizzato, ma molto accorciato.

Riguardo allo sviluppo della corolla è molto probabile l'ipotesi di Sprengel secondo cui i fiori periferici servono ad attirare gli insetti, l'azione dei quali è molto vantaggiosa o necessaria alla fecondazione di queste piante; e se ciò è vero, la selezione naturale può essere entrata in gioco. Ma, per quanto riguarda i semi, sembra impossibile che la differenza nella forma, che non sempre è connessa con differenze nella corolla, possa essere in qualche modo vantaggiosa; tuttavia nelle ombrellifere queste differenze hanno un tale risalto – essendo i semi talvolta ortospermi nei fiori esterni e celospermi in quelli centrali – che De Candolle il vecchio basava le principali divisioni dell'ordine su questi caratteri. Perciò le modificazioni della natura, ritenuta di grande valore dai sistematici, possono essere completamente dovute alle leggi della variazione e della correlazione, senza essere, per quanto ci è dato di giudicare, minimamente utili alla specie.

Possiamo spesso attribuire erroneamente alla variazione correlata strutture che sono comuni a interi gruppi di specie, e che in realtà sono semplicemente dovute all'eredità; infatti un lontano progenitore può avere acquistato per selezione naturale una qualche modificazione nella struttura e, dopo migliaia di generazioni, qualche altra modificazione

BOLLATI BORINGHIERI

indipendente; e, essendo state queste due modificazioni trasmesse a un intero gruppo di discendenti aventi abitudini diverse, si penserà, naturalmente, che esse siano in qualche modo necessariamente correlate. Alcune altre correlazioni sono apparentemente dovute a quel modo di operare che è proprio solamente della selezione naturale. Per esempio, Alphonse de Candolle ha notato che nei frutti indeiscenti non si trovano mai semi alati; secondo me questa regola si spiega con l'impossibilità che hanno i semi di provvedersi gradualmente di ali per selezione naturale, a meno di non esser situati in capsule deiscenti; solo in questo caso i semi un poco più adatti a essere portati dal vento potrebbero avvantaggiarsi rispetto ad altri meno adatti a una grande dispersione.

Compensazione ed economia dell'accrescimento

Geoffroy il vecchio e Goethe formularono, quasi contemporaneamente, la legge della compensazione o equilibrio dell'accrescimento; ovvero, per usare l'espressione di Goethe, «per largheggiare da una parte, la natura è costretta a economizzare dall'altra». Penso che questo sia in certa misura applicabile ai nostri prodotti domestici: se il nutrimento fluisce in eccesso verso una parte o un organo, è raro che fluisca, per lo meno in eccesso, anche verso un'altra parte; così è difficile far produrre molto latte a una vacca e nello stesso tempo farla ingrassare rapidamente. Le stesse varietà del cavolo non producono contemporaneamente abbondanza di fogliame nutritivo e di semi oleosi. Quando i semi dei frutti si atrofizzano, il frutto stesso guadagna molto in grossezza e qualità. Nel pollame la presenza di un grande ciuffo di penne sulla testa si accompagna generalmente con una riduzione della cresta, e lo sviluppo della barba con la diminuzione dei bargigli. È difficile sostenere che questa legge abbia validità universale nelle specie allo stato di natura; ma molti buoni osservatori, soprattutto botanici, la ritengono valida. Non darò qui alcun esempio perché non vedo in quale modo si possano distinguere da un lato gli effetti dello sviluppo di un organo per l'azione della selezione naturale e della riduzione di un organo adiacente sempre per la stessa azione e per il non uso e, dall'altro lato, gli effetti prodotti dalla mancanza di nutrimento di un organo a causa dell'eccesso di accrescimento di un organo adiacente.

Sospetto anche che alcuni casi di compensazione che sono stati citati, come pure altri fatti, possano fondersi in un principio più genera-

BOLLATI BORINGHIERI

le, cioè che la selezione naturale si sforza continuamente di risparmiare ogni parte dell'organismo. Se in condizioni di vita mutate una struttura prima utile diviene meno utile, la sua diminuzione sarà favorita, perché sarà vantaggioso per l'individuo non sprecare il proprio nutrimento nella costruzione di una struttura inutile. Soltanto così posso capire un fatto che mi ha molto colpito osservando i cirripedi, e di cui si potrebbero citare molti esempi analoghi: ossia che quando un cirripe-de è parassita interno di un altro cirripe-de ed è in tal modo protetto, perde più o meno completamente il suo guscio o carapace. Questo è il caso dell'*Ibla* maschio, e, in modo veramente straordinario, del *Proteolepas*: in tutti gli altri cirripedi il guscio è formato dai tre grandi segmenti anteriori della testa, enormemente sviluppati e muniti di grandi muscoli e nervi; invece nel *Proteolepas* parassita e protetto tutta la parte anteriore della testa si riduce a un puro e semplice rudimento, attaccato alla base delle antenne prensili. Ora il fatto di risparmiare una grande e complessa struttura, allorché essa si sia resa superflua, sarebbe di sicuro vantaggio a ogni individuo della specie, perché nella lotta per l'esistenza a cui ogni essere vivente è esposto, esso avrebbe miglior possibilità di mantenersi in vita, in quanto consumerebbe meno nutrimento.

Così, io credo che la selezione naturale tenda nel corso del tempo a ridurre qualunque parte dell'organizzazione non appena questa sia divenuta, a causa di mutate abitudini, superflua, senza determinare in alcun modo un corrispondente maggior sviluppo di altre parti. E credo che, inversamente, la selezione naturale possa perfettamente riuscire a sviluppare ampiamente un organo senza che ciò richieda necessariamente la riduzione di parti adiacenti.

Le strutture multiple, rudimentali e di organizzazione inferiore sono variabili

Sembra regola generale, come ha osservato Isidore Geoffroy Saint-Hilaire che, nella varietà e nelle specie, il numero degli organi o parti che si ripetono molte volte nello stesso individuo (come le vertebre nei serpenti, e gli stami nei fiori poliandri) sia variabile, mentre un numero basso delle stesse parti è costante. Inoltre lo stesso autore, come pure alcuni botanici, hanno notato che le parti multiple sono estremamente soggette a variazioni di struttura. Poiché la «ripetizione vegetativa», per usare l'espressione del professor Owen, è un segno di organizzazione

BOLLATI BORINGHIERI

inferiore, le affermazioni precedenti concordano con l'opinione comune dei naturalisti, secondo cui gli esseri inferiori nella scala della natura sono più variabili degli esseri superiori. Suppongo che in questo caso l'inferiorità consista nella minore specializzazione funzionale delle varie parti dell'organismo; e se lo stesso organo deve compiere funzioni diverse, possiamo forse capire perché debba essere variabile, ossia perché la selezione naturale non abbia conservato o respinto ogni piccola deviazione di forma con la stessa cura di quando la parte serve soltanto per uno scopo particolare. Nello stesso modo un coltello destinato a tagliare ogni sorta di cose può avere una forma qualunque, mentre un arnese destinato a un uso particolare deve avere una forma determinata. Non si deve mai dimenticare che la selezione naturale può agire unicamente attraverso e per il vantaggio di ogni essere.

È generalmente ammesso che le parti rudimentali abbiano molta tendenza a variare. Ritorreremo in seguito su questo argomento: qui aggiungerò solamente che la loro variabilità sembra derivare dalla loro inutilità, e di conseguenza dal fatto che la selezione naturale non ha avuto possibilità di frenare la deviazione di struttura.

*Una parte straordinariamente sviluppata in una specie
tende a variare molto in confronto alla stessa parte delle specie affini*

Alcuni anni fa fui molto colpito da un'osservazione fatta in questo senso dal signor Waterhouse. Anche il professor Owen sembra essere arrivato a una conclusione molto simile. Non posso sperare di convincere alcuno della verità della suddetta affermazione senza citare la lunga serie di fatti da me raccolti, che è impossibile esporre qui. Posso soltanto affermare la mia convinzione che si tratta di una legge molto generale. So che vi sono diverse cause di errore, ma spero di averne tenuto il debito conto. Ben inteso questa regola non si applica indifferentemente a una parte qualsiasi, anche insolitamente sviluppata, a meno che tale sviluppo inusitato non riguardi solo una o poche specie in confronto con la stessa parte in molte specie strettamente affini. Per esempio, l'ala del pipistrello è una struttura delle più anormali nella classe dei mammiferi, ma la nostra regola non si applica a questo caso perché tutto il gruppo dei pipistrelli è provvisto di ali; si applicherebbe soltanto se una specie avesse le ali sviluppate in maniera considerevole rispetto alle altre specie dello stesso genere. La regola si applica molto

BOLLATI BORINGHIERI

bene al caso dei caratteri sessuali secondari, quando si manifestano in modo insolito. Diconsi caratteri sessuali secondari, secondo la denominazione usata da Hunter, quei caratteri che sono propri di un sesso, ma che non hanno rapporto diretto con l'atto della riproduzione. La regola vale per i maschi e per le femmine, ma più raramente per queste, che di rado presentano caratteri sessuali secondari molto spiccati. Il fatto che la regola suddetta sia così palesemente applicabile a questi caratteri può essere dovuto alla grande variabilità dei medesimi, siano essi o non siano sviluppati in modo inusitato, e su questo credo vi siano pochi dubbi. Ma i cirripedi ermafroditi dimostrano chiaramente che la regola non si limita ai caratteri sessuali secondari; studiando quest'ordine, ho tenuto particolarmente presente l'osservazione di Waterhouse, e sono pienamente convinto che la regola si applica quasi sempre. In un futuro lavoro compilerò una lista di tutti i casi più notevoli; mi limiterò qui a ricordarne uno, perché illustra la regola nella sua applicazione più estesa. Le valve opercolari dei cirripedi sessili (balani) sono strutture molto importanti, nel pieno senso della parola, e differiscono pochissimo anche in generi distinti; ma nelle diverse specie del genere *Pyrgoma*, le valve presentano differenze straordinariamente notevoli. Infatti le valve omologhe nelle diverse specie sono, talvolta, di forma completamente differente, e la somma delle variazioni negli individui della stessa specie è così grande che non è esagerato affermare che le varietà della stessa specie differiscono l'una dall'altra, nei caratteri derivati da questi importanti organi, più di quanto non differiscano tra loro le specie appartenenti a generi diversi.

Poiché negli uccelli gli individui di una specie che abitano lo stesso paese variano pochissimo, mi sono interessato particolarmente a questi animali, e la regola mi sembra senz'altro applicabile a questa classe. Non posso provare che si applichi alle piante, e ciò mi avrebbe fatto seriamente dubitare della sua verità, se la grande variabilità delle piante non rendesse particolarmente difficile comparare i loro relativi gradi di variabilità.

Quando vediamo un organo o una parte sviluppati in grado o in maniera notevoli, è ragionevole supporre che essi siano molto importanti per questa specie: tuttavia in tal caso l'organo è particolarmente soggetto a variare. Qual è il perché di questo fatto? Non vedo alcuna spiegazione se si parte dall'ipotesi che ogni specie sia stata creata indipendentemente con tutti gli organi che oggi osserviamo. Credo invece che si possa avere qualche schiarimento se si parte dall'ipotesi che i grup-

BOLLATI BORINGHIERI

pi di specie derivano da altre specie e sono stati modificati dalla selezione naturale. Mi si permetta di fare alcune osservazioni preliminari. Se, nei nostri animali domestici, una parte del corpo o l'animale intero fosse trascurato e non vi si applicasse selezione alcuna, tale parte (per esempio la cresta nei polli Dorking) o tutta la razza non avrebbe più un carattere uniforme; si potrebbe dire allora che la razza degenera. Negli organi rudimentali, e in quelli poco specializzati per uno scopo particolare, e forse nei gruppi polimorfici, osserviamo un caso quasi identico, poiché in tali casi la selezione naturale non ha avuto o non ha potuto avere completo gioco, e l'organismo è pertanto rimasto in una condizione fluttuante. Ma quello che qui ci interessa di più è che, nei nostri animali domestici, quei caratteri attualmente soggetti a rapidi cambiamenti per la continua selezione sono allo stesso tempo particolarmente soggetti a variare. Se osserviamo gli individui di una stessa razza di colombi, vedremo quale prodigiosa quantità di differenze presentano i becchi dei capitombolanti, i becchi e le caruncole dei viaggiatori, il portamento e la coda dei pavoncelli ecc., caratteri a cui gli allevatori inglesi dedicano oggi particolare attenzione. Anche nella stessa sottorazza, come nei capitombolanti a faccia corta, è notoriamente difficile ottenere nell'allevamento uccelli perfetti perché molti si allontanano in modo considerevole dal tipo. Si può effettivamente dire che vi è una lotta costante tra la tendenza a ritornare a uno stato meno perfetto e un'innata tendenza a nuove variazioni da una parte, e l'influenza di una continua selezione perché la razza si mantenga pura dall'altra. A lungo andare la selezione ha il sopravvento, e non potremmo aspettarci di produrre un uccello come il comune capitombolante da una buona razza di capitombolanti a faccia corta. Ma fino a quando la selezione progredisce rapidamente, ci si possono sempre aspettare numerose variazioni nelle parti sottoposte a modificazione.

Consideriamo ora quanto avviene in natura. Quando una parte ha assunto uno sviluppo straordinario in una specie, rispetto alle altre dello stesso genere, possiamo concludere che questa parte è stata sottoposta a numerose modificazioni fino dall'epoca in cui le diverse specie si differenziarono dal comune progenitore del genere. Quest'epoca raramente sarà molto lontana, perché le specie quasi mai persistono per più di un periodo geologico. Una straordinaria quantità di modificazioni implica una variabilità insolitamente grande e a lungo protratta, che sia stata continuamente accumulata dalla selezione naturale per il vantaggio della specie. Ma dal momento che la variabilità degli organi o delle

BOLLATI BORINGHIERI

parti così straordinariamente sviluppati è stata tanto grande e prolungata in un periodo non troppo remoto, potremmo aspettarci, come regola generale, di trovare maggiore variabilità in quelle parti che non in altre parti dell'organizzazione, che per un periodo molto più lungo sono rimaste quasi costanti. Sono convinto che ciò si verifica. Non vedo motivi per dubitare che la lotta fra la selezione naturale da una parte e la tendenza alla reversione e alla variabilità dall'altra, finirà per cessare col tempo; e che gli organi più anormalmente sviluppati potranno essere resi costanti. Perciò quando un organo, per quanto anormale possa essere, è stato trasmesso quasi inalterato a molti discendenti modificati (come nel caso dell'ala del pipistrello) esso, secondo la nostra teoria, deve essere esistito nelle stesse condizioni per un lunghissimo periodo, diventando in tal modo non più variabile di qualsiasi altra struttura. Soltanto nel caso di modificazioni relativamente recenti e straordinariamente grandi dovremmo trovare ancora presente in alto grado quella che si può chiamare la *variabilità generativa*. Poiché in questo caso la variabilità raramente sarà stata già fissata per selezione continua degli individui varianti nel modo e nel grado voluti, e per eliminazione continua degli individui tendenti a una condizione più antica e meno modificata.

I caratteri specifici sono più variabili dei caratteri generici

Il principio discusso nell'ultimo paragrafo può essere applicato all'argomento presente. È noto che i caratteri specifici sono più variabili di quelli generici. Ecco un esempio che spiega quello che intendo dire: se in un vasto genere di piante alcune specie hanno fiori azzurri, altre rossi, la colorazione sarà un carattere specifico e non ci si meraviglierà che una specie blu diventi rossa o viceversa; ma se tutte le specie hanno fiori blu, il colore diverrà un carattere generico, e la sua variazione costituirebbe una circostanza più insolita. Ho scelto questo esempio perché non è valida, in questo caso, la spiegazione che verrebbe fornita dalla maggioranza dei naturalisti, e cioè che i caratteri specifici sono più variabili di quelli generici, perché i primi riguardano parti fisiologicamente meno importanti di quelle che generalmente si considerano per classificare i generi. Ritengo che questa spiegazione sia parzialmente e solo indirettamente vera; dovrò comunque ritornare su questo argomento nel capitolo sulla classificazione. Sarebbe quasi super-

BOLLATI BORINGHIERI

fluo citare esempi a sostegno dell'affermazione che i caratteri specifici ordinari sono più variabili di quelli generici; ma per quanto riguarda i caratteri importanti ho ripetutamente notato nei lavori di storia naturale che allorquando un autore osserva, con sorpresa, che alcune parti o organi importanti (generalmente costanti in un grande gruppo di specie) *differiscono* considerevolmente nelle specie molto affini, essi sono spesso *variabili* negli individui della stessa specie. Ciò dimostra che quando un carattere normalmente generico perde di valore e diventa specifico, esso diventa spesso variabile sebbene la sua importanza fisiologica possa rimanere la stessa. Qualcosa di simile si applica alle mostruosità: o almeno Isidore Geoffroy Saint-Hilaire sembra non mettere in dubbio che quanto più un organo differisce normalmente nelle diverse specie di un medesimo gruppo, tanto più è soggetto ad anomalie negli individui.

Secondo il comune punto di vista della creazione indipendente delle specie, per quale ragione quella parte della struttura che differisce dalla stessa parte di altre specie del medesimo genere, create indipendentemente, dovrebbe essere più variabile di quelle parti che si rassomigliano molto nelle varie specie? Non vedo spiegazione alcuna. Invece, secondo l'ipotesi che le specie sono soltanto varietà più caratterizzate e stabilizzate, ci potremmo aspettare di trovare spesso che quelle parti che hanno variato in un periodo piuttosto recente, e sono perciò diventate differenti, continuano a variare. O, per dirla in altri termini: i caratteri per cui tutte le specie di un genere si rassomigliano, e per cui differiscono dai generi affini, sono chiamati caratteri generici; e possono essere attribuiti a eredità da un comune progenitore, perché può essere accaduto raramente che la selezione naturale abbia modificato in modo assolutamente identico più specie distinte, adattate ad abitudini più o meno differenti; e poiché questi cosiddetti caratteri generici sono stati ereditati prima del periodo in cui le specie differenti si sono staccate dal loro comune progenitore, e successivamente o non hanno variato o non si sono differenziati affatto, o soltanto lievissimamente, non è probabile che debbano variare attualmente. D'altra parte i caratteri per i quali le specie differiscono da altre specie dello stesso genere si chiamano caratteri specifici: e poiché tali caratteri hanno variato e si sono differenziati dall'epoca in cui le specie si sono diramate dal loro progenitore comune, è probabile che essi siano ancora in qualche modo variabili, perlomeno più variabili di quelle parti dell'organizzazione che sono rimaste costanti per un periodo molto lungo.

BOLLATI BORINGHIERI

VARIABILITÀ DEI CARATTERI SESSUALI SECONDARI Credo che tutti i naturalisti vorranno ammettere, e non è necessario ch'io entri in particolari, che i caratteri sessuali secondari sono molto variabili. Ammetteranno anche che le specie di uno stesso gruppo differiscono più per i caratteri sessuali secondari, che per altre parti della loro organizzazione: confrontiamo per esempio le differenze fra i maschi dei gallinacci, nei quali i caratteri sessuali secondari sono molto visibili, con le differenze che esistono fra le femmine. La causa della variabilità originale di questi caratteri non è evidente; ma possiamo comprendere perché essi non siano divenuti altrettanto costanti e uniformi quanto gli altri; infatti essi si sono accumulati per selezione sessuale, che opera meno rigorosamente della selezione naturale, in quanto non comporta la morte dei maschi meno favoriti, ma ne diminuisce soltanto il numero dei discendenti. Qualunque possa essere la causa della variabilità dei caratteri sessuali secondari, la selezione avrà avuto un vasto campo d'azione, essendo essi molto variabili, e avrà potuto così determinare nelle specie di uno stesso gruppo maggiori differenze sotto questo aspetto che sotto altri.

È un fatto notevole che le differenze secondarie fra i due sessi della stessa specie si manifestino generalmente nelle medesime parti dell'organizzazione in cui le specie del medesimo genere differiscono l'una dall'altra. Prenderò come esempi di questo fatto i due primi casi che trovo nella mia lista; e poiché in questi casi le differenze sono di natura molto isolata, è difficile che la relazione sia accidentale. Lo stesso numero di articolazioni nei tarsi è carattere comune a molti grandi gruppi di coleotteri, ma negli *Engidæ*, come ha osservato Westwood, il numero varia di molto, e così varia anche nei due sessi della stessa specie. Ancora, negli imenotteri scavatori la nervatura delle ali è un carattere della massima importanza, perché comune a grandi gruppi; ma in taluni generi la nervatura differisce nelle varie specie, e anche nei due sessi della stessa specie. John Lubbock ha recentemente notato che diversi piccoli crostacei offrono un'eccellente esemplificazione di questa legge. «Nella *Pontella*, per esempio, i principali caratteri sessuali sono le antenne e il quinto paio di zampe; anche le differenze specifiche sono costituite principalmente da questi organi». Questa relazione ha secondo me un significato molto chiaro: quello che tutte le specie dello stesso genere discendono sicuramente da un progenitore comune, come da uno stesso progenitore discendono i due sessi di una stessa spe-

cie. Di conseguenza se una qualunque parte della struttura del proge- nitore comune o dei suoi primi discendenti è diventata variabile, è mol- to probabile che la selezione sessuale e quella naturale si siano valse di queste variazioni per adattare le specie ai vari luoghi nell'economia del- la natura, e analogamente per adattare l'uno all'altro i due sessi della stessa specie, o per rendere i maschi adatti a lottare con altri maschi per il possesso delle femmine.

In conclusione, dunque, sostengo che i seguenti princìpi sono tutti intimamente connessi: la maggior variabilità dei caratteri specifici, cioè quelli che distinguono specie da specie, rispetto ai caratteri generici, cioè quelli posseduti da tutte le specie; la notevole e frequente variabi- lità di un organo sviluppato straordinariamente in una specie in con- fronto con lo stesso organo nelle specie congeneri; il lieve grado di variabilità in un organo, per quanto sia sviluppato in modo straordina- rio, se è comune a un intero gruppo di specie; la grande variabilità dei caratteri sessuali secondari e la loro notevole differenza nelle specie molto affini; il fatto che caratteri sessuali secondari e normali differen- ze specifiche risiedano generalmente nelle stesse parti dell'organismo. Tutti questi princìpi sono dovuti a vari fatti, e cioè: alla discendenza delle specie di uno stesso gruppo da un antenato comune che ha loro trasmesso per eredità molti caratteri simili; al fatto che le parti che han- no recentemente e ampiamente variato hanno una tendenza a variare superiore a quella delle parti che sono rimaste invariate per molte gene- razioni; all'aver la selezione naturale sopraffatto più o meno comple- tamente, secondo il tempo trascorso, la tendenza alla reversione e a un'ulteriore variabilità; all'essere la selezione sessuale meno rigorosa di quella naturale; e infine al fatto che le variazioni delle medesime parti si sono accumulate per selezione naturale e per selezione sessuale e sono state adattate così per fini secondari sessuali e per altri scopi.

LE SPECIE DISTINTE PRESENTANO VARIAZIONI ANALOGHE, COSICCHÉ UNA VARIETÀ DI UNA SPECIE ASSUME SPESSO UN CARATTERE PROPRIO A UNA SPECIE VICINA, O TORNA AD ACQUISTARE ALCUNI CARATTERI DI UN PRO- GENITORE. Queste proposizioni si capiranno più facilmente osservan- do le nostre razze domestiche. Le razze più diverse di colombi che vivono in paesi molto lontani fra loro presentano sottovarietà con pen- ne rivoltate sulla testa, e con penne ai piedi, caratteri questi che non si trovano nel colombo torraiole: essi sono perciò variazioni analoghe in due o più razze distinte. La presenza frequente di quattordici o anche

BOLLATI BORINGHIERI

sedici penne caudali nel gozzuto può essere considerata come una variazione che rappresenta la struttura normale di un'altra razza, il pavoncello. Penso che nessuno metterà in dubbio che tutte queste variazioni analoghe siano dovute al fatto che diverse razze di colombi hanno ereditato da un progenitore comune la stessa costituzione e tendenza alla variazione, quando sono state esposte alle stesse influenze sia pur sconosciute. Nel regno vegetale troviamo un caso di variazione analoga nei gambi allungati, comunemente detti radici, del navone e della rutabaga, piante che diversi botanici classificano come varietà prodotte per coltivazione da un comune progenitore: se così non fosse, si avrebbe allora un caso di variazione analoga in due pretese specie distinte, a cui si può aggiungere un terzo tipo, cioè la rapa comune. Secondo la consueta ipotesi della creazione indipendente di ogni singola specie, si dovrebbe attribuire questa somiglianza nello sviluppo dei cauli nelle tre piante non alla vera causa, cioè la comune discendenza e la conseguente tendenza a variare in modo simile, ma a tre atti di creazione, separati e tuttavia strettamente collegati. Molti casi simili di variazioni analoghe sono stati osservati da Naudin nella grande famiglia delle zucche e da vari autori nei nostri cereali. Il signor Walsh ha recentemente discusso con grande abilità casi simili che si riscontrano negli insetti in condizioni naturali, e che egli ha raggruppato nella sua legge della «variabilità uniforme».

Nei colombi abbiamo però un altro caso, cioè la comparsa accidentale, in tutte le razze, di uccelli di un colore blu ardesia con due strisce nere sulle ali, groppone bianco, una striscia all'estremità della coda, con penne esterne bordate esternamente di bianco in prossimità della base. Poiché tutti questi segni sono caratteristici del progenitore colombo torraiole, mi sembra che non si possa dubitare trattarsi di un caso di reversione anziché di una variazione nuova, ma analoga, che appaia indipendentemente in più razze. Penso che si possa trarre con sicurezza questa conclusione, perché come abbiamo visto, questi segni di colore sono molto soggetti ad apparire nei discendenti da un incrocio di due razze diverse e differentemente colorate, e in questo caso non v'è niente nelle condizioni esterne di vita che possa causare la ricomparsa della colorazione blu ardesia con le diverse macchie, all'infuori dell'influenza del semplice incrocio sulle leggi della eredità.

È certamente sorprendente che caratteri perduti per molte, forse centinaia di generazioni, debbano apparire di nuovo. Ma quando una razza è stata incrociata una sola volta con un'altra, i discendenti pre-

BOLLATI BORINGHIERI

sentano casualmente per molte generazioni la tendenza a ritornare ai caratteri della razza estranea; alcuni dicono per una dozzina o ventina di generazioni. Dopo dodici generazioni la proporzione del sangue, per usare un'espressione comune, di uno degli antenati, è soltanto di 1 a 2048, e tuttavia, come si vede, si ritiene generalmente che tale tendenza alla reversione sia dovuta a questo avanzo di sangue estraneo. In una razza che non è stata incrociata, ma in cui *entrambi* gli ascendenti hanno perduto alcuni caratteri dei loro progenitori, la tendenza, debole o forte che sia, a riprodurre il carattere perduto potrebbe come abbiamo già osservato, trasmettersi per un numero quasi illimitato di generazioni. Quando un carattere perduto riappare in una razza dopo un gran numero di generazioni, l'ipotesi più probabile è non già che un individuo torni a rassomigliare improvvisamente a un antenato che lo ha preceduto di centinaia di generazioni, ma che il carattere in questione sia rimasto latente in tutte le successive generazioni e infine, presentandosi le condizioni favorevoli a noi sconosciute, sia ricomparso. Nel colombo barbo per esempio, in cui assai raramente compare un individuo blu, esiste forse in tutte le generazioni una tendenza latente a produrre il piumaggio di questo colore. L'improbabilità teorica che questa tendenza sia trasmessa per un gran numero di generazioni non è inferiore a quella che organi completamente inutili o rudimentali si trasmettano in modo simile. La tendenza a produrre un rudimento è infatti talvolta ereditata in questo modo.

Poiché si suppone che tutte le specie di un genere siano discese da un antenato comune, ci si dovrebbe attendere di vederle occasionalmente variare in modo analogo; così che le varietà di due o più specie dovrebbero somigliare l'una all'altra, o la varietà di una specie essere simile per alcuni caratteri a un'altra specie distinta che, a nostro parere, sarebbe soltanto una varietà ben definita e permanente. Ma i caratteri dovuti esclusivamente alla variazione analoga sarebbero probabilmente poco importanti, perché la conservazione di tutti i caratteri funzionalmente importanti sarà stata determinata dalla selezione naturale secondo le differenti abitudini della specie. Ci si dovrebbe inoltre attendere che le specie di un genere manifestassero talvolta la reversione verso caratteri perduti da molto tempo. Poiché tuttavia non conosciamo il comune antenato di un qualunque gruppo naturale, non possiamo far distinzione fra caratteri di reversione e caratteri analoghi. Se, per esempio, avessimo ignorato che gli antenati colombi torraiole non possedevano i piedi piumati e sulla testa le penne invertite, non avremmo potuto dire

BOLLATI BORINGHIERI

se tali caratteri nelle nostre razze domestiche fossero dovuti a reversioni o soltanto a variazioni analoghe; ma avremmo potuto dedurre che la comparsa del colore azzurro è un caso di reversione dal numero dei segni connessi con questa colorazione, e che probabilmente non sarebbero apparsi tutti insieme se fossero derivati da semplice variazione. Saremmo giunti a questa conclusione soprattutto per il fatto che il colore azzurro e i diversi segni appaiono spesso quando si incrociano razze differentemente colorate. Perciò, sebbene in natura sia dubbio quali casi siano casi di reversioni a caratteri preesistenti e quali siano nuove variazioni analoghe, tuttavia dovremmo trovare talvolta, secondo la nostra teoria, nei discendenti di una specie in via di modificazione, caratteri già presenti in membri dello stesso gruppo. E questo senza dubbio si verifica.

La difficoltà di distinguere le specie variabili è soprattutto dovuta al fatto che le varietà imitano altre specie dello stesso genere. Si potrebbe anche compilare un grosso catalogo di forme intermedie fra due altre che, a loro volta, è dubbio se possano essere considerate come specie; e questo prova, a meno che tutte le forme affini non si considerino specie indipendentemente create, che esse, variando, hanno acquistato alcuni caratteri propri di altre specie. Ma la prova migliore di variazioni analoghe ci viene fornita da parti o organi che, pur essendo generalmente costanti, talvolta possono variare tanto da diventare simili, in certo modo, alla stessa parte o organo di una specie vicina. Ho raccolto una lunga lista di casi di questo tipo; ma anche questa volta mi trovo nell'impossibilità di esporla qui. Devo limitarmi ad affermare che questi casi si verificano certamente, cosa che mi sembra molto importante.

Citerò tuttavia un caso strano e complesso, non in quanto riguarda un carattere importante, ma perché si presenta in numerose specie dello stesso genere, in parte in domesticità, in parte allo stato naturale. Si tratta quasi certamente di un caso di reversione. L'asino ha talvolta sulle zampe strisce ben distinte, come quelle delle zampe della zebra: è stato affermato che queste strisce sono molto più evidenti nel giovane e da notizie riferitemi credo che sia vero. La riga delle spalle è talvolta doppia e molto variabile per lunghezza e disegno. È stato descritto un asino bianco, ma *non* albino, senza striscia né sul dorso né sulle spalle; e queste strisce sono talvolta poco nette, o completamente mancanti, negli asini di colore scuro. Si dice che si sia visto il koulan di Pallas con una doppia striscia sulla spalla. L'emione ne è privo, ma Blyth ne ha visto un esemplare con una chiara striscia sulle spalle; e mi è stato rife-

BOLLATI BORINGHIERI

rito dal colonnello Poole che i puledri di questa specie hanno generalmente strisce sulle gambe e più deboli sulle spalle. Il quagga, sebbene sia chiaramente striato, come la zebra, sul corpo, non ha strisce sulle zampe; ma il dottor Gray ha disegnato uno di questi animali con i garretti a strisce nette, come la zebra.

Ho osservato molti casi di cavalli inglesi, appartenenti alle razze più disparate e di tutti i colori, che hanno la riga dorsale; le strisce trasversali sulle zampe non sono rare nei cavalli grigi e grigio-topo e se ne conosce un caso in un cavallo castano; si nota talvolta una leggera striscia sulla spalla nei cavalli grigi e ne ho osservata una debole nel baio. Mio figlio ha esaminato con cura e ha disegnato un cavallo belga da tiro, di colore grigio, che aveva una doppia striscia sulle spalle, e le zampe a strisce; io stesso ho visto un pony grigio nel Devonshire e mi è stato descritto un piccolo pony grigio del Galles, entrambi con *tre* strisce parallele su ciascuna spalla.

Nella zona nord-est dell'India la razza di cavalli Kattywar è generalmente a strisce al punto che, secondo quanto mi è stato riferito dal colonnello Poole che ha studiato questa razza per conto del governo indiano, un cavallo senza strisce non è considerato come di razza pura. Vi è sempre una striscia lungo la spina dorsale, le zampe sono generalmente zebrate, è comune la striscia della spalla, talvolta doppia o tripla; a strisce è anche la parte laterale del muso. Le strisce sono spesso molto evidenti nel puledro, spariscono a volte del tutto nel cavallo adulto. Il colonnello Poole ha visto puledri Kattywar grigi e bai appena nati, che erano striati. Informazioni ricevute dal signor W. W. Edwards mi autorizzano a credere che, nel cavallo da corsa inglese, la striscia dorsale sia molto più comune nel puledro che nell'adulto. Io stesso ho recentemente allevato il puledro di una giumenta baia (figlia di un cavallo turcomanno e di una giumenta fiamminga) coperta da un cavallo da corsa inglese, baio; questo puledro, a una settimana d'età, presentava le parti posteriori e la fronte segnata da numerose strisce strette e scure come nella zebra e le zampe leggermente striate; ben presto tutti questi segni sparirono completamente. Senza entrare in maggiori dettagli posso affermare di aver raccolto casi di striature sulle zampe e sulle spalle in varie razze di cavalli provenienti da tutti i paesi, dall'Inghilterra alla Cina orientale e dalla Norvegia, al nord, fino all'Arcipelago malese, al sud. In tutte le parti del mondo le strisce si presentano più spesso nei cavalli grigi e grigio-topo; il grigio comprende una grande varietà di colori, che vanno dal marrone nerastro fino quasi al crema.

BOLLATI BORINGHIERI

So che il colonnello Hamilton Smith, che ha scritto su questo argomento, crede che le diverse razze di cavalli siano discese da diverse specie primitive, una delle quali grigia striata; e che i casi sopra descritti siano tutti dovuti ad antichi incroci con il ceppo grigio. Ma questa opinione può essere tranquillamente respinta perché è del tutto improbabile che il pesante cavallo da tiro belga, i pony del Galles, i cavalli norvegesi, la slanciata razza Kattywar ecc., che abitano le più distanti parti del mondo, siano state tutte incrociate con un presunto ceppo primitivo.

Consideriamo ora gli effetti dell'incrocio delle diverse specie del genere cavallo. Rollin asserisce che il mulo comune, figlio dell'asina e del cavallo, ha una spiccata tendenza a presentare righe sulle zampe; secondo il signor Gosse in certe parti degli Stati Uniti circa nove muli su dieci hanno zampe striate. Vidi una volta un mulo con le zampe talmente striate che chiunque avrebbe pensato trattarsi di un ibrido della zebra; e W. C. Martin, nel suo eccellente trattato sui cavalli, ha illustrato un mulo uguale. Ho visto in quattro disegni colorati che gli ibridi fra l'asino e la zebra avevano le zampe segnate da strisce più evidenti che nel resto del corpo, e uno di questi aveva una doppia striscia sulle spalle. Il famoso ibrido di Lord Morton ottenuto dall'incrocio fra una giumenta castana e un maschio quagga e anche la discendenza pura ottenuta successivamente dalla stessa giumenta coperta da uno stallone arabo nero, presentavano sulle zampe righe molto più pronunciate di quelle dello stesso quagga di razza pura. Infine, e questo è un altro interessantissimo caso, il dottor Gray ha rappresentato un ibrido derivato dall'incrocio fra l'asino e l'emione (e lo stesso Gray mi ha detto di conoscerne un altro caso); sebbene l'asino abbia soltanto occasionalmente strisce sulle zampe e l'emione non abbia neppure la striscia sulle spalle, l'ibrido suddetto aveva le quattro zampe a strisce, tre brevi strisce sulle spalle, come nei pony grigi del Devonshire e del Galles, e perfino alcune strisce sul muso, come la zebra. Riguardo a quest'ultimo fatto, io ero tanto convinto che neanche una sola striscia di colore poteva derivare da ciò che comunemente è detto il caso, che la sola presenza delle striature facciali in questo ibrido mi spinse a chiedere al colonnello Poole se queste striature del muso esistevano sempre nella razza di cavalli Kattywar, così tipicamente striata, ed ebbi, come abbiamo visto, risposta affermativa.

Quale conclusione dobbiamo trarre da questi fatti? Vediamo che varie specie distinte del genere cavallo, per semplice variazione, acquistano striature sulle zampe come la zebra, o sulle spalle come l'asino.

BOLLATI BORINGHIERI

Questa tendenza è più forte nel cavallo di colore grigio, colore che si avvicina alla colorazione generale delle altre specie del genere. La comparsa delle strisce non è accompagnata da alcun cambiamento di forma né da altri caratteri nuovi. Questa tendenza si manifesta con la massima evidenza negli ibridi derivati dall'incrocio delle razze più diverse. Osserviamo ora il caso offerto da varie razze di colombi: esse discendono tutte (comprese due o tre sottospecie o razze geografiche) da un colombo di colore bluastro, caratterizzato anche da alcune strisce e altri segni; e quando una razza assume per semplice variazione la tinta bluastro, queste strisce e segni ricompaiono invariabilmente, senza che a ciò si accompagni un qualsiasi cambiamento di forma o di carattere. Quando si incrociano le razze più antiche e più pure variamente colorate, troviamo che nei meticci si manifesta una tendenza particolare a recuperare il colore bluastro, con le strisce e gli altri segni. Ho sostenuto che l'ipotesi più probabile per spiegare la ricomparsa di caratteri molto antichi è quella della *tendenza* nei giovani di ogni generazione successiva a produrre caratteri da lungo tempo perduti, e del prevalere, talvolta per cause sconosciute, di questa tendenza. Abbiamo appena visto che in diverse specie del genere cavallo le righe nei giovani sono più pronunciate o appaiono più comunemente che nei vecchi. Se chiamiamo specie quelle razze di colombi alcune delle quali si sono mantenute costanti per secoli, questo caso è assolutamente parallelo a quello delle specie del genere cavallo!

Guardando indietro per migliaia e migliaia di generazioni, vedo un animale striato come una zebra, ma forse molto diversamente costruito, che non è altri che il progenitore comune del nostro cavallo domestico (discenda questo o no da più ceppi selvatici), dell'asino, dell'emione, del quagga e della zebra.

Io penso che chi crede che ogni specie equina sia stata indipendentemente creata dovrà asserire che ogni specie fu creata con una certa tendenza a variare, sia in natura sia in domesticazione, in un modo particolare, così da assumere spesso la stessa striatura di altre specie del genere: e che ogni specie fu anche creata con una forte tendenza a produrre, se incrociata con specie abitanti lontane zone del mondo, ibridi che assomigliano nella striatura non ai loro genitori, ma ad altre specie del genere. Ammettere questa ipotesi mi sembra che equivalga a rinnegare la causa vera per una irreale, o per lo meno sconosciuta. Ciò vorrebbe dire considerare l'opera di Dio come uno scherzo e un inganno. Preferirei piuttosto credere con gli antichi e ignoranti autori di cosmogonia che le

BOLLATI BORINGHIERI

conchiglie fossili non appartengono ad animali vissuti in passato, ma sono state create nella roccia per imitare i molluschi viventi sulle coste del mare.

Riassunto

La nostra ignoranza delle leggi della variazione è profonda. Non possiamo trovare in un solo caso su cento la causa della variazione di questa o quella parte. Tuttavia ogni volta che abbiamo i mezzi per stabilire un confronto, constatiamo che la produzione delle piccole differenze fra varietà della stessa specie, e delle più grandi differenze fra specie dello stesso genere, sembrano sottoposte alle stesse leggi. Il cambiamento di condizioni produce generalmente una semplice variabilità fluttuante, ma talvolta provoca effetti diretti e definiti; questi possono diventare più marcati nel corso del tempo, ma non abbiamo prove sufficienti a questo riguardo. L'abitudine, producendo differenze costituzionali, l'uso, fortificando gli organi e il non uso indebolendoli e riducendone le dimensioni, sembrano aver prodotto in molti casi effetti considerevoli. Le parti omologhe tendono a variare nella stessa maniera e ad aderire. Le modificazioni di parti dure ed esterne influiscono spesso sulle parti molli e interne. Quando una parte è molto sviluppata, tende forse ad assorbire il nutrimento delle parti adiacenti, e ogni parte della struttura che può essere risparmiata senza danno dell'individuo, lo sarà. I cambiamenti di struttura della prima età possono influire sulle parti che si sviluppano in seguito; e si verificano senza dubbio numerosi casi di variazione correlata di cui ignoriamo la natura. Le parti multiple sono variabili per numero e struttura, forse perché derivano da parti non nettamente specializzate per una particolare funzione, così che le loro modificazioni non sono state rigorosamente controllate dalla selezione naturale. Deriva probabilmente dalla stessa causa la maggiore variabilità degli esseri inferiori rispetto a quelli superiori nella scala naturale e che hanno l'intera organizzazione più specializzata. Gli organi rudimentali, essendo inutili, non sono controllati dalla selezione naturale e sono perciò variabili. I caratteri specifici, cioè i caratteri che hanno cominciato a differire da quando le specie dello stesso genere si sono distaccate da un comune genitore, sono più variabili dei caratteri generici, cioè di quelli che sono stati trasmessi ereditariamente per un lungo periodo e non hanno subito variazioni duran-

BOLLATI BORINGHIERI

te il medesimo periodo. Nelle precedenti osservazioni abbiamo parlato di parti o organi speciali che sono tuttora variabili, perché hanno variato recentemente e si sono così differenziati; ma abbiamo anche visto nel secondo capitolo che lo stesso principio vale per l'individuo intero; infatti in una regione nella quale si trovano molte specie di un genere (cioè dove si sono avute in passato molte variazioni e differenziazioni e dove ha avuto luogo una attiva formazione di nuove forme specifiche) oggi incontriamo in media un numero maggiore di varietà. I caratteri sessuali secondari sono altamente variabili, e sono molto differenti nelle specie dello stesso gruppo. La variabilità delle stesse parti dell'organizzazione ha generalmente favorito l'insorgere di differenze sessuali secondarie nei due sessi della stessa specie, e di differenze specifiche nelle diverse specie dello stesso genere. Ogni parte o organo straordinariamente sviluppato, o sviluppato in modo abnorme in confronto con la stessa parte o organo delle specie affini, deve essere passato attraverso un enorme numero di modificazioni da quando il genere è nato; possiamo così capire perché sia spesso tuttora molto più variabile delle altre parti; infatti la variazione è un processo lungo e lento, e la selezione naturale in questi casi ha avuto il tempo di vincere la tendenza alla ulteriore variazione o alla reversione verso uno stato meno modificato. Ma quando una specie con un organo straordinariamente sviluppato è divenuta la genitrice di molti discendenti modificati (processo che secondo la mia ipotesi deve essere lentissimo e richiedere un lungo periodo di tempo), la selezione naturale ha potuto dare all'organo un carattere fisso per quanto straordinariamente sviluppato esso potesse essere. Le specie che hanno ereditato dal loro comune progenitore una costituzione quasi identica, e che sono esposte a influenze simili, tendono naturalmente a presentare variazioni analoghe, o possono talvolta riacquistare qualche carattere dei loro antenati. Sebbene le reversioni e le variazioni analoghe non possano portare modificazioni nuove e importanti, queste modificazioni accrescono la bella e armoniosa diversità della natura.

Qualunque possa essere la causa delle lievi differenze fra i discendenti e gli ascendenti, e una causa deve esistere per ciascuna di esse, abbiamo ragione di credere che il costante accumularsi di differenze vantaggiose sia ciò che ha determinato tutte le più importanti modificazioni della struttura, in relazione alle abitudini di ciascuna specie.

6.

Difficoltà della teoria

Il lettore, anche prima d'essere giunto a questo punto, si è certo imbattuto in innumerevoli difficoltà. Alcune sono così serie che non posso ancor oggi riflettervi senza rimaner colpito dalla loro importanza; ma esse, per quanto mi è dato di giudicare, in massima parte sono soltanto apparenti, e quelle fondate ritengo che non siano fatali alla mia teoria.

Queste difficoltà o obiezioni possono essere classificate nel modo seguente:

1. Perché, se le specie derivano da altre specie attraverso impercettibili graduazioni, non vediamo ovunque innumerevoli forme di transizione? Perché nella natura non v'è confusione, e esistono invece, come ci è dato di osservare, specie ben definite?

2. È possibile che un animale avente, per esempio, la struttura e le abitudini di un pipistrello, possa essersi formato attraverso le modificazioni di qualche altro animale con abitudini e struttura completamente differenti? Possiamo credere che la selezione naturale possa produrre da una parte un organo d'importanza trascurabile come la coda della giraffa, che serve a scacciare le mosche, e dall'altra un organo così meraviglioso come l'occhio?

3. Possono gli istinti essere acquisiti e modificati mediante la selezione naturale? Come spiegare l'istinto che guida l'ape a costruire le celle, e che ha praticamente anticipato le scoperte dei più grandi matematici?

4. Come spiegare il fatto che le specie se incrociate sono sterili e generano discendenza sterile, mentre le varietà incrociate mantengono inalterata la loro fecondità?

Discuteremo qui la prima e la seconda questione; tratteremo di alcune obiezioni nel capitolo seguente, e dedicheremo all'istinto e all'ibridismo i due capitoli successivi.

BOLLATI BORINGHIERI

SULL'ASSENZA O RARITÀ DELLE VARIETÀ DI TRANSIZIONE Poiché la selezione naturale agisce soltanto conservando le modificazioni utili, ogni forma nuova in un paese completamente abitato tenderà a prendere il posto delle sue stesse forme progenitrici meno perfezionate o di altre forme meno favorite con cui entra in concorrenza, e finirà con lo sterminarle. Così estinzione e selezione naturale procedono di pari passo. Perciò se ammettiamo che ogni specie derivi da una forma sconosciuta, questa e tutte le varietà di transizione saranno state in generale sterminate dallo stesso processo di formazione e perfezionamento della forma nuova.

Ma, dal momento che queste forme di transizione devono essere esistite, perché non le troviamo sepolte in numero infinito nella crosta terrestre? Sarà più opportuno discutere questo problema nel capitolo sulla imperfezione dei documenti geologici; mi limiterò qui ad affermare che i documenti geologici sono incomparabilmente meno completi di quanto generalmente si suppone. La crosta terrestre è un grande museo; ma le collezioni naturali sono state fatte in modo incompleto, e solo a lunghi intervalli di tempo.

Ma si può replicare che quando più specie molto affini abitano lo stesso territorio, dovremmo certamente trovare attualmente molte forme di transizione. Facciamo un semplice esempio: attraversando un continente dal nord verso il sud, incontriamo generalmente, a intervalli successivi, specie molto affini o rappresentative, che occupano evidentemente un posto quasi identico nell'economia naturale del paese. Queste specie rappresentative spesso si mescolano e si fondono; e quando una diviene sempre più rara, l'altra diviene sempre più frequente, fino a rimpiazzare la prima. Ma se confrontiamo queste specie nei luoghi in cui sono frammiste, le troviamo in generale assolutamente distinte l'una dall'altra in ogni dettaglio della loro struttura, così come lo sono gli esemplari presi dal loro territorio nativo. Secondo la mia teoria queste specie affini sono derivate da un comune antenato; e durante il processo di modificazione ognuna si è adattata alle condizioni di vita della sua regione e ha soppiantato e sterminato i suoi originari progenitori e tutte le forme di transizione comprese fra il suo stato passato e quello attuale. Perciò non dobbiamo aspettarci di trovare oggi numerose varietà di transizione in ogni regione, anche se queste debbono essere esistite, e possono essersi conservate allo stato fossile. Ma nella regione intermedia, con condizioni intermedie di vita, perché non tro-

viamo le varietà intermedie che si collegano strettamente a quelle? Questa difficoltà mi ha confuso per lungo tempo, ma credo che in buona parte si possa spiegare.

In primo luogo dovremmo essere molto cauti prima di concludere che un'area attualmente continua sia stata tale per un lungo periodo. Sulla base della geologia dovremmo supporre che la maggior parte dei continenti si siano suddivisi in isole anche durante gli ultimi periodi del terziario, e in queste isole, specie distinte possono essersi formate separatamente, senza che varietà intermedie abbiano potuto esistere in zone intermedie. Con i cambiamenti della morfologia e del clima della terra, aree marine oggi continue devono sovente essere esistite in tempi recenti in condizioni assai meno continue e uniformi delle attuali. Ma voglio abbandonare questo modo di eludere la difficoltà; perché credo che molte specie perfettamente definite si siano formate in aree continue, nonostante io non dubiti che le passate condizioni di separazione di aree oggi continue abbiano avuto una parte importante nella formazione di specie nuove, più specialmente con i liberi incroci e con gli spostamenti degli animali.

Se consideriamo l'attuale distribuzione delle specie in un vasto territorio, in generale osserviamo che esse sono piuttosto numerose in una zona ampia, diventano più o meno bruscamente sempre più rare ai confini, e infine scompaiono. Perciò il territorio neutro fra due specie rappresentative è generalmente ristretto, in confronto con il territorio proprio di ciascuna di esse. Possiamo osservare lo stesso fatto quando saliamo sulle montagne, e talvolta è notevole, come ha osservato Alphonse de Candolle, la rapidità con cui una comune specie alpina scompare. Lo stesso fatto è stato notato da Edward Forbes sondando le profondità marine con la draga. Questi fatti possono sorprendere coloro i quali considerano il clima e le condizioni fisiche della vita come i più importanti elementi di distribuzione, poiché il clima e l'altitudine o la profondità variano gradualmente e insensibilmente. Ma se teniamo presente che quasi tutte le specie, anche nel mezzo della propria dimora, aumenterebbero immensamente di numero, se non fosse per la concorrenza delle altre specie; che quasi tutte sono preda o predatrici di altre; in breve, che ogni essere vivente è collegato da rapporti diretti o indiretti di fondamentale importanza con gli altri esseri viventi, dobbiamo ammettere che la distribuzione degli abitanti di un paese non dipende esclusivamente dai cambiamenti insensibili delle condizioni fisiche, ma in gran parte dalla presenza di altre specie, che rappresentano la sua

BOLLATI BORINGHIERI

preda, o da cui è distrutto, o con cui entra in concorrenza; e poiché queste specie sono ben definite, e non si confondono l'una con l'altra attraverso gradazioni insensibili, la distribuzione di una qualsiasi specie, dipendendo dalla distribuzione delle altre, tenderà a essere nettamente definita. Inoltre ogni specie ai confini della sua area, ove esiste in numero inferiore, sarà estremamente soggetta allo sterminio completo, in seguito a fluttuazioni del numero dei suoi nemici o delle sue prede, o dei fattori stagionali; così il suo ambiente geografico diverrà sempre più nettamente delimitato.

Le specie affini o rappresentative, che abitano un'area continua, sono generalmente distribuite in modo che ognuna occupa un'ampia area, con un territorio interposto relativamente ristretto, in cui esse diventano rapidamente sempre più rare; e poiché le varietà non differiscono essenzialmente dalle specie, la stessa regola si applicherà probabilmente a entrambe; e se prendiamo una specie variabile che abiti una regione molto estesa, dovremo adattare due varietà a due grandi aree, e una terza varietà a una ristretta zona intermedia. Di conseguenza la varietà intermedia esisterà in numero inferiore poiché abita in una zona ristretta e più limitata; e praticamente, per quanto posso giudicare, questa legge vale per le varietà allo stato di natura. Ho osservato esempi sorprendenti di questa regola nel caso di varietà intermedie fra varietà ben definite del genere *Balanus*. Da informazioni fornitemi da Watson, Asa Gray e Wollaston, risulterebbe che in generale, quando si trovano varietà intermedie fra altre due forme, esse sono numericamente molto più rare delle forme che collegano. Ora se ci possiamo basare su questi fatti e induzioni e concludere che le varietà che collegano altre due varietà sono generalmente esistite in numero inferiore a quello delle forme che esse collegano, siamo in grado di comprendere perché le varietà intermedie non possono persistere per periodi molto lunghi: perché, in generale, esse sono state sterminate e sono scomparse più presto delle forme che originariamente legavano assieme.

Come già abbiamo notato, ogni forma numericamente scarsa corre maggior rischio di distruzione in confronto a una forma rappresentata da un gran numero di individui; e in questo caso particolare la forma intermedia sarebbe facilmente oggetto di aggressioni da parte di forme strettamente affini esistenti ai suoi lati. Ma una considerazione molto più importante è che, durante il processo di modificazione ulteriore, secondo il quale si suppone che due varietà siano diventate due specie

BOLLATI BORINGHIERI

distinte, le due varietà, numericamente più ricche perché abitano una zona più ampia, avranno un grande vantaggio sulla varietà intermedia, numericamente inferiore che abita una ristretta zona intermedia. Effettivamente le forme rappresentate da un maggior numero di individui avranno maggiori possibilità delle forme più rare e numericamente inferiori di presentare, in un dato periodo, ulteriori variazioni favorevoli, variazioni su cui la selezione naturale possa aver presa. Quindi, nella lotta per la vita, le forme più comuni tenderanno a vincere e soppiantare quelle meno comuni, le quali si modificano e si perfezionano più lentamente. È lo stesso principio secondo il quale, io credo, le forme comuni di ogni paese presentano in media, come abbiamo visto nel secondo capitolo, un numero di varietà ben definite superiore a quello delle specie più rare. Posso meglio chiarire il mio concetto, supponendo di prendere tre varietà di pecore, una adatta a una vasta regione montana, una seconda adatta a una zona relativamente ristretta e collinosa, e una terza alla vasta pianura sottostante; supponendo inoltre che gli abitanti di queste tre regioni tentino con uguale impegno e abilità di migliorare le loro razze per mezzo della selezione; in questo caso le probabilità di riuscita saranno molto superiori per i grandi proprietari delle montagne o delle pianure che miglioreranno le loro razze più rapidamente che non i piccoli proprietari del ristretto tratto intermedio collinoso; e di conseguenza le razze migliorate di montagna e di pianura prenderanno ben presto il posto delle razze di collina meno perfezionate; così le due razze, che originariamente esistevano in grande numero, verranno in contatto fra di loro senza interposizione della soppiantata varietà intermedia della collina.

Riassumendo, io credo che le specie divengano abbastanza ben definite e non presentino mai un caos inestricabile di forme variabili e intermedie: in primo luogo, perché le nuove varietà si formano molto lentamente, dato che la variazione è un processo lento, e la selezione naturale non può agire fin quando non compaiono differenze o variazioni individuali favorevoli, e fino a che un posto nell'economia naturale del paese non possa essere meglio occupato da qualche modificazione di pochi o molti dei suoi abitanti. Tali nuovi posti dipendono dai lenti cambiamenti del clima, o dall'immigrazione occasionale di nuovi abitanti, e, probabilmente in misura ancor più importante, dalla lenta modificazione di alcuni abitanti originari in seguito alla quale le nuove forme così prodotte e le vecchie forme agiscono e reagiscono le une con le altre. Così che in ogni singola regione e in ogni singolo periodo, noi

BOLLATI BORINGHIERI

dovremmo trovare soltanto poche specie con lievi modificazioni di struttura più o meno permanenti; e questo infatti è quanto troviamo.

In secondo luogo, aree oggi continue devono sovente essere esistite, in un periodo recente, come zone isolate, in cui molte forme, specialmente fra le classi che si accoppiano per ogni nascita e si spostano molto, possono separatamente essere divenute sufficientemente distinte da essere classificate come specie rappresentative. In questo caso le varietà intermedie fra le diverse specie rappresentative e i loro comuni progenitori debbono essere in precedenza esistite in ogni porzione isolata del territorio, ma queste forme di collegamento sono state soppiantate e distrutte durante il processo della selezione naturale così che non sono più reperibili allo stato vivente.

In terzo luogo, quando due o più varietà si sono formate in differenti porzioni di un'area assolutamente continua, le prime varietà intermedie si saranno formate probabilmente nelle zone intermedie, ma la loro durata deve essere stata generalmente corta. Infatti queste varietà intermedie, per le ragioni che abbiamo già spiegato (cioè in base a quanto sappiamo sull'attuale distribuzione di specie affini o rappresentative, e altresì di varietà riconosciute), esistono nelle zone intermedie in numero inferiore a quello della varietà che esse collegano. Per questo solo motivo le varietà intermedie saranno soggette a distruzione fortuita; e durante il processo di ulteriore modificazione per selezione naturale, saranno quasi certamente sconfitte e soppiantate dalle forme che esse collegano; infatti queste forme, esistendo in maggior numero, presentano nel complesso più varietà, e perciò sono più facilmente soggette a miglioramenti per selezione naturale, e acquisteranno ulteriori vantaggi.

Infine, considerando non un singolo periodo di tempo, ma il tempo nel suo insieme, se la mia teoria è fondata sono certamente esistite innumerevoli varietà intermedie, che collegavano assieme tutte le specie dello stesso gruppo; ma lo stesso processo della selezione naturale tende costantemente, come è stato già spesso osservato, a sterminare le forme genitrici e i collegamenti intermedi. Di conseguenza la prova della loro esistenza può essere trovata soltanto fra i resti fossili che, come cercheremo di dimostrare in uno dei capitoli successivi, si sono conservati in maniera estremamente imperfetta e discontinua.

DELL'ORIGINE E DELLE TRANSIZIONI DEGLI ESSERI VIVENTI CHE HANNO ABITUDINI E STRUTTURA PARTICOLARI Gli avversari delle idee che sostengo, hanno domandato in qual modo, ad esempio, un animale car-

BOLLATI BORINGHIERI

nivoro terrestre può essersi trasformato in un animale con abitudini acquatiche; infatti questo animale come avrebbe potuto vivere negli stadi di transizione? È facile dimostrare che esistono attualmente animali carnivori che presentano gradi intermedi fra le abitudini tipicamente terrestri e quelle acquatiche; e poiché ciascuno di questi gradi esiste a cagione della lotta per l'esistenza è chiaro che deve essere ben adattato al posto che occupa in natura. Si osservi la *Mustela vison* dell'America settentrionale, che ha piedi palmati, ed è simile alla lontra per la pelliccia, per le corte zampe e per la forma della coda. Durante l'estate questo animale si tuffa e si ciba di pesci, ma durante il lungo inverno abbandona le acque gelate e si nutre, come altre mustele, di topi e animali terrestri. Se fosse stato scelto un altro caso, e fosse stato chiesto come un quadrupede insettivoro si sia potuto trasformare in un pipistrello, sarebbe stato molto più difficile rispondere. Eppure io penso che queste difficoltà abbiano scarso peso.

Qui, come in altre circostanze, mi trovo in condizioni svantaggiose, poiché, tra i molti casi evidenti che ho raccolto, posso dare soltanto uno o due esempi di abitudini e strutture di transizione in specie affini; nonché di abitudini diverse, sia costanti sia occasionali, nella stessa specie. Mi sembra che soltanto una lunga lista di tali casi sia sufficiente a diminuire la difficoltà di casi particolari come quello del pipistrello.

Prendiamo la famiglia degli scoiattoli: troviamo qui la più perfetta gradazione dagli animali con la coda appena appiattita e da quelli, come ha osservato Sir J. Richardson, con la parte posteriore del corpo piuttosto allargata e la pelle dei fianchi più sviluppata, fino ai cosiddetti scoiattoli volanti; questi hanno le membra e anche la base della coda uniti da una larga membrana di pelle che ha funzione di paracadute e che permette loro di planare nell'aria a straordinaria distanza da un albero all'altro. Non possiamo dubitare che ognuna di queste strutture sia utile a ogni genere di scoiattolo nel suo paese, permettendogli di sfuggire agli uccelli o agli animali predatori, di raccogliere il cibo più rapidamente, o, come si ha ragione di credere, di ridurre il rischio di cadute occasionali. Ma da questo fatto non consegue che la struttura di ogni scoiattolo sia la migliore che si possa concepire in tutte le condizioni possibili. Se il clima e la vegetazione cambiassero, se vi fosse immigrazione di altri roscanti e di altri animali predatori, o se le vecchie specie si modificassero, per analogia dovremmo ritenere che almeno alcuni scoiattoli diminuirebbero di numero o sarebbero sterminati, a meno che la loro struttura non fosse modificata e migliorata in manie-

BOLLATI BORINGHIERI

ra corrispondente. Perciò non vedo difficoltà, soprattutto se le condizioni di vita sono mutevoli, alla conservazione di individui con la membrana dei fianchi sempre più sviluppata; ogni modificazione utile viene moltiplicata, fino a che per l'effetto cumulativo di questo processo di selezione naturale si sia prodotto un perfetto scoiattolo volante.

Consideriamo ora il *Galeopithecus*, detto anche lemure volante, che era in passato classificato fra i pipistrelli, ma che oggi si ritiene appartenga agli insettivori. Una membrana laterale molto ampia si estende dagli angoli della mascella fino alla coda, comprendendo gli arti con le dita allungate. Questa membrana laterale è provvista di un muscolo estensore. Sebbene nessun legame intermedio di struttura, atta al volo planato, riallacci oggi il galeopiteco con gli altri insettivori, pure non v'è difficoltà a supporre che tali legami siano esistiti in passato, e che ognuno fosse sviluppato allo stesso modo degli scoiattoli volanti meno perfetti; ogni grado di struttura essendo stato utile al suo possessore. Né mi pare vi siano difficoltà insormontabili ad ammettere inoltre che la membrana che unisce dita e avambraccio del galeopiteco possa essersi molto allungata per effetto della selezione naturale; e questo, per ciò che concerne gli organi del volo, avrebbe mutato questo animale in un pipistrello. In certi pipistrelli in cui la membrana si estende dalla sommità della spalla alla coda e comprende le zampe posteriori, possiamo forse vedere le tracce di un apparato originariamente adatto al volo planato piuttosto che al volo vero e proprio.

Se una dozzina di generi di uccelli si fossero estinti, chi avrebbe mai osato supporre che fossero esistiti uccelli che usavano le ali soltanto per battere la superficie dell'acqua come l'anatra brachittera (*Micropterus* di Eyton); come pinne nell'acqua e come zampe anteriori sulla terra, nei pinguini; o come vele nello struzzo; o uccelli con ali prive di qualunque funzione, come l'*Apteryx*? Eppure la struttura di ognuno di questi uccelli gli si conviene nelle condizioni di vita nelle quali si trova, perché ciascuno deve lottare per vivere; ma non è necessariamente la migliore possibile in tutte le possibili condizioni. Non si deve dedurre da queste osservazioni che tutti i gradi di struttura dell'ala di cui abbiamo parlato, che possono forse essere tutti il risultato del non uso, indichino i gradini mediante i quali gli uccelli hanno effettivamente acquisito la loro perfetta capacità di volo; ma ciò serve a dimostrare quali diversi mezzi di transizione sono infine possibili.

Osservando che alcuni membri delle classi a respirazione acquatica, come i crostacei e i molluschi, sono adatti alla vita terrestre; e osser-

BOLLATI BORINGHIERI

vando che esistono uccelli e mammiferi volanti, insetti volanti dei più diversi tipi, e che prima esistevano rettili volanti, si può concepire che i pesci volanti, che fanno un lungo balzo nell'aria, innalzandosi leggermente e voltandosi grazie al rapido battito delle pinne, possono essersi trasformati in animali perfettamente alati. Se questo fosse avvenuto, chi avrebbe potuto immaginare che in un precedente stato di transizione, essi avessero abitato l'oceano e avessero usato i loro incipienti organi di volo esclusivamente, per quanto ci consta, per sfuggire ad altri pesci predatori?

Quando vediamo una struttura altamente perfezionata per una particolare abitudine, come le ali di un uccello per il volo, dovremmo considerare che gli animali provvisti dei primitivi gradi intermedi di struttura raramente saranno sopravvissuti fino ai nostri giorni, perché essi saranno stati soppiantati dai successori che sono diventati gradualmente più perfetti per effetto della selezione naturale. Inoltre, possiamo concludere che gli stadi transitori tra strutture adatte ad abitudini di vita molto diverse raramente si saranno, in un periodo iniziale, sviluppate in gran numero e in molte forme subordinate. Così, per ritornare al nostro esempio immaginario del pesce volante, non sembra probabile che pesci veramente capaci di volare si siano sviluppati in molte forme subordinate, per catturare prede di vario genere in molti modi, sulla terra e nell'acqua, finché i loro organi di volo non abbiano raggiunto un elevato stadio di perfezione tale da conferire loro un netto vantaggio su altri animali nella lotta per la vita. Perciò la probabilità di trovare allo stato fossile specie con gradi transitori di struttura sarà sempre minore, essendo esse esistite in numero inferiore rispetto a specie con strutture completamente sviluppate.

Darò ora due o tre esempi di abitudini differenziate e di abitudini mutate in individui della stessa specie. In entrambi i casi dovrebbe essere facile per la selezione naturale adattare la struttura di un animale alle sue abitudini mutate o soltanto a una delle sue varie abitudini. È tuttavia difficile, e d'altra parte è senza importanza per noi, decidere se in generale cambi prima l'abitudine e poi la struttura; o se lievi modificazioni di struttura portino a un cambiamento di abitudini; probabilmente tutte e due si verificano pressoché contemporaneamente. Come esempi di cambiamento di abitudini basterà citare quello di molti insetti inglesi che si nutrono di piante esotiche, o esclusivamente di sostanze artificiali. Come esempi di abitudini diversificate possiamo citare molti casi: nell'America del Sud ho osservato spesso un «piogliamo-

BOLLATI BORINGHIERI

sche tiranno» (*Saurophagus sulfuratus*) svolazzare in un determinato punto, poi passare a un altro, come un gheppio, e in altri momenti rimanere fermo al limite dell'acqua, poi tuffarvisi come un martin pescatore su un pesce. Nel nostro stesso paese si può vedere la cinciallegra (*Parus major*) arrampicarsi sui rami come un rampichino; talvolta uccidere piccoli uccelli con colpi sulla testa, come una gazza marina; e molte volte l'ho vista e sentita martellare i semi di tasso su un ramo e romperli come fa la ghiandaia; Hearne ha visto nell'America settentrionale l'orso bruno nuotare per ore con la bocca spalancata, prendendo gli insetti nell'acqua, quasi come una balena.¹

Poiché talvolta vediamo individui con abitudini differenti da quelle proprie della loro specie e delle altre specie dello stesso genere, ci dovremmo aspettare che tali individui dessero occasionalmente origine a nuove specie, con abitudini anormali, e con struttura lievemente o considerevolmente modificata da quella del loro tipo. E tali esempi si verificano in natura. Può esser dato un esempio di adattamento più evidente di quello del picchio che si arrampica sugli alberi e cattura insetti nelle fessure della corteccia? Tuttavia nell'America settentrionale si trovano picchi che si nutrono soprattutto di frutti, e altri con ali allungate che catturano insetti al volo. Nella pianura della Plata, quasi del tutto priva di alberi, si trova un picchio (*Colaptes campestris*) che ha le dita disposte due avanti e due dietro, una lunga lingua appuntita, le penne caudali appuntite, sufficientemente rigide per sostenere l'uccello in una posizione verticale, ma non rigide come nel picchio tipico, e un forte becco diritto. Il becco non è così diritto o così forte come quello del picchio, ma è forte abbastanza per forare il legno. Questo *Colaptes* è perciò un picchio in tutte le parti essenziali della sua struttura. Anche nei caratteri più insignificanti come la colorazione, il timbro rauco della voce, e il volo ondeggiante, appare chiaramente il suo legame di parentela con il nostro picchio comune; eppure posso affermare, non solo in base alle mie osservazioni, ma anche a quelle accurate di Azara, che in certe ampie zone questo picchio non si arrampica sugli alberi, e fa il nido in buchi nelle scarpe! In certe altre zone, tuttavia, lo stesso picchio,

¹ Qui, nella prima edizione, seguiva: «Anche in un caso così estremo come questo, se la riserva degli insetti fosse costante, e se non esistessero nel paese competitori meglio adatti, non vedrei nessuna difficoltà nel fatto che una razza di orsi per effetto della selezione naturale potesse diventare sempre più acquatica per struttura e abitudini, con la bocca sempre più larga fino a dar luogo a un essere mostruoso come una balena».

BOLLATI BORINGHIERI

come afferma Hudson, frequenta gli alberi e scava buchi nei tronchi per farvi il nido. Posso citare un altro caso di abitudini cambiate di questo genere, quello di un *Colaptes* del Messico, descritto da De Saussure, che scava buchi nel legno duro per porvi una provvista di ghiande.

Le procellarie sono gli uccelli più aerei ed oceanici che si conoscano, tuttavia nelle tranquille baie della Terra del Fuoco, la *Puffinuria berardi* potrebbe essere scambiata per un pinguino o un colombo per le sue abitudini, per la sua sorprendente capacità di tuffarsi, per il modo di nuotare e di volare quand'è costretta a prendere il volo; tuttavia è essenzialmente una procellaria, ma con varie parti dell'organizzazione profondamente modificate in relazione alle nuove abitudini di vita; invece il picchio della Plata ha subito solo lievi modificazioni di struttura. Nel caso del merlo acquaiolo, le più accurate osservazioni fatte sul suo cadavere non farebbero mai sospettare le sue abitudini subacquee; eppure questo uccello, che è affine alla famiglia dei tordi, vive immergendosi, servendosi delle ali sott'acqua e aggrappandosi alle pietre con le zampe. Tutti i componenti del grande ordine degli insetti imenotteri sono terrestri, tranne il genere *Proctotrupes* in cui Sir John Lubbock ha scoperto abitudini acquatiche; esso s'immerge sovente nell'acqua non con l'aiuto delle zampe ma con quello delle ali, e può restare immerso anche quattro ore senza tornare alla superficie; tuttavia la sua struttura non presenta modificazione alcuna in rapporto alle sue abitudini eccezionali.

Coloro che credono che ogni essere sia stato creato come lo vediamo attualmente, talvolta devono essersi meravigliati di incontrare un animale provvisto di abitudini e di struttura discordanti. Che cosa può essere più chiaro del fatto che i piedi palmati dell'anatra e dell'oca son fatti per nuotare? Eppure vi sono le bernacce di Magellano, oche con piedi palmati, che raramente si avvicinano all'acqua; e nessuno all'infuori di Audubon ha visto la fregata, che ha le quattro dita palmate, posata sulla superficie dell'oceano. D'altra parte i colombi e le folaghe sono eminentemente acquatici, benché le dita siano soltanto bordate da membrana. Che cosa può apparire più evidente del fatto che le lunghe dita prive di membrana dei ralli siano fatte per camminare sulle paludi e sulle piante galleggianti? La gallinella d'acqua e il re di quaglie appartengono a quest'ordine, eppure la prima è acquatica quasi come la folaga, e il secondo terrestre quasi come la quaglia o la pernice. In tali casi, e se ne potrebbero aggiungere molti altri, le abitudini sono cambiate senza che si siano verificati cambiamenti corrispondenti di struttura. I piedi

BOLLATI BORINGHIERI

palmati della bernaccia di Magellano si può dire che siano diventati quasi rudimentali per quanto riguarda la funzione, benché non per la struttura. Nella fregata la membrana fortemente incisa fra le dita indica che la struttura ha cominciato a cambiare.

Colui che crede in distinti e innumerevoli atti di creazione, può sostenere che in questi casi è piaciuto al Creatore di far sì che un individuo di un tipo prendesse il posto di un altro appartenente a un altro tipo, ma questo mi sembra equivalga ad esprimere lo stesso fatto con un linguaggio più nobile. Colui che crede nella lotta per l'esistenza e nel principio della selezione naturale riconoscerà che ogni essere vivente tende continuamente ad aumentare di numero; e che se un essere qualsiasi varia, sia pur poco, nelle abitudini o nella struttura, e così acquista un vantaggio su qualche altro abitante dello stesso paese, prenderà il posto di quell'abitante per quanto questo posto possa essere differente dal suo luogo d'origine. Non gli procurerà quindi sorpresa alcuna il fatto che vi siano oche e fregate con piedi palmati che abitano sulla terra asciutta e che si posano raramente sull'acqua; che vi siano ralli dalle dita lunghe, che vivono nei prati anziché nelle paludi; che vi siano picchi nei luoghi privi di alberi; che vi siano merli tuffatori e imenotteri tuffatori, e procellarie con abitudini di alche.

Organi di estrema perfezione e complessità

Supporre che l'occhio, con tutti i suoi inimitabili congegni per l'aggiustamento del fuoco a differenti distanze, per il passaggio di diverse quantità di luce, e per la correzione della aberrazione sferica e cromatica, possa essersi formato per selezione naturale, sembra, lo ammetto francamente, del tutto assurdo. Quando per la prima volta fu detto che il sole è fermo e che la terra gli gira intorno, il senso comune del genere umano dichiarò che la dottrina era falsa; ma il vecchio detto *vox populi, vox Dei*, come ogni filosofo sa, non vale nella scienza. La ragione mi dice che se si può dimostrare l'esistenza di numerose gradazioni da un occhio semplice e imperfetto a uno complesso e perfetto, essendo ogni grado utile per chi lo possiede, come è certamente il caso; che se inoltre l'occhio varia sempre e le variazioni sono ereditarie, fatto altrettanto vero, e che se queste variazioni sono utili a un animale in condizioni mutevoli di vita, allora la difficoltà di ammettere che un occhio perfetto e complesso si formi per selezione naturale, sebbene

insuperabile per la nostra immaginazione, non deve essere considerata come sovvertitrice della nostra teoria. Come un nervo sia diventato sensibile alla luce non ci riguarda più del modo in cui la vita stessa si sia originata; ma posso rilevare che come alcuni degli organismi inferiori, in cui i nervi non possono essere individuati, sono capaci di percepire la luce, non sembra impossibile che certi elementi sensitivi del sarcodio possano aggregarsi e dare origine a nervi dotati di questa sensibilità specifica.

Nella ricerca delle gradazioni attraverso le quali un organo di una specie qualsiasi si è perfezionato, dovremmo considerare esclusivamente i suoi progenitori diretti; ma difficilmente ciò è sempre possibile, e siamo costretti a considerare altre specie e generi dello stesso gruppo, cioè discendenti collaterali della stessa forma progenitrice, per vedere quali sono le gradazioni possibili e quale la probabilità che alcune di esse si siano trasmesse in condizioni inalterate o lievemente alterate. Ma lo stato di uno stesso organo in classi distinte può incidentalmente fare luce sui gradi che hanno portato alla perfezione.

Il più semplice organo cui si possa dare il nome di occhio consiste in un nervo ottico circondato da cellule pigmentate e coperto di membrana trasparente, ma senza lente o altro corpo rifrangente. Possiamo tuttavia, secondo il signor Jourdain, scendere un gradino ancora più in basso e trovare che aggregati di cellule pigmentate, che sembrano funzionare come organi della vista, sono prive di nervi, e sono semplicemente poggiate su tessuto sarcodiale. Occhi di questo tipo semplice non sono capaci di visione distinta, e servono soltanto a distinguere la luce dall'oscurità. In certe stelle di mare, piccole depressioni dello strato di pigmento che circonda il nervo, sono riempite, secondo la descrizione dell'autore sopra citato, da una sostanza trasparente, gelatinosa, che forma una superficie convessa simile alla cornea degli animali superiori. Egli suppone che ciò serva non alla formazione di un'immagine, ma soltanto a concentrare i raggi luminosi e a facilitarne la percezione. In questa semplice concentrazione dei raggi luminosi raggiungiamo il primo gradino e di gran lunga il più importante verso la formazione di un vero occhio, capace di formare immagini; infatti basta collocare l'estremità nuda del nervo ottico, che in qualche animale inferiore è profondamente sepolto nel corpo ed in altri è vicino alla superficie, a una distanza appropriata dall'apparato di concentrazione, perché vi si formi sopra un'immagine.

Nella grande classe degli articolati, possiamo partire da un nervo ottico semplicemente ricoperto di pigmento, che forma talvolta una

BOLLATI BORINGHIERI

sorta di pupilla, ma priva di lente o di altro apparecchio ottico. Per gli insetti, si sa attualmente che le numerose faccette sulla cornea dei grandi occhi composti formano vere lenti, e che i coni includono filamenti nervosi stranamente modificati. Ma questi organi degli articolati, sono talmente differenziati che Müller in passato costituì tre classi principali con sette suddivisioni, oltre a una quarta classe principale di occhi semplici aggregati.

Quando riflettiamo su questi fatti, descritti qui troppo brevemente, relativi alla serie ampia, differenziata e graduata della struttura degli occhi degli animali inferiori; e quando consideriamo quanto deve esser piccolo il numero di tutte le forme viventi in confronto a quelle estinte, non è più tanto difficile ritenere che la selezione naturale abbia potuto trasformare il semplice apparato di un nervo ottico ricoperto di pigmento e rivestito da una membrana trasparente, in uno strumento ottico perfetto come è quello di qualsiasi membro della classe degli articolati.

Chi arriverà ad ammettere questo fatto non dovrebbe esitare a fare un altro passo avanti, se alla fine di questo volume troverà che una larga messe di fatti, altrimenti inesplicabili, può essere spiegata dalla teoria della modificazione attraverso la selezione: egli dovrebbe ammettere che possa essersi formata in tal modo perfino una struttura così perfetta come l'occhio dell'aquila, sebbene in questo caso egli non conosca gli stadi di transizione. È stato obiettato che al fine di modificare l'occhio mantenendolo al tempo stesso uno strumento perfetto, devono essersi verificati simultaneamente molti cambiamenti, cosa che si ritiene non possa accadere attraverso la selezione naturale; ma, come ho cercato di dimostrare nel mio lavoro sulla variazione degli animali domestici, non è necessario supporre che tutte le modificazioni siano state simultanee, se esse sono state estremamente lievi e gradualmente. Anche tipi differenti di modificazione potrebbero servire allo stesso scopo generale; come Wallace ha osservato, «se una lente ha il fuoco troppo corto o troppo lungo, esso si può correggere o variando la curvatura o variando la densità; se la curvatura è irregolare, e i raggi non convergono in un punto, ogni aumento di regolarità della curvatura rappresenterà un miglioramento. Così né la contrazione dell'iride, né i movimenti muscolari dell'occhio sono essenziali alla visione: essi sono soltanto miglioramenti che possono essersi aggiunti e perfezionati a qualsiasi stadio della costruzione dell'apparecchio». Nella più alta suddivisione del regno animale, cioè quella dei vertebrati, possiamo partire da un

BOLLATI BORINGHIERI

occhio così semplice come quello dell'anfiosso che consiste in un sacchetto di pelle trasparente, provvisto di un nervo e rivestito di pigmento, ma privo di altri apparati. Nei pesci e nei rettili, come Owen ha osservato, «la serie di gradazione delle strutture diottriche è molto grande». È un fatto significativo che anche nell'uomo, secondo l'alta autorità di Virchow, la meravigliosa lente cristallina è costituita nell'embrione da un accumulo di cellule epidermiche, situate in una piega della pelle a forma di sacco; e il corpo vitreo è formato di tessuto embrionale sottocutaneo. Tuttavia per arrivare a una giusta conclusione sulla formazione dell'occhio, con tutti i suoi caratteri meravigliosi sebbene non assolutamente perfetti, è indispensabile che la ragione vinca l'immaginazione; ma io ho sentito troppo acutamente queste difficoltà per essere sorpreso dall'altrui esitazione a estendere così largamente il principio della selezione naturale.

È quasi inevitabile confrontare l'occhio con il telescopio. Noi sappiamo che questo strumento è stato perfezionato dai ripetuti sforzi dei più elevati intelletti umani; e siamo portati naturalmente a concludere che l'occhio si sia formato con un processo analogo. Ma questa deduzione non sarà forse presuntuosa? Abbiamo forse qualche ragione per pensare che il Creatore operi con gli stessi poteri intellettuali dell'uomo? Se vogliamo confrontare l'occhio con uno strumento ottico, dovremmo immaginare uno spesso strato di tessuto trasparente, con gli spazi occupati da un liquido, e con sotto un nervo sensibile alla luce, e supporre poi che ogni parte di questo strato cambi continuamente e lentamente di densità, così da separarsi in due strati di differente densità e spessore, collocati a diverse distanze l'uno dall'altro, con le rispettive superficie che cambiano lentamente di forma. Dobbiamo inoltre supporre che vi sia una forza rappresentata dalla selezione naturale o dalla sopravvivenza del più adatto, che sempre sorveglia attentamente ogni lieve alterazione degli strati trasparenti, che con ogni cura conserva ogni alterazione e che nelle diverse circostanze, in qualsiasi modo e in qualsiasi misura, tende a produrre un'immagine più distinta. Dobbiamo supporre che ogni nuovo stato dello strumento si moltiplichi milioni di volte; che ogni stato sia conservato fino a quando non ne sia prodotto uno nuovo, e quindi i vecchi stati siano tutti distrutti. Negli organismi viventi, la variazione causerà le piccole alterazioni, la riproduzione le moltiplicherà quasi all'infinito, e la selezione naturale si impadronirà con infallibile abilità di ogni miglioramento. Ammettiamo che questo processo proceda per milioni di anni; e durante ogni anno su milioni di

BOLLATI BORINGHIERI

individui di molti tipi; non possiamo dunque ammettere che uno strumento ottico vivente possa in tal modo formarsi, superiore a un apparecchio di vetro così come le opere del Creatore sono superiori a quelle dell'uomo?

Modi di transizione

Se si potesse dimostrare l'esistenza di un qualsiasi organo complesso che possibilmente non sia stato formato attraverso numerose, successive, lievi modificazioni, la mia teoria dovrebbe assolutamente cadere. Ma non riesco a trovare alcun caso simile. Senza dubbio esistono molti organi di cui non conosciamo i gradi di transizione, soprattutto se consideriamo le specie molto isolate intorno alle quali, secondo la teoria, v'è stata grande estinzione. O ancora, se prendiamo un organo comune a tutti i membri di una classe; infatti in quest'ultimo caso, tale organo deve originariamente essersi formato in un periodo remoto dopo il quale tutti i numerosi membri della classe si sono sviluppati; e per scoprire i primitivi gradi di transizione attraverso cui l'organo è passato, dobbiamo cercare fra le forme ancestrali più antiche, da lungo tempo estinte.

Ma dobbiamo essere estremamente cauti prima di concludere che un organo non può essersi formato attraverso gradazioni transitorie. Si potrebbero citare, fra gli animali inferiori, numerosi casi di un organo che esplica nello stesso tempo funzioni completamente distinte: per esempio nella larva di libellula e nel pesce *Cobites*, il tubo digerente respira, digerisce e funziona da organo escretore. Nell'*Hydra*, l'animale può essere rovesciato portando lo strato interno all'esterno e in tal caso la superficie esterna del corpo digerisce e lo stomaco respira. In tali casi la selezione naturale potrebbe specializzare per una sola funzione, se qualche vantaggio fosse in tal modo acquistato, un organo o una parte di organo che in precedenza esplicava due funzioni, così da modificare considerevolmente la sua natura attraverso gradi insensibili. Si conoscono molte piante che regolarmente producono nello stesso periodo fiori diversamente costituiti; e se tali piante producessero fiori di un unico tipo, si effettuerebbe subitamente un grande cambiamento nel carattere della specie. Tuttavia è probabile che i due tipi di fiori nati sulla stessa pianta si siano originariamente differenziati attraverso gradazioni insensibili, che in alcuni casi si possono ancora seguire.

BOLLATI BORINGHIERI

Inoltre due organi distinti, o lo stesso organo in due forme molto diverse, possono compiere contemporaneamente la stessa funzione nello stesso individuo, e questo è un modo molto importante di transizione: per dare un esempio, vi sono pesci con branchie che respirano l'aria disciolta nell'acqua, e possono respirare nello stesso tempo l'aria allo stato gassoso per mezzo della vescica natatoria, che è un organo diviso da pareti molto vascolarizzate e ha un dotto pneumatico per la provvista dell'aria. Per dare un altro esempio tratto dal regno vegetale: le piante si arrampicano in tre modi diversi, avvolgendosi a spirale, attaccandosi a un supporto con i loro sensibili viticci, ed emettendo radici aeree; i tre modi si trovano generalmente in gruppi distinti, ma in alcune specie si trovano due di questi modi, o anche tutti e tre, combinati nello stesso individuo. In tali casi uno dei due organi potrebbe facilmente modificarsi e perfezionarsi in modo da compiere tutto il lavoro, essendo aiutato durante il processo di modificazione dall'altro organo; poi quest'altro organo potrebbe modificarsi per un altro scopo del tutto differente, oppure scomparire completamente.

L'esempio della vescica natatoria nei pesci è particolarmente appropriato, perché dimostra chiaramente un fatto molto importante: che un organo originariamente costruito per uno scopo, cioè la funzione idrostatica, può trasformarsi in un organo capace di una funzione completamente diversa, cioè la respirazione. La vescica natatoria in certi pesci si è trasformata anche in un accessorio dell'organo dell'udito. Tutti i fisiologi ammettono che la vescica natatoria è omologa, o «idealmente simile», per la posizione e la struttura, ai polmoni dei vertebrati superiori: perciò non v'è ragione di dubitare che la vescica natatoria si è realmente trasformata nei polmoni, cioè in organi usati esclusivamente per la respirazione.

Secondo questo punto di vista si può concludere che tutti i vertebrati provvisti di veri polmoni discendono per generazione ordinaria da un antico prototipo sconosciuto, provvisto di un apparato idrostatico, o vescica natatoria. Possiamo così, come deduco dall'interessante descrizione di queste parti fatta da Owen, comprendere lo strano fatto che ogni particella di cibo e di bevanda che ingeriamo debba passare sopra all'orificio della trachea, con qualche rischio di cadere nei polmoni, nonostante il meraviglioso congegno della chiusura della glottide. Nei vertebrati superiori le branchie sono completamente scomparse, ma nell'embrione le fessure sui lati del collo e gli archi aortici indicano ancora la loro posizione primitiva. Tuttavia è concepibile che le branchie attualmente del tutto scomparse possano essere state gradualmente trasfor-

BOLLATI BORINGHIERI

mate dalla selezione naturale per qualche scopo particolare: per esempio Landois ha dimostrato che le ali degli insetti si sono sviluppate dalle trachee; è dunque molto probabile che, in questa grande classe, organi che una volta servivano alla respirazione si siano effettivamente trasformati in organi per volare.

Quando si considera la transizione degli organi, è così importante tener presente la probabilità di conversione da una funzione a un'altra, che ne darò un altro esempio. I cirripedi pedunculati hanno due piccole ripiegature della pelle, da me chiamate briglie ovigere, che servono, per mezzo di una secrezione vischiosa, a trattenere le uova nella cavità fino alla schiusa. Questi cirripedi non hanno branchie, l'intera superficie del corpo e della cavità, insieme con le piccole briglie, servono alla respirazione. I balanidi o cirripedi sessili, d'altra parte, non hanno briglie ovigere, e le uova giacciono liberamente sul fondo della cavità nel guscio ben chiuso; ma essi posseggono, nella posizione corrispondente alle briglie, grandi membrane molto ripiegate, che comunicano liberamente con le lacune circolatorie della cavità e del corpo e che sono state considerate da tutti i naturalisti funzionanti come branchie. Ritengo che nessuno potrà negare che le briglie ovigere in una famiglia siano strettamente omologhe alle branchie dell'altra famiglia; in realtà, si passa gradualmente dalle une alle altre.

Non v'è perciò ragione di dubitare che le due piccole pieghe di pelle, che servivano originariamente come briglie ovigere ma che verosimilmente contribuivano in piccola misura alla funzione respiratoria, siano state gradualmente trasformate dalla selezione naturale in branchie, semplicemente attraverso un aumento delle loro dimensioni e l'atrofia delle ghiandole adesive. Se tutti i cirripedi pedunculati si fossero estinti, ed essi avessero subito estinzioni molto superiori a quelle dei cirripedi sessili, chi avrebbe mai potuto immaginare che in quest'ultima famiglia le branchie fossero primitivamente esistite come organi destinati a impedire che le uova fossero asportate dalla cavità?

Vi è un altro possibile modo di transizione, cioè l'accelerazione o il ritardo del periodo della riproduzione. Su questo punto hanno recentemente insistito il professor Cope e altri negli Stati Uniti. È attualmente noto che alcuni animali sono capaci di riprodursi in età molto precoce, prima di aver acquistato i loro caratteri definitivi; se tale facoltà si sviluppasse in pieno in una specie, sembra probabile che prima o poi si perderebbe lo stato adulto di sviluppo; e in questo caso, specialmente se la larva differisse molto dalla forma matura, il carattere

BOLLATI BORINGHIERI

della specie si cambierebbe e degraderebbe considerevolmente. Inoltre, non pochi animali, dopo aver raggiunto la maturità, continuano a cambiare i caratteri per quasi tutta la vita. Nei mammiferi, per esempio, spesso la forma del cranio si modifica molto con l'età, e di ciò il dottor Murie ha dato taluni chiari esempi nelle foche; tutti sanno che con l'età le corna dei cervi divengono sempre più ramificate, e le penne di taluni uccelli si sviluppano più elegantemente. Il professor Cope afferma che i denti di certe lucertole cambiano notevolmente di forma con l'avanzare degli anni; nei crostacei non solo molte parti insignificanti, ma anche talune parti importanti, assumono un nuovo carattere dopo la maturità, come ha documentato Fritz Müller. In casi simili, e se ne potrebbero citare molti, se l'età della riproduzione fosse ritardata, il carattere della specie, almeno allo stato adulto, verrebbe modificato, e non è improbabile che le fasi anteriori e primitive dello sviluppo in qualche caso verrebbero accelerate e infine si perderebbero. Non ho un'idea chiara se le specie siano state spesso o sempre modificate in questo modo di transizione relativamente subitanea; ma se questo è accaduto, è probabile che le differenze fra il giovane e l'adulto, e fra l'adulto e il vecchio, siano state primitivamente acquisite attraverso passi gradualmente.

Difficoltà particolari della teoria della selezione naturale

Dobbiamo essere estremamente cauti nel concludere che un organo qualsiasi non può essersi formato attraverso successivi, piccoli gradi di transizione: indubbiamente si presentano in alcuni casi delle serie difficoltà.

Uno dei casi più seri è quello degli insetti neutri, che spesso sono costruiti diversamente sia dai maschi sia dalle femmine fertili; ma di questo tratteremo nel prossimo capitolo. Gli organi elettrici dei pesci offrono un altro caso di speciale difficoltà; poiché è impossibile immaginare attraverso quali fasi successive questi meravigliosi organi si siano potuti sviluppare. Ma ciò non deve sorprendere, poiché non conosciamo neppure di quale utilità essi siano. Nel gimnoto e nella torpedine essi servono senza dubbio come potenti mezzi di difesa e forse per catturare la preda; eppure nella razza, come ha osservato Matteucci, un organo analogo della coda produce poca elettricità anche quando l'animale è molto irritato; tanto poca che non può essere utile per gli scopi suddetti. Inoltre nella razza, oltre all'organo testé citato, c'è, come ha

dimostrato il dottor R. M'Donnel, un altro organo, situato vicino alla testa, che non risulta essere elettrico, ma che sembra essere realmente omologo dell'organo elettrico della torpedine. Si ammette generalmente che esista una stretta analogia nella struttura intima di questi organi e del muscolo comune, nella distribuzione dei nervi e nel modo in cui essi reagiscono sotto l'azione di vari stimoli. Si deve altresì specialmente osservare che la contrazione muscolare è accompagnata da una scarica elettrica; e, come il dottor Radcliffe sottolinea, «nell'apparato elettrico della torpedine in stato di riposo, sembra esservi una carica in tutto simile a quella che si riscontra nel muscolo e nel nervo in stato di riposo, e la scarica della torpedine, invece di essere peculiare, può essere soltanto un'altra forma della scarica che si accompagna all'azione del muscolo e del nervo motore». Attualmente non possiamo andare oltre con la spiegazione; ma poiché conosciamo così poco degli usi di questi organi, e non conosciamo niente delle abitudini e della struttura dei progenitori degli attuali pesci elettrici, sarebbe estremamente arduo sostenere che non siano possibili transizioni vantaggiose attraverso le quali questi organi possono essersi gradualmente sviluppati.

Questi organi sembrano presentare a prima vista un'altra e molto più seria difficoltà, poiché si presentano in circa una dozzina di pesci, di cui alcuni sono molto lontani dal punto di vista dell'affinità. Quando si trova lo stesso organo in diversi membri della stessa classe, soprattutto se in membri con abitudini di vita molto differenti, possiamo generalmente attribuire la sua presenza all'eredità ricevuta da un progenitore comune; e la sua assenza in alcuni membri alla perdita dovuta al non uso o alla selezione naturale. Così che, se gli organi elettrici fossero stati ereditati da qualche antico progenitore, ci saremmo potuti aspettare che tutti i pesci elettrici fossero strettamente affini l'uno all'altro; ma questo non è davvero il caso. Né la geologia ci conduce affatto a credere che nella maggior parte i pesci abbiano posseduto in passato organi elettrici, oggi perduti dai loro discendenti modificati. Ma se consideriamo l'argomento più da vicino, troviamo, nei numerosi pesci provvisti di organi elettrici, che questi sono situati in differenti parti del corpo, differiscono per la costituzione e per la disposizione dei dischi, e, secondo Pacini, per il processo o per le modalità secondo cui l'elettricità viene eccitata, ed infine sono provvisti di nervi di diversa origine, e forse questa è la differenza più importante. Perciò nei numerosi pesci provvisti di organi elettrici, questi non si possono considerare omologhi, ma soltanto analoghi per la funzione. Di conseguenza non

BOLLATI BORINGHIERI

c'è ragione di supporre che essi siano stati ereditati da un progenitore comune; poiché se questo fosse il caso, essi sarebbero strettamente simili l'uno all'altro sotto ogni rapporto. Così scompare la difficoltà che un organo apparentemente uguale si trovi in varie specie lontanamente affini, e rimane una difficoltà minore ma ancora seria: cioè attraverso quali gradazioni questi organi si siano sviluppati in ciascun gruppo distinto di pesci.

Gli organi luminosi, che si riscontrano in alcuni insetti appartenenti a famiglie molto differenti e che sono situati in diverse parti del corpo, presentano, nel nostro attuale stato di ignoranza, una difficoltà quasi esattamente parallela a quella degli organi elettrici. Si possono citare altri casi simili: per esempio, nelle piante, il congegno molto curioso di una massa di granuli di polline, sostenuta sul peduncolo per mezzo di una ghiandola adesiva, è apparentemente lo stesso in *Orchis* e *Asclepias*, generi dei più lontani tra le piante a fiori; ma qui, di nuovo, le parti non sono omologhe. In tutti i casi in cui esseri lontani fra di loro nella scala dell'organizzazione sono provvisti di organi simili e peculiari, si troverà che sebbene l'apparenza generale e la funzione degli organi possano essere le stesse, pure si possono sempre individuare fra di loro fondamentali differenze. Per esempio, gli occhi dei cefalopodi (seppie) e quelli dei vertebrati appaiono straordinariamente simili; e in questi gruppi così lontani nessun elemento di tale somiglianza può essere dovuto alla comune eredità da un unico progenitore. Mivart ha presentato questo come un caso di speciale difficoltà, ma io non riesco a vedere la forza della sua argomentazione. Un organo della vista deve essere costituito di tessuto trasparente, e deve includere una qualche sorta di lente per proiettare un'immagine sul retro di una camera oscura. Al di là di questa superficiale somiglianza è difficile trovare qualche reale somiglianza fra gli occhi della seppia e quelli dei vertebrati, come si può vedere consultando la mirabile memoria di Hensen su questi organi dei cefalopodi. Non posso qui entrare in dettagli, ma posso indicare alcuni punti di differenza. La lente cristallina nei cefalopodi più elevati è costituita da due parti, poste l'una dietro all'altra come due lenti, ambedue con struttura e disposizione molto diverse di quelle dei vertebrati. La retina è completamente differente, con una effettiva inversione delle parti componenti, e con un grande ganglio nervoso compreso nelle membrane dell'occhio. I rapporti fra i muscoli sono i più differenti che si possano immaginare, e lo stesso è per gli altri aspetti. È perciò molto difficile decidere fino a quale punto si debbano

BOLLATI BORINGHIERI

adoperare gli stessi termini nella descrizione degli occhi dei cefalopodi e dei vertebrati. Ognuno naturalmente è libero di negare che nell'uno e nell'altro caso l'occhio abbia potuto svilupparsi attraverso la selezione naturale di lievi variazioni successive; ma se ciò si ammette in uno dei casi, è evidentemente possibile nell'altro; e le differenze fondamentali di struttura negli organi della vista di due gruppi potrebbero essere state previste, in armonia con questo punto di vista sul loro modo di formazione. Come due uomini hanno talora fatto indipendentemente la stessa invenzione, così nei numerosi casi predetti è evidente che la selezione naturale, operando per il bene di ogni essere, e traendo vantaggio da tutte le variazioni favorevoli, ha prodotto organi simili, per quanto riguarda la funzione, in esseri viventi diversi, la cui struttura comune non dipende dall'eredità ricevuta da un comune progenitore.

Fritz Müller, per saggiare le conclusioni raggiunte in questo volume, ha seguito con molta cura una linea di ragionamento quasi simile. Diverse famiglie di crostacei comprendono alcune specie provviste di un apparato per la respirazione aerea e adatte a vivere fuori dell'acqua. In due di queste famiglie, che furono più specialmente esaminate da Müller, e che sono molto vicine l'una all'altra, le specie si assomigliano molto per tutti i caratteri importanti; cioè per gli organi di senso, per il sistema circolatorio, per la posizione dei ciuffi di peli nel loro stomaco complesso, e infine per l'intera struttura delle branchie per la respirazione acquatica, fino ai microscopici uncini che servono a pulirle. Perciò ci si dovrebbe aspettare che nelle poche specie appartenenti alle due famiglie che vivono sulla terra, l'apparato per la respirazione aerea, in tutti i casi ugualmente importante, fosse lo stesso; poiché per qual motivo questo apparato, destinato allo stesso scopo, dovrebbe essere costruito differentemente, mentre tutti gli altri organi importanti sono molto simili o addirittura identici?

Fritz Müller sostiene che questa stretta somiglianza in tanti caratteri di struttura, deve spiegarsi, secondo le mie vedute, con l'eredità da un comune progenitore. Ma poiché la grande maggioranza delle specie delle due famiglie suddette, come la maggior parte degli altri crostacei, hanno abitudini acquatiche, è estremamente improbabile che il loro progenitore sia stato adatto alla respirazione aerea. Müller fu così condotto a esaminare attentamente l'apparato delle specie a respirazione aerea; e trovò che in ognuna esso differisce in molti importanti punti, come nella posizione degli orifici, nel modo in cui questi vengono aperti e chiusi, e in alcuni accessori particolari. Ora tali differenze sono

comprensibili, e potevano anche prevedersi, in base alla supposizione che specie appartenenti a famiglie distinte si siano lentamente adattate a vivere sempre più fuori dell'acqua, e a respirare l'aria. Poiché queste specie, appartenendo a famiglie distinte, si sarebbero differenziate entro certi limiti, e secondo il principio che la natura di ogni variazione dipende da due fattori, cioè la natura dell'organismo e quella delle condizioni ambientali, sicuramente la loro variabilità non sarebbe stata esattamente la stessa. Di conseguenza la selezione naturale avrebbe operato su materiali o variazioni differenti, per arrivare allo stesso risultato funzionale; le conformazioni così acquisite, quasi necessariamente, sarebbero state diverse. Secondo l'ipotesi di atti separati di creazione l'intero caso è incomprendibile. Questa linea di ragionamento sembra abbia avuto grande peso nel condurre Fritz Müller ad accettare i punti di vista da me sostenuti in questo volume.

Un altro distinto zoologo, il defunto professor Claparède, ha argomentato nello stesso modo ed è giunto allo stesso risultato. Egli dimostra che vi sono parassiti (*Acaridæ*) appartenenti a famiglie e sottofamiglie diverse che sono forniti di organi con cui si afferrano ai peli. Questi organi si devono essere sviluppati indipendentemente, poiché non possono essere stati ereditati da un comune progenitore; e in diversi gruppi si sono formati dalla modificazione delle zampe anteriori, delle zampe posteriori, delle mascelle o labbra e di appendici della superficie inferiore della parte posteriore del corpo.

Nei precedenti casi, vediamo raggiunto lo stesso scopo e compiuta la stessa funzione, in esseri non affini o solo lontanamente affini, da organi apparentemente molto simili per l'aspetto ma non per lo sviluppo. D'altra parte è regola generale in natura che lo stesso scopo sia raggiunto con i mezzi più diversi, talora persino in esseri molto vicini. Come sono differentemente costruite l'ala piumata di un uccello e l'ala membranosa di un pipistrello; e ancora più le quattro ali di una farfalla, le due ali di una mosca e le due ali e le elitre di un coleottero! Le conchiglie bivalvi sono fatte per aprirsi e chiudersi, ma su quanti modelli è costruita la cerniera, dalla lunga serie di denti che perfettamente si incastrano l'uno nell'altro in una *Nucula*, fino al semplice legamento del mitilo! I semi sono disseminati in virtù della loro piccolezza; grazie alla trasformazione della capsula in un rivestimento leggero come un pallone; a causa della loro collocazione dentro la polpa, composta delle parti più diverse e resa nutritiva e vistosamente colorata così

BOLLATI BORINGHIERI

da attirare gli uccelli che la divorano; grazie alla presenza di uncini e grappette di molti tipi e di barbe dentate, che li fanno aderire al pelo di quadrupedi; e alla dotazione di ali e piume, altrettanto differenti di forma quanto eleganti in struttura, che li fanno trasportare dalla più lieve brezza. Voglio dare un altro esempio: poiché questo argomento, il raggiungimento dello stesso scopo con i mezzi più diversi, è veramente degno di attenzione. Alcuni autori sostengono che gli esseri viventi sono stati formati in molti modi semplicemente per amore di varietà, quasi come i giocattoli in un negozio; ma una tale concezione della natura è inammissibile. Nelle piante a sessi separati, e in quelle nelle quali, benché ermafrodite, il polline non cade spontaneamente sullo stigma, è necessario un aiuto per la fecondazione. In parecchi generi questa ha luogo mediante i granuli di polline, che sono leggeri e incoerenti e sono trasportati per mero caso sullo stigma dal vento; e questo è il piano più semplice che si possa immaginare. Un altro piano quasi altrettanto semplice, per quanto molto differente, si verifica in molte piante il cui fiore simmetrico secerne alcune gocce di nettare, ed è di conseguenza visitato dagli insetti, che portano il polline dalle antere allo stigma.

Da questo semplice stadio possiamo passare attraverso un inesauribile numero di congegni, che hanno tutti lo stesso scopo e sono realizzati essenzialmente nello stesso modo, ma che comportano cambiamenti in ogni parte del fiore. Il nettare può essere immagazzinato in ricettacoli di forma varia, e gli stami e i pistilli modificati in molti modi, talvolta fino a formare meccanismi simili a trappole e talvolta capaci, per irritabilità o elasticità, di movimenti precisamente adattati. Da queste strutture possiamo procedere fino ad arrivare a un caso di straordinario adattamento come è quello recentemente descritto dal dottor Crüger sul *Coryanthes*. Questa orchidea ha una parte del *label-lum*, o labbro inferiore, scavato a formare una specie di secchiello, nel quale gocce quasi pure cadono senza interruzione, provenendo da due speroni secernenti che lo sovrastano; quando il secchiello è pieno a metà l'acqua trabocca con un getto laterale. La parte basale del *label-lum* è situata sopra il secchiello ed è anch'essa scavata a formare una specie di camera con due ingressi laterali; dentro la camera si trovano strane sporgenze carnose. L'uomo più ingegnoso che non avesse osservato quello che avviene, non potrebbe mai immaginare quale sia lo scopo di tutte queste parti. Ma Crüger osservò sciami di grossi bombi visitare i giganteschi fiori di questa orchidea, non per suggerne il nettare, ma per mangiare le sporgenze carnose che sono situate entro la camera che sovrasta il secchiello; nel far questa operazione i bombi si spinsero

BOLLATI BORINGHIERI

l'un l'altro nel secchio, si bagnarono le ali e non poterono volar via, ma furono costretti a passare attraverso il corridoio formato dal getto d'acqua traboccante. Crüger vide una «continua processione» di bombi uscire così dal loro bagno involontario. Il passaggio è stretto, e ricoperto dallo stilo, così che l'ape, facendosi strada verso l'esterno, si strofina il dorso prima sullo stigma vischioso e poi sulle ghiandole vischiose delle masse di polline. Le masse di polline aderiscono al dorso della prima ape che attraversa il corridoio di un fiore da poco apertosi e vengono così portate via. Crüger mi ha mandato un fiore, conservato in alcool, contenente un'ape che egli aveva ucciso prima che fosse uscita dal passaggio e che aveva ancora le masse di polline attaccate sul dorso. Quando l'ape, così rifornita, vola su un altro fiore, o ritorna sullo stesso fiore, ed è spinta dalle sue compagne nel secchiello e quindi passa per il corridoio, necessariamente la massa di polline viene dapprima in contatto con lo stigma viscido, vi aderisce, e così il fiore è fecondato. Vediamo dunque la piena utilità di ogni parte del fiore, dei cornetti che secernono l'acqua, del secchiello a metà pieno d'acqua, che impedisce alle api di volare via, e le costringe a percorrere il canale, e a strofinarsi contro le viscide masse di polline, opportunamente situate, e contro il viscido stigma.

La struttura del fiore di un'altra orchidea molto affine a questa, cioè il *Catasetum*, è completamente differente, pur servendo allo stesso scopo; ed è ugualmente singolare. Le api visitano questo fiore, come quelle del *Coryanthes*, per rosicchiare il *labellum*; nel far questo, esse toccano inevitabilmente un lungo, sottile, sensibile prolungamento, che ho chiamato *antenna*. L'antenna, quando è toccata, trasmette una sensazione o vibrazione a una certa membrana che istantaneamente si rompe; la membrana libera una molla da cui la massa del polline è lanciata come una freccia nella direzione appropriata e aderisce con la sua estremità viscida al dorso dell'ape. La massa del polline della pianta maschile (poiché in questa orchidea i sessi sono separati) è così portata sul fiore della pianta femminile, dove viene posta a contatto con lo stigma, che è abbastanza vischioso per rompere certi fili elastici, e trattenere il polline: la fecondazione viene così effettuata.

Ci si può domandare come, negli esempi precedenti e in altri innumerevoli casi, si possano comprendere la scala graduata della complessità e i multiformi mezzi destinati a ottenere lo stesso scopo. E si può rispondere senza dubbio che, come già è stato osservato, quando variano due forme che già differiscono l'una dall'altra in lieve misura, la variabilità non sarà esattamente della stessa natura e di conseguenza i

BOLLATI BORINGHIERI

risultati ottenuti mediante la selezione naturale per lo stesso scopo generale non saranno gli stessi. Dobbiamo anche tener presente che ogni organismo altamente sviluppato è passato attraverso numerosi cambiamenti; e che ogni struttura modificata tende a essere ereditata, così che ciascuna modificazione non sarà immediatamente perduta del tutto, ma può essere nuovamente e ulteriormente trasformata. Perciò la struttura di ciascuna parte di ciascuna specie, a qualunque scopo essa possa servire, è la somma di molti cambiamenti ereditati, attraverso i quali la specie è passata durante i suoi successivi adattamenti alle mutate abitudini e condizioni di vita.

Infine, sebbene in molti casi sia difficilissimo persino fare la minima congettura sulle transizioni attraverso le quali gli organi sono pervenuti al loro stato attuale, pure, considerando come sia minimo il numero delle forme viventi e conosciute rispetto a quelle estinte e ignote, sono stupefatto pensando a quanto sia difficile trovare un organo di cui non si conoscano gradi di transizione. È vero che organi nuovi che sembrano essere stati creati per qualche scopo speciale, appaiono raramente o mai in qualsiasi essere; come in realtà è dimostrato da quel vecchio, e alquanto esagerato, canone della storia naturale «Natura non facit saltum». Noi ci imbattiamo in questa ammissione negli scritti di quasi tutti i naturalisti più competenti; o come si è ben espresso Milne-Edwards, la natura è prodiga di varietà, ma avara di innovazioni. Perché, secondo la teoria della creazione, ci sarebbero tante varietà e così poche novità reali? Perché tutte le parti e tutti gli organi di molti esseri indipendenti ognuno dei quali si suppone sia stato creato separatamente per il suo posto appropriato nella natura, sarebbero così comunemente collegati assieme da passaggi gradualisti? Perché la natura non avrebbe fatto salti improvvisi da una struttura a un'altra? In base alla teoria della selezione naturale possiamo chiaramente comprendere perché la natura non faccia questo: infatti la selezione naturale agisce soltanto profittando di lievi variazioni successive; essa non può mai fare un salto grande ed improvviso, ma deve avanzare a passi brevi e sicuri, benché lenti.

*Organi di scarsa importanza apparente, influenzati
dalla selezione naturale*

Poiché la selezione naturale agisce per la vita e per la morte – con la sopravvivenza degli individui più adatti e la distruzione di quelli meno

BOLLATI BORINGHIERI

adatti – ho talvolta avvertito una grande difficoltà per comprendere l'origine e la trasformazione di parti di scarsa importanza; difficoltà pressoché così grandi come nel caso degli organi più perfetti e complessi, sebbene di natura molto differente.

In primo luogo, siamo troppo ignoranti nei confronti dell'economia di un qualunque essere vivente, per poter dire quali modificazioni lievi siano importanti e quali non lo siano. In un precedente capitolo ho dato esempi di caratteri insignificanti, come la peluria dei frutti e il colore della loro polpa, il colore della pelle e dei peli dei quadrupedi, caratteri sui quali, essendo essi in correlazione con differenze costituzionali o determinando gli attacchi degli insetti, può certamente aver agito la selezione naturale. La coda della giraffa sembra uno scacciamosche artificialmente costruito; e a tutta prima sembra incredibile che essa possa essersi adattata al suo scopo attuale attraverso lievi modificazioni successive, ciascuna di esse sempre più adatta, per uno scopo così insignificante come quello di allontanare le mosche; eppure dovremmo riflettere prima di essere troppo assoluti anche in questo caso, poiché sappiamo che la distribuzione e l'esistenza del bestiame e di altri animali nell'America meridionale dipende assolutamente dal loro potere di resistenza agli attacchi degli insetti: cosicché gli individui che possono con qualsiasi mezzo difendersi da questi piccoli nemici, sono in grado di insediarsi in nuovi pascoli e ottenere così un grande vantaggio. Non è che i più grossi quadrupedi siano effettivamente distrutti (eccetto in qualche raro caso) dalle mosche, ma essi sono incessantemente molestati e la loro forza è ridotta, cosicché essi sono più soggetti alle malattie, o meno capaci di procurarsi il cibo al sopraggiungere della carestia, o di sfuggire agli animali predatori.

Organi che oggi hanno una scarsa importanza sono probabilmente stati in alcuni casi di grande importanza in un antico progenitore, e, dopo essersi lentamente perfezionati in un periodo anteriore, si sono trasmessi quasi nello stesso stato alle specie esistenti, pur essendo attualmente di utilità molto limitata; ma qualsiasi deviazione, effettivamente dannosa nelle loro strutture, sarebbe stata naturalmente impedita dalla selezione naturale. Osservando quanto sia importante la coda come organo di locomozione nella maggioranza degli animali acquatici, si può forse così spiegare la generale presenza e l'uso di essa per molti scopi in tanti animali terrestri, nei quali i polmoni o la modificata vescica natatoria denunciano l'origine acquatica. Una coda ben sviluppata, che si sia formata in un animale acquatico, può in seguito essersi modi-

BOLLATI BORINGHIERI

ficata per ogni sorta di usi, come scacciamosche, come organo di presa, come ausilio per girarsi, come nel caso del cane, sebbene l'ausilio in quest'ultimo caso deve essere minimo poiché la lepre, che è quasi priva di coda, si può girare ancora più rapidamente.

In secondo luogo, possiamo facilmente errare nell'attribuire importanza a certi caratteri, e nel credere che essi si siano sviluppati per selezione naturale. Non dobbiamo in alcun modo trascurare gli effetti della precisa azione di mutate condizioni di vita: delle cosiddette variazioni spontanee, che sembrano dipendere, in misura del tutto subordinata, dalla natura delle condizioni; della tendenza alla reversione di caratteri da tempo perduti; delle complesse leggi dell'accrescimento, come la correlazione, la compensazione, la pressione esercitata da una parte su un'altra ecc.; e infine della selezione sessuale, per opera della quale i caratteri utili a un sesso sovente vengono acquisiti e poi trasmessi più o meno perfettamente all'altro sesso, benché inutili a quest'ultimo. Ma le strutture così indirettamente acquisite, benché a tutta prima non vantaggiose a una specie, possono in seguito essere utilizzate dai suoi discendenti modificati, in nuove condizioni di vita e con nuove abitudini acquisite.

Se esistessero soltanto picchi verdi, e non sapessimo che esistono molti generi neri e variegati, oserei dire che avremmo considerato che il colore verde è un meraviglioso adattamento, per nascondere ai loro nemici questi uccelli, frequentatori degli alberi; e di conseguenza, che questo è un carattere importante, ed è stato acquisito per selezione naturale; invece, il colore è probabilmente dovuto soprattutto alla selezione sessuale. Una palma rampicante dell'Arcipelago malese si arrampica sugli alberi più alti con l'aiuto di uncini mirabilmente costruiti e disposti all'estremità dei rami, e senza dubbio questo meccanismo è della più alta utilità per la pianta; ma poiché osserviamo uncini pressoché simili in molti alberi che non sono rampicanti e che, come v'è ragione di credere in base alla distribuzione delle specie spinose nell'Africa e nell'America meridionale, servono come difesa dai quadrupedi, così gli aculei nella palma possono originariamente essersi sviluppati per questo scopo, e successivamente essersi perfezionati ed essere stati utilizzati dalla pianta, allorché essa subì ulteriori modificazioni e divenne rampicante. La pelle nuda della testa dell'avvoltoio è generalmente considerata come un diretto adattamento per la ricerca del cibo nelle sostanze putride; e così può essere, oppure può essere dovuto all'azione diretta delle sostanze putride; ma dobbiamo essere molto cauti a

BOLLATI BORINGHIERI

trarre una simile deduzione, dal momento che vediamo che la pelle della testa del tacchino maschio, che mangia sostanze pulite, è ugualmente nuda. Le suture nel cranio dei giovani mammiferi sono state prospettate come un bell'adattamento per facilitare il parto, e senza dubbio esse l'agevolano, o possono essere indispensabili per quest'atto; ma poiché le suture si riscontrano anche nel cranio di giovani uccelli e rettili, che hanno soltanto da uscire da un uovo rotto, possiamo dedurre che questa struttura è sorta dalle leggi dello sviluppo ed è stata utilizzata per il parto negli animali superiori.

Siamo profondamente ignoranti delle cause di ciascuna lieve variazione o differenza individuale; e ci rendiamo immediatamente conto di ciò se riflettiamo sulle differenze fra le razze dei nostri animali domestici nei diversi paesi, più specialmente nei paesi meno civilizzati dove vi è stata poca selezione metodica. Gli animali allevati dai selvaggi in paesi differenti, spesso devono lottare per il loro stesso sostentamento, e sono esposti in una certa misura alla selezione naturale, e individui con costituzioni lievemente differenti potrebbero riuscire meglio sotto climi diversi. Nel bestiame la suscettibilità agli attacchi delle mosche è in correlazione con il colore, come quella ad essere avvelenati da certe piante; così anche il colore sarebbe in tal modo soggetto all'azione della selezione naturale. Alcuni osservatori sono convinti che il clima umido influisce sulla crescita del pelo, e che v'è correlazione fra il pelo e le corna. Le razze di montagna differiscono sempre da quelle di pianura; e un paese montano probabilmente influirebbe sugli arti posteriori a cagione del maggior esercizio di essi, e forse anche sulla forma del bacino; e quindi, per la legge delle variazioni omologhe, gli arti anteriori e la testa sarebbero probabilmente influenzati. La forma del bacino potrebbe altresì influenzare con la pressione la forma di certe parti del feto nell'utero. La laboriosa respirazione necessaria nelle alte regioni tende ad aumentare le dimensioni del petto, come abbiamo buone ragioni di credere; e qui di nuovo la correlazione entrerebbe in gioco. Gli effetti della diminuzione dell'esercizio assieme all'abbondanza del cibo hanno probabilmente un'importanza ancora maggiore sull'intero organismo, e questa, come H. von Nathusius ha recentemente dimostrato nel suo eccellente trattato, sembra essere una delle principali cause delle grandi modificazioni subite dalle razze suine. Ma conosciamo troppo poco per speculare sull'importanza relativa delle varie cause di variazione, note e ignote; queste mie osservazioni hanno soltanto lo scopo di dimostrare che, se siamo incapaci di spiegare le differenze caratteri-

BOLLATI BORINGHIERI

stiche delle nostre diverse razze domestiche, che ciononostante sono generalmente considerate come prodotte per ordinaria generazione da uno o pochi ceppi progenitori, non dobbiamo attribuire troppo valore alla nostra ignoranza sulla causa precisa delle lievi differenze analoghe fra le specie vere.

Fino a qual punto sia vera la dottrina utilitaria. Della bellezza, e come sia raggiunta

Le precedenti osservazioni mi inducono a dire qualche parola sulla protesta ultimamente sollevata da alcuni naturalisti contro la dottrina utilitaria, secondo la quale ogni dettaglio della struttura è stato prodotto per il bene del suo possessore. Essi ritengono che molte strutture sono state create semplicemente per bellezza, per il diletto dell'uomo o del Creatore (quest'ultimo punto, però, è al di là del campo della discussione scientifica) o per puro amore di varietà, punto che abbiamo già discusso. Tale dottrina, se fondata, sarebbe assolutamente fatale alla mia teoria. Concordo completamente che molte strutture non siano oggi di diretta utilità ai loro possessori, e possano essere state di nessuna utilità ai loro progenitori; ma ciò non prova che esse siano state create solo per bellezza o per varietà. Senza dubbio l'azione definita delle mutate condizioni, e le varie cause di modificazione, ultimamente specificate, hanno prodotto tutte un effetto, probabilmente grande, indipendentemente da qualsiasi vantaggio così acquisito. Ma una considerazione ancor più importante è che la parte fondamentale dell'organizzazione di ogni essere vivente è dovuta all'eredità; e di conseguenza, sebbene ogni essere sia certamente ben adattato al suo posto nella natura, molte strutture non hanno oggi nessuno stretto e diretto rapporto con le attuali abitudini di vita. Così possiamo difficilmente credere che i piedi palmati dell'oca di montagna o della fregata abbiano una particolare utilità per questi uccelli; non possiamo credere che le ossa similari del braccio della scimmia, della zampa anteriore del cavallo, dell'ala del pipistrello, e della pinna della foca, siano di speciale utilità a questi animali. Possiamo tranquillamente attribuire queste strutture all'eredità. Ma senza dubbio i piedi palmati furono utili al progenitore dell'oca di montagna e della fregata, così come lo sono oggi alla maggior parte degli uccelli acquatici viventi. Così possiamo credere che il progenitore della foca possedesse non una pinna ma un piede

BOLLATI BORINGHIERI

con cinque dita adatte a camminare o afferrare; e possiamo inoltre congetturare che le diverse ossa degli arti della scimmia, del cavallo, del pipistrello, si siano originariamente sviluppate secondo il principio della utilità, probabilmente attraverso la riduzione di ossa più numerose della pinna di qualche antenato pisciforme, progenitore dell'intera classe. È molto difficile decidere quanta parte dobbiamo attribuire a queste cause di cambiamento, come l'azione definita delle condizioni esterne, le cosiddette variazioni spontanee, e le complesse leggi dello sviluppo; ma, con queste importanti eccezioni, possiamo concludere che la struttura di ogni essere vivente è attualmente, o è stata in passato, di qualche diretta o indiretta utilità al suo possessore.

Riguardo all'opinione che gli esseri viventi siano stati creati belli per il diletto dell'uomo – opinione che come ho detto è sovvertitrice di tutta la mia teoria – posso in primo luogo rilevare che il senso della bellezza ovviamente dipende dalla natura della mente, indipendentemente da qualsiasi qualità reale dell'oggetto ammirato; e che l'idea di che cosa è bello non è innata né invariabile. Vediamo questo, ad esempio, nell'ammirazione degli uomini di diverse razze per tipi completamente differenti di bellezza delle donne. Se gli oggetti belli fossero stati creati soltanto per il piacere dell'uomo, si dovrebbe dimostrare che prima della comparsa dell'uomo c'era sulla faccia della terra meno bellezza che dopo la sua comparsa sulla scena. Le meravigliose conchiglie di *Voluta* e di *Conus* dell'epoca eocenica, e le ammoniti elegantemente scolpite del periodo secondario, sarebbero forse state create perché l'uomo dopo migliaia di anni potesse ammirarle nei suoi gabinetti? Poche cose sono più belle dei minuti astucci silicei delle diatomee; e questi dovrebbero essere stati creati per essere esaminati e ammirati dall'uomo attraverso l'ingrandimento del microscopio? In questo ultimo caso e in molti altri, la bellezza sembra interamente dovuta alla simmetria dell'accrescimento. I fiori sono considerati tra i più bei prodotti della natura; ma essi sono stati resi appariscenti in contrasto con le foglie verdi, e perciò belli al tempo stesso, sì da poter essere agevolmente notati dagli insetti. Sono giunto a questa conclusione perché ho scoperto l'invariabile regola, che quando un fiore è fecondato dal vento non ha mai la corolla vivacemente colorata. Molte piante producono abitualmente due tipi di fiori: un tipo colorato che attrae gli insetti; l'altro chiuso, non colorato, privo di nettare, e mai visitato dagli insetti. Possiamo perciò concludere che, se gli insetti non si fossero sviluppati sulla faccia della terra, le nostre piante non si sarebbero mai orna-

BOLLATI BORINGHIERI

te di magnifici fiori, ma avrebbero prodotto solo fiori modesti, come quelli che vediamo nell'abete, nella quercia, nel noce e nel frassino, nelle graminacee, negli spinaci, nelle ortiche, nelle romici che sono tutti fecondati dal vento. La stessa linea di ragionamento vale per i frutti; tutti ammetteranno che una fragola o una ciliegia matura siano gradevoli per l'occhio come per il palato; che i frutti vivacemente colorati dell'evonimo e le bacche scarlatte dell'agrifoglio siano begli oggetti. Ma questa bellezza serve soltanto come guida agli uccelli e ai quadrupedi, affinché il frutto possa esser mangiato e il seme possa esser disseminato con gli escrementi: questa conclusione si basa sul fatto che non ho mai trovato finora nessuna eccezione alla regola che i semi vengano sempre in tal guisa disseminati quando sono racchiusi entro frutti di qualsiasi tipo (cioè entro un involucreo carnoso o polposo) se il frutto è colorato a tinte brillanti, o reso appariscente dall'essere bianco o nero.

D'altra parte, sono disposto ad ammettere che un gran numero di animali maschi, come tutti i nostri uccelli più splendidi, alcuni pesci, rettili e mammiferi, e una schiera di farfalle dai magnifici colori, siano stati resi belli semplicemente per bellezza; ma questo è stato effettuato attraverso la selezione sessuale, cioè perché i più bei maschi sono stati sempre preferiti dalle femmine, e non per il diletto dell'uomo. Così è per il canto degli uccelli. Da tutto questo possiamo dedurre che un gusto pressoché uguale per i bei colori e per i suoni musicali si manifesta in gran parte del regno animale. Quando la femmina è provvista di bei colori come il maschio, come avviene non di rado negli uccelli e nelle farfalle, la causa sembra risiedere nel fatto che i colori acquisiti attraverso la selezione sessuale sono stati trasmessi a entrambi i sessi, anziché al solo maschio. Come il senso della bellezza nella sua forma più semplice – cioè la recezione di un particolare piacere derivante da certi colori, forme e suoni – si sia per la prima volta sviluppato nell'uomo e negli animali inferiori, è una questione nient'affatto chiara. Lo stesso tipo di difficoltà si presenta se indaghiamo perché alcuni sapori e alcuni odori procurano diletto, e altri dispiacciono. L'abitudine in tutti questi casi sembra abbia giocato, entro certi limiti; ma ci deve essere qualche causa fondamentale nella costituzione del sistema nervoso di ciascuna specie.

La selezione naturale non può produrre modificazioni in una specie esclusivamente a vantaggio di un'altra specie; benché nella natura una specie continuamente si avvantaggi e si approfitti della struttura di altre.

BOLLATI BORINGHIERI

Ma la selezione naturale spesso può produrre e produce strutture direttamente nocive ad altri animali: per esempio il dente del veleno della vipera, o l'ovipositore dell'icneumone, con il quale le uova vengono deposte nel corpo vivente di altri insetti. Se si potesse provare che una qualsiasi parte della struttura di una specie è stata formata per esclusivo beneficio di un'altra specie, ciò distruggerebbe la mia teoria, poiché quella parte non potrebbe essersi prodotta attraverso la selezione naturale. Sebbene si trovino nei lavori di storia naturale molte affermazioni a questo riguardo, non posso trovarne neppure una che a mio giudizio sembri avere un qualsiasi peso. Si ammette che il serpente a sonagli ha un dente del veleno per la sua propria difesa e per la distruzione della preda; ma alcuni autori suppongono che allo stesso tempo è provvisto di sonagli a suo danno, cioè per avvertire la preda. Sarei tentato di credere che il gatto muove l'estremità della coda quando si prepara a scattare, per avvertire il condannato topo. È molto più verosimile l'opinione che il serpente a sonagli usi il sonaglio, il cobra gonfi il collare e la vipera si rigonfi mentre emette il sibilo così acuto e stridente, per spaventare i molti uccelli e animali che com'è noto attaccano anche le specie più velenose. I serpenti agiscono con lo stesso principio per cui la chiocchia drizza le penne e allarga le ali quando un cane si avvicina ai pulcini; ma qui mi manca lo spazio per diffondermi sui numerosi modi con cui gli animali cercano di spaventare i loro nemici.

La selezione naturale non produrrà mai in un essere una qualsiasi struttura che sia più dannosa che benefica per detto essere, poiché la selezione naturale agisce soltanto mediante il bene e per il bene di ciascuno. Nessun organo si formerà, come ha osservato Paley, allo scopo di causare dolore o procurare danno al suo possessore. Se si facesse un equo bilancio del bene e del male causato da ciascuna parte, si troverebbe che ciascuna è nel complesso vantaggiosa. Col passare del tempo, in varianti condizioni di vita, se una parte diventerà dannosa, sarà modificata; o, altrimenti, l'organismo si estinguerà, come è avvenuto milioni di volte.

La selezione naturale tende solamente a rendere ciascun essere vivente altrettanto perfetto, o un po' più perfetto, degli altri abitanti dello stesso paese con cui entra in concorrenza. E vediamo che questo è il livello di perfezione che si raggiunge in natura. Le produzioni indigene della Nuova Zelanda, per esempio, sono perfette se confrontate l'una con l'altra; ma esse vanno rapidamente cedendo all'invasione delle avanzanti legioni di piante e di animali introdotti dall'Europa. La sele-

BOLLATI BORINGHIERI

zione naturale non produrrà la perfezione assoluta, né ritroviamo mai, per quanto possiamo giudicare, questo alto livello in natura. La correzione delle aberrazioni luminose, dice Müller, non è perfetta neppure in quel perfettissimo organo che è l'occhio umano. Helmholtz, di cui nessuno vorrà discutere la grande abilità di giudizio, dopo aver descritto con i più forti termini i meravigliosi poteri dell'occhio umano, aggiunge queste notevoli parole: «Ciò che abbiamo scoperto sulla via dell'inesattezza e dell'imperfezione nella macchina ottica e nell'immagine sulla retina, è niente in confronto con le incongruenze che abbiamo or ora riscontrato nel campo della sensazione. Si potrebbe dire che la natura si diletta ad accumulare contraddizioni al fine di scuotere tutti i fondamenti della teoria di un'armonia preesistente tra il mondo interno e quello esterno». Se la nostra ragione ci porta ad ammirare con entusiasmo una moltitudine di innumerevoli congegni della natura, la stessa ragione ci dice che, benché possiamo facilmente errare in un senso o nell'altro, taluni altri congegni sono meno perfetti. Possiamo considerare perfetto il pungiglione dell'ape, che, impiegato contro molti tipi di nemici, non può essere ritirato, a causa dei dentelli volti all'indietro, e che così inevitabilmente causa la morte dell'insetto per strappamento dei visceri? Se consideriamo che il pungiglione dell'ape sia esistito in un remoto progenitore come uno strumento perforante e dentellato, come quello di molti membri dello stesso grande ordine, e che esso in seguito si sia modificato ma non perfezionato per il suo scopo attuale, col veleno originariamente atto ad altro scopo, come quello di produrre galle, di poi potenziato, possiamo forse comprendere com'è che l'uso del pungiglione causi così spesso la morte dell'insetto stesso: poiché se in complesso la capacità di pungere risulta utile alla comunità sociale, essa soddisferebbe a tutti i requisiti della selezione naturale, sebbene possa causare la morte di alcuni membri. Se ammiriamo la straordinaria capacità olfattiva con la quale i maschi di molti insetti trovano le loro femmine, possiamo noi ammirare la produzione per quest'unico scopo di migliaia di fuchi, che sono del tutto inutili alla comunità per qualsiasi altro scopo, e che sono infine massacrati dalle loro industrie e sterili sorelle? Può essere difficile, ma dobbiamo ammirare il selvaggio odio istintivo dell'ape regina, che la spinge a distruggere le giovani regine, sue figlie, appena nate, o a perire essa stessa nel combattimento; poiché ciò che essa fa è indubbiamente per il bene della comunità; e l'amore materno o l'odio materno, sebbene quest'ultimo fortunatamente sia molto raro, sono del tutto uguali di fronte all'inesorabile

BOLLATI BORINGHIERI

principio della selezione naturale. Se ammiriamo i vari ingegnosi meccanismi con cui le orchidee e molte altre piante sono fecondate per il tramite degli insetti, possiamo noi considerare come ugualmente perfetta la produzione di dense nubi di polline da parte dei nostri abeti, cosicché qualche granello possa essere trasportato dal caso sugli ovuli?

Sommario: la legge dell'unità di tipo e delle condizioni di esistenza è compresa nella teoria della selezione naturale

In questo capitolo abbiamo discusso alcune difficoltà e obiezioni che si possono avanzare contro la teoria. Molte di queste sono serie; ma io credo che nel corso della discussione sia stata fatta luce su diversi fatti, che in base alla credenza di atti indipendenti di creazione restano completamente oscuri. Abbiamo visto che le specie in qualsiasi periodo non sono indefinitamente variabili e non sono collegate assieme da una moltitudine di gradazioni intermedie, in parte perché il processo della selezione naturale è sempre molto lento, e in un tempo determinato agisce soltanto su poche forme; e in parte perché lo stesso processo della selezione naturale implica la continua sostituzione ed estinzione delle gradazioni precedenti e intermedie. Specie strettamente affini, attualmente viventi su un'area continua, devono essersi sovente formate quando l'area non era continua, e quando le condizioni di vita non presentavano gradazioni insensibili da una parte a un'altra. Quando si formano due varietà in due zone di un'area continua, si formerà spesso una varietà intermedia, adatta per una zona intermedia; ma per le ragioni esposte, la varietà intermedia esisterà generalmente in numero minore delle due forme che essa collega; di conseguenza queste due forme, nel corso di ulteriori modificazioni, esistendo in maggior numero, avranno un grande vantaggio sulla meno numerosa varietà intermedia, e riusciranno generalmente a soppiantarla e sterminarla.

In questo capitolo abbiamo visto che dovremmo essere molto cauti prima di concludere che le più diverse abitudini di vita non si possano graduare l'una nell'altra; che un pipistrello, ad esempio, non può essersi formato per selezione naturale da un animale che dapprima era capace soltanto di volo planato.

Abbiamo visto che in nuove condizioni di vita una specie può cambiare abitudini; oppure può avere abitudini diversificate, alcune delle

BOLLATI BORINGHIERI

quali molto dissimili da quelle dei suoi più vicini congeneri. Possiamo perciò comprendere, tenendo presente che ogni essere vivente cerca di vivere ovunque può, come sia avvenuto che vi sono oche (bernacce di Magellano) con i piedi palmati, picchi terricoli, merli tuffatori e procellarie con le abitudini delle alche.

L'opinione che un organo perfetto come l'occhio abbia potuto formarsi per selezione naturale, è sufficiente a stupire chiunque; eppure nel caso di un qualsiasi organo, se conosciamo una lunga serie di gradazioni nella sua complessità, ognuna vantaggiosa per il suo possessore, allora, in varianti condizioni di vita, non v'è alcuna logica impossibilità nell'acquisizione di un qualsiasi concepibile grado di perfezione per mezzo della selezione naturale. Nei casi in cui non conosciamo stadi intermedi o di transizione, dovremmo essere estremamente cauti prima di concludere che non possono essere esistiti, poiché le metamorfosi di molti organi mostrano quali meravigliosi cambiamenti della funzione sono almeno possibili. Ad esempio una vescica natatoria si è, a quanto sembra, trasformata in polmone. Lo stesso organo che contemporaneamente espliciti funzioni molto differenti, e che quindi si sia in parte o in tutto specializzato per una sola funzione; e due distinti organi che nello stesso tempo esplichino la medesima funzione, essendosi l'uno perfezionato con l'aiuto dell'altro: ecco ciò che spesso deve aver largamente facilitato le transizioni.

Abbiamo visto che, in due esseri molto lontani l'uno dall'altro nella scala naturale, gli organi destinati allo stesso scopo e all'apparenza esterna molto simili possono essersi formati separatamente e indipendentemente; ma quando tali organi vengono attentamente esaminati, si possono quasi sempre scoprire differenze essenziali nella loro struttura; e questo naturalmente deriva dal principio della selezione naturale. D'altra parte, la regola generale della natura è l'infinita diversità di struttura per raggiungere lo stesso scopo; e anche questo discende dallo stesso grande principio.

In molti casi siamo troppo ignoranti per poter affermare che una parte o un organo è così poco importante per il benessere della specie, che le modificazioni della sua struttura non possono essersi lentamente accumulate per mezzo della selezione naturale. In molti altri casi, le modificazioni sono probabilmente il risultato diretto delle leggi della variazione o dello sviluppo, indipendentemente da ogni vantaggio così acquisito. Ma anche queste strutture, possiamo esserne sicuri, sovente sono state successivamente utilizzate e ancora ulteriormente modifica-

BOLLATI BORINGHIERI

te per il bene della specie in nuove condizioni di vita. Possiamo altresì ritenere che una parte che un tempo aveva grande importanza si sia spesso conservata (come la coda di un animale acquatico nei suoi discendenti terrestri), sebbene sia divenuta così poco importante da non poter essere stata acquisita, allo stato attuale, per mezzo della selezione naturale.

La selezione naturale non può produrre nulla in una specie per l'esclusivo vantaggio o danno di un'altra, sebbene possa ben produrre parti, organi, ed escrezioni molto utili o anche indispensabili, oppure altamente dannose ad altre specie, ma in tutti i casi utili a chi le possiede. In ogni paese ben popolato la selezione naturale agisce tramite la concorrenza degli abitanti, e di conseguenza porta al successo nella battaglia per la vita, soltanto in relazione con il livello di quel particolare paese. Perciò gli abitanti di un paese, generalmente il più piccolo, spesso soccombono di fronte agli abitanti di un altro paese, generalmente il più grande. Infatti nel paese più grande saranno esistiti più individui e più forme differenziate, e la concorrenza sarà stata più severa, e di conseguenza il livello di perfezione sarà stato reso più elevato. La selezione naturale non condurrà necessariamente all'assoluta perfezione; né, per quanto possiamo giudicare con le nostre limitate facoltà, si può pensare che l'assoluta perfezione esista in alcun luogo.

In base alla teoria della selezione naturale possiamo chiaramente comprendere tutto il significato del vecchio canone della storia naturale «Natura non facit saltum». Se guardiamo soltanto agli attuali abitanti del mondo, questo canone non è rigorosamente esatto; ma se includiamo tutti quelli, conosciuti o sconosciuti, dei tempi passati, deve essere in base a questa teoria rigorosamente vero.

Si ammette generalmente che tutti gli esseri viventi si sono formati in base a due grandi leggi: l'unità di tipo e le condizioni di esistenza. Unità di tipo significa quella concordanza fondamentale nella struttura che vediamo negli esseri viventi della stessa classe, e che è del tutto indipendente dalle loro abitudini di vita. Secondo la mia teoria, l'unità di tipo è spiegata dall'unità di discendenza. L'espressione delle condizioni di esistenza, su cui così spesso ha insistito l'illustre Cuvier, è interamente compresa nel principio della selezione naturale. Infatti la selezione naturale agisce o adattando oggi le varie parti di ogni essere alle sue condizioni organiche e inorganiche di vita; o avendole adattate in periodi passati: gli adattamenti essendo in molti casi aiutati dall'aumentato uso o non uso delle parti, influenzati dalla diretta azione delle

condizioni esterne di vita, e sottoposti in tutti i casi alle diverse leggi dello sviluppo e della variazione. Quindi, in realtà, la legge delle condizioni di esistenza è di fatto la legge più alta; poiché comprende, attraverso l'eredità delle variazioni e degli adattamenti anteriori, quella dell'unità di tipo.

Dedicherò questo capitolo all'esame delle diverse obiezioni che sono state sollevate contro le mie ipotesi, sì che alcune delle precedenti discussioni possano così essere chiarite; ma sarebbe inutile esaminarle tutte, poiché molte sono state poste da scrittori che non si sono dati la pena di comprendere il soggetto. Così un distinto naturalista tedesco ha sostenuto che la parte più debole della mia teoria risiede nel fatto che io considero tutti gli esseri viventi come imperfetti: veramente io ho detto che essi non sono così perfetti come potrebbero essere in relazione alle loro condizioni; come è dimostrato nel caso di tante forme indigene che, in molte parti del mondo, hanno ceduto il posto alle invadenti forestiere. Né possono gli esseri viventi, anche se in un qualsiasi periodo siano stati perfettamente adatti alle loro condizioni di vita, esser rimasti tali quando quelle condizioni siano cambiate, a meno che essi stessi non siano cambiati conformemente; e nessuno potrà contestare che le condizioni fisiche di ciascun paese, così come il numero e la qualità dei suoi abitanti, abbiano subito molte modificazioni.

Un critico ha recentemente sostenuto, con una qualche parvenza di accuratezza matematica, che la longevità è un grande vantaggio per tutte le specie, per cui chi crede nella selezione naturale «deve sistemare il suo albero genealogico» in maniera tale che tutti i discendenti abbiano vita più lunga dei loro progenitori! Il nostro critico non può concepire che una pianta biennale o un animale inferiore possano diffondersi in un clima freddo e ivi perire ogni inverno; e che tuttavia, a cagione dei vantaggi acquisiti grazie alla selezione naturale, possano sopravvivere di anno in anno per mezzo dei semi o delle uova? Edwin Ray Lankester ha recentemente discusso tale questione, ed è arrivato a concludere, per quanto la sua estrema complessità gli consenta di formulare un giudizio, che la longevità è generalmente in rapporto al livello di ciascuna

specie nella scala dell'organizzazione, e anche al complessivo dispendio nella riproduzione e nell'attività generale. E queste condizioni probabilmente sono state in larga misura determinate per mezzo della selezione naturale.

È stato affermato che poiché nessuno degli animali e delle piante dell'Egitto, di cui sappiamo qualcosa, è cambiato durante gli ultimi tre o quattromila anni, probabilmente nessun altro è cambiato in altra parte del mondo. Ma, come ha rilevato G. H. Lewes, questo tipo di argomentazione è forzato; è vero che le antiche razze domestiche, raffigurate nei monumenti egiziani o imbalsamate, sono molto simili o persino identiche a quelle attualmente viventi, però tutti i naturalisti ammettono che tali razze sono state prodotte attraverso la modificazione dei loro tipi originari. I molti animali che sono rimasti immutati fin dall'inizio del periodo glaciale, avrebbero rappresentato un caso incomparabilmente più decisivo, in quanto sono stati esposti a grandi cambiamenti di clima e hanno migrato su grandi distanze; mentre in Egitto, durante le ultime migliaia di anni, le condizioni di vita, per quanto sappiamo, sono rimaste assolutamente uniformi. Il fatto che dal periodo glaciale non si siano verificate modificazioni, o ve ne siano state soltanto di lievi, avrebbe qualche valore contro l'ipotesi di una innata e necessaria legge dello sviluppo, ma è impotente contro la dottrina della selezione naturale o della sopravvivenza del più adatto, la quale implica che quando variazioni o differenze individuali di natura vantaggiosa avvengano, esse siano conservate; ma questo si effettua solo in certe condizioni favorevoli.

Il celebre paleontologo Bronn, al termine della sua traduzione in tedesco di questo libro, si domanda: come, in base al principio della selezione naturale, una varietà può vivere fianco a fianco della specie progenitrice? Se ambedue si sono adattate ad abitudini di vita o condizioni leggermente diverse, esse potranno vivere insieme; e se mettiamo da parte le specie polimorfe, in cui la variabilità sembra di natura peculiare, e tutte le variazioni semplicemente temporanee, come le dimensioni, l'albinismo ecc., rileviamo generalmente che le varietà più permanenti abitano, per quanto ho potuto constatare, stazioni distinte, come altipiani o bassipiani, regioni asciutte o umide. Inoltre, nel caso di animali che si spostano molto e che si incrociano liberamente, le loro varietà sembrano essere generalmente confinate in regioni distinte.

Bronn sostiene anche che specie distinte non differiscono mai l'una dall'altra in caratteri singoli, ma in molte parti; e domanda: come mai

BOLLATI BORINGHIERI

accade sempre che molte parti dell'organismo si siano modificate nello stesso tempo attraverso la variazione e la selezione naturale? Ma non è necessario supporre che tutte le parti di un qualsiasi essere si siano modificate contemporaneamente. Le più sorprendenti modificazioni eccellentemente adattate a un qualche scopo, potrebbero, come è stato precedentemente rilevato, essere acquisite per mezzo di variazioni successive, se lievi, prima in una parte e poi in un'altra; e poiché esse sarebbero trasmesse tutte insieme, ci apparirebbero come se si fossero sviluppate contemporaneamente. La migliore risposta, tuttavia, alla precedente obiezione è data da quelle razze domestiche che sono state modificate dall'azione selettiva dell'uomo per qualche scopo particolare. Consideriamo il cavallo da corsa e da tiro, o il levriero e il mastino. La loro intera struttura e anche le caratteristiche mentali sono state modificate; ma se potessimo seguire in ogni passo la storia della loro trasformazione – e gli ultimi passi possono esser seguiti – non troveremmo cambiamenti grandi e simultanei, ma cambiamenti lievi e miglioramenti prima di una parte e poi di un'altra. Anche quando la selezione è stata applicata dall'uomo soltanto a qualche carattere – della qual cosa le nostre piante coltivate offrono gli esempi migliori – troveremo invariabilmente che sebbene la parte interessata, sia essa il fiore, il frutto, o le foglie, sia stata in gran misura cambiata, quasi tutte le altre parti si sono lievemente modificate. Ciò può essere attribuito in parte al principio della correlazione dell'accrescimento, in parte alla cosiddetta variazione spontanea.

Un'obiezione molto più seria è stata sollevata da Bronn e recentemente da Broca, cioè che molti caratteri sembrano del tutto inutili a chi li possiede, e non possono perciò essere stati influenzati dalla selezione naturale. Bronn cita la lunghezza delle orecchie e della coda nelle diverse specie di lepri e topi, le complesse pieghe dello smalto nei denti di molti animali, e una moltitudine di casi analoghi. Relativamente alle piante, tale questione è stata discussa da Nägeli in un mirabile saggio. Egli ammette che la selezione naturale abbia molta parte, ma insiste che le famiglie delle piante differiscono principalmente l'una dall'altra per caratteri morfologici, che sembrano essere del tutto privi d'importanza per il benessere delle specie. Di conseguenza egli crede in una tendenza innata verso uno sviluppo progressivo e più perfetto. Egli cita la disposizione delle cellule nei tessuti, e delle foglie sul fusto, come casi in cui la selezione naturale non avrebbe potuto agire. A questo si possono aggiungere le divisioni numeriche delle parti del fiore, la posizio-

BOLLATI BORINGHIERI

ne degli ovuli, la forma dei semi, quando non sia di alcuna utilità per la disseminazione ecc.

Questa obiezione è molto seria. Tuttavia, in primo luogo dobbiamo essere molto cauti nel pretendere di decidere quali strutture siano oggi, o siano state in passato, utili a ciascuna specie. In secondo luogo, dobbiamo sempre tener presente che quando una parte si modifica, così avverrà per altre parti, per determinate cause non bene accertate, come l'aumento o la diminuzione del flusso nutritivo in una parte, la pressione reciproca, l'influenza di una parte sviluppata precedentemente su un'altra sviluppatasi successivamente, e così di seguito, come pure per altre cause che portano a molti misteriosi casi di correlazione, che non comprendiamo affatto. Per brevità possiamo raggruppare insieme tutte queste cause sotto l'espressione di leggi dell'accrescimento. In terzo luogo, dobbiamo tener conto dell'azione diretta e definita delle mutate condizioni di vita, e delle cosiddette variazioni spontanee, su cui la natura delle condizioni sembra avere una parte del tutto subordinata. Le variazioni delle gemme, come la comparsa di una rosa muscosa su un rosaio comune, o di una pesca noce su un albero di pesco, offrono buoni esempi di variazioni spontanee; ma anche in questi casi, se teniamo presente il potere di una gocciolina di veleno nel produrre complesse galle, non dobbiamo sentirci troppo sicuri del fatto che le suddette variazioni non siano l'effetto di un qualche cambiamento locale nella qualità della linfa, dovuto a qualche cambiamento delle condizioni. Deve esservi una valida causa per ciascuna lieve differenza individuale, così come per le più spiccate variazioni che sorgono occasionalmente; e se la causa sconosciuta dovesse agire persistentemente, è quasi certo che tutti gli individui della specie sarebbero similmente modificati.

Nelle precedenti edizioni di quest'opera ho sottovalutato, come sembra oggi probabile, la frequenza e l'importanza delle modificazioni dovute alla variabilità spontanea. Ma è impossibile attribuire a questa causa le innumerevoli strutture così bene adattate alle abitudini di vita di ciascuna specie. Non lo posso credere, così come non posso credere che le forme bene adattate di un cavallo da corsa o di un levriero, che prima che fosse ben compreso il principio della selezione per opera dell'uomo suscitavano tanta sorpresa nella mente dei vecchi naturalisti, possano essere in tal modo spiegate.

Può essere utile illustrare alcune delle osservazioni precedenti. Riguardo alla supposta inutilità di varie parti e organi, è appena necessario osservare che anche negli animali superiori e meglio conosciuti esi-

stono molte strutture così altamente sviluppate che nessuno può metterle in dubbio l'importanza; eppure il loro uso non è stato accertato, o lo è stato solo recentemente. Poiché il Bronn cita la lunghezza delle orecchie e della coda in diverse specie di topi come esempi, sebbene insignificanti, di differenze di struttura che possono essere di nessuna speciale utilità, posso ricordare che, secondo il dottor Schöbl, le orecchie esterne del topo comune sono fornite in maniera straordinaria di nervi, così che esse senza dubbio servono da organi tattili; di conseguenza la lunghezza delle orecchie non può essere senza importanza. Vedremo anche che la coda è un organo prensile altamente utile ad alcune specie e che il suo uso è molto influenzato dalla lunghezza.

Riguardo alle piante, per le quali in considerazione del saggio di Nägeli mi limiterò alle osservazioni che seguono, si ammetterà che i fiori delle orchidee presentano una moltitudine di strutture bizzarre, che pochi anni or sono sarebbero state considerate come mere differenze morfologiche senza alcuna funzione speciale; ma attualmente è noto che esse sono della massima importanza per la fecondazione della specie per mezzo degli insetti, e probabilmente sono state acquisite per selezione naturale. Nessuno, fino a poco tempo fa, avrebbe immaginato che nelle piante dimorfiche e trimorfiche le differenti lunghezze degli stami e dei pistilli, e la loro disposizione, potessero avere una qualsiasi utilità, ma oggi sappiamo che questa è la realtà dei fatti.

In certi interi gruppi di piante gli ovuli sono eretti, e in altri sono sospesi; e nello stesso ovario di qualche pianta, un ovulo ha la prima posizione e un altro ovulo la seconda. A prima vista queste posizioni sembrano puramente morfologiche, e senza significato fisiologico; ma il dottor Hooker mi fa sapere che, nello stesso ovario, sono fecondati in alcuni casi soltanto gli ovuli superiori, e in altri casi soltanto gli inferiori; ed egli suggerisce che questo probabilmente dipende dalla direzione secondo la quale i tubi pollinici entrano nell'ovario. Se è così, la posizione degli ovuli, anche quando in uno stesso ovario uno è eretto e l'altro sospeso, dipenderebbe dalla selezione di ogni lieve deviazione nella posizione che avesse favorito la fecondazione e la produzione di semi.

Parecchie piante appartenenti a ordini distinti producono abitualmente due tipi di fiori, uno aperto e di struttura normale, l'altro chiuso e imperfetto. Questi due tipi di fiori differiscono talvolta straordinariamente nella struttura, eppure nella stessa pianta si vedono forme gradualmente di passaggio dall'uno all'altro. I fiori normali e aperti possono incrociarsi, assicurando così i benefici che derivano da questo proces-

BOLLATI BORINGHIERI

so. Tuttavia i fiori chiusi e imperfetti assumono manifestamente grande importanza, in quanto producono con la massima sicurezza una grande quantità di semi, con un consumo minimo di polline. Come già ho detto, i due tipi di fiori sovente differiscono molto nella struttura. Nei fiori imperfetti i petali sono quasi sempre rudimentali, e i granelli di polline sono ridotti di diametro. Nell'*Ononis columnæ* cinque degli stami alterni sono rudimentali; e in alcune specie di *Viola*, tre stami sono in queste condizioni, due conservano la loro funzione ma sono di dimensioni molto piccole. Su trenta fiori chiusi di una violetta indiana (di cui non conosco il nome, poiché le piante non hanno mai prodotto da me fiori perfetti), in sei, i sepali sono ridotti dal numero normale di cinque a tre. In una sezione delle malpighiacee i fiori chiusi, secondo Antoine de Jussieu, sono ancora più modificati, poiché i cinque stami opposti ai sepali sono tutti abortiti, e si è sviluppato soltanto un sesto stame, opposto a un petalo, che non è presente nei fiori ordinari di questa specie; lo stilo è abortito; e gli ovari ridotti da tre a due. La selezione naturale può aver avuto il potere di prevenire lo sbocciare di alcuni fiori, e di ridurre la quantità di polline, quando reso superfluo dalla chiusura dei fiori, e tuttavia una qualsiasi delle suddette modificazioni speciali difficilmente può essere stata determinata in tal modo, ma deve essere stata determinata dalle leggi dell'accrescimento, compresa l'inattività funzionale di parti, durante la progressiva riduzione del polline e la chiusura dei fiori.

È talmente fondamentale valutare gli importanti effetti delle leggi dell'accrescimento che darò alcuni esempi d'altro tipo, cioè delle differenze nella stessa parte o organo, dovute alla differenza nella posizione relativa sulla stessa pianta. Nel castagno spagnolo, e in certi abeti, gli angoli di divergenza delle foglie differiscono, secondo Schacht, nei rami quasi orizzontali e nei rami verticali. Nella ruta comune e in qualche altra pianta, un fiore, generalmente quello centrale o quello terminale, si apre per primo, e ha cinque sepali e cinque petali e cinque logge nell'ovario; mentre tutti gli altri fiori della pianta sono tetrameri. Nell'*Adoxa* inglese il fiore superiore ha generalmente il calice con due lobi e gli altri organi tetrameri, mentre i fiori circostanti hanno generalmente il calice con tre lobi e gli altri organi pentameri. In molte composite e ombrellifere (e in alcune altre piante) i fiori periferici hanno la corolla molto più sviluppata di quelli del centro; e questo sembra spesso in rapporto con l'aborto degli organi riproduttivi. Un fatto più curioso, precedentemente segnalato, è che gli acheni o i semi periferici e centrali

BOLLATI BORINGHIERI

differiscono talvolta grandemente per la forma, il colore e altri caratteri. Nel *Carthamus* e in alcune altre composite solo gli acheni centrali sono muniti di pappo; e nello *Hyoseris* lo stesso capolino produce acheni di tre forme differenti. In certe ombrellifere i semi esterni, secondo Tausch, sono ortospermi, e solo il seme centrale celospermo, e questo è un carattere che Alphonse de Candolle considerò della più grande importanza sistematica in altre specie. Il professor Braun menziona un genere di *Fumariacee*, in cui i fiori della parte inferiore dell'infiorescenza portano capsule ovali, costate e provviste di un solo seme; e nella parte superiore dell'infiorescenza, silique lanceolate, con due valve e due semi. In questi diversi casi, a eccezione di quello dei fiori periferici ben sviluppati, che rendono i fiori vistosi per gli insetti, la selezione naturale, per quanto possiamo giudicare, non può avere agito, o può aver agito soltanto in maniera del tutto subordinata. Tutte queste modificazioni derivano dalla posizione relativa e dall'interazione delle parti; e difficilmente si può mettere in dubbio che se tutti i fiori e le foglie della stessa pianta fossero stati sottoposti alle stesse condizioni esterne ed interne, come lo sono fiori e foglie in certe posizioni, si sarebbero modificati tutti nello stesso modo.

In molti altri casi troviamo modificazioni di struttura, che i botanici considerano generalmente molto importanti, che riguardano solo alcuni fiori della stessa pianta, o che ricorrono su piante distinte che crescono assieme nelle stesse condizioni. Poiché queste variazioni non sembrano avere una speciale utilità per le piante, esse non possono essere state influenzate dalla selezione naturale. Ignoriamo del tutto la loro causa e non possiamo neppure attribuirle, come nell'ultima serie di casi, a un fattore immediato come la posizione relativa. Darò solo alcuni esempi. È così comune osservare sulla stessa pianta fiori indifferentemente tetrameri, pentameri ecc., che non ho bisogno di darne esempi; ma poiché le variazioni numeriche sono relativamente rare quando le parti sono poche, posso ricordare che, secondo De Candolle, i fiori del *Papaver bracteatum* hanno due sepali con quattro petali (che è il tipo comune nel papavero), o tre sepali con sei petali. Il modo con cui i petali sono piegati nel bocciolo è un carattere morfologico molto costante nella maggioranza dei gruppi; ma Asa Gray afferma che in alcune specie di *Mimulus* il tipo di estivazione è con quasi altrettanta frequenza quello delle *Rhinanthideæ* che quello delle *Antirrhinideæ*, alle quali ultime il genere appartiene. Auguste de Saint-Hilaire cita i seguenti casi: il genere *Zanthoxylon* appartiene a una divisione delle rutacee con un

BOLLATI BORINGHIERI

solo ovario, ma in qualche specie si possono trovare fiori con uno o due ovari sulla stessa pianta e anche sulla stessa pannocchia. Nell'*Helianthemum* la capsula è stata descritta come uniloculare o triloculare; nell'*Helianthemum mutabile* «una lamina, più o meno larga, si stende tra il pericarpo e la placenta». Nei fiori di *Saponaria officinalis*, il dottor Masters ha osservato casi di placentazione sia marginale sia centrale libera. Infine, Saint-Hilaire ha trovato nell'estremo meridionale dell'areale della *Gomphia oleaeformis* due forme che dapprima non dubitò essere specie distinte, ma che in seguito vide crescere su uno stesso arbusto; egli aggiunse allora: «ecco in un medesimo individuo dei loculi e uno stilo attaccati ora a un asse verticale, ora a una ginobase».

Vediamo dunque che nelle piante molti cambiamenti morfologici possono essere attribuiti alle leggi dell'accrescimento e dell'interazione delle parti, indipendentemente dalla selezione naturale. Ma riguardo alla dottrina di Nägeli di una tendenza innata verso la perfezione o sviluppo progressivo, si può dire, nel caso di queste variazioni molto pronunziate, che le piante sono state colte nell'atto di tendere verso uno stadio più elevato dello sviluppo? Al contrario, io dedurrei, dal semplice fatto che le parti in questione differiscono o variano grandemente sulla stessa pianta, che tali modificazioni erano di importanza lievissima per le piante stesse, qualunque sia l'importanza che noi generalmente attribuiamo loro nelle nostre classificazioni. Non si può dire che l'acquisizione di una parte inutile elevi l'organismo nella scala naturale; e nel caso dei fiori imperfetti, chiusi, sopra descritti, se un nuovo principio debba essere invocato, deve essere quello di un regresso piuttosto che di un progresso; così deve essere per molti animali parassiti e degradati. Noi non conosciamo la causa che provoca le modificazioni precedentemente specificate; ma se la causa sconosciuta dovesse agire quasi uniformemente per lungo tempo, possiamo dedurre che il risultato sarebbe quasi uniforme; in questo caso tutti gli individui della specie sarebbero modificati in modo uguale.

Per il fatto che i caratteri suddetti sono privi di importanza per il benessere della specie, piccole variazioni che fossero avvenute in essi non si sarebbero accumulate e aumentate per selezione naturale. Una struttura che si è sviluppata attraverso una selezione di lunga durata, quando cessa di essere utile alla specie, diviene generalmente variabile, come vediamo negli organi rudimentali; poiché non sarà ulteriormente regolata da questo stesso potere di selezione. Ma quando, dalla natura dell'organismo e delle condizioni, sono state prodotte modificazioni

BOLLATI BORINGHIERI

senza importanza per il benessere della specie, esse possono esser trasmesse, e a quanto sembra lo sono state spesso, quasi inalterate a discendenti numerosi, altrimenti modificati. Non può essere stato molto importante per il maggior numero di mammiferi, uccelli o rettili, essere ricoperti di peli, piume o squame; eppure i peli si sono trasmessi a quasi tutti i mammiferi, le penne a tutti gli uccelli, le squame a tutti i veri rettili. Una struttura, qualunque essa possa essere, che è comune a molte forme affini, è considerata da noi di grande importanza sistematica, e di conseguenza è spesso ritenuta di alta importanza vitale per la specie. Perciò sono incline a credere che le differenze morfologiche che consideriamo importanti – come la disposizione delle foglie, le divisioni del fiore e dell'ovario, la posizione degli ovuli ecc. – inizialmente comparvero in molti casi come variazioni fluttuanti, che prima o poi divennero costanti a cagione della natura dell'organismo e delle condizioni ambientali, come pure a cagione dell'incrocio fra individui distinti, ma non per effetto della selezione naturale; infatti, siccome questi caratteri morfologici non influiscono sul benessere della specie, nessuna lieve deviazione in essi potrebbe essere stata regolata o accumulata per mezzo di quest'ultimo fattore. Arriviamo così a uno strano risultato, che cioè i caratteri di lieve importanza vitale sono i più importanti per i sistematici; ma, come vedremo in seguito trattando del principio genetico della classificazione, ciò non è in alcun modo così paradossale come può sembrare a prima vista.

Non abbiamo prove sicure dell'esistenza negli esseri viventi di una tendenza innata allo sviluppo progressivo, pure questa risulta necessariamente, come ho cercato di dimostrare nel quarto capitolo, dall'azione continuata della selezione naturale. Infatti la migliore definizione che mai sia stata data di un alto livello di organizzazione è data dal grado di specializzazione o differenziamento che tali parti hanno raggiunto; e la selezione naturale tende a questo fine, in quanto le parti sono in tal modo capaci di adempiere più efficacemente alle loro funzioni.

Un eminente zoologo, St George Mivart, ha recentemente raccolto tutte le obiezioni sollevate da me stesso e da altri contro la teoria della selezione naturale, proposta da Wallace e da me, e le ha illustrate con abilità e forza mirabili. Così presentate, esse costituiscono un insieme formidabile; e poiché non fa parte del piano di Mivart l'addurre i vari fatti e considerazioni contrarie alle sue conclusioni, nessun lieve sforzo di ragionamento e di memoria è richiesto al lettore che voglia pesare le

BOLLATI BORINGHIERI

prove dei fatti d'entrambe le parti. Nella discussione di casi particolari, Mivart passa sopra agli effetti dell'aumentato uso e non uso delle parti, che io ho sempre considerato molto importanti, e che nel mio libro *La variazione allo stato domestico* (1868) ho trattato con maggiore ampiezza, credo, di qualunque altro autore. Egli parimenti sostiene sovente che io non attribuisco niente alla variazione, indipendentemente dalla selezione naturale, mentre nel mio lavoro testé citato ho raccolto un numero di casi ben stabiliti superiore a quello che può trovarsi in qualunque altra opera a me nota. Il mio giudizio può non meritare fiducia, ma dopo aver letto con attenzione il libro di Mivart, e confrontato ciascuna sezione con quanto io avevo detto sullo stesso argomento, non mi sono mai sentito più saldamente convinto della generale verità delle conclusioni a cui sono arrivato, anche se esse sono, naturalmente, soggette a molti errori parziali data la complessità dell'argomento.

Nel presente volume saranno prese in considerazione tutte le obiezioni di Mivart. Il solo punto nuovo che sembra aver colpito molti lettori è «che la selezione naturale sia insufficiente a spiegare gli stadi incipienti delle strutture utili». Questo argomento è intimamente connesso con quello della gradazione dei caratteri, spesso accompagnata da cambiamento di funzioni – per esempio, la trasformazione delle branche in polmoni – argomenti che furono discussi nel capitolo precedente sotto due titoli diversi. Ciononostante esaminerò qui con qualche dettaglio diversi casi citati da Mivart, scegliendo quelli che sono i più significativi, dato che la mancanza di spazio mi impedisce di considerarli tutti.

La giraffa, per la sua alta statura, per il collo, gli arti anteriori, la testa e la lingua molto allungati, ha tutta la struttura mirabilmente adattata a brucare sui più alti rami degli alberi. Essa può così raggiungere l'alimento fuori della portata degli altri ungulati, o animali provvisti di zoccoli, che abitano lo stesso paese; e questo deve esserle molto vantaggioso durante le carestie. I bovini Niata dell'America meridionale ci dimostrano come una piccola differenza di conformazione possa costituire, in tali periodi, una grande differenza nel salvare la vita di un animale. Questi bovini brucano l'erba come gli altri, ma a causa della prominenza della mandibola non possono, durante le siccità sovente ricorrenti, mangiare le foglie sui rami di alberi, canne ecc., al quale alimento ricorrono allora i comuni bovini e cavalli; così che in questi periodi i Niata periscono, se non sono nutriti dai loro possessori. Prima di passare alle obiezioni di

BOLLATI BORINGHIERI

Mivart, sarà bene spiegare ancora una volta come agisce la selezione naturale in tutti i casi ordinari. L'uomo ha modificato alcuni dei suoi animali, senza puntare necessariamente su particolari punti della struttura, semplicemente conservando e allevando gli individui più agili, come il cavallo da corsa e il levriero, oppure destinando alla riproduzione gli uccelli vittoriosi, come è avvenuto per il gallo combattente. Così in natura, quando è apparsa la giraffa, gli individui che potevano brucare più in alto e che durante le carestie potevano giungere anche a uno o due pollici al di sopra degli altri si saranno spesso conservati; poiché essi avranno percorso tutto il paese in cerca di cibo. Che gli individui della stessa specie spesso differiscono lievemente nella lunghezza relativa di tutte le loro parti, può essere visto in molte opere di storia naturale, in cui sono date accurate misurazioni. Queste piccole differenze proporzionali, dovute alle leggi dell'accrescimento e della variazione, non hanno la minima utilità o importanza per la maggioranza delle specie. Ma le cose devono essere andate altrimenti per la giraffa appena apparsa, se si considerano le sue probabili abitudini di vita; poiché generalmente saranno sopravvissuti quegli individui che avevano una o più parti del corpo più lunghe del normale. Essi si saranno incrociati e avranno avuto discendenti che avranno ereditato le stesse caratteristiche corporee, o la tendenza a variare nuovamente allo stesso modo; mentre gli individui meno favoriti sotto lo stesso aspetto saranno stati più soggetti a perire.

Vediamo qui che non è necessario separare le singole coppie, come fa l'uomo quando migliora metodicamente una razza: la selezione naturale preserverà e in tal modo separerà tutti gli individui più dotati permettendo loro di incrociarsi liberamente, e distruggerà tutti gli individui inferiori. Attraverso questo processo lungamente protratto, che corrisponde esattamente a quella che ho chiamato la selezione inconscia praticata dall'uomo, combinata senza dubbio in modo molto importante con gli effetti ereditari dell'aumentato uso delle parti, mi sembra quasi certo che un ordinario quadrupede unguolato possa essersi convertito in una giraffa.

A questa conclusione Mivart oppone due obiezioni. Una è che l'aumento della statura del corpo dovrebbe ovviamente esigere un aumento di cibo, ed egli considera «molto problematico se gli inconvenienti che da questo fatto sorgono non valgano, in tempo di carestia, a malapena a controbilanciare i vantaggi». Ma, poiché la giraffa esiste attualmente in grande quantità nell'Africa meridionale, e poiché alcune tra

BOLLATI BORINGHIERI

le più grandi antilopi del mondo più alte del bove, abbondano colà, perché dovremmo dubitare che, per quanto concerne la statura, possano essere esistite in passato gradazioni intermedie, esposte allora come oggi a gravi carestie? Sicuramente la capacità di giungere, a ogni fase di accrescimento della statura, a una provvista di cibo, non toccata dagli altri quadrupedi ungulati del paese, avrà rappresentato qualche vantaggio per la giraffa appena apparsa. Né dobbiamo trascurare il fatto che l'aumento della massa corporea agirà da protezione contro quasi tutti gli animali da preda, eccetto il leone; e contro questa belva, il suo lungo collo – tanto meglio quanto più sarà lungo – servirà, come Chauncey Wright ha osservato, da torre d'osservazione. È per questo motivo, secondo Sir S. Baker, che nessun animale è più difficile a cacciare della giraffa. Questo animale si serve altresì del suo lungo collo come di un'arma di offesa e di difesa, proiettando con violenza la testa armata di corna simili a monconi. La conservazione di ciascuna specie raramente è determinata da un unico vantaggio, ma piuttosto dall'unione di tutti i vantaggi, grandi e piccoli.

Mivart si domanda inoltre (e questa è la sua seconda obiezione): se la selezione naturale è così potente e se il brucare in alto costituisce un così grande vantaggio, perché gli altri ungulati non hanno acquisito un lungo collo e un'alta statura, come invece la giraffa e, in grado minore, il cammello, il guanaco e la macrauchenia? Oppure, perché un qualsiasi membro del gruppo non ha acquisito una lunga proboscide? Riguardo all'Africa meridionale, che prima era abitata da numerosi branchi di giraffe, la risposta non è difficile e può essere resa più efficace con un esempio. In ogni prateria dell'Inghilterra in cui crescono alberi, vediamo i rami più bassi tagliati o rasati a una precisa altezza dal morso dei cavalli o dei bovini; e quale vantaggio sarebbe, ad esempio, per le pecore ivi allevate, l'acquisire un collo leggermente più lungo? In ogni regione vi sarà quasi certamente qualche animale capace di brucare più in alto degli altri, ed è quasi ugualmente certo che soltanto questo tipo potrebbe avere il collo allungato per questo scopo, attraverso la selezione naturale e gli effetti dell'aumentato uso. Nell'Africa meridionale la concorrenza per brucare sui rami più alti delle acacie e di altri alberi deve essere tra giraffe e giraffe, e non con gli altri animali ungulati.

Perché in altre parti del mondo, vari animali appartenenti a questo stesso ordine non abbiano acquisito né un collo più lungo né una proboscide, non può dirsi con esattezza; ma è assurdo attendersi una pre-

BOLLATI BORINGHIERI

cisa risposta a questa domanda, così come al perché un avvenimento della storia dell'umanità non sia accaduto in un paese, mentre si è prodotto in un altro. Ignoriamo le condizioni che determinano il numero e la distribuzione di una specie, né siamo in grado di immaginare quali potrebbero essere i cambiamenti di struttura favorevoli al suo sviluppo in un paese nuovo. Possiamo tuttavia vedere in modo generico che cause diverse possono avere interferito con lo sviluppo di un lungo collo o di una proboscide. Per raggiungere il fogliame posto a considerevole altezza (senza arrampicarsi, cosa per cui gli ungulati sono particolarmente mal conformati) è necessario un aumento considerevole della massa corporea; e sappiamo che in alcune zone, per esempio nell'America meridionale, che pure è un paese dalla natura lussureggiante, vive un numero singolarmente limitato di grandi mammiferi, mentre nell'Africa meridionale essi abbondano più che altrove. Perché debba essere così, non sappiamo; né sappiamo perché gli ultimi periodi del terziario siano stati molto più favorevoli alla loro esistenza dell'epoca attuale. Quali che possano essere state le cause, possiamo vedere che certe regioni e certi periodi sono stati molto più favorevoli di altri allo sviluppo di un quadrupede così grande come la giraffa.

Affinché un animale possa acquisire una struttura sviluppata in modo particolare, è quasi indispensabile che diverse altre parti si modifichino e si adattino reciprocamente. Sebbene ogni parte del corpo vari leggermente, non ne consegue che le parti interessate varino sempre nella giusta direzione e nel giusto grado. Sappiamo che nelle diverse specie dei nostri animali domestici le parti variano in modo e grado differenti; e che alcune specie sono più variabili di altre. Anche se comparissero le variazioni adatte, non ne conseguirebbe che la selezione naturale potrebbe agire su di esse e determinare una struttura apparentemente vantaggiosa alla specie. Per esempio, se il numero degli individui esistenti in un paese è determinato principalmente dalla loro distruzione da parte di animali da preda, da parassiti esterni o interni ecc., come sembra spesso accadere, la selezione naturale potrà fare ben poco, o verrà molto ritardata nella sua opera di modificazione di una particolare struttura destinata a procurare il cibo. Infine la selezione naturale è un processo lento ed è necessario che le medesime condizioni favorevoli perdurino a lungo perché si produca un effetto ben marcato. Se escludiamo queste cause vaghe e generiche, non possiamo spiegare perché, in molte parti del mondo, gli ungulati non abbiano acquisito un

BOLLATI BORINGHIERI

collo molto allungato o altri mezzi per brucare sui più alti rami degli alberi.

Molti autori hanno sollevato obiezioni analoghe alle precedenti. In ogni caso, varie cause, oltre a quelle generali or ora indicate, hanno probabilmente ostacolato l'acquisizione per selezione naturale di strutture che si considerano utili a determinate specie. Un autore si domanda perché lo struzzo non abbia acquisito la facoltà di volare. Ma un momento di riflessione basterà a far capire quale enorme quantità di cibo sarebbe necessaria per dare a questo uccello del deserto la forza di muovere il suo enorme corpo nell'aria. Le isole oceaniche sono abitate da pipistrelli e foche, mentre mancano i mammiferi terrestri, tuttavia alcuni di questi pipistrelli, dato che sono specie particolari, devono aver abitato da lungo tempo le loro attuali dimore. Perciò Sir Charles Lyell si domanda perché le foche e i pipistrelli non abbiano prodotto in queste isole forme adatte a vivere sulla terra, e adduce in risposta alcune ragioni. Ma le foche dovrebbero prima trasformarsi necessariamente in carnivori terrestri di dimensioni considerevoli e i pipistrelli in insettivori terrestri; i primi non avrebbero preda; i secondi si ciberebbero di insetti viventi sul suolo, già largamente cacciati dai rettili e dagli uccelli che per primi hanno colonizzato la maggior parte delle isole oceaniche e vi abbondano. Modificazioni nella struttura, ciascuna utile, in ogni stadio, a una specie che sta mutando, saranno favorite soltanto in determinate particolari condizioni. Un animale nettamente terrestre, cacciando occasionalmente in acque poco profonde, poi in fiumi o in laghi, potrebbe infine convertirsi in un animale del tutto acquatico, capace d'affrontare il mare aperto. Ma nelle isole oceaniche le foche non troverebbero le condizioni favorevoli a un ritorno graduale verso le forme terrestri. I pipistrelli, come abbiamo precedentemente mostrato, probabilmente acquisirono le ali dapprima planando nell'aria da un albero all'altro, come i cosiddetti scoiattoli volanti, sia per sfuggire ai loro nemici sia per evitare le cadute; ma una volta acquistata la capacità di volare realmente, questa non si riconvertirà mai, almeno per gli scopi suddetti, nella meno utile capacità di planare nell'aria. Le ali dei pipistrelli, invero come quelle di molti uccelli, avrebbero potuto diventare più piccole, o scomparire completamente per il non uso; ma in questo caso essi avrebbero dovuto prima acquisire la facoltà di correre rapidamente sul suolo, con l'unico aiuto delle zampe posteriori, così da poter rivaleggiare con gli uccelli o altri animali viventi sul suolo; però i pipistrelli sembrano particolar-

BOLLATI BORINGHIERI

mente disadatti a siffatta modificazione. Abbiamo fatto queste congetture unicamente allo scopo di mostrare che un cambiamento di struttura, di cui ogni stadio offre un vantaggio, è un processo altamente complesso; e che non vi è niente di strano nel fatto che, in qualche caso particolare, non si sia prodotto alcun cambiamento.

Infine, più di un autore si è chiesto perché alcuni animali abbiano avuto uno sviluppo mentale maggiore di altri, dal momento che questo sviluppo sarebbe vantaggioso per tutti, e perché le scimmie non abbiano acquisito le capacità intellettive dell'uomo. Si potrebbero addurre diverse cause; ma poiché sono semplici congetture, di cui non è possibile calcolare la probabilità relativa, è inutile esporle. Non ci si può attendere una risposta definitiva all'ultima domanda, giacché vediamo che nessuno sa risolvere un problema più semplice, vale a dire perché, fra due razze di selvaggi, una abbia raggiunto un grado più elevato dell'altra nella scala della civilizzazione, fatto che sembra implicare un aumento della capacità intellettiva.

Torniamo alle altre obiezioni di Mivart. Gli insetti per proteggersi assumono spesso l'aspetto di vari oggetti, come foglie verdi o secche, ramoscelli morti, frammenti di licheni, fiori, spine, escrementi di uccelli e insetti viventi; ritornerò in seguito su quest'ultimo punto. La somiglianza è spesso stupefacente, e non si limita al colore, ma si estende alla forma e anche al modo come si atteggiano gli insetti. I bruchi che si protendono immobili come fuscilli secchi dai rami su cui trovano il nutrimento, offrono un esempio eccellente di un tale tipo di somiglianza. I casi di imitazione di oggetti quali gli escrementi di certi uccelli, sono rari ed eccezionali. A questo proposito Mivart osserva: «Poiché, secondo la teoria di Darwin, v'è una tendenza costante alla variazione illimitata, e poiché le piccole variazioni incipienti si producono in tutte le direzioni, esse devono tendere a neutralizzarsi reciprocamente e a produrre dapprima modificazioni così instabili che è difficile, se non impossibile, comprendere in qual modo tali illimitate oscillazioni di inizi infinitesimali possano giungere a produrre somiglianze sufficientemente approssimate con foglie, bambù o altri oggetti, di cui la selezione naturale si impadronisce e che perpetua».

Ma in tutti i casi precedenti gli insetti presentavano senza dubbio nel loro stato primitivo qualche somiglianza grossolana e accidentale con oggetti comunemente esistenti nelle stazioni che essi frequentavano. E questo non è affatto improbabile, quando si consideri il numero quasi infinito di oggetti circostanti e la diversità di forma e di colore

BOLLATI BORINGHIERI

della moltitudine degli insetti esistenti. Poiché è necessaria una certa grossolana somiglianza come punto di partenza, possiamo capire perché gli animali più grossi e più elevati (ad eccezione, secondo quanto mi consta, di un pesce) non assomiglino, per scopo protettivo, a particolari oggetti, ma soltanto alla superficie dell'ambiente che li circonda, principalmente riguardo al colore. Se si suppone che un insetto sia stato originariamente simile in qualche modo a un ramo morto o a una foglia secca, e che abbia leggermente variato in molti modi, tutte le variazioni che avranno reso l'insetto più simile a qualche oggetto, aiutandolo in tal modo a nascondersi, si saranno conservate, mentre le altre variazioni saranno state trascurate e infine perdute, o eliminate, se avranno reso l'insetto meno simile agli oggetti imitati. Sarebbe inverosimile l'obiezione di Mivart, se volessimo spiegare le suddette somiglianze come dovute soltanto a fluttuante variabilità, indipendentemente dalla selezione naturale; ma stando le cose come stanno, l'obiezione non ha consistenza.

Né posso vedere una qualche validità nella difficoltà sollevata da Mivart riguardo ai «più alti gradi di perfezione nel mimetismo»; come nel caso (citato da Wallace) di un insetto stecco (*Ceroxylus laceratus*) che assomiglia a «uno stecco su cui sia cresciuto un muschio rampicante o jungermannia». La somiglianza è tanto grande che un daiacco [indigeno del Borneo] sosteneva che le escrescenze fogliacee erano veramente muschio. Gli insetti sono la preda di uccelli e di altri nemici, la cui vista è probabilmente più acuta della nostra, e ogni grado di somiglianza che aiuta un insetto a sfuggire ai suoi predatori tende a conservarlo; e quanto più perfetta sarà la somiglianza, tanto meglio sarà per l'insetto. Se si considera la natura delle differenze tra le specie del gruppo cui appartiene il succitato *Ceroxylus*, non è affatto improbabile che questo insetto abbia variato per quanto riguarda le irregolarità della sua superficie, e che tali irregolarità abbiano assunto un colore verde più o meno intenso; perché in ogni gruppo i caratteri che differiscono nelle varie specie sono i più soggetti a variare, mentre i caratteri generici, cioè quelli comuni a tutte le specie, sono i più costanti.

La balena della Groenlandia è uno dei più meravigliosi animali che esistano al mondo, e i fanoni, o ossa di balena, costituiscono una delle sue maggiori peculiarità. I fanoni consistono in una fila, in ogni lato della mascella superiore, di circa trecento lamine fittamente disposte in senso trasversale all'asse maggiore della bocca. Nell'interno della fila principale si trovano alcune file supplementari. Le estremità e i margi-

BOLLATI BORINGHIERI

ni interni di tutte le lamine sono coperti di setole rigide che rivestono tutto il gigantesco palato e servono a filtrare l'acqua trattenendo così la minuta preda di cui questi grandi animali si nutrono. La lamina centrale e più lunga, nella balena di Groenlandia raggiunge la lunghezza di 10, 12 e perfino 15 piedi [3,6 e perfino 4,5 m]; nelle differenti specie di cetacei vi sono gradazioni di lunghezza; secondo Scoresby la lamina centrale in una specie è lunga 4 piedi [1,2 m], in un'altra 3 piedi [90 cm], 18 pollici [46 cm] in una terza, e soltanto 9 pollici [23 cm] circa nella *Balænoptera rostrata*. Anche la qualità dell'osso di balena differisce nelle diverse specie.

Relativamente ai fanoni, Mivart osserva che se questi «avessero raggiunto dimensioni e sviluppo tali da essere utili, la loro conservazione e il loro aumento nei limiti dell'utilità sarebbero stati favoriti soltanto dalla selezione naturale; ma come si ottiene l'inizio di tale utile sviluppo?» In risposta si può domandare perché i remoti progenitori delle balene con fanoni non potrebbero aver avuto una bocca simile al becco lamellato dell'anatra. Le anatre, come le balene, si nutrono filtrando con il becco l'acqua e la melma; e la famiglia è stata talvolta chiamata dei *Criblatores*, cioè filtratori. Spero che non si vorrà credere ch'io sostenga che i progenitori della balena avessero veramente la bocca lamellata come il becco di un'anatra. Desidero soltanto dimostrare che ciò non è incredibile e che le enormi lamine dell'osso di balena, nella balena di Groenlandia, potrebbero essersi sviluppate da quelle lamelle attraverso passaggi ben graduati, ognuno dei quali fosse stato utile al suo possessore.

La struttura del becco del mestolone (*Spatula clypeata*) è di natura ancor più meravigliosa e complessa di quella della bocca della balena. La mascella superiore è fornita su ogni lato (nell'esemplare che ho esaminato) di una serie, o pettine, di 188 lamine sottili ed elastiche, tagliate obliquamente in modo da essere appuntite, e inserite trasversalmente all'asse maggiore della bocca. Esse nascono dal palato e sono attaccate ai lati della mandibola con una membrana flessibile. Le più lunghe sono le centrali, che misurano circa un terzo di pollice [8 mm], e sporgono al di sotto del margine di 0,14 pollici [3,6 mm] circa. Alla loro base si osserva una breve fila sussidiaria di lamine trasversali oblique. Sotto questi diversi aspetti esse sono simili ai fanoni della bocca della balena; ma ne differiscono molto verso l'estremità del becco, perché sono rivolte verso l'interno anziché verticalmente in basso. Tutta la testa della *Spatula clypeata*, sebbene sia incomparabilmente meno voluminosa, è lunga circa la diciottesima parte di quella di una *Balænoptera rostrata* di

BOLLATI BORINGHIERI

taglia media, nella quale i fanoni sono lunghi soltanto 9 pollici [23 cm]; così che se la testa del mestolone fosse della stessa lunghezza di quella della *Balænoptera*, le lamelle sarebbero lunghe 6 pollici [15 cm], cioè due terzi della lunghezza dei fanoni di questa specie di balena. La mandibola inferiore del mestolone è provvista di lamine lunghe come quelle della mandibola superiore, ma più sottili; ed è perciò molto differente dalla mascella inferiore della balena, che è provvista dei fanoni. D'altra parte, le estremità di queste lamine inferiori sono frastagliate in punte sottili e setolose, così da assomigliare curiosamente ai fanoni. Nel genere *Prion*, che appartiene alla famiglia delle procellarie, soltanto la mandibola superiore è provvista di lamine, che sono ben sviluppate e sporgono al di sotto del margine; cosicché, per tale aspetto, il becco di questi uccelli assomiglia alla bocca della balena.

Dalla struttura altamente sviluppata del becco della *Spatula clypeata* possiamo passare (come ho appreso da notizie e da esemplari inviati dal signor Salvin), senza grande soluzione di continuità, per quanto riguarda l'idoneità alla filtrazione, attraverso al becco della *Merganetta armata*, e, per certi aspetti, a quello dell'*Aix sponsa*, fino al becco dell'anatra comune. In quest'ultima specie le lamine sono molto più grossolane che nel mestolone e sono solidamente attaccate ai lati della mandibola; ve ne sono soltanto cinquanta per lato, e non sporgono affatto al di sotto del margine. Esse hanno le punte quadrate e rivestite di un resistente tessuto translucido, che sembrerebbe destinato a tritare il cibo. I bordi della mandibola inferiore sono percorsi da creste numerose e sottili, che sporgono appena. Sebbene il becco sia molto inferiore, come crivello, a quello della *Spatula clypeata*, tuttavia questo uccello, come tutti sanno, se ne serve costantemente per tale scopo. Ho appreso dal signor Salvin che esistono altre specie nelle quali le lamelle sono considerevolmente meno sviluppate che nell'anatra comune; ma non so se queste usino il becco per filtrare l'acqua.

Consideriamo un altro gruppo della stessa famiglia. Nell'oca egiziana (*Chenalopex*) il becco è molto simile a quello dell'anatra comune; ma le lamelle non sono così numerose, né così distinte fra di loro, né tanto sporgenti all'indietro. Ma quest'oca, come mi riferisce il signor Bartlett, «si serve del becco come l'anatra ed emette l'acqua dagli angoli della bocca». Il suo alimento principale, però, è l'erba, che raccoglie come l'oca comune. In questo uccello le lamine quasi confluenti della mandibola superiore sono più ruvide di quelle dell'anatra comune, sono circa ventisette per lato e nella parte superiore terminano con protube-

BOLLATI BORINGHIERI

ranze dentiformi. Anche il palato è ricoperto di protuberanze dure ed arrotondate. I bordi della mascella inferiore sono muniti di denti molto più prominenti, più ruvidi e taglienti di quelli dell'anatra. L'oca comune non filtra l'acqua, ma usa il becco esclusivamente per strappare o tagliare l'erba, scopo a cui esso è così bene adattato, da essere questo, forse, l'animale che più degli altri taglia l'erba vicino alla radice. Vi sono altre specie di oche che, secondo quanto ho saputo dal signor Bartlett, hanno le lamine meno sviluppate dell'oca comune.

Vediamo dunque che un membro della famiglia delle anatre, con il becco di struttura simile a quello dell'oca comune, adatto unicamente a brucare, o anche un membro con il becco dalle lamine meno sviluppate, potrebbe cambiarsi attraverso piccoli mutamenti in una specie simile all'oca egiziana, questa a sua volta in una simile all'anatra comune, e infine quest'ultima in una specie simile al mestolone, provvista di un becco quasi esclusivamente adatto a filtrare l'acqua; infatti in nessuna parte, ad eccezione della punta adunca, il becco di questo uccello è adatto ad afferrare o strappare nutrimento solido. Posso aggiungere che il becco di un'oca potrebbe anche cambiarsi, attraverso piccoli mutamenti, in un becco munito di denti prominenti e ricurvi, come quelli del *Merganser* (membro della stessa famiglia) che serve allo scopo molto differente di afferrare pesci vivi.

Torniamo alle balene. Lo *Hyperoodon bidens* è privo di veri denti funzionanti, ma il suo palato, secondo Lacepède, è scabroso per la presenza di piccole punte cornee dure e disuguali. Non è perciò assurdo supporre che qualche forma primitiva di cetaceo abbia avuto il palato provvisto di simili punte cornee, situate però alquanto più regolarmente, e che, come le protuberanze del becco dell'oca, sarebbero servite ad afferrare o a strappare il cibo. Se così fosse, sarebbe difficile negare che queste punte possano essersi trasformate attraverso variazioni e per selezione naturale in lamine altrettanto ben sviluppate quanto quelle dell'oca egiziana, nel qual caso esse sarebbero state usate sia per afferrare gli oggetti sia per filtrare l'acqua; poi in lamine come quelle dell'anatra domestica; e così avanti, fino a diventare così ben conformate come quelle del mestolone, nel qual caso sarebbero servite esclusivamente come apparato di filtrazione. Da questo stadio, con lamine lunghe due terzi dei fanoni della *Balænoptera rostrata*, arriviamo, attraverso gradazioni riscontrabili nei cetacei ancora esistenti, agli enormi fanoni della balena di Groenlandia. Né vi è la minima ragione di dubitare che

BOLLATI BORINGHIERI

ogni gradino di questa scala possa avere presentato vantaggi per certi antichi cetacei, con il lento cambiamento delle funzioni delle parti durante il processo di sviluppo, allo stesso modo in cui le varie modificazioni del becco sono vantaggiose ai diversi membri della famiglia delle anatre attualmente esistenti. Non dobbiamo dimenticare che ogni specie di anatra è sottoposta a una dura lotta per l'esistenza, e che la struttura di ogni parte del suo organismo deve essere bene adattata alle sue condizioni di vita.

I pleuronettidi, o pesci piatti, sono interessanti per la loro asimmetria. Essi poggiano su un lato, che nel maggior numero di specie è il sinistro, e in altre invece il destro; talvolta si trovano anche individui adulti con asimmetria contraria. La superficie inferiore, o di appoggio, assomiglia a prima vista alla superficie ventrale di un pesce comune; è di color bianco, per molti aspetti meno sviluppata della superficie superiore, e le pinne laterali sono spesso più piccole. Ma la singolarità più notevole risiede negli occhi, poiché sono situati ambedue sul lato superiore della testa. Nella prima età, tuttavia, essi sono situati in posizione opposta l'uno all'altro, e tutto il corpo è, allora, simmetrico, con entrambi i lati dello stesso colore. Ben presto l'occhio situato sul fianco inferiore comincia a scivolare lentamente intorno alla testa verso il lato superiore; esso non passa però attraverso il cranio, come in altri tempi si è creduto. È ovvio che, se l'occhio inferiore non scivolasse così, esso non potrebbe essere usato dal pesce quando giace nella sua posizione abituale, su un fianco; esso sarebbe inoltre facilmente danneggiato dal fondo sabbioso. L'estrema abbondanza delle diverse specie di pleuronettidi, come le sogliole, i rombi ecc., dimostra che la loro struttura piatta e asimmetrica è mirabilmente adattata alle loro condizioni di vita. I principali vantaggi che essi ottengono in tal modo, sembrano essere la protezione dai nemici, e la facilità di nutrirsi sul fondo. Tuttavia i differenti membri della famiglia presentano, come Schiödte osserva, «una lunga serie di forme che mostrano un passaggio graduale dall'*Hippoglossus pinguis*, che non cambia sensibilmente di forma da quando lascia l'uovo, alla sogliola, che si gira completamente su un lato».

Mivart ha esaminato questo caso, e ha osservato che è difficile concepire una trasformazione spontanea e improvvisa della posizione degli occhi, e io concordo completamente con la sua opinione. Egli aggiunge poi: «se il passaggio dell'occhio fosse graduale, non è affatto chiaro quale vantaggio potrebbe rappresentare per l'individuo ogni minuta tappa del cammino verso l'altro lato della testa. Questa trasformazione

BOLLATI BORINGHIERI

incipiente parrebbe, piuttosto, dover essere dannosa». Mivart, però, avrebbe potuto trovare una risposta a questa obiezione nelle eccellenti osservazioni pubblicate da Malm nel 1867. I pleuronettidi, quando sono molto giovani e ancora simmetrici, e hanno gli occhi sugli opposti lati della testa, non possono mantenersi a lungo in posizione verticale, a causa dell'eccessiva altezza del corpo, della piccolezza delle pinne laterali, e della mancanza di vescica natatoria. Perciò si stancano presto, e cadono di fianco sul fondo. Mentre sono fermi in questa posizione, come Malm ha osservato, storcono spesso l'occhio inferiore verso l'alto, per vedere in quella direzione; e lo fanno così vigorosamente, che l'occhio viene spinto con forza contro la parte superiore dell'orbita. Di conseguenza la porzione della fronte compresa fra gli occhi si contrae temporaneamente nel senso della larghezza, come si è potuto facilmente osservare. Malm ha veduto un giovane pesce sollevare e abbassare l'occhio inferiore di un angolo di circa settanta gradi.

Dobbiamo ricordare che il cranio nella prima età è cartilagineo e flessibile, tale da cedere facilmente all'azione muscolare. Si sa anche che negli animali superiori, anche dopo la prima età, il cranio cede e cambia di forma, se la pelle o i muscoli sono permanentemente contratti in seguito a una malattia o a un incidente. Nei conigli con orecchie lunghe, se un padiglione pende in avanti e in basso, il suo peso sposta nella stessa direzione tutte le ossa del cranio poste sullo stesso lato della testa, fatto che ho illustrato con una figura. Malm asserisce che i giovani appena nati del pesce persico, del salmone e di vari altri pesci simmetrici, hanno l'abitudine di posarsi talvolta sul fondo con un lato del corpo; e ha anche osservato che spesso essi, in tal caso, sforzano l'occhio inferiore per guardare verso l'alto; e che di conseguenza il cranio si incurva alquanto. Tuttavia questi pesci diventano ben presto capaci di reggersi in posizione verticale, e non si produce quindi alcun effetto permanente. I pleuronettidi, d'altra parte, quanto più progrediscono nell'età, tanto più sono soliti posarsi su un lato, in virtù del crescente appiattimento del corpo, e si produce così un effetto permanente sulla forma della testa e sulla posizione degli occhi. Giudicando per analogia, la tendenza alla torsione dovrebbe, senza dubbio, essere accresciuta per il principio dell'eredità. Schiöde crede, contrariamente all'opinione di alcuni naturalisti, che anche allo stato embrionale i pleuronettidi non siano completamente simmetrici; e se fosse così, potremmo capire perché certe specie, da giovani, cadano di fianco e si appoggino sul lato sinistro, altre sul destro. A conferma della precedente

BOLLATI BORINGHIERI

opinione Malm aggiunge che il *Trachypterus arcticus* adulto, che non appartiene ai pleuronettidi, si appoggia sul fondo con il lato sinistro, e nuota in senso diagonale; e si ritiene che in questo pesce i due lati della testa siano alquanto dissimili. La nostra grande autorità in fatto di pesci, il dottor Günther, conclude il suo riassunto della memoria di Malm con l'osservazione che «l'autore dà una spiegazione molto semplice di questa condizione anormale dei pleuronettidi».

Vediamo dunque che i primi stadi del passaggio dell'occhio da un lato della testa all'altro, che Mivart considera dannosi, possono essere attribuiti all'abitudine, senza dubbio vantaggiosa per l'individuo e per la specie, di guardare verso l'alto con tutti e due gli occhi, mentre il pesce rimane poggiato sul fondo con un lato del corpo. Possiamo anche attribuire agli effetti ereditari dell'uso il fatto che, nella maggioranza dei pesci piatti, la bocca è inclinata verso la superficie inferiore del corpo, con le ossa mascellari più forti e efficaci sul lato cieco della testa che non sul lato opposto, allo scopo, come suppone Traquair, di nutrirsi facilmente restando poggiati sul fondo. D'altra parte il non uso può spiegare il minore sviluppo di tutta la metà inferiore del corpo, comprese le pinne laterali; sebbene Yarrel ritenga che la riduzione di queste pinne sia vantaggiosa al pesce perché «il loro campo di azione è tanto minore di quello delle più grandi pinne superiori». Forse possiamo ugualmente attribuire al non uso la riduzione dei denti della platessa, che sono nella proporzione di 4 a 7 nella metà superiore delle due mascelle, e di 25 a 30 nella metà inferiore. Dalla superficie ventrale non colorata della maggior parte dei pesci e di molti altri animali possiamo ragionevolmente supporre che, nei pesci piatti, la mancanza del colore sul lato che poggia sul fondo, destro o sinistro che sia, dipenda dalla mancanza di luce. Ma non possiamo supporre che le macchie particolari del lato superiore della sogliola, così simili al fondo sabbioso del mare, o la facoltà propria ad alcune specie, come ha recentemente dimostrato Pouchet, di modificare il colore in relazione alla superficie circostante, o la presenza di tubercoli ossei sul lato superiore del rombo, siano dovuti all'azione della luce. Qui è probabilmente entrata in gioco la selezione naturale, come anche nell'adattare alle loro condizioni di vita la forma generale del corpo e molte caratteristiche di questi pesci. Come ho già fatto notare insistentemente, non si deve dimenticare che la selezione naturale rafforza gli effetti ereditari dell'aumentato uso delle parti e, forse, del non uso. Infatti tutte le variazioni spontanee comparse nella direzione giusta saranno in tal modo conservate; come lo saranno gli indivi-

BOLLATI BORINGHIERI

dui che ereditino in maggior misura gli effetti dell'aumento vantaggioso dell'uso di una parte. Sembra impossibile decidere quanto si debba attribuire in ogni caso particolare agli effetti dell'uso, e quanto alla selezione naturale.

Posso citare un altro esempio di struttura che sembra dovere la sua origine esclusivamente all'uso o all'abitudine. In alcune scimmie americane l'estremità della coda si è trasformata in un organo prensile di straordinaria perfezione, e serve da quinta mano. Un autore che concorda con Mivart su tutti i punti, osserva, riguardo a questa struttura: «È impossibile credere che, anche in tempi lontanissimi, la prima leggera tendenza alla prensilità abbia potuto proteggere la vita degli individui che la possedevano, o favorire la loro possibilità di avere e allevare dei discendenti». Ma non c'è affatto bisogno di crederlo. L'abitudine, che implica quasi sempre un vantaggio grande o piccolo, sembra fornire una spiegazione sufficiente. Brehm ha visto i piccoli di una scimmia africana (*Cercopithecus*) attaccarsi al ventre della madre con le zampe e contemporaneamente avvolgere la loro piccola coda a quella della madre. Henslow ha tenuto in cattività alcuni topi campagnoli (*Mus messorius*) che non hanno una coda strutturalmente prensile; ma ha frequentemente osservato che questi animali arrotolavano la coda attorno ai rami di un cespuglio posto nella gabbia e si aiutavano così nell'arrampicarsi. Ho avuto notizia di un'analogo osservazione da Günther, che ha visto un topo sospendersi in tal modo per la coda. Se il topo campagnolo fosse stato nettamente arboricolo, la coda avrebbe forse acquisito una struttura prensile, come è avvenuto in alcuni membri dello stesso ordine. È difficile dire perché il *Cercopithecus*, che nell'età giovanile ha l'abitudine citata, non sia provvisto di coda prensile. Ma è possibile che la lunga coda di questa scimmia possa esserle più utile come organo di equilibrio nei suoi prodigiosi salti che non come organo di presa.

Le ghiandole mammarie sono comuni all'intera classe dei mammiferi, e indispensabili alla loro esistenza; esse perciò hanno dovuto svilupparsi in un'epoca estremamente remota, e quindi non possiamo sapere nulla di certo sul modo del loro sviluppo. Mivart domanda: «È concepibile che il piccolo di un qualunque animale abbia mai potuto essere salvato dalla distruzione, suggendo per caso una goccia di un liquido scarsamente nutritivo, secreto da una ghiandola cutanea accidentalmente ipertrofica di sua madre? E se così fosse stato in un caso,

BOLLATI BORINGHIERI

quale possibilità vi sarebbe stata del perpetuarsi di una tale variazione?» Ma la questione non è formulata nel modo giusto. È ammesso dalla maggioranza degli evoluzionisti che i mammiferi derivano da una forma marsupiale, e, se ciò è vero, le ghiandole mammarie si saranno dapprima sviluppate nel marsupio. Fra i pesci, l'*Hippocampus* ha una sacca simile al marsupio in cui le uova si schiudono e i piccoli sono allevati per un po' di tempo; un naturalista americano, Lockwood, crede, in base a proprie osservazioni sullo sviluppo dei giovani, che essi si nutrano con una secrezione delle ghiandole cutanee del sacco. Ora, è possibile che i piccoli dei remoti antenati dei mammiferi, anche prima che a essi spettasse questo nome, si nutrissero in modo simile? In questo caso gli individui che secernevano il liquido più nutriente, simile per costituzione al latte, avranno, nel corso del tempo, allevato un maggior numero di discendenti ben nutriti, cosa che non avranno potuto fare gli individui che secernevano un liquido più povero; così le ghiandole cutanee, che sono le omologhe delle ghiandole mammarie, si saranno perfezionate o saranno diventate più efficienti. Il fatto che le ghiandole, in un certo punto del sacco, si siano specializzate più delle altre, si trova in accordo con il principio largamente applicato della specializzazione; esse avranno allora costituito un seno, dapprima senza capezzolo, come osserviamo nell'ornitorinco, che occupa il gradino più basso della scala dei mammiferi. Non pretendo di stabilire attraverso quale azione le ghiandole di un certo settore siano divenute più specializzate di altre, se, in parte, per compensazione dell'accrescimento, se per effetto dell'uso, o per selezione naturale.

Lo sviluppo delle ghiandole mammarie non avrebbe potuto essere di alcuna utilità, e di conseguenza non avrebbe potuto effettuarsi attraverso la selezione naturale, se al tempo stesso i piccoli non fossero stati capaci di usufruire della secrezione. Capire come i giovani mammiferi abbiano imparato istintivamente a succhiare alla mammella, non è più difficile che capire come i pulcini, per uscire dall'uovo, abbiano imparato a rompere il guscio colpendolo con il becco atto a questo scopo; o come essi abbiano imparato a raccogliere i granelli di cibo, poche ore dopo aver abbandonato il guscio. In questi casi la spiegazione più probabile è che l'abitudine sia stata acquisita, al principio, in un'età più avanzata, con la pratica, e sia stata successivamente trasmessa alla discendenza, in un'età più precoce. Ma si dice che il giovane canguro non sia capace di succhiare e si attacchi soltanto al capezzolo della madre, la quale ha il potere di iniettare il latte nella bocca del suo piccolo,

BOLLATI BORINGHIERI

debole e non interamente formato. A questo proposito Mivart osserva: «Se non esistesse alcun meccanismo particolare, il piccolo sarebbe sicuramente soffocato dall'introduzione del latte nella trachea. Ma il meccanismo particolare esiste. La laringe è tanto allungata da risalire fino all'orificio posteriore del condotto nasale, e permettere così il libero accesso all'aria destinata ai polmoni; il latte passa senza recare danno da ciascun lato della laringe allungata, e raggiunge senza difficoltà l'esofago situato posteriormente». Mivart domanda allora in quale modo la selezione naturale abbia potuto eliminare nel canguro adulto (e nella maggioranza degli altri mammiferi, nell'ipotesi che essi discendano da una forma marsupiale) «questa struttura completamente innocente e innocua». Si può rispondere che la voce, che è sicuramente assai importante per molti animali, difficilmente può essere usata con tutta la forza fintanto che la laringe penetra nel condotto nasale; e Flower mi ha fatto osservare che questa struttura sarebbe di grande ostacolo per un animale che debba ingoiare cibo solido.

Ci occuperemo ora brevemente delle più basse suddivisioni del regno animale. Gli echinodermi (stelle di mare, ricci ecc.) hanno organi particolari, chiamati pedicellarie, che quando sono ben sviluppati consistono di una tenaglia tridattila, cioè composta da tre bracci dentellati, combacianti tra loro e posti su un asse flessibile mosso da muscoli. Queste tenaglie possono afferrare saldamente gli oggetti; e Alexander Agassiz ha osservato un *Echinus*, o riccio di mare, passare rapidamente particelle di escrementi da tenaglia a tenaglia lungo certe linee del corpo per non sporcare il guscio. Ma non v'è dubbio che le tenaglie, oltre all'eliminazione della sporcizia, compiono altre funzioni; una delle quali sembra essere la difesa.

Riguardo a questi organi, Mivart domanda, come in altre precedenti occasioni: «Quale può essere stata l'utilità dei primi *rudimenti* di queste strutture, e come possono esse, allo stato incipiente, aver salvato la vita di un solo echino?» e aggiunge: «Neppure lo sviluppo *subitaneo* della capacità di afferrare avrebbe potuto essere utile senza l'asse mobile, né questa essere efficace senza l'adattamento delle mascelle che afferrano, e queste coordinate condizioni di struttura, così complesse, non avrebbero potuto provenire simultaneamente da variazioni leggere e soltanto indefinite; negarlo significherebbe sostenere un sorprendente paradosso». Per quanto possa apparire paradossale a Mivart, è certo che in alcune stelle di mare esistono tenaglie tridattile fissate alla base e senza potere di movimento, ma capaci di esercitare la presa; ciò

BOLLATI BORINGHIERI

è comprensibile se tali tenaglie servono, almeno in parte, come mezzo di difesa. Agassiz, al quale sono molto debitore per la grande gentilezza con cui mi ha largamente informato su questo argomento, mi dice che vi sono altre stelle di mare in cui uno dei tre bracci della pinza è ridotto a sostegno per gli altri due, e altri generi ancora in cui il terzo braccio manca del tutto. Perrier descrive l'*Echinoneus* come portante due tipi di pedicellarie, l'uno simile a quelle dell'*Echinus*, l'altro a quelle dello *Spatangus*; tali casi sono sempre interessanti, perché forniscono gli esempi di certe transizioni apparentemente improvvise, che derivano dall'atrofia di una delle due forme dello stesso organo.

Relativamente al corso dell'evoluzione di questi curiosi organi, Agassiz deduce dalle sue ricerche e da quelle di Müller, che le pedicellarie delle stelle e dei ricci devono senza alcun dubbio considerarsi come aculei modificati. Lo si può dedurre sia dal loro modo di sviluppo nell'individuo, sia dalla lunga e perfetta serie di gradazioni che si osservano nei diversi generi e specie, da semplici granuli a comuni aculei, fino a perfette pedicellarie tridattile. La gradazione si estende perfino al modo in cui i comuni aculei e le pedicellarie, con le bacchette calcaree che le sostengono, sono articolate al guscio. In alcuni generi di stelle di mare si possono trovare «le combinazioni più adatte a dimostrare che le pedicellarie non sono altro che modificazioni di aculei ramificati». Così si trovano aculei fissi, alla cui base si articolano tre rami equidistanti, mobili e dentellati, che portano superiormente altre tre ramificazioni, ugualmente mobili. Ora, quando questi ultimi nascono dall'apice di un aculeo, formano in realtà una rozza pedicellaria tridattila, e ciò si può vedere in uno stesso aculeo insieme ai tre rami inferiori. In questo caso l'identità di natura fra le braccia di una pedicellaria e i rami mobili di un aculeo è inequivocabile. Si ammette generalmente che gli aculei ordinari abbiano funzione difensiva; non v'è quindi ragione di dubitare che non sia lo stesso per quelli muniti di rami mobili e dentellati; pertanto la loro azione sarà ancor più efficace quando, riunendosi, funzionerà da apparecchio prensile. Ogni gradazione compresa fra il normale aculeo fisso e la pedicellaria fissa dovrebbe essere vantaggiosa.

In alcuni generi di stelle di mare, questi organi, anziché essere fissi o posti su un supporto immobile, sono situati sulla sommità di un tronco flessibile e muscolare, sebbene corto; in questo caso essi hanno probabilmente qualche altra funzione oltre a quella difensiva. Nei ricci di mare si possono seguire gli stadi attraverso i quali è passato l'aculeo fis-

BOLLATI BORINGHIERI

so fino ad articolarsi al guscio, acquistando in tal modo la mobilità. Desidererei avere più spazio per poter riassumere più esaurientemente le interessanti osservazioni dell'Agassiz sullo sviluppo delle pedicellarie. Egli aggiunge che si possono trovare tutti i possibili gradi fra le pedicellarie delle stelle di mare e gli uncini degli ofiuridi (altro gruppo di echinodermi), così come fra le pedicellarie dei ricci e le ancore delle oloturie, anch'esse appartenenti alla stessa grande classe.

Certi animali composti, o zoofiti, come sono stati chiamati, cioè i polizoi, sono provvisti di strani organi, detti avicularie, che hanno struttura molto diversa nelle differenti specie. Nella loro condizione più perfetta, assomigliano curiosamente a una testa e a un becco di avvoltoio in miniatura, posti su un supporto e capaci di un movimento simile a quello della mascella inferiore o mandibola. In una specie da me osservata, tutte le avicularie dello stesso ramo si muovevano spesso contemporaneamente in avanti e indietro, con la mandibola spalancata e descrivevano un angolo di circa 90 gradi in cinque secondi; il loro movimento provocava un tremolio in tutta la colonia. Quando si toccano le mascelle con un ago, esse lo afferrano così fortemente che si può in tal modo scuotere tutto il ramo.

Mivart cita questo caso, soprattutto riguardo alla presunta difficoltà che organi come le avicularie dei polizoi e le pedicellarie degli echinodermi (organi che egli considera «essenzialmente simili») si siano sviluppati per selezione naturale in sezioni tanto diverse del regno animale. Ma io non vedo alcuna similarità fra le pedicellarie tridattile e le avicularie. Queste ultime assomigliano molto di più alle chele o pinze dei crostacei; e Mivart avrebbe potuto citare con uguale pertinenza questa somiglianza come una difficoltà speciale; o anche la loro somiglianza con la testa e il becco di un uccello. Le avicularie sono ritenute dal signor Busk, dal dottor Smitt e dal dottor Nitsche, naturalisti che hanno accuratamente studiato questo gruppo, omologhe agli zooidi e alle loro cellule che compongono lo zoofito; il labbro mobile o opercolo della cellula corrisponde alla mandibola ugualmente mobile dell'avicularia. Tuttavia Busk non conosce alcuna gradazione attualmente esistente fra uno zooide e un'avicularia. È perciò impossibile supporre attraverso quali stadi utili una delle forme abbia potuto trasformarsi nell'altra; ma non ne consegue affatto che tali stadi di modificazione non siano esistiti.

Poiché le chele dei crostacei assomigliano in qualche modo alle avicularie dei polizoi, in quanto entrambe servono da pinze, può essere

BOLLATI BORINGHIERI

utile dimostrare che nei primi esiste attualmente una lunga serie di gradazioni utili. Nello stadio primo e più semplice, il segmento terminale dell'arto si chiude sia contro la sommità quadrata del penultimo segmento largo, sia contro un lato intero; ed è così capace di afferrare un oggetto; l'arto continua, tuttavia, a essere un organo locomotore. Vediamo poi che un angolo del penultimo segmento largo termina con una piccola prominenza, talvolta provvista di denti irregolari, contro i quali si chiude l'ultimo segmento. Aumentando le dimensioni di questa sporgenza, modificandosi leggermente e migliorandosi la sua forma e quella del segmento terminale, le pinze divengono sempre più perfette fino a diventare uno strumento efficiente come le chele dell'aragosta; e tutte queste gradazioni si possono effettivamente rintracciare.

Oltre alle avicularie i polizoi possiedono strani organi chiamati *vibracula*, che generalmente sono costituiti di lunghe setole, capaci di movimento e facilmente irritabili. In una specie da me esaminata, i vibracoli erano leggermente curvati e dentellati lungo il bordo esterno; e tutti quelli di una stessa colonia spesso si muovevano contemporaneamente; cosicché, agendo come lunghi remi, trasportarono rapidamente un ramo attraverso il vetrino portaoggetti del microscopio. Quando un ramo veniva posato sulla faccia provvista dei vibracoli, questi rimanevano impigliati e facevano violenti sforzi per liberarsi. Si suppone che essi servano alla difesa, e, secondo le osservazioni di Busk, «muovendosi lentamente e dolcemente alla superficie della colonia, allontanano ciò che potrebbe nuocere ai delicati abitanti delle celle quando protendono i loro tentacoli». Le avicularie, come i vibracoli, servono probabilmente alla difesa, ma essi catturano e uccidono piccoli animali viventi, che si crede vengano poi trascinati dalle correnti alla portata dei tentacoli degli zooidi. Alcune specie sono provviste sia di avicularie che di vibracoli; altre hanno solo le prime, e poche soltanto i vibracoli.

Non è facile immaginare due oggetti più differenti in apparenza di una setola o *vibraculum* e di un *avicularium*, foggiate a mo' di testa di uccello; tuttavia essi sono quasi certamente omologhi e hanno un'origine comune, cioè uno zooido con la sua cellula. Perciò possiamo capire come avvenga in certi casi il passaggio graduale di questi organi dall'uno all'altro, come mi ha riferito Busk. Così nelle avicularie di diverse specie di *Lepralia*, la mascella mobile inferiore è talmente allungata e simile a una setola, che soltanto la presenza di quella superiore o becco fisso serve a stabilirne la natura di avicularia. I vibracoli possono essersi

BOLLATI BORINGHIERI

sviluppati direttamente dall'opercolo della cellula senza passare attraverso lo stadio di avicularia; ma sembra più probabile che siano passati attraverso questo stadio, perché è difficile che le altre parti della cellula con l'incluso zooide, siano scomparse improvvisamente, durante gli stadi precoci della trasformazione. In molti casi i vibracoli hanno alla loro base un sostegno scanalato che sembra rappresentare il becco fisso, ma tale sostegno può mancare completamente in alcune specie. Questa teoria dello sviluppo del vibracolo, se fondata, è interessante; perché supponendo che tutte le specie provviste di avicularie si fossero estinte, nessuno, nemmeno un individuo dotato della più grande immaginazione, avrebbe mai pensato che i vibracoli fossero originariamente esistiti come parti di un organo somigliante a una testa di uccello, a un cappuccio o a una scatola irregolare. È interessante vedere come due organi così differenti abbiano avuto un'origine comune; e poiché l'opercolo mobile della cellula serve come protezione per lo zooide, non è difficile credere che tutte le gradazioni attraverso le quali l'opercolo si è trasformato, in un primo tempo nella mascella inferiore di un'avicularia e successivamente in una setola allungata, siano ugualmente serviti come protezione, in modi e in circostanze differenti.

Mivart cita soltanto due esempi tratti dal regno vegetale: la struttura dei fiori delle orchidee e i movimenti delle piante rampicanti. Relativamente alla prima egli dice: «la spiegazione che si dà della loro *origine* è del tutto insoddisfacente e insufficiente a spiegare gli inizi infinitesimali di strutture, che sono utili soltanto se considerevolmente sviluppate». Poiché ho già trattato a fondo questo argomento in un altro lavoro, mi limiterò qui a dare qualche dettaglio su una delle più interessanti particolarità dei fiori delle orchidee, cioè i pollinari. Un pollinario ben sviluppato è costituito da un insieme di granelli di polline, fissati a uno stelo o peduncolo elastico, e questo a una piccola massa di sostanza estremamente vischiosa. I pollinari sono trasportati in questo modo dagli insetti da un fiore sullo stigma di un altro. In alcune orchidee le masse polliniche non hanno fusticino, e i granelli sono tenuti insieme soltanto da filamenti sottili; però questa struttura non è esclusiva delle orchidee, e non è quindi necessario tenerne conto qui; voglio tuttavia ricordare che nel *Cypripedium*, che è alla base della serie delle orchidacee, possiamo osservare quello che probabilmente è stato il primo stadio di sviluppo dei filamenti. In altre orchidee i filamenti si

BOLLATI BORINGHIERI

riuniscono a un'estremità delle masse polliniche; e formano così la prima traccia di un fusticino in formazione. I granelli di polline abortiti, che si possono talvolta trovare inseriti nelle parti centrali solide, ci danno la prova che questa è l'origine del fusticino anche quando esso è molto lungo e sviluppato.

Relativamente alla seconda e principale particolarità, cioè la piccola quantità di sostanza vischiosa attaccata all'estremità del peduncolo, è possibile segnalare una lunga serie di gradazioni, ognuna evidentemente utile per la pianta. Nella maggioranza dei fiori di altri ordini lo stigma secerne una piccola quantità di sostanza vischiosa. In alcune orchidee vi è secrezione di una simile sostanza vischiosa, ma in quantità molto più considerevole, da uno solo dei tre stigmi, che è sterile, forse come conseguenza della copiosa secrezione. Quando un insetto visita uno di questi fiori porta via una parte della sostanza vischiosa asportando così, nello stesso tempo, qualche granello di polline. Da questa semplice condizione, non molto differente da quella tipica di moltissimi fiori comuni, si hanno gradazioni infinite: dalle specie in cui la massa di polline termina all'estremità di un fusticino corto e libero, ad altre in cui il fusticino è solidamente attaccato alla sostanza vischiosa, e lo stesso stigma sterile è molto modificato. Questo è il caso di un pollinario nelle sue condizioni di massimo sviluppo e perfezione. Chi esamini attentamente i fiori di orchidea non potrà negare l'esistenza delle suddette serie di gradazioni, da una massa di granelli di polline riuniti semplicemente da filamenti, e con lo stigma appena differente da quello dei fiori comuni, fino ad un pollinario complesso, mirabilmente adatto per il trasporto del polline da parte degli insetti; né potrà negare che tutte le gradazioni nelle diverse specie di fiori siano perfettamente adatte alla struttura generale di ogni fiore, allo scopo di facilitare la fecondazione per mezzo di insetti diversi. In questo, e in quasi tutti gli altri casi, le ricerche possono essere spinte ancora più lontano; e ci si può domandare come lo stigma di un fiore ordinario sia diventato vischioso; ma poiché non conosciamo l'intera storia di alcun gruppo di organismi, è inutile porsi tali domande, a cui non possiamo rispondere.

Passiamo ora a considerare le piante rampicanti. Queste possono essere classificate in una lunga serie, da quelle che si avvolgono semplicemente attorno a un sostegno, a quelle che ho chiamato foglie rampicanti, fino a quelle provviste di viticci. In queste due ultime classi, i cauli hanno generalmente, ma non sempre, perduto la capacità di torsione, ma hanno conservato la capacità di avvolgimento che anche i

BOLLATI BORINGHIERI

viticci possiedono. Le gradazioni, dalle piante a foglie rampicanti a quelle provviste di viticci, sono molto ravvicinate, e alcune piante possono essere indifferentemente classificate nell'una o nell'altra classe. Ma quando si passa dalle forme rampicanti semplici a quelle a foglie rampicanti, appare una qualità importante, cioè la sensibilità al contatto, che provoca negli steli delle foglie o dei fiori, o nelle loro modificazioni in viticci, al contatto con un oggetto, lo stimolo ad avvolgersi intorno a questo e aderirgli. Chi leggerà la mia memoria su queste piante ammetterà, io credo, che tutte le numerose gradazioni della funzione e della struttura delle piante che si avvolgono semplicemente fino a quelle munite di viticci, sono in ogni caso molto vantaggiose per le specie. Per esempio, per una pianta che si avvolge è evidentemente di grande utilità diventare una pianta a foglie rampicanti; ed è probabile che ogni forma rampicante, fornita di foglie con piccioli lunghi, si sarebbe trasformata in una pianta a foglie rampicanti, se i piccioli avessero posseduto, anche in piccolo grado, la necessaria sensibilità al contatto.

Poiché la torsione è il mezzo più semplice di salire su un sostegno e forma la base delle nostre serie, ci si può naturalmente domandare in quale modo le piante abbiano acquistato questa capacità nello stadio iniziale, capacità perfezionata e aumentata in seguito per selezione naturale. La capacità di torsione dipende in primo luogo dalla straordinaria flessibilità dei giovani steli (carattere, tuttavia, comune a molte piante non rampicanti); e in secondo luogo dal loro continuo piegarsi verso tutte le direzioni, l'una dopo l'altra successivamente, nello stesso ordine. Questo movimento inclina lo stelo da ogni parte, determinando una rotazione. Non appena la porzione inferiore dello stelo incontra un ostacolo e si arresta, la parte superiore continua a piegarsi e a girare, e così si attorciglia necessariamente intorno al sostegno, arrampicandosi. Il movimento di rotazione cessa dopo la prima crescita di ogni germoglio. Poiché in molte famiglie assai diverse di piante, si riscontrano singole specie e singoli generi che possiedono la capacità di avvolgimento e sono diventate in tal modo rampicanti, essi devono avere acquisito tale capacità indipendentemente, e non possono averla ereditata da un progenitore comune. Per questo supposi che una leggera tendenza a tale tipo di movimento non fosse rara nelle piante non rampicanti; e che avesse potuto fornire la base all'azione di perfezionamento della selezione naturale. Quando feci questa previsione, conoscevo soltanto un caso imperfetto, quello dei giovani peduncoli fiorali della *Maurandia*, che girano leggermente e irregolarmente, come gli steli del-

BOLLATI BORINGHIERI

le piante rampicanti, ma senza arrampicarsi. Poco dopo Fritz Müller scoprì che i giovani cauli dell'*Alisma* e del *Linum* – piante non rampicanti e molto lontane fra loro nel sistema naturale – hanno un evidente movimento di rotazione, che però è irregolare; e affermò di poter supporre che ciò avvenga in qualche altra pianta. Questi lievi movimenti non sembrano avere alcuna utilità per le piante in questione; in ogni caso non permettono loro in alcun modo di arrampicarsi, che è quanto c'interessa. Tuttavia possiamo capire che se gli steli di queste piante fossero stati flessibili, e se fosse stato loro utile, nelle condizioni a cui sono esposti, di salire più in alto, l'abitudine di compiere movimenti rotatori piccoli e irregolari sarebbe aumentata e sarebbe diventata utile per opera della selezione naturale, fino a trasformare queste piante in specie perfettamente rampicanti.

Possiamo applicare alla sensibilità dei piccioli delle foglie, dei fiori, e dei viticci, quasi le stesse osservazioni che abbiamo fatto per i movimenti rotatori delle piante rampicanti. Poiché un vasto numero di specie appartenenti a gruppi molto differenti sono dotate di questo tipo di sensibilità, esso si dovrebbe trovare allo stato nascente in molte piante che non sono diventate rampicanti. E questo si verifica. Ho infatti osservato nella *Maurandia*, precedentemente citata, che i giovani cauli fiorali s'inclinano leggermente verso il lato che è stato toccato. Morren ha osservato in diverse specie di *Oxalis* che le foglie e i piccioli, specialmente dopo esposizione al sole cocente, si muovono se sono toccati lievemente e ripetutamente, o se si scuote la pianta. Ho ripetuto le stesse osservazioni in qualche altra specie di *Oxalis*, con lo stesso risultato; in qualcuna il movimento è percettibile, ma è più apparente nelle foglie giovani; in altre specie è estremamente lieve. È più importante il fatto che, secondo l'autorevole Hofmeister, i giovani germogli e le giovani foglie di tutte le piante si muovono dopo essere stati scossi; e nelle piante rampicanti, come sappiamo, i piccioli e i viticci sono sensibili soltanto nel primo periodo dell'accrescimento.

È poco probabile che i suddetti piccoli movimenti, dovuti al contatto o allo scuotimento, possano avere un'importanza funzionale per gli organi delle piante, quando sono giovani e stanno crescendo. Ma le piante, sotto la sollecitazione di stimoli diversi, hanno capacità di movimento, che per esse sono di evidente importanza; per esempio, il movimento verso la luce o – più raramente – quello contrario alla luce, il movimento nel senso contrario alla forza di gravità, o più raramente, quello nel senso inverso. Quando i nervi e i muscoli di un animale sono stimolati con la

BOLLATI BORINGHIERI

corrente galvanica o per l'assorbimento di stricnina, i movimenti che ne derivano possono dirsi accidentali, perché né i nervi, né i muscoli sono stati resi specialmente sensibili a questi stimoli. Così sembra che le piante provviste della capacità di movimento in risposta a certi stimoli, possano accidentalmente essere sollecitate dal contatto o dallo scuotimento. Non v'è dunque grande difficoltà ad ammettere che, nelle piante a foglie rampicanti o in quelle provviste di viticci, questa tendenza sia stata favorita e rafforzata per selezione naturale. Tuttavia è probabile, per alcune ragioni che ho citato nella mia memoria, che questo sia accaduto soltanto nelle piante che avevano già acquistato la capacità di rotazione, ed erano perciò diventate forme rampicanti. Ho già cercato di spiegare come le piante abbiano acquistato questa facoltà, cioè con il rafforzamento della tendenza a movimenti rotatori leggeri e irregolari, che in un primo tempo non avevano alcuna utilità per esse; tali movimenti, come quelli provocati dal contatto o dallo scuotimento, erano il risultato accidentale della capacità di movimento, acquisita per altri scopi vantaggiosi. Non pretendo di stabilire se, durante il graduale sviluppo delle piante rampicanti, la selezione naturale sia stata aiutata dagli effetti ereditati dell'uso; sappiamo però che certi movimenti periodici, come il cosiddetto sonno delle piante, sono regolati dall'abitudine.

Abbiamo preso in esame abbastanza, e forse più che abbastanza, quei casi che sono stati scelti con cura da un abile naturalista per provare come la selezione naturale sia impotente a spiegare gli stadi iniziali di strutture utili; e spero di aver dimostrato che non esistono grandi difficoltà a questo riguardo. Mi si è offerta così una buona occasione per dilungarmi un poco sulle gradazioni di struttura che sono spesso associate a cambiamenti di funzioni: argomento importante che non avevo trattato con ampiezza sufficiente nelle precedenti edizioni di quest'opera. Riassumerò ora brevemente le osservazioni precedenti.

Per quanto riguarda la giraffa, la conservazione continuata di quegli individui di qualche estinto ruminante di alta statura, che possedevano collo e gambe più lunghe e potevano perciò brucare un po' più oltre l'altezza media, e la continuata distruzione di quelli incapaci di brucare così in alto, saranno state sufficienti a produrre questo singolare quadrupede; ma l'uso prolungato di tutte le parti, e l'eredità, avranno contribuito in modo importante alla loro coordinazione. Nei molti insetti che imitano oggetti vari, non è improbabile che una accidentale somi-

BOLLATI BORINGHIERI

glianza con qualche oggetto comune sia stata, in ciascun caso, il punto di partenza dell'opera della selezione naturale, perfezionatasi in seguito con la conservazione di variazioni leggere che tendevano ad aumentare la somiglianza; questo può essere durato per tutto il tempo che l'insetto ha continuato a variare, e che una sempre più perfetta somiglianza gli ha permesso di sfuggire all'acuta vista dei suoi nemici. In alcune specie di balene vi è la tendenza alla formazione di piccole, irregolari sporgenze cornee sul palato; e sembra rientrare nell'ambito dell'azione della selezione naturale il conservare tutte le variazioni vantaggiose, fino alla trasformazione delle sporgenze, prima in tubercoli o denti lamellati, come quelli del becco dell'oca, poi in brevi lamelle, come quelle dell'anatra domestica, poi in lamelle perfette come quelle del mestolone, e infine nei giganteschi fanoni della balena di Groenlandia. Nella famiglia delle anatre, le lamelle furono dapprima usate come denti, poi in parte come denti, in parte come apparato di filtrazione, e infine esclusivamente per quest'ultimo scopo.

L'abitudine o l'uso possono aver contribuito poco o niente, per quanto possiamo giudicare, allo sviluppo di conformazioni del tipo delle lamelle cornee o dei fanoni. D'altra parte, il passaggio dell'occhio inferiore sul lato superiore della testa in un pesce piatto, e la formazione di una coda prensile nelle scimmie, si possono attribuire quasi completamente all'uso continuato, e all'eredità. Relativamente alle mammelle degli animali superiori, l'ipotesi più facilmente concepibile è che in un'epoca primordiale le ghiandole cutanee che ricoprivano tutta la superficie del sacco di un marsupiale secernessero un liquido nutritivo, e che queste ghiandole si siano poi migliorate dal punto di vista funzionale per selezione naturale e, raggruppatesi in un'area limitata, abbiano formato una mammella. Capire come gli aculei ramificati di qualche antico echinoderma, che servivano da difesa, si siano sviluppati per selezione naturale in pedicellarie tridattile, non è più difficile che capire come si sia prodotto lo sviluppo delle pinze dei crostacei, attraverso piccole modificazioni utili del penultimo segmento di un arto, che dapprima era usato soltanto come organo di locomozione. Nelle avicularie e nei vibracoli dei polizoi troviamo organi apparentemente molto differenti che hanno un'origine comune, e possiamo capire come nei vibracoli gli stadi successivi abbiano potuto essere utili. Nei pollinari delle orchidee, si possono ritrovare le fasi della trasformazione in fusticini dei filamenti che originariamente riunivano i granelli di polline; e si possono seguire ugualmente le tappe attraverso cui la sostanza vischiosa,

BOLLATI BORINGHIERI

simile a quella secreta dagli stigmi dei fiori comuni, per uno scopo simile ma non identico, si sia attaccata alle estremità libere dei fusticini, essendo tutti questi stadi di evidente utilità per le piante in questione. Riguardo alle piante rampicanti, è inutile ripetere quanto ho appena detto.

Si è spesso domandato perché, se la selezione naturale ha tanto potere, essa non abbia conferito a certe specie questa o quella conformazione che sarebbe stata loro evidentemente utile. Ma non è ragionevole pretendere una risposta precisa a tale domanda, quando si consideri la nostra ignoranza sul passato di ogni specie e sulle condizioni che, allo stato presente, ne determinano l'entità numerica e la distribuzione geografica. Nella maggior parte dei casi si possono addurre soltanto ragioni generali, ma in qualche caso è possibile trovare ragioni specifiche. Così, per adattare una specie a nuove abitudini di vita sono quasi indispensabili molte modificazioni coordinate, e può essere accaduto spesso che le parti necessarie non abbiano variato nella giusta maniera o nel giusto grado. Molte specie devono essere state limitate nell'accrescimento numerico da agenti di distruzione, senza relazione alcuna con strutture che – per il fatto che ci appaiono vantaggiose per la specie – noi pensiamo debbano essere state acquisite per selezione naturale. In questo caso, poiché la lotta per l'esistenza non dipendeva da tali strutture, esse non potevano essere acquisite attraverso la selezione naturale. In molti casi, per lo sviluppo di una struttura sono necessarie condizioni complesse, protrattesi per un lungo periodo, e spesso di natura particolare; il concorso delle condizioni richieste può essersi presentato raramente. L'opinione che una data struttura, che noi, spesso erroneamente, crediamo utile per una specie, debba essere acquisita in qualunque circostanza per selezione naturale, contrasta con quanto ci è dato capire circa il suo modo di operare. Mivart non nega che la selezione naturale abbia prodotto qualche effetto; ma egli considera ciò come «chiaramente insufficiente» a spiegare quei fenomeni che io spiego invece con la sua azione. Abbiamo finora discusso le principali argomentazioni di Mivart e successivamente considereremo le altre. Mi sembra che esse abbiano carattere poco dimostrativo e scarso peso in confronto a quelle che possiamo citare in favore della efficacia della selezione naturale, coadiuvata dagli altri fattori spesso ricordati. Devo aggiungere che alcuni fatti e argomenti da me qui citati, sono stati già esposti, con lo stesso scopo, in un pregevole articolo, apparso recentemente sulla «*Medico-Chirurgical Review*».

BOLLATI BORINGHIERI

Attualmente quasi tutti i naturalisti ammettono l'evoluzione sotto qualche forma. Mivart crede che le specie cambino per una «forza o tendenza interna» di natura sconosciuta. Che le specie abbiano la capacità di modificarsi è ammesso da tutti gli evoluzionisti, ma mi sembra che non sia necessario invocare una forza interna, oltre l'ordinaria tendenza a variare, la quale, con l'aiuto della selezione operata dall'uomo, ha dato origine a un gran numero di razze domestiche ben adattate, e che, con l'aiuto della selezione naturale, può, nello stesso modo, avere dato origine, per passi gradualmente, alle specie o razze naturali. Il risultato finale, come già è stato spiegato, sarà stato generalmente un progresso dell'organizzazione; in pochi casi, invece, avrà costituito un regresso.

Mivart è inoltre incline a credere, e alcuni naturalisti sono d'accordo con lui, che le specie nuove si manifestino «improvvisamente e per modificazioni subitanee». Per esempio, egli suppone che le differenze fra l'estinto *Hipparion* tridattilo e il cavallo si siano manifestate improvvisamente. Egli ritiene difficile credere che l'ala di un uccello «sia sviluppata altrimenti che per una modificazione evidente e importante e relativamente improvvisa»; e sembra voler estendere il suo punto di vista all'ala dei pipistrelli e dei pterodattili. Questa conclusione, che implica enormi lacune o discontinuità nelle serie, mi sembra improbabile al massimo grado.

Chiunque ammette l'evoluzione lenta e graduale, ammetterà di certo che i cambiamenti specifici possano essere stati altrettanto grandi e improvvisi quanto lo è ogni variazione isolata che osserviamo allo stato di natura, o anche allo stato domestico. Ma poiché le specie domestiche o coltivate sono più variabili delle specie allo stato di natura, non è probabile che si siano verificate spesso in natura variazioni grandi ed improvvise quali si possono osservare talvolta allo stato domestico. Molte di queste ultime variazioni possono essere attribuite alla reversione; ed è probabile che i caratteri che così ricompaiono siano stati in molti casi acquisiti all'inizio, gradualmente. Un numero ancora maggiore di queste variazioni debbono essere considerate mostruosità, come la comparsa di sei dita nell'uomo, l'uomo porcospino, le pecore Ancon, i bovini Niata ecc.; ma queste forme possono aiutarci poco a chiarire il nostro problema, perché i loro caratteri sono molto diversi da quelli delle specie naturali. Se si escludono tali casi di variazioni improvvise, i pochi che rimangono potrebbero al massimo costituire, se si trovano allo stato naturale, specie dubbie, molto affini al loro tipo parentale.

BOLLATI BORINGHIERI

Le ragioni che mi fanno dubitare del brusco cambiamento delle specie naturali, analogo a quello che si osserva talvolta nelle razze addomesticate, e che m'impediscono di credere che il cambiamento sia avvenuto nella sorprendente maniera indicata da Mivart, sono le seguenti. L'esperienza c'insegna che le variazioni improvvise e molto pronunciate si presentano, nelle nostre specie domestiche, isolatamente e con intervalli di tempo piuttosto lunghi. Se ciò avvenisse in natura, tali variazioni, come abbiamo già spiegato, sarebbero soggette a scomparire per cause accidentali di distruzione e per incroci successivi; e sappiamo che così avviene allo stato domestico, se le variazioni improvvise di tal genere non sono preservate con attenzione e tenute isolate a cura dell'uomo. Secondo l'opinione di Mivart, si dovrebbe dunque credere, in opposizione a ogni analogia, che per la formazione di una specie nuova sia necessaria la comparsa simultanea nella medesima zona di molti individui straordinariamente modificati. Come nel caso della selezione inconscia operata dall'uomo, questa difficoltà viene superata con la teoria dell'evoluzione graduale, attraverso la conservazione di un grande numero d'individui varianti in una maggiore o minore misura nel senso di una qualsiasi variazione favorevole, e con la distruzione di molte varianti in senso opposto.

Non v'è dubbio che molte specie si siano sviluppate in modo estremamente graduale. Le specie e anche i generi di molte grandi famiglie naturali sono talmente simili, che non poche di esse sono difficili a distinguersi. In ogni continente, procedendo dal nord verso il sud, dalla pianura alla montagna ecc., incontriamo un'enorme quantità di specie molto affini o rappresentative, fatto che avviene anche su certi continenti separati, che abbiamo ragione di credere fossero un tempo riuniti. Ma le osservazioni che faccio ora e quelle che seguiranno mi costringono a toccare argomenti che saranno discussi in seguito. Osserviamo le numerose isole che circondano un continente e vediamo come molti dei loro abitanti possono essere classificati non altrimenti che come specie dubbie. Lo stesso accade quando studiamo il passato e confrontiamo le specie da poco scomparse con quelle che vivono attualmente nelle stesse aree; o se confrontiamo le specie fossili che sono sepolte nelle stratificazioni di una stessa formazione geologica. È, in verità, evidente che moltissime specie sono strettamente affini ad altre specie esistenti, o da poco scomparse; e sarà perciò molto difficile sostenere che tali specie si siano sviluppate improvvisamente. Né si dovrebbe dimenticare, quando si osservano organi particolari di specie affini, anziché specie distin-

BOLLATI BORINGHIERI

te, che si possono seguire le gradazioni numerose e straordinariamente sottili che pongono in relazione l'una con l'altra strutture molto differenti tra di loro.

Molte categorie di fatti sono comprensibili solo se si ammette l'ipotesi che le specie si siano evolute attraverso gradazioni molto piccole: per esempio, il fatto che le specie comprese nei generi più cospicui sono molto più simili fra loro, e presentano un maggior numero di varietà, di quanto non avvenga fra le specie dei generi minori. Le prime sono anche riunite in piccoli gruppi, come varietà nell'ambito della specie, e presentano altre analogie con le varietà, come abbiamo dimostrato nel secondo capitolo. In virtù di questo stesso principio possiamo capire come mai i caratteri specifici siano più variabili di quelli generici; e perché le parti sviluppate in modo o grado straordinario siano più variabili di altre parti della stessa specie. Si potrebbero citare molti altri fatti analoghi, che portano tutti alla stessa conclusione.

Sebbene moltissime specie si siano quasi certamente formate per gradi successivi non più grandi di quelli che separano le varietà meno diverse fra loro, si può tuttavia sostenere che alcune si siano sviluppate in modo diverso e improvviso. Una tale supposizione comunque non dovrebbe essere avanzata senza prove evidenti a suo sostegno. Meritano scarsa considerazione le analogie vaghe, e sotto qualche aspetto false, come il signor Chauncey Wright ha dimostrato, che sono state citate a sostegno di questa opinione, cioè l'improvvisa cristallizzazione di sostanze inorganiche, o il passaggio di una forma poliedrica da un tipo a un altro di sfaccettatura. Vi è però una classe di fatti, come la comparsa improvvisa di nuove e distinte forme di vita nelle nostre formazioni geologiche, che, a prima vista, sembrerebbe convalidare l'ipotesi di uno sviluppo improvviso. Ma il valore di queste prove dipende interamente dalla perfezione dei documenti geologici relativi a periodi remoti della storia della terra. Se i documenti sono frammentari come molti geologi asseriscono categoricamente, non v'è nulla di strano nel fatto che queste forme ci appaiano come sviluppatesi improvvisamente.

A meno che non si ammetta la possibilità di trasformazioni così prodigiose come quelle invocate da Mivart – cioè lo sviluppo subitaneo delle ali degli uccelli o dei pipistrelli, o l'improvvisa trasformazione di un *Hipparion* in un cavallo – l'ipotesi delle modificazioni brusche chiarisce ben poco il problema della mancanza di anelli di congiunzione nelle formazioni geologiche. Ma l'embriologia protesta vivacemente contro la credenza in tali bruschi cambiamenti. È noto che le ali degli

BOLLATI BORINGHIERI

uccelli e quelle dei pipistrelli, le zampe dei cavalli e quelle di altri quadrupedi non presentano distinzioni in un periodo precoce della vita embrionale, e che si differenziano attraverso gradazioni impercettibili. Come vedremo in seguito, tutti i tipi di somiglianza embriologica si spiegano con il fatto che gli antenati delle nostre specie attuali sono cambiati dopo la loro prima giovinezza, e hanno trasmesso i nuovi caratteri acquisiti ai loro discendenti a un'età corrispondente. L'embrione rimane, in tal modo, pressoché inalterato, e serve come documento delle passate condizioni della specie. Per questo le specie esistenti, durante le prime fasi del loro sviluppo, assomigliano così spesso alle forme antiche ed estinte che appartengono alla stessa classe. Secondo questo punto di vista sul significato delle somiglianze embriologiche, e, in verità, secondo qualsiasi altro punto di vista, non si può credere che un animale abbia subito modificazioni così importanti e brusche come quelle che abbiamo citato, senza che di esse sia rimasta traccia allo stato embrionale, dato che ogni particolare della sua struttura si sviluppa per gradi impercettibili.

Chiunque crede che una forma antica si sia improvvisamente cambiata, per una forza o tendenza interna, in un'altra, per esempio in una fornita di ali, sarà quasi costretto ad ammettere, in contraddizione con ogni analogia, che molti individui abbiano variato contemporaneamente. Non si può negare che tali improvvisi e grandi cambiamenti di struttura siano del tutto differenti da quelli che la maggioranza delle specie sembra avere subito. Egli sarà inoltre costretto a credere all'insorgere improvviso di numerose conformazioni, mirabilmente adattate a tutte le altre parti dello stesso individuo, e alle condizioni ambientali; e non potrà addurre nemmeno l'ombra di una spiegazione di tali complessi, meravigliosi coadattamenti. Sarà anche costretto ad ammettere che queste grandi e repentine trasformazioni non hanno lasciato traccia della loro azione nell'embrione. Ammettere tutto questo mi sembra che equivalga ad abbandonare il campo della Scienza per entrare in quello del miracolo.

8.

Istinto

Molti istinti sono talmente meravigliosi che il loro sviluppo potrà apparire al lettore una difficoltà sufficiente a demolire completamente la mia teoria. Debbo premettere che non ho la pretesa di voler ricercare l'origine delle facoltà mentali più di quanto non abbia quella di cercare l'origine della vita stessa. Ci interessiamo qui soltanto delle diversità dell'istinto e delle altre facoltà mentali in animali della stessa classe.

Non tenterò di dare una definizione dell'istinto. Sarebbe facile mostrare che numerosi e distinti atti mentali sono comunemente designati con questo termine; ma ognuno capisce che cosa s'intende, quando si dice che l'istinto spinge il cuculo a migrare e deporre le uova nei nidi di altri uccelli. Un'azione che per noi richiede l'aiuto della riflessione e della pratica è considerata istintiva quando è compiuta da un animale molto giovane e privo di esperienza, oppure da molti individui nello stesso modo, senza che essi ne conoscano lo scopo. Ma potrei dimostrare che nessuno di questi caratteri è universale. Una piccola dose di giudizio o di ragione, secondo l'espressione di Pierre Huber, interviene spesso anche negli animali che occupano gradini inferiori nella scala della natura.

Frédéric Cuvier e alcuni vecchi metafisici hanno paragonato l'istinto all'abitudine. Questo confronto ci dà, credo, una precisa nozione dello stato mentale in cui si effettua un'azione istintiva, ma non necessariamente della sua origine. Quanti atti abituali eseguiamo inconsciamente, non di rado in senso contrario alla nostra volontà consapevole! Tuttavia essi potrebbero essere modificati dalla volontà o dalla ragione. Le abitudini si associano facilmente ad altre abitudini, a determinati periodi o a determinate condizioni dell'organismo. E una volta acquisite, rimangono spesso costanti per tutta la vita. Si potrebbero segnalare diversi altri punti di somiglianza fra gli istinti e le abitudini.

BOLLATI BORINGHIERI

Come nella ripetizione di una canzone ben nota, così nell'istinto, a una azione segue un'altra con una sorta di ritmo; una persona, se viene interrotta quando canta o ripete qualcosa a memoria, deve generalmente tornare indietro per riprendere il corso abituale del pensiero; e così, come ha osservato Huber, agisce un bruco che costruisce un'amaca molto complicata; infatti se si prende il bruco che è arrivato, ad esempio, al sesto stadio della costruzione e lo si pone in un'amaca costruita soltanto fino al terzo stadio, il bruco eseguisce di nuovo il quarto, quinto, e sesto stadio della costruzione. Se però si prende il bruco da un'amaca, poniamo, al terzo stadio e lo si mette in un'altra costruita fino al sesto, in modo che la maggior parte del lavoro sia già stato fatto, il bruco invece di trarre da ciò un vantaggio, si mostra molto imbarazzato e, per completare l'amaca, appare costretto a riprendere il lavoro dal terzo stadio, dove l'aveva lasciato, e si sforza così di completare l'opera già portata a compimento.

Se supponiamo che un'azione abituale divenga ereditaria – e si può dimostrare che in effetti ciò talvolta accade – allora la somiglianza fra ciò che originariamente era abitudine e l'istinto diviene tanto grande, che non è possibile fare distinzione. Se Mozart, anziché suonare il pianoforte all'età di tre anni, dopo uno studio straordinariamente breve, avesse suonato un motivo senza mai essersi esercitato, allora avrebbe potuto dirsi che suonava istintivamente. Ma sarebbe un grave errore credere che la maggior parte degli istinti siano stati acquisiti per abitudine nel corso di una generazione, e trasmessi in seguito per eredità alle generazioni seguenti. Si può chiaramente dimostrare che gli istinti più straordinari che conosciamo, per esempio quelli dell'ape domestica e di molte formiche, non possono essere stati acquisiti con l'abitudine.

Tutti ammetteranno che gli istinti sono importanti quanto la conformazione fisica, per il benessere di ogni specie nelle sue attuali condizioni di vita. In mutate condizioni di vita, è perlomeno possibile che piccole modificazioni degli istinti possano risultare vantaggiose a una specie; e se si può dimostrare che gli istinti variano anche di poco, non trovo alcuna difficoltà ad ammettere che la selezione naturale possa conservare e accumulare continuamente le variazioni dell'istinto, in quanto esse sono utili. Tale è stata, ritengo, l'origine di tutti gli istinti più complessi e mirabili. Sono sicuro che gli istinti nascono e aumentano per l'abitudine e l'uso, e diminuiscono o si perdono per il non uso, allo stesso modo delle modificazioni della struttura. Ma credo che gli

BOLLATI BORINGHIERI

effetti dell'abitudine in molti casi siano di secondaria importanza, ai fini della selezione naturale, di fronte a quelle che possiamo chiamare le variazioni spontanee degli istinti, cioè le variazioni prodotte dalle stesse cause sconosciute che producono le piccole deviazioni della struttura corporea.

Nessun istinto complesso può esser prodotto per selezione naturale altrimenti che per mezzo dell'accumularsi di numerose ma utili piccole variazioni. Perciò, in natura, come nella conformazione fisica, dovremmo trovare non proprio quelle gradazioni di transizione attraverso le quali si è acquisito ogni istinto complesso (gradazioni che si potrebbero trovare soltanto negli antenati diretti di ogni specie) ma qualche traccia di queste gradazioni nelle linee collaterali della discendenza; oppure dovremmo almeno poter dimostrare la possibilità di un tale tipo di gradazione; cosa che siamo sicuramente in grado di fare. Sono stato molto sorpreso di scoprire (tenendo conto che gli istinti degli animali sono stati osservati piuttosto poco, fatta eccezione per l'Europa e l'America settentrionale, e che non si sa nulla dell'istinto delle specie estinte) quanto frequentemente si trovino molte gradazioni che conducono agli istinti più complessi. I cambiamenti dell'istinto possono talvolta essere facilitati dal fatto che le specie hanno istinti differenti nei differenti periodi di vita, o nelle differenti stagioni dell'anno, o quando sono poste in condizioni diverse ecc.; in questi casi la selezione naturale può conservare l'uno o l'altro istinto. E si può dimostrare che tali esempi di diversità di istinti nella stessa specie si trovano in natura.

Inoltre, come per la struttura corporea, e in accordo con la mia teoria, l'istinto di ogni specie è utile a questa, ma non si è mai sviluppato, per quanto possiamo giudicare, per l'esclusivo vantaggio di altre specie. Uno degli esempi più convincenti che io conosca di un animale che compie apparentemente qualche atto a esclusivo vantaggio di un altro animale, è quello degli afidi che cedono volontariamente alle formiche le loro escrezioni zuccherine, come è stato osservato per la prima volta da Huber: e che questa azione sia compiuta dagli afidi volontariamente è dimostrato dai seguenti fatti. Io levai tutte le formiche che circondavano un gruppo di una dozzina di afidi su una pianta di romice, e impedii che vi ritornassero per diverse ore. Dopo questo intervallo ero sicuro che gli afidi avrebbero deposto la loro escrezione. Li osservai con la lente, ma non vidi escrezione alcuna: allora li solleticaì e accarezzai con un capello cercando di imitare come meglio potevo le antenne delle formiche, ma anche in questo modo nessuna escrezione. Permissi allo-

BOLLATI BORINGHIERI

ra a una formica di raggiungerli, e dal modo come correva dall'uno all'altro, essa sembrò ben consapevole di aver fatto una scoperta preziosa; cominciò allora a palpare con le antenne l'addome prima di un afide, poi degli altri; e ciascuno, al contatto delle antenne, sollevava immediatamente l'addome ed emetteva l'escrezione di una limpida goccia del liquido zuccherino, che era divorato avidamente dalla formica. Anche i più giovani afidi si comportavano in questo modo, dimostrando che la loro azione era istintiva e non risultante da esperienza. È cosa certa, come risulta dalle osservazioni di Huber, che le formiche non dispiacciono agli afidi, i quali, in assenza di formiche, sono infine costretti a emettere la loro escrezione. Ma poiché questa è molto vischiosa, è senz'altro vantaggioso per gli afidi esserne liberati, e pertanto essi non secernono esclusivamente a vantaggio delle formiche. Sebbene non vi siano prove che un animale eseguisca un'azione per l'esclusivo vantaggio di un'altra specie, ciascuno tuttavia cerca di trarre profitto dagli istinti degli altri, allo stesso modo che ognuno cerca di trarre profitto dalla più debole struttura corporea delle altre specie. E così anche certi istinti non si possono considerare come assolutamente perfetti; ma siccome i dettagli su questo e su altri simili punti non sono indispensabili, possiamo tralasciarli.

Poiché un certo grado di variazione negli istinti allo stato di natura, e la loro trasmissione ereditaria, sono indispensabili all'azione della selezione naturale, dovrei dare qui tutti gli esempi possibili; ma lo spazio me lo impedisce. Mi limito perciò ad affermare che gli istinti variano; l'istinto migratorio, per esempio, varia, sia relativamente alla direzione che all'estensione, anche fino alla sua totale scomparsa. Così i nidi degli uccelli variano in parte in dipendenza del luogo scelto per la costruzione, o della natura e temperatura del paese abitato, ma spesso in dipendenza di cause che ignoriamo completamente. Audubon ha segnalato numerosi casi molto interessanti di differenze nei nidi di una stessa specie nel sud e nel nord degli Stati Uniti. È stato chiesto perché mai, se l'istinto è variabile, l'ape non abbia «la capacità di usare qualche altro materiale da costruzione quando la cera viene a mancare». Ma quale altro materiale naturale potrebbe adoperare? Ho osservato che le api possono lavorare la cera indurita col cinabro o ammorbidita con lo strutto. Andrew Knight ha osservato che le sue api invece di raccogliere con fatica il propoli, usavano un mastice di cera e trementina con cui egli aveva ricoperto alberi scortecciati. È stato recentemente dimostrato che le api, invece di cercare il polline, utilizzano volentieri una

BOLLATI BORINGHIERI

sostanza molto diversa, cioè la farina d'avena. Il timore di un particolare nemico è senza dubbio una qualità istintiva, come si può vedere in molti uccelli di nido, sebbene essa sia aumentata dall'esperienza e dalla vista della paura che lo stesso nemico suscita in altri animali. Come ho altrove dimostrato, la paura dell'uomo viene acquisita lentamente dagli animali che abitano isole deserte; possiamo osservarne un esempio anche in Inghilterra, dove tutti i grandi uccelli sono molto più selvaggi dei piccoli, perché i grandi sono stati più perseguitati dall'uomo. Possiamo con certezza attribuire a questa causa la maggiore selvaticità dei nostri uccelli più grandi; infatti nelle isole disabitate gli uccelli grandi non sono più timorosi di quelli piccoli; e la gazza, che in Inghilterra è tanto ombrosa, è domestica in Norvegia, come la cornacchia bigia in Egitto.

Il fatto che le facoltà mentali di animali dello stesso tipo, allo stato di natura, variano molto, potrebbe essere dimostrato in molti modi. Si potrebbero anche citare esempi di strane e occasionali abitudini in animali selvatici, abitudini che, se fossero vantaggiose per la specie, avrebbero potuto dare origine, per selezione naturale, a istinti nuovi. Mi rendo conto che queste considerazioni generali, non corredate dai dati di fatto particolari, avranno poca forza persuasiva presso i miei lettori. Posso però assicurare che tutte le mie affermazioni sono sostenute da prove di fatto.

Eredità di variazioni delle abitudini o degli istinti negli animali domestici

La possibilità, o anche la probabilità, che variazioni dell'istinto si trasmettano per eredità allo stato di natura sarà avvalorata quando si esaminino rapidamente alcuni casi osservati allo stato domestico. Saremo così in grado di capire la parte che hanno avuto l'abitudine e la selezione delle variazioni cosiddette spontanee nel modificare le qualità mentali dei nostri animali domestici. Fra i gatti, per esempio, l'uno è naturalmente incline a catturare ratti, e l'altro topi, e si sa che queste tendenze vengono ereditate. Un gatto, secondo il signor St John, portava sempre a casa uccelli selvatici, un altro lepri e conigli, e un altro ancora andava quasi ogni notte a caccia nei terreni paludosi, catturando beccacce e beccaccini. Si potrebbero citare numerosi casi curiosi e autentici di trasmissione ereditaria delle varie sfumature del carattere

e del gusto, e anche degli atteggiamenti più bizzarri, associati con determinati stati mentali o determinati periodi di tempo. Ma consideriamo i casi a noi familiari delle diverse razze di cani: non si può mettere in dubbio (e io stesso ho cercato un caso molto evidente) che i giovani pointer, quando vengono portati a caccia per la prima volta, talvolta puntano e anche aiutano gli altri cani; la facoltà di riportare è certamente ereditata in qualche grado nei cani da riporto e quella di correre intorno al gregge invece che seguirlo nei cani da pastore. Non vedo assolutamente come questi atti differiscano sostanzialmente dai veri istinti, se considero che i giovani cani senza esperienza li eseguono tutti quasi allo stesso modo, evidentemente con molto piacere e senza capirne lo scopo; infatti i giovani pointer non possono sapere che puntano per aiutare il padrone più di quanto la cavolaia possa sapere per quale motivo depona le uova sulle foglie del cavolo. Quando osserviamo come un tipo di lupo, ancor giovane e senza esperienza, si ferma e resta immobile come una statua, non appena ha fiutato la preda, per poi strisciare lentamente con un'andatura del tutto particolare; mentre un altro tipo di lupo corre intorno a una mandria di daini costringendoli ad andare in una determinata direzione, anziché lanciarsi contro di loro, senza dubbio alcuno chiamiamo istintive queste azioni. Gli istinti che possiamo chiamare domestici sono certamente molto meno stabili degli istinti naturali; ma essi hanno subito l'influenza di una selezione molto meno rigorosa, e sono stati trasmessi per un periodo molto più breve, e in condizioni ambientali molto meno stabili.

Gli incroci fra diverse razze di cani dimostrano fino a quale grado questi istinti domestici, le abitudini e le attitudini vengano ereditati e quale curiosa mescolanza ne risulti. Infatti è noto che l'incrocio con un bulldog ha influenzato, per molte generazioni, il coraggio e la tenacia del levriero; che l'incrocio di un levriero con un cane da pastore conferì a un'intera famiglia di cani da pastore la tendenza a cacciare la lepre. Questi istinti domestici, così ottenuti con l'incrocio, assomigliano agli istinti naturali, che sono anch'essi mescolati, e per un lungo periodo rivelano le tracce degli istinti dell'uno o dell'altro dei loro progenitori; per esempio Le Roy parla di un cane il cui bisavolo era un lupo; nel cane si riscontrava una sola traccia di questo suo antenato: esso non andava mai diritto verso il padrone quando questi lo chiamava.

È stato a volte sostenuto che gli istinti domestici sono semplicemente atti che si sono trasmessi per eredità in conseguenza di abitudini imposte e mantenute per lungo tempo, ma ciò non è esatto. Nessuno

BOLLATI BORINGHIERI

avrebbe mai pensato di insegnare – e forse nessuno sarebbe mai riuscito a farlo – al colombo capitombolante a capitombolare, atto che ho visto compiere da giovani uccelli, che mai avevano visto un colombo nell'atto di capitombolare. Possiamo ritenere che un colombo avesse originariamente una leggera tendenza a questa strana abitudine e che, attraverso la continua selezione degli individui migliori per ogni generazione successiva, questi colombi siano diventati come sono oggi. Nei dintorni di Glasgow, secondo quanto mi riferisce il signor Brent, vi sono capitombolanti domestici che non possono alzarsi di diciotto pollici dal suolo senza fare una capriola. Probabilmente nessuno avrebbe mai pensato a insegnare a un cane a puntare, se uno di questi animali non avesse mostrato naturalmente la tendenza a farlo; e si sa che ciò avviene talvolta, come io stesso ho avuto occasione di osservare in un cane terrier di razza pura: come molti ritengono, l'atto di puntare probabilmente non è altro che la pausa alquanto prolungata di un animale che si prepara a lanciarsi sulla preda. Una volta manifestatasi la tendenza a puntare, la selezione metodica e gli effetti ereditati di un severo allenamento per ogni generazione successiva avranno completato rapidamente l'opera; e la selezione inconscia è tuttora in corso, perché ognuno, pur senza il proposito di migliorare la razza, cerca di ottenere cani che puntano e cacciano meglio. D'altra parte, la sola abitudine in alcuni casi può essere stata sufficiente: non c'è forse animale che sia più difficile ad addomesticarsi dei piccoli del coniglio selvatico, ma non c'è anche animale più addomesticato dei piccoli del coniglio domestico; poiché però non posso supporre che il coniglio domestico sia stato selezionato soltanto a causa della sua docilità, bisogna attribuire all'abitudine e alla cattività prolungata almeno la maggior parte della trasformazione ereditaria dall'eccessiva selvatichezza all'estrema domestichezza.

Allo stato domestico gli istinti naturali si perdono. Troviamo un esempio interessante di questo in certe razze di volatili che raramente o mai diventano covatori, cioè non mostrano il desiderio di covare le loro uova. Soltanto la familiarità con i nostri animali domestici ci impedisce di notare come la loro mente si sia modificata in larga misura e in modo permanente. Non è possibile mettere in dubbio che nel cane l'affetto per l'uomo sia diventato istintivo. I lupi, gli sciacalli, le volpi e le diverse specie di felini, anche se addomesticati, hanno sempre una spiccata tendenza ad attaccare volatili, pecore e suini, tendenza che si manifesta incorreggibile nei cani che sono stati portati, quando erano ancora cuccioli, da paesi come l'Australia e la Terra del Fuoco, dove i

BOLLATI BORINGHIERI

selvaggi non tengono questi animali in domesticità. Quanto è raro, invece, che si debba insegnare ai nostri cani anche giovanissimi, a non attaccare il pollame, le pecore e i porci! Senza dubbio questo può talvolta accadere, e in tal caso noi li picchiamo, e se non si correggono, li uccidiamo: cosicché l'abitudine e una certa selezione hanno probabilmente concorso ad addomesticare i nostri cani, per mezzo dell'eredità. D'altra parte l'abitudine ha fatto scomparire del tutto nei giovani polli la paura del cane e del gatto che in essi originariamente era senza dubbio istintiva; infatti ho saputo dal capitano Hutton che i giovani volatili del ceppo originario, il *Gallus bankiva* dell'India, sono dapprima estremamente selvatici, anche se covati da una gallina domestica. Lo stesso accade ai giovani fagiani allevati in Inghilterra da una gallina domestica. Ciò non vuol dire che i giovani volatili abbiano completamente perduto la paura, ma soltanto la paura del cane e del gatto; infatti se la chioccia dà il segnale di pericolo essi la abbandonano subito, soprattutto i giovani tacchini, e vanno a nascondersi nell'erba o nei cespugli vicini; azione che ha lo scopo evidente di permettere alla madre di volare via, come si osserva in molti uccelli terrestri selvatici. Ma questo istinto, che i nostri volatili hanno conservato, è diventato inutile allo stato domestico perché questi animali hanno perduto quasi completamente l'attitudine al volo, in conseguenza del non uso.

Possiamo perciò concludere che gli animali allo stato domestico hanno perduto qualche istinto naturale, mentre ne hanno acquisiti altri, in parte per abitudine e in parte per la selezione operata dall'uomo, il quale ha scelto e accumulato, nel corso di generazioni successive, particolari atti e abitudini mentali che apparvero inizialmente per l'influenza di cause che, nella nostra ignoranza, chiamiamo accidentali. In alcuni casi la sola imposizione di un'abitudine è stata sufficiente a provocare modificazioni ereditarie; in altri casi le abitudini imposte non hanno potuto far nulla, e tutte le modificazioni sono state effetto della selezione, sia metodica sia inconscia: ma probabilmente, nella maggioranza dei casi vi è stato un concorso delle due cause, abitudine e selezione.

Istinti speciali

Potremo forse comprendere meglio come gli istinti si siano modificati allo stato di natura per selezione, considerando alcuni esempi. Ne sceglierò soltanto tre: l'istinto che spinge il cuculo a deporre le uova nei

BOLLATI BORINGHIERI

nidi di altri uccelli; l'istinto di certe formiche a farsi degli schiavi; e l'istinto dell'ape domestica a costruirsi l'alveare. Questi due ultimi sono generalmente e giustamente considerati dai naturalisti come i più meravigliosi fra tutti gli istinti che si conoscono.

ISTINTO DEL CUCULO Alcuni naturalisti presumono che la causa più immediata dell'istinto del cuculo risieda nel fatto che la femmina non depone le uova quotidianamente, ma a intervalli di due o tre giorni; cosicché, se essa dovesse costruire il nido e covare le uova, quelle deposte per prime rimarrebbero per qualche tempo abbandonate, oppure si avrebbero uova e piccoli di differente età nello stesso nido. In questo caso il periodo della cova e della schiusa delle uova sarebbe troppo lungo, tanto più che il cuculo migra assai per tempo, e i primi piccoli dovrebbero forse essere nutriti soltanto dal maschio. Ma il cuculo americano si trova proprio in questa condizione; perché si costruisce il nido, depone le uova, e contemporaneamente si occupa dei piccoli che escano dall'uovo in tempi successivi. È stato di volta in volta affermato e negato che il cuculo americano deponga di quando in quando le uova nei nidi di altri uccelli; ma ho recentemente appreso dal dottor Merrell, dell'Iowa, che egli ha trovato una volta nell'Illinois un giovane cuculo insieme con una giovane gazza nel nido di una ghiandaia (*Garrulus cristatus*); e poiché entrambi erano ormai quasi completamente ricoperti di penne, non poteva esserci errore di identificazione. Potrei fornire diversi altri esempi di vari uccelli che depongono occasionalmente le uova nei nidi di altri uccelli. Supponiamo ora che l'antico progenitore del cuculo europeo abbia avuto le abitudini della specie americana, e che abbia occasionalmente deposto un uovo nel nido di un altro uccello. Se l'uccello adulto avrà tratto profitto da questo fatto occasionale sia perché ha potuto migrare prima, sia per un'altra causa qualunque; o se il giovane cuculo sarà diventato più vigoroso per aver tratto vantaggio dall'istinto di un'altra specie, più che se fosse stato allevato dalla propria madre, costretta a occuparsi contemporaneamente delle uova e dei piccoli di varie età: in tutti i casi ne sarà derivato un vantaggio tanto per l'uccello adulto quanto per il giovane. L'analogia ci indurrebbe a credere che i piccoli così allevati abbiano potuto ereditare l'abitudine accidentale e anormale della loro madre, e, a loro volta, abbiano acquisito la tendenza a deporre le uova nei nidi degli altri uccelli, allevando così la loro prole con maggiore successo. Io credo che, da questo prolungato processo, si sia generato lo strano istinto del nostro cucu-

BOLLATI BORINGHIERI

lo. È stato anche recentemente constatato, con sufficiente evidenza, da Adolf Müller, che il cuculo depone occasionalmente le uova sulla nuda terra, dove le cova e nutre i piccoli. Questo raro avvenimento è forse un caso di reversione all'istinto primitivo, da lungo tempo perduto, della nidificazione.

È stato obiettato che non ho osservato nel cuculo altri istinti correlati e altri adattamenti di struttura, che sono considerati come necessariamente coordinati. Ma tutte le speculazioni su un istinto che conosciamo solo in una specie sono inutili, perché fino a oggi non abbiamo fatti che ci servano da guida. Fino a questi ultimi tempi si conoscevano solamente gli istinti del cuculo europeo e di quello americano non parassita, ma attualmente, grazie alle osservazioni del signor Ramsay, abbiamo qualche notizia su tre specie australiane, che depongono le uova nei nidi di altri uccelli. Tre sono i punti principali da considerare: in primo luogo, il cuculo comune, salvo rare eccezioni, depone nel nido un uovo solo, in modo che il grosso e vorace giovane cuculo riceva abbondante nutrimento. In secondo luogo, le sue uova sono notevolmente piccole, non più grandi di quelle dell'allodola, che è circa un quarto del cuculo. Il cuculo americano non parassita depone uova di grandezza normale, e da ciò possiamo dedurre che le piccole dimensioni delle uova del cuculo normale rappresentano un vero caso di adattamento. In terzo luogo, il giovane cuculo, appena nato, ha l'istinto, la forza e la conformazione del dorso adatti a spingere fuori dal nido i suoi fratelli adottivi, che periscono poi di fame e di freddo. Si è sostenuto arditamente che questa è una sistemazione vantaggiosa perché il giovane cuculo possa avere cibo sufficiente e i fratelli adottivi possano morire prima di avere acquistata troppa sensibilità!

Consideriamo ora le specie australiane; sebbene questi uccelli depongano generalmente un solo uovo per nido, tuttavia non è raro trovarne due o tre nello stesso nido. Le uova del cuculo bronzino hanno dimensioni variabili da 8 a 10 linee [20 mm] di lunghezza. Ora, se fosse stato vantaggioso per questa specie deporre uova ancora più piccole, così da ingannare i genitori adottivi, o, come è più probabile, così da schiudere prima (perché è stato asserito esservi relazione fra le dimensioni delle uova e il tempo di incubazione), non vi sarebbe difficoltà ad ammettere che si sarebbe potuta formare una razza o specie con uova sempre più piccole; perché queste sarebbero state covate e allevate con maggior sicurezza. Ramsay ha osservato che due tipi di cuculi australiani, quando depongono le uova in un nido aperto, manifestano una

BOLLATI BORINGHIERI

netta preferenza per i nidi che contengono uova di colore uguale alle loro. Anche nella specie europea vi è una certa tendenza verso un simile istinto, ma non sempre si manifesta, come dimostra il fatto che essa depone uova di colore chiaro e opaco fra quelle di un brillante color azzurro-verdastro del forapaglie. Se il nostro cuculo avesse invariabilmente manifestato il suddetto istinto, questo si sarebbe certamente sommato con tutti quelli che si presume abbia acquisito d'un sol tratto. Le uova del cuculo bronzino australiano, secondo Ramsay, variano straordinariamente di colore, di modo che, per questa qualità, come per il colore, la selezione naturale avrebbe certamente potuto scegliere e fissare una variazione vantaggiosa.

Il giovane cuculo europeo, ordinariamente spinge fuori dal nido la prole dei suoi genitori adottivi due o tre giorni dopo la schiusa; in passato il signor Gould pensava che data la grande debolezza del cuculo in quest'età, fossero gli stessi genitori adottivi a cacciare i propri piccoli dal nido. Ma egli ha ricevuto ora una fedele descrizione da cui risulta essere stato osservato un giovane cuculo, non ancora in grado di vedere né di tenere la testa sollevata, nell'atto di gettare fuori del nido i suoi fratelli adottivi. Uno di questi fu rimesso nel nido dall'osservatore, e di nuovo spinto via dal cuculo. Riguardo al modo con cui il cuculo ha acquisito questo strano e odioso istinto – se, come molto probabilmente è il caso, per il giovane cuculo appena nato è molto importante ricevere quanto più nutrimento possibile – non mi pare sia troppo difficile ammettere che, per numerose generazioni successive, esso abbia gradualmente acquisito il cieco desiderio, la forza e la struttura più adatti per gettare fuori dal nido i suoi fratelli adottivi; infatti i giovani cuculi che avevano questa abitudine e la relativa conformazione meglio sviluppata saranno stati allevati nel modo migliore. Il primo passo verso l'acquisizione dell'istinto vero e proprio potrebbe essere stato soltanto la non intenzionale irrequietezza del giovane cuculo, una volta cresciuto in età e in forze; questa abitudine si sarebbe poi sviluppata e sarebbe stata trasmessa a un'età più precoce. Non mi sembra che questa sia una difficoltà maggiore di quella che s'incontra quando si vuole spiegare l'istinto che muove i piccoli ancora nell'uovo a rompere il guscio che li avvolge, o l'acquisizione, osservata da Owen nei giovani serpenti, di un acuminato dente transitorio, posto nelle mascelle superiori, e destinato a tagliare il duro guscio dell'uovo. Infatti, se ogni parte è soggetta in ogni età a variazioni individuali, e se le variazioni tendono a essere ereditate a una età corrispondente o più precoce (affermazione che non

BOLLATI BORINGHIERI

può essere confutata), allora gli istinti e la conformazione dei giovani possono modificarsi con la stessa lentezza di quelli dell'adulto; ed entrambi questi casi debbono essere accettati o respinti unitamente all'intera teoria della selezione naturale.

Alcune specie di *Molothrus*, un genere del tutto diverso di uccelli americani affine al nostro storno, hanno costumi parassitari come quelli del cuculo; e la specie presenta un'interessante gradazione nella perfezione dell'istinto. Un eccellente osservatore, il signor Hudson, ha constatato che nel *Molothrus badius* i due sessi talvolta vivono promiscuamente in stormi, talaltra a coppie. Essi, o si costruiscono un proprio nido, oppure occupano quello di un altro uccello, gettando fuori i piccoli che esso contiene. Inoltre, o depongono le uova nel nido così conquistato, o costruiscono bizzarramente sopra a questo un loro proprio nido. Covano ordinariamente le loro uova e allevano i piccoli; ma Hudson dice che è probabile che si comportino occasionalmente da parassiti, perché ha visto alcuni piccoli di questa specie seguire uccelli adulti non della loro specie, reclamando nutrimento da questi. I costumi parassitari di un'altra specie di *Molothrus*, il *Molothrus bonariensis*, sono molto più sviluppati, senza essere tuttavia perfetti. Questo uccello, secondo quanto ci è dato sapere, depone sempre le uova nei nidi altrui; ma è notevole il fatto che diversi individui si riuniscano talvolta per intraprendere la costruzione di un proprio nido, irregolare e disordinato, situato in luogo singolarmente disadatto, per esempio sulle foglie di un grande cardo. Essi tuttavia non portano mai il nido a compimento. Depongono spesso nel nido altrui un sì gran numero di uova – da quindici a venti – che solo poche possono schiudersi. Hanno inoltre l'abitudine straordinaria di rompere a colpi di becco le uova che trovano nei nidi di cui si sono impadroniti, siano le uova della loro specie, siano quelle dei genitori adottivi. Essi lasciano anche cadere molte uova sul suolo, e queste vanno così perdute. Una terza specie, il *Molothrus pecoris* dell'America settentrionale, ha acquisito istinti perfetti come quelli del cuculo, infatti non depone mai più di un uovo in un nido altrui, ciò che assicura l'allevamento del giovane uccello. Hudson, che non crede affatto nell'evoluzione, è stato tuttavia talmente colpito dall'imperfezione degli istinti del *Molothrus bonariensis*, che, citando le mie parole, si domanda se non si debbano «considerare queste abitudini, non come istinti creati così come sono ora, ma piuttosto come lievi conseguenze di una legge generale, cioè quella della transizione».

BOLLATI BORINGHIERI

Come è stato già osservato, vari uccelli depongono talvolta le uova nei nidi altrui. Questa abitudine non è insolita fra i gallinacei, e porta qualche chiarimento sul singolare istinto dello struzzo. Nella famiglia degli struzzi, diverse femmine si riuniscono e depongono, prima in un nido poi in un altro, alcune uova che sono covate dal maschio. Questo istinto deriva probabilmente dal fatto che le femmine depongono molte uova, ma con intervalli di due o tre giorni, come il cuculo. Tuttavia nello struzzo americano, come nel *Molothrus bonariensis*, l'istinto non è ancora perfezionato, perché uno straordinario numero di uova rimane abbandonato sul terreno, tantoché in una giornata di caccia ho raccolto non meno di venti uova perdute e sciupate.

Molte api sono parassite e depongono regolarmente le uova nei nidi di altre api. Il caso è più notevole di quello del cuculo, perché queste api hanno non soltanto l'istinto, ma anche la struttura, modificati in conformità con le loro abitudini parassitarie: non possiedono infatti gli organi per la raccolta del polline che sarebbero indispensabili se esse raccogliessero il cibo per le proprie larve. Alcune specie di sfecidi (insetti simili alle vespe) sono ugualmente parassite; e il signor Fabre ha recentemente riferito su alcuni fatti, in base ai quali abbiamo ragione di credere che la *Tachytes nigra*, sebbene costruisca la sua tana e vi immagazzini la preda paralizzata destinata al nutrimento delle larve, tuttavia quando si imbatte in una tana già costruita e rifornita da un altro sfecide, ne prende possesso e diventa per l'occasione parassita. In questo caso, come in quelli del *Molothrus* e del cuculo, non trovo difficoltà ad ammettere che la selezione naturale possa rendere permanente un'abitudine accidentale, se vantaggiosa per la specie e se l'insetto il cui nido e le riserve alimentari vengono proditoriamente conquistati, non viene in tal modo sterminato.

ISTINTO DELLA SCHIAVITÀ NELLE FORMICHE Questo notevole istinto fu per la prima volta scoperto nella *Formica (Polyerges) rufescens* da Pierre Huber, ancor più attento osservatore del suo celebre padre. Questa formica dipende completamente dai suoi schiavi; senza il loro aiuto la specie si estinguerebbe nel volger di un anno. I maschi e le femmine feconde non compiono assolutamente lavoro alcuno, e le operaie o femmine sterili, benché molto energiche e coraggiose nel catturare schiavi, non fanno altro lavoro che questo. Esse sono incapaci di costruire il proprio nido e di nutrire le proprie larve. Quando il vecchio nido è giudicato scomodo e devono emigrare altrove, sono le schiave che decido-

BOLLATI BORINGHIERI

no di migrare e trasportano praticamente le loro padrone tra le proprie mandibole. I padroni sono assolutamente inetti, e infatti quando Huber ne isolò circa trenta, senza schiavi ma con abbondanza del loro nutrimento preferito, e insieme con le larve e le pupe allo scopo di stimolarli al lavoro, essi non fecero nulla, non furono capaci di nutrirsi e molti morirono di fame. Huber introdusse allora una sola schiava (*Formica fusca*) che si mise immediatamente al lavoro, nutrì e salvò i sopravvissuti, costruì le celle, si prese cura delle larve, e mise tutto in ordine. Cosa può esservi di più straordinario di questi ben documentati fatti? Se non conoscessimo altre formiche schiaviste, sarebbe inutile speculare sull'origine e sul perfezionamento di un istinto così meraviglioso.

Huber fu altresì il primo a scoprire un'altra formica schiavista, la *Formica sanguinea*. Questa specie si trova nelle regioni meridionali dell'Inghilterra, e le sue abitudini sono state studiate dal signor Frederick Smith, del British Museum, a cui debbo molto per le informazioni fornitemi su questo e altri argomenti. Benché riponessi la fiducia più completa nelle affermazioni di Huber e Smith, mi accinsi a studiare l'argomento con atteggiamento scettico, ma scusabile trattandosi di un istinto così straordinario come quello di ridurre in schiavitù. Riferirò quindi alquanto particolareggiatamente le osservazioni da me fatte: ho aperto quattordici nidi della *Formica sanguinea* e in tutti ho trovato solo pochi schiavi. Maschi e femmine feconde della specie schiava (*Formica fusca*) si trovano solo nelle loro comunità e non sono mai stati visti in quelli della *Formica sanguinea*. La differenza fra gli schiavi e i padroni è molto evidente: i primi sono neri e per dimensioni sono circa la metà dei loro padroni che sono rossi, cosicché grande è il contrasto tra loro. Quando il nido è leggermente disturbato gli schiavi talvolta vengono fuori; come i loro padroni, appaiono molto agitati e difendono il nido; se il nido è gravemente danneggiato e le larve e le pupe rimangono scoperte, gli schiavi si mettono energicamente al lavoro con i padroni per portarle in salvo. È perciò evidente che le formiche schiave si considerano a casa propria. Per tre anni successivi, nei mesi di giugno e luglio, ho osservato per molte ore diversi nidi nel Surrey e nel Sussex, e non ho mai visto uno schiavo entrare o uscire dal nido. Poiché gli schiavi sono pochi in questo periodo, pensavo che si comportassero diversamente allorché sono più numerosi; ma il signor Smith mi informa di aver osservato nel Surrey e nell'Hampshire questi nidi in ore differenti durante i mesi di maggio, giugno e agosto e di non aver mai visto gli schiavi entrare o uscire dal nido, sebbene nel mese di agosto fossero parti-

BOLLATI BORINGHIERI

colarmente numerosi. Perciò egli considera questa specie come composta di schiave esclusivamente dedite ai lavori domestici. D'altra parte si possono vedere i padroni costantemente occupati a portare dentro il nido materiali da costruzione e cibi d'ogni genere. Nel mese di luglio dell'anno 1860, però, scoprii una comunità con un numero insolitamente grande di schiavi, e osservai che alcuni di essi insieme con i loro padroni lasciavano il nido, per compiere lo stesso percorso in direzione di un alto abete scozzese, distante 25 yarde [22 m], di cui, sempre insieme, compirono l'ascensione, probabilmente alla ricerca di afidi o cocciniglie. Secondo Huber, che ha avuto molte occasioni di osservare questi fatti in Svizzera, gli schiavi lavorano con i padroni alla costruzione del formicaio, e sono essi che aprono le porte al mattino e le chiudono alla sera, e il loro compito principale è, secondo quanto afferma espressamente Huber, la ricerca degli afidi. Questa differenza nelle abitudini dei padroni e degli schiavi nei due paesi dipende forse semplicemente dal fatto che in Svizzera gli schiavi vengono catturati in numero maggiore che in Inghilterra.

Ebbi un giorno la ventura di assistere a una migrazione di *Formica sanguinea* da un nido all'altro; fu uno spettacolo tra i più interessanti vedere le formiche padrone portare con cura gli schiavi tra le mandibole, anziché farsi portare da loro come la *Formica rufescens*. Un altro giorno la mia attenzione fu attratta da una ventina di cacciatori di schiavi aggirantisi nello stesso posto e non, evidentemente, in cerca di cibo: essi si avvicinarono a una comunità indipendente della specie fornitrice di schiavi (*Formica fusca*) e furono vigorosamente respinti: talvolta persino tre di queste formiche si attaccavano alle zampe di una *Formica sanguinea*, cacciatrice di schiavi. E queste ultime uccisero senza pietà le minuscole avversarie, di cui trasportarono i cadaveri, come cibo, nel loro nido, distante meno di una trentina di metri, ma non riuscirono a impadronirsi delle pupe per allevarle come schiave. Allora dissotterrai una piccola quantità di pupe da un altro formicaio di *Formica fusca*, e le deposi sulla nuda terra vicino al luogo del combattimento: le pupe furono prontamente afferrate e portate via dai tiranni che forse s'immaginarono di essere usciti, dopo tutto, vittoriosi dall'ultima battaglia.

Al tempo stesso misi nello stesso posto un piccolo numero di pupe della specie *Formica flava*, con alcune di queste piccole formiche gialle ancora attaccate a un frammento del loro nido. Questa specie talvolta, ma raramente, viene ridotta in schiavitù, come è stato descritto da Smith. Sebbene molto piccola, è una specie assai coraggiosa, e io stes-

so l'ho vista attaccare ferocemente altre formiche. Una volta, con mia grande sorpresa, ho trovato una colonia indipendente di *Formica flava*, sotto un sasso confinante con un formicaio della schiavista *Formica sanguinea*. Quando casualmente disturbai i due nidi, le piccole formiche attaccarono le loro grosse vicine con sorprendente coraggio. Ora, io ero curioso di accertarmi se la *Formica sanguinea* avrebbe saputo distinguere le pupe della *Formica fusca*, specie dalla quale abitualmente prende le schiave, dalle pupe della piccola e feroce *Formica flava*, che invece cattura di rado; e fu chiaro che le riconobbe subito; si videro infatti precipitarsi prontamente sulle pupe di *Formica fusca* per impadronirsene, mentre sembrarono atterrite quando scorsero le pupe e persino il terriccio proveniente dal nido di *Formica flava*, e scapparono in tutta fretta; ma dopo un quarto d'ora circa, non appena le formichette gialle se ne furono tutte andate, presero coraggio e si portarono via le pupe.

Una sera visitai un'altra comunità di *Formica sanguinea*, e le vidi in gran numero ritornare a casa ed entrare nel nido trasportando cadaveri di *Formica fusca* (il che prova non trattarsi di una migrazione) e numerose pupe. Seguì la traccia di una lunga fila di formiche cariche di bottino per una quarantina di metri, fino a una spessa zolla erbosa, donde vidi emergere l'ultimo esemplare di *Formica sanguinea*, che portava una pupa, ma non riuscì a trovare nella fitta brughiera il nido devastato. Il quale, però, doveva essere molto vicino, perché due o tre individui di *Formica fusca* correvano qua e là in preda a grande agitazione, e uno di essi, con la sua pupa in bocca, era appollaiato immobile sulla cima di un ramoscello di erica, immagine della disperazione sulle rovine della sua casa.

Questi sono i fatti (che tuttavia non esigevano conferma da me) relativi al sorprendente istinto della schiavitù. Si osservi ora il contrasto fra le abitudini istintive della *Formica sanguinea* e quelle della continentale *Formica rufescens*. Quest'ultima non costruisce il proprio nido, non decide le proprie migrazioni, non raccoglie cibo per sé e le sue larve, e non può nemmeno nutrirsi; è completamente dipendente dai suoi numerosi schiavi. La *Formica sanguinea*, d'altra parte, possiede un numero assai minore di schiavi, numero che è estremamente ridotto all'inizio dell'estate; i padroni decidono quando e dove debba essere costruito il nuovo nido, e, nelle migrazioni, sono i padroni che trasportano gli schiavi. Sia in Svizzera che in Inghilterra gli schiavi sembrano avere esclusivamente la cura delle larve, e solo i padroni intraprendono le spedizio-

BOLLATI BORINGHIERI

ni per procurarsi gli schiavi. In Svizzera schiavi e padroni lavorano insieme per apprestare e trasportare il materiale per il nido, e gli uni e gli altri, ma soprattutto gli schiavi, hanno cura e mungono – se così si può dire – i loro afidi, ed entrambi raccolgono il cibo per la comunità. In Inghilterra solo i padroni, di solito, lasciano il nido per raccogliere il materiale da costruzione e il nutrimento per sé, per gli schiavi e per le larve. Cosicché i padroni in Inghilterra ricevono dai loro schiavi meno servizi di quelli della Svizzera.

Non pretendo di fare congetture sull'origine di questo istinto nella *Formica sanguinea*. Ma poiché, come ho osservato, le formiche non schiaviste portano talvolta nel loro nido le pupe di altre specie, è possibile che queste pupe, originariamente immagazzinate come cibo, si siano sviluppate; e le formiche straniere, allevate senza intenzione, abbiano seguito il loro istinto, facendo il lavoro di cui erano capaci. Se la loro presenza si dimostrò utile alla specie che le aveva catturate – come se fosse più vantaggioso per queste specie catturare operaie piuttosto che procrearle – l'abitudine di ammassare pupe, originariamente destinate al nutrimento, può per selezione naturale essersi rafforzata e resa permanente con lo scopo, molto diverso, di allevare schiavi. Una volta acquisito l'istinto, anche se in un grado molto meno pronunciato che nella *Formica sanguinea* d'Inghilterra, la quale, come abbiamo visto, è aiutata dagli schiavi meno di quanto sia aiutata la stessa specie in Svizzera, la selezione naturale avrebbe potuto accrescere e modificare questo istinto (sempre nell'ipotesi che ogni modificazione sia stata utile alla specie) fino alla formazione di una formica così vergognosamente dipendente dai suoi schiavi, come la *Formica rufescens*.

ISTINTO DELL'APE DOMESTICA DI COSTRUIRE CELLE Non voglio qui addentrarmi nei minuti particolari di questo argomento, mi limiterò pertanto a riassumere le conclusioni a cui sono arrivato. Ottuso deve essere colui che può esaminare la squisita fattura di un favo, così perfettamente adatta al suo scopo, senza provare un sentimento di entusiastica ammirazione. I matematici ci insegnano che le api hanno praticamente risolto un astruso problema, quello di dare alle celle la forma atta a contenere la quantità massima di miele, con il minor consumo possibile di preziosa cera per la costruzione. È stato osservato che un abile operaio, fornito degli utensili e misure esatte, avrebbe grande difficoltà a costruire celle di cera di forma appropriata, come quelle costruite da miriadi di api che lavorano in un oscuro alveare. Ammettete

BOLLATI BORINGHIERI

tutti gli istinti che volete: sembra inconcepibile a tutta prima che le api possano fare tutti i necessari angoli e piani, e persino accorgersi quando sono fatti esattamente. Tuttavia la difficoltà non è così grande come può sembrare a prima vista: e credo si possa dimostrare che tutto questo magnifico lavoro è il risultato di pochi e semplici istinti.

Fui spinto ad approfondire questo argomento dal signor Waterhouse, il quale ha dimostrato che la forma della cella è in stretto rapporto con la presenza di celle adiacenti; e il punto di vista che sto per esporre può, forse, essere considerato soltanto come una modificazione della sua teoria. Consideriamo il grande principio della gradazione, e vediamo se la Natura non ci rivela il suo metodo di lavoro. A una estremità di una breve serie abbiamo i bombi, che usano i loro vecchi bozzoli per deporvi il miele, aggiungendovi a volte corti tubi di cera, e che costruiscono altresì con la cera celle separate, irregolarmente arrotondate. All'altra estremità della serie abbiamo le celle dell'ape domestica, disposte in doppio strato: ogni cella, come è noto, è un prisma esagonale con gli spigoli basali dei suoi sei lati tagliati in sbieco, così da formare una piramide rovesciata composta da tre rombi. Questi rombi hanno determinati angoli e i tre che formano la base piramidale di ogni singola cella su un lato del favo entrano nella composizione delle basi di tre celle contigue sul lato opposto. Nella serie, fra la perfezione estrema delle celle dell'ape domestica e la semplicità di quelle di bombi, troviamo le celle della *Melipona domestica* del Messico, accuratamente descritte e disegnate da Pierre Huber. La stessa *Melipona* rappresenta un grado intermedio di struttura fra l'ape domestica e il bombo, ma è più vicina a quest'ultimo; essa costruisce un favo di cera, quasi regolare, di celle cilindriche, nelle quali si allevano le larve e, inoltre, alcune grandi celle di cera destinate al deposito del miele. Queste ultime sono quasi sferiche e pressoché di uguali dimensioni, e raggruppate in una massa irregolare. Ma il punto importante da osservare è che queste celle sono sempre poste a una distanza tale le une dalle altre, che s'interseccherebbero ed entrerebbero l'una nell'altra se le sfere fossero state completate, cosa che non avviene mai perché le api costruiscono muri di cera perfettamente piani fra le sfere che tendono ad intersecarsi. Ogni cella, dunque, consiste di una porzione sferica esterna e di due, tre o più superficie piane, a seconda se la cella è contigua a due o tre o più celle. Quando una cella poggia su tre altre, ciò che avviene spesso e anche necessariamente dato che le sfere hanno dimensioni quasi uguali, le tre superficie piane si uniscono a piramide, e questa piramide, come ha notato

BOLLATI BORINGHIERI

Huber, è manifestamente una grossolana imitazione della base piramidale a tre facce della cella dell'ape domestica. Come nelle celle dell'ape domestica, qui le tre superficie piane di ciascuna cella fanno necessariamente parte della costruzione delle tre celle adiacenti. Evidentemente con questo sistema di costruzione la *Melipona* fa economia di cera e, ciò che è più importante, di lavoro; infatti le pareti lisce piane che separano due celle adiacenti, non sono doppie, ma hanno lo stesso spessore delle porzioni sferiche esterne, e ogni porzione piana fa parte di due celle.

Riflettendo su questi fatti, pensai che se la *Melipona* avesse costruito le sue sfere a una determinata distanza l'una dall'altra, di grandezza uguale e disposte simmetricamente in un doppio strato, ne sarebbe risultata una struttura perfetta, come quella del favo dell'ape domestica. Scrisi allora al professor Miller di Cambridge, e questo matematico ha gentilmente letto la spiegazione che segue, basata sulle sue informazioni, e mi ha dichiarato che essa è assolutamente corretta. Si tracci un certo numero di sfere uguali con i centri disposti su due piani paralleli; il centro di ogni sfera sia alla distanza del raggio per $\sqrt{2}$, ovvero, raggio per 1,41421 (o a una distanza un po' inferiore), dai centri delle sei sfere adiacenti, poste sullo stesso piano e alla stessa distanza dai centri delle sfere circostanti poste nell'altro piano parallelo: allora, se si tracciano i piani d'intersezione tra le varie sfere in ambedue i piani, ne risulterà un doppio strato di prismi esagonali uniti insieme da basi piramidali formate da tre rombi, e i rombi e le facce dei prismi esagonali avranno ciascun angolo identico a quello risultante dalle misure più precise eseguite sulle celle dell'ape domestica. Ho però saputo dal professor Wyman, il quale ha fatto numerose e accurate misurazioni, che l'esattezza del lavoro dell'ape è stata di molto esagerata; tanto che, qualunque sia la forma tipica della cella, essa è raramente, e forse mai realizzata.

Possiamo perciò concludere senza tema di sbagliare che, se potessimo modificare di poco gli istinti già posseduti dalla *Melipona*, che non sono, poi, in se stessi particolarmente straordinari, quest'ape potrebbe eseguire celle di struttura mirabilmente perfetta come quelle dell'ape domestica. Dobbiamo supporre che la *Melipona* abbia la capacità di costruire celle perfettamente sferiche e di uguale grandezza, e ciò non dovrebbe sorprendere, dal momento che essa arriva quasi a questo risultato; e dato che in molti insetti osserviamo la capacità di fare buchi perfettamente cilindrici nel legno, girando, a quanto sembra, attorno a

BOLLATI BORINGHIERI

un punto fisso. Dobbiamo poi supporre che la *Melipona* disponga le sue celle su piani paralleli come fa con le celle cilindriche; e inoltre, cosa più difficile, che essa possa calcolare esattamente la distanza a cui deve tenersi dalle sue compagne quando parecchie di esse sono intente a costruire le loro sfere; ma essa è già in grado di valutare la distanza, perché descrive sempre sfere che si intersecano in una certa misura; e successivamente riunisce i punti di intersezione con superficie perfettamente piane. Ritengo che l'ape domestica abbia acquisito le sue inimitabili capacità d'architetto per selezione naturale, in virtù di simili modificazioni di istinti, che in se stessi non sono più straordinari dell'istinto che guida un uccello a costruirsi il nido.

Questa teoria del resto può essere provata con un esperimento. Seguendo l'esempio del signor Tegetmeier, ho separato due favi ponendo fra l'uno e l'altro una lunga e spessa striscia rettangolare di cera: le api cominciarono immediatamente a scavare in essa piccole fosse circolari, che allargarono sempre di più finché non ebbero preso la forma di fossette poco profonde che apparivano all'occhio perfettamente regolari, come parti di una sfera di diametro quasi uguale a quello di una cella. Fu assai interessante osservare che dove più api avevano incominciato a scavare queste fossette vicine le une alle altre, esse avevano incominciato il lavoro a distanza tale l'una dall'altra che, quando la fossetta aveva raggiunto il diametro utile, cioè quello di una cella ordinaria, e in profondità la sesta parte circa del diametro della sfera di cui le fossette formavano una calotta, i bordi di esse si intersecavano unendosi l'uno nell'altro. Giunte a questo punto, le api cessavano subito di scavare, per incominciare a costruire muri di cera perfettamente piatti sulle linee di intersezione delle fossette, cosicché ogni prisma esagonale si elevava sul bordo festonato di un bacino liscio, invece di essere costruito su bordi diritti di una piramide a tre facce, come nel caso delle cellule ordinarie.

Introdussi allora nell'alveare, anziché uno spesso pezzo di cera rettangolare, una lamina della stessa sostanza, ma stretta e sottile come una lama di coltello e colorata col cinabro. Le api incominciarono immediatamente a scavare su tutti e due i lati fossette l'una vicina all'altra, come nel caso precedente: ma, essendo la lamina di cera molto sottile, se le cavità fossero state scavate alla stessa profondità dell'esperimento precedente, esse sarebbero entrate l'una nell'altra forando la lamina di cera da parte a parte. Le api, tuttavia, non permisero che ciò accadesse e arrestarono in tempo il lavoro di scavo; in modo che le fossette,

BOLLATI BORINGHIERI

appena accennate, avevano sul fondo una base piana formata da un sottile strato di cera colorata, e queste basi piane erano, per quanto l'occhio poteva giudicare, poste esattamente sul piano immaginario di intersezione passante fra le cavità situate sui lati opposti della lamina di cera. In qualche parte, piccole porzioni di una lamina rombica, in altre frammenti più considerevoli, venivano così lasciati fra le cavità opposte; ma il lavoro, data l'anormalità delle condizioni, non era stato eseguito accuratamente. Le api dovevano aver lavorato presso a poco con lo stesso ritmo nella delimitazione del bordo delle fossette, e nell'escavazione su entrambi i lati della lamina di cera colorata, per riuscire a formare gli strati piani fra le fossette, sospendendo prima il lavoro ai piani di intersezione.

Considerando quanto sia duttile una sottile lamina di cera, non trovo difficoltà ad ammettere che le api, lavorando sui due lati di una lamina, si accorgano quando hanno roso la cera al punto di spessore voluto, e qui si fermino. Nei favi ordinari mi è sembrato che le api non riescano a lavorare sempre con lo stesso ritmo sui due lati opposti, perché ho osservato, alla base di una cella appena incominciata, rombi costruiti per metà, che erano leggermente concavi da un lato, dove suppongo che le api avessero scavato più velocemente, e convessi dall'altro, dove le api avevano lavorato più lentamente. In un caso molto evidente rimisi il favo nell'alveare, lasciai lavorare le api per qualche tempo, ed esaminai nuovamente la cella, trovando che lo strato rombico era stato completato ed era diventato *perfettamente piano*: era assolutamente impossibile, data la sua estrema sottigliezza, che le api avessero potuto appiattirla sgretolando il lato convesso; ed io suppongo che, in casi simili, le api poste sui lati opposti spingano e pieghino la cera duttile e calda (cosa che ho provato e che si ottiene facilmente) nello strato intermedio, e così la spianino.

Dall'esperimento fatto con la lamina di cera colorata possiamo vedere che, se le api costruissero esse stesse una sottile parete di cera, potrebbero dare alle celle la forma adatta, tenendosi alla giusta distanza l'una dall'altra, scavando con lo stesso ritmo, e cercando di fare cavità sferiche uguali, senza mai permettere alle sfere di irrompere l'una nell'altra. Ora le api, come si può chiaramente vedere osservando il bordo di un favo in via di costruzione, costruiscono una rozza parete circolare o bordo, tutt'intorno al favo, che rodono sui due lati opposti di esso, lavorando sempre circolarmente. Esse non fabbricano contemporanea-

BOLLATI BORINGHIERI

mente l'intera base piramidale a tre facce di una cella, ma soltanto quel piano a forma di rombo che si trova sul bordo esterno della parete in costruzione – oppure due piani – e non completano mai i bordi superiori dei rombi se le pareti esagonali non sono incominciate. Alcune di queste asserzioni differiscono da quelle del giustamente celebre Huber il vecchio [François Huber], ma sono convinto della loro esattezza, e se avessi sufficiente spazio a mia disposizione, potrei dimostrare che esse confortano la mia teoria.

L'asserzione di Huber, che la prima cella viene scavata in una piccola parete di cera a facce parallele, non è, per quanto ho potuto vedere, rigorosamente esatta, poiché l'inizio è sempre un piccolo cappuccio di cera; ma non entrerò qui nei particolari. Noi vediamo come sia importante l'escavazione nella costruzione delle celle, ma sarebbe un grave errore supporre che le api non possano elevare una rozza parete di cera nella giusta posizione, cioè sul piano di intersezione fra due sfere contigue. Possiedo diversi esemplari che provano chiaramente che esse sanno eseguire questo lavoro. Anche nell'informe bordo periferico, o parete di cera che circonda un favo in costruzione, si possono osservare talvolta delle curvature corrispondenti per la loro posizione ai piani delle facce rombiche di base delle future celle. Ma la rozza parete di cera deve in ogni caso essere portata a termine mediante profonde escavazioni su entrambe le facce. Il modo di costruire delle api è singolare: esse fanno sempre la prima rozza parete di cera dieci o venti volte più spessa della parete definitiva, eccessivamente sottile, della cella ultimata. Per meglio comprendere come esse lavorano, immaginiamo che dei muratori, dopo aver tirato su una grossolana parete di cemento, comincino a livellarla ugualmente sui due lati, partendo dal suolo, fino a lasciare nel mezzo soltanto una parete liscia molto sottile, mentre continuano ad ammassare il cemento e ad aggiungerne altro in cima alla parete. Avremo così un muro sottile che si eleva a poco a poco sempre sormontato da una gigantesca cupola. Precisamente perché tutte le celle, sia quelle appena cominciate, sia quelle portate a termine, sono coronate da un robusto cappuccio di cera, le api possono far grappolo e strisciare sul favo senza danneggiare le delicate pareti esagonali. Queste pareti, come il professor Miller ha gentilmente controllato su mia richiesta, variano molto in spessore, e questo, in media, su dodici misurazioni eseguite vicino al bordo del favo, è di $1/352$ di pollice [0,072 mm], mentre, come risulta da ventun misurazioni, le facce romboidali della

BOLLATI BORINGHIERI

base, con un rapporto approssimativo di tre a due, sono più spesse, cioè misurano $1/229$ di pollice [0,11 mm]. Dato il singolare modo di costruzione, la solidità del favo aumenta costantemente, mentre si fa la massima economia di cera.

Il fatto che molte api lavorino insieme sembra, a tutta prima, aumentare la difficoltà di comprendere il modo come sono fatte le celle; ogni ape, dopo aver lavorato brevemente intorno a una cella, passa a un'altra, così che, come Huber ha constatato, una ventina di individui partecipano fin dall'inizio alla costruzione della prima cella. Ho potuto osservare direttamente questo fatto, coprendo i bordi delle pareti esagonali di una cella, o il margine esterno del bordo circolare di un favo in costruzione, con uno strato sottilissimo di cera sciolta colorata di rosso; ho invariabilmente trovato che il colore veniva sparso dalle api con grande delicatezza (la stessa usata da un pittore col suo pennello); infatti particelle di cera colorata erano state rimosse dal posto dove la cera era stata depositata e inserite nei bordi delle vicine celle in costruzione. Il lavoro di costruzione si direbbe basato su una specie di equilibrio stabilito fra più api che si tengono istintivamente alla stessa distanza l'una dall'altra, che cercano di descrivere sfere tutte uguali, e poi di innalzare, o di lasciare non scavati, i piani d'intersezione fra le sfere. In certi casi difficili, per esempio nell'incontro ad angolo di due parti di favo, è veramente singolare osservare quante volte le api demoliscono e ricostruiscono una stessa cella in modi diversi, ritornando talvolta a una forma che avevano in un primo tempo scartata.

Quando le api hanno un posto in cui possono prendere le posizioni appropriate per lavorare (per esempio una striscia di legno, posta direttamente sotto la parte centrale di un favo, che viene costruito dall'alto verso il basso, in modo che il favo deve essere costruito su una faccia della striscia di legno), in questo caso le api possono gettare le fondamenta della parete di un nuovo esagono nella posizione voluta, proiettandolo verso le altre celle già completate. È sufficiente che le api possano tenersi alla distanza dovuta l'una dall'altra e dalle pareti delle ultime celle complete, perché allora, sull'intersezione di due sfere contigue immaginarie, esse possano costruire una parete intermedia; ma, secondo quanto ho osservato, esse non scavano mai fino in fondo, né rifiniscono gli angoli di una cella fino a quando questa e quelle vicine non sono a uno stadio molto avanzato di costruzione. Questa capacità delle api di elevare in certi casi una parete grossolana al posto dovuto

BOLLATI BORINGHIERI

fra due celle appena cominciate è importante, in quanto si connette a un fatto che sembra dapprima sovvertire la teoria precedente, quella cioè che le celle sul bordo esterno del favo delle vespe sono talvolta esattamente esagonali; ma mi manca qui lo spazio necessario per entrare in questo argomento. Né mi sembra debba essere molto difficile per un singolo insetto (come nel caso della vespa regina) costruire celle esagonali, se lavora alternativamente all'interno o all'esterno di due o tre celle incominciate contemporaneamente, tenendosi sempre a opportuna distanza relativa dalle celle incominciate, descrivendo sfere o cilindri ed elevando piani intermedi.

Poiché la selezione naturale agisce esclusivamente accumulando lievi modificazioni di struttura o d'istinto, ciascuna delle quali è vantaggiosa all'individuo nelle sue proprie condizioni di vita, ci si può ragionevolmente domandare in qual modo una lunga e graduale successione di istinti architettonici modificati, tendenti tutti al perfetto piano di costruzione attuale, abbia potuto essere utile ai progenitori dell'ape domestica. Ritengo che la risposta non sia difficile: le celle costruite come quelle dell'ape o della vespa guadagnano in solidità e consentono un risparmio di lavoro, di spazio e di materiale da costruzione. Relativamente alla formazione della cera, si sa che le api si trovano spesso in difficoltà a procurarsi il nettare sufficiente, e mi è stato riferito da Tegetmeier che è sperimentalmente provato che per la produzione di una libbra di cera un alveare di api consuma da dodici a quindici libbre di zucchero secco; da parte delle api in un alveare sono dunque necessari la raccolta e il consumo di un'enorme massa di nettare liquido, per produrre la quantità di cera necessaria alla costruzione dei favi. Inoltre, molte api devono restare inoperose per molti giorni durante il processo di secrezione. È indispensabile una grande provvista di miele per nutrire una numerosa comunità di api durante l'inverno; e la sicurezza dell'arnia dipende principalmente dalla possibilità di sostenere un grande numero di api. Perciò il risparmio della cera, permettendo una grande economia di miele e del tempo necessario per raccogliarlo, è importante elemento di successo per ogni comunità di api. Ovviamente il successo della specie può dipendere dai nemici, dai parassiti o da altre cause, ed essere quindi del tutto indipendente dalla quantità di miele che le api possono raccogliere. Supponiamo tuttavia che quest'ultima circostanza determini, come forse avviene spesso, l'esistenza in un paese di un gran numero di bombi; supponiamo inoltre che la colonia viva

BOLLATI BORINGHIERI

durante l'inverno e abbia, di conseguenza, bisogno di una provvista di miele: non c'è dubbio in questo caso che per il nostro bombo immaginario sarebbe assai vantaggioso se una lieve modificazione dell'istinto lo conducesse a costruire le celle di cera più vicine, così da intersecarsi appena; perché allora una sola parete comune servirebbe a due celle differenti, e si realizzerebbe così una piccola economia di lavoro e di cera. Il vantaggio sarebbe ancora maggiore se i nostri bombi, avvicinando e facendo sempre più regolari le celle, le raggruppassero in una massa, come le celle della *Melipona*; perché, in questo caso, una larga parte della parete delimitante ogni cella, delimiterebbe le celle contigue e si avrebbe una grossa economia di lavoro e di cera. Per le stesse ragioni, sarebbe utile alla *Melipona* avvicinare ancora di più le sue celle, costruendole più regolari di quanto non faccia attualmente; perché allora, come abbiamo visto, le superficie sferiche scomparirebbero del tutto e sarebbero rimpiazzate da superficie piane; la *Melipona* avrebbe allora un favo perfetto come quello dell'ape domestica. La selezione naturale non potrebbe condurre oltre questo grado di perfezione architettonica; poiché, per quanto possiamo giudicare, il favo dell'ape domestica è assolutamente perfetto nell'economizzare il lavoro e la cera.

Così, io credo, il più meraviglioso fra tutti gli istinti conosciuti, quello dell'ape, può spiegarsi con l'azione della selezione naturale che ha approfittato di numerose, successive e lievi modificazioni di istinti più semplici, selezione naturale che ha condotto gradualmente l'ape a descrivere in modo sempre più perfetto sfere uguali poste a una determinata distanza l'una dall'altra su doppio strato e a elevare e scavare la cera lungo i piani di intersezione; le api, naturalmente, non avranno saputo di descrivere le loro sfere a una particolare distanza l'una dall'altra, più di quanto non abbiano saputo che cosa sono i vari angoli dei prismi esagonali e delle facce piane dei rombi delle basi; la causa motrice del processo di selezione naturale sarà stata la costruzione di celle della debita solidità, e di dimensioni e forma appropriate per le larve (il tutto realizzato con la più grande economia possibile di lavoro e di cera); quel determinato sciami che in tal modo avrà costruito le migliori celle con il minimo lavoro e il minimo consumo di miele nella secrezione della cera avrà avuto più successo e avrà trasmesso i suoi istinti economici recentemente acquisiti a nuovi sciami, che a loro volta avranno avuto le migliori possibilità di successo nella lotta per l'esistenza.

BOLLATI BORINGHIERI

*Obiezioni alla teoria della selezione naturale applicata all'istinto:
insetti neutri e sterili*

Contro le precedenti vedute sulle origini dell'istinto è stato obiettato che «le variazioni della struttura e dell'istinto devono essere state simultaneamente e rigorosamente adattate le une alle altre, dato che una modificazione dell'una, senza un immediato cambiamento corrispondente dell'altro, sarebbe stata fatale». La forza di questa obiezione riposa interamente sulla supposizione che i cambiamenti nell'istinto e nella struttura siano repentini. Prendiamo come esempio il caso della cinciallegra (*Parus major*) al quale abbiamo fatto riferimento in un capitolo precedente; questo uccello spesso tiene fra le zampe, su un ramo, i semi del tasso e li martella col becco fino a farne uscire la mandorla. Ora quale particolare difficoltà vi sarebbe nel fatto che la selezione naturale abbia conservato tutte le lievi variazioni individuali nella forma del becco, che sempre meglio si adattava ad aprire i semi, fino a quando si formò un becco così ben conformato per questo scopo come quello del picchio muratore, mentre al tempo stesso l'abitudine, o la costrizione, o il cambiamento spontanei del gusto conducevano l'uccello a diventare sempre più un mangiatore di semi? In questo caso si suppone che il becco sia stato lentamente modificato per selezione naturale in seguito – ma anche in accordo – a lenti cambiamenti di abitudini o di gusto; ammettiamo, tuttavia, che la zampa della cinciallegra vari e diventi più grande per correlazione con il becco, o per un'altra qualunque causa sconosciuta: non è improbabile che tale aumento della zampa conduca l'uccello a essere sempre più arrampicatore fino ad acquistare lo spiccato istinto e l'abitudine ad arrampicarsi del picchio muratore. In questo caso si suppone che un graduale cambiamento di struttura conduca a mutate abitudini istintive. Prendiamo un altro caso: pochi istinti sono più notevoli di quello che guida la salangana delle Isole Orientali a costruire interamente il nido con saliva ispessita. Alcuni uccelli costruiscono il nido con fango, che si ritiene venga inumidito con saliva; e un rondone dell'America settentrionale costruisce il suo nido (come io ho osservato) di stecchi agglutinati con la saliva e anche con fiocchi di questa sostanza. È dunque molto improbabile che la selezione naturale di quei rondoni che secernevano sempre più abbondante quantità di saliva, abbia potuto in definitiva produrre una specie i cui istinti la spingono a trascurare altri materiali e a costruire il

BOLLATI BORINGHIERI

nido esclusivamente di saliva indurita? Lo stesso è per altri casi. Si deve tuttavia ammettere che in molti casi non possiamo congetturare se sia stato l'istinto o la struttura che ha variato per primo.

Senza dubbio si potrebbero opporre alla selezione naturale molti istinti difficilmente spiegabili: casi nei quali non possiamo comprendere come un istinto possa essersi originato; casi di cui non si conoscono gradazioni intermedie; casi di istinti così insignificanti che difficilmente la selezione naturale può aver agito su di essi; casi di istinti quasi identici in animali così lontani nella scala della natura, tanto che non possiamo spiegare la loro somiglianza con l'eredità da un progenitore comune, e dobbiamo di conseguenza ritenere che essi vennero indipendentemente acquisiti attraverso la selezione naturale. Non mi soffermerò qui su questi vari casi, ma mi limiterò a una particolare difficoltà che mi sembrò dapprima insormontabile ed effettivamente fatale alla mia teoria. Mi riferisco ai neutri, o femmine sterili delle comunità di insetti; poiché questi neutri sovente differiscono largamente nell'istinto e nella struttura dai maschi e dalle femmine feconde, e tuttavia, essendo sterili, non possono propagare il loro tipo.

L'argomento merita di essere discusso a lungo, ma parlerò qui di un solo caso, quello delle formiche operaie o formiche sterili. Come le operaie sono state rese sterili, è difficile dire; ma non molto più difficile che spiegare qualsiasi altra stupefacente modificazione di struttura; poiché si può dimostrare che certi insetti e altri animali articolati diventano occasionalmente sterili allo stato di natura; e se tali insetti fossero stati sociali, e fosse stato vantaggioso, per la comunità, che nascesse annualmente un certo numero di individui atti al lavoro ma incapaci di procreazione, non vedo particolare difficoltà ad ammettere che ciò sia avvenuto attraverso la selezione naturale. Devo tuttavia lasciare da parte questa difficoltà preliminare. La grande difficoltà sta soprattutto nelle profonde differenze di struttura tra operaie da un lato, maschi e femmine fertili dall'altro, così nella forma del torace, nella mancanza di ali - e talvolta di occhi, nelle operaie - e nell'istinto. Per quanto riguarda il solo istinto, la spettacolosa differenza sotto questo aspetto tra le operaie e le femmine perfette sarebbe stata meglio esemplificata dalle api. Se una formica operaia o un altro insetto neutro fossero animali comuni, ammetterei senza esitare che tutti i suoi caratteri sono stati lentamente acquisiti attraverso la selezione naturale, che avrebbe agito in individui nati con lievi modificazioni vantaggiose, ereditate dalla discendenza; e che queste nuovamente variarono e nuovamente ven-

BOLLATI BORINGHIERI

nero selezionate, e così di seguito. Ma nella formica operaia abbiamo un insetto grandemente differente dai suoi progenitori eppure assolutamente sterile; cosicché non avrebbe mai potuto trasmettere alla progenie le modificazioni, gradualmente acquisite, di struttura o d'istinto. Ci si può dunque giustamente domandare come si può conciliare questo caso con la teoria della selezione naturale.

In primo luogo ricordiamo che abbiamo innumerevoli esempi, sia nelle produzioni allo stato domestico che in quelle allo stato naturale, di ogni sorta di differenze della struttura ereditata, che sono in correlazione con certe età e con entrambi i sessi. Abbiamo differenze che sono in correlazione non solo con un sesso, ma con quel breve periodo in cui il sistema riproduttivo è attivo, come il piumaggio di nozze di molti uccelli o come la mandibola uncinata del salmone maschio. Abbiamo anche leggere differenze nelle corna di differenti razze di bovini, in relazione con uno stato artificialmente imperfetto del sesso maschile (poiché i bovi di certe razze hanno le corna più lunghe dei bovi di altre razze), e differenze relative alla lunghezza delle corna dei tori e delle vacche delle stesse razze. Non vedo perciò grande difficoltà nel fatto che un carattere venga a trovarsi in relazione con la condizione di sterilità di certi membri delle comunità degli insetti: la difficoltà sta nel comprendere come tali correlate modificazioni di struttura abbiano potuto essere lentamente accumulate per selezione naturale.

Questa difficoltà, sebbene appaia insuperabile, si riduce o, come credo, scompare, quando si ricordi che la selezione può applicarsi alla famiglia, così come all'individuo, e può così raggiungere lo scopo desiderato. Gli allevatori di bovini desiderano che nei loro animali la carne sia bene infiltrata di grasso: l'animale così caratterizzato è stato macellato, ma l'allevatore, ricorrendo allo stesso ceppo, ha avuto successo. Tanta fiducia può essere riposta nel potere della selezione, che una razza bovina, che produca sempre bovi con corna straordinariamente lunghe, potrebbe, probabilmente, esser formata, osservando con cura quali tori e vacche accoppiandosi producono bovi dalle corna più lunghe; eppure nessun bue potrebbe mai propagare la sua specie. Ecco un esempio migliore e reale: secondo il signor Verlot, alcune varietà di violacciocca annuale doppia, lungamente e accuratamente selezionate nella giusta guisa, producono sempre una grande quantità di piante con fiori doppi e completamente sterili; ma producono altresì alcune piante singole e fertili. Queste ultime, dalle quali soltanto può esser propagata la varietà, possono compararsi con le formiche feconde maschio e

BOLLATI BORINGHIERI

femmina, mentre le piante doppie e sterili possono compararsi con le formiche neutre della stessa comunità. Come per le varietà di violacciocca, così per gli insetti viventi in società, la selezione esplica la sua azione sulla famiglia, e non sull'individuo, al fine di raggiungere un risultato vantaggioso. Possiamo perciò concludere che lievi modificazioni di struttura o di istinto, in correlazione con la condizione di sterilità di certi membri della colonia, si sono dimostrate vantaggiose; di conseguenza maschi e femmine fecondi hanno prosperato e trasmesso alla loro discendenza feconda una tendenza a produrre individui sterili con le stesse modificazioni. Questo processo deve essersi ripetuto molte volte, fino a dar luogo a quella prodigiosa somma di differenza fra le femmine sterili e le femmine feconde della stessa specie, che riscontriamo in molti insetti viventi in comunità.

Ma non abbiamo ancora toccato il punto più difficile; il fatto, cioè, che le formiche neutre di parecchie specie differiscono non solo dalle femmine e dai maschi fecondi, ma anche le une dalle altre, talvolta in misura quasi incredibile, e si dividono così in due o anche tre caste. Dall'una all'altra casta, inoltre, non si passa per gradi, ma esse sono perfettamente delimitate; essendo distinte l'una dall'altra come lo sono due specie dello stesso genere, o piuttosto due generi della stessa famiglia. Così nell'*Eciton* vi sono individui neutri operai e soldati, con mandibole e istinti straordinariamente differenti; nel *Cryptocerus* le operaie di una sola casta portano una mirabile sorta di scudo sulla testa, di cui non si conosce affatto l'uso; nel *Myrmecocystus* del Messico le operaie di una casta non lasciano mai il nido: esse sono nutrite dalle operaie di un'altra casta e hanno l'addome straordinariamente sviluppato, che secerne una sorta di miele, prendendo il posto di quello secreto dagli afidi, che possono essere considerati il bestiame domestico che le nostre formiche europee custodiscono e tengono in prigionia.

Si penserà invero che io abbia una presuntuosa fiducia nel principio della selezione naturale, quando non ammetto che tali straordinari e ben costanti fatti annullino immediatamente la mia teoria. Nel caso più semplice di insetti neutri tutti di una sola casta, che, come credo, è stata resa differente dalle femmine e dai maschi fecondi attraverso la selezione naturale, possiamo concludere, in base all'analogia con le variazioni ordinarie, che le lievi, successive, vantaggiose modificazioni non sono dapprima sorte in tutti gli individui neutri di uno stesso nido, ma soltanto in alcuni; e che, per la sopravvivenza di comunità con femmine che producevano il più gran numero di individui neutri aventi tali van-

BOLLATI BORINGHIERI

taggiose modificazioni, tutti i neutri, alla fine, giunsero a essere così caratterizzati. Secondo questo punto di vista dovremmo occasionalmente trovare nello stesso nido insetti neutri che presentano gradazioni di struttura; e questo in realtà troviamo, e non raramente, considerando quanto pochi insetti neutri al di fuori dell'Europa siano stati studiati. Frederick Smith ha dimostrato che gli individui neutri di diverse specie di formiche inglesi differiscono in modo sorprendente l'uno dall'altro per le dimensioni e talvolta per il colore; e che le forme estreme possono esser collegate assieme da individui presi nello stesso nido: io stesso ho riscontrato perfette gradazioni di questo tipo. Talvolta accade che le operaie di dimensioni più grandi o più piccole siano le più numerose; oppure che siano numerose sia le grandi che le piccole, mentre quelle di dimensioni intermedie sono in scarso numero. La *Formica flava* ha operaie grandi e piccole, e alcune di dimensioni intermedie; e in questa specie, come il signor Frederick Smith ha osservato, le operaie più grandi hanno occhi semplici (ocelli), ben visibili sebbene piccoli, mentre le operaie più piccole hanno ocelli rudimentali. Avendo eseguito accurate dissezioni di diversi esemplari di queste operaie, posso affermare che negli individui di dimensioni minori, gli occhi sono molto più rudimentali di quanto veramente comportino le loro dimensioni proporzionalmente più piccole; e, benché non osi affermarlo nel modo più assoluto, sono convintissimo che le operaie di dimensioni intermedie abbiano gli ocelli di proporzioni esattamente intermedie. Abbiamo dunque in uno stesso nido due gruppi di operaie sterili, che differiscono non soltanto nelle dimensioni, ma anche negli organi della vista, e che tuttavia sono collegati da alcuni individui di condizioni intermedie. Posso aggiungere che, se le operaie più piccole fossero state le più utili alla comunità, e se fossero stati continuamente selezionati quei maschi e femmine che producevano sempre di più piccole operaie, finché tutte le operaie fossero state in queste condizioni: avremmo allora avuto una specie di formiche con individui neutri in condizione pressoché uguale a quelli della *Myrmica*. Poiché le operaie della *Myrmica* non possiedono neppure rudimenti di ocelli, sebbene le formiche maschi e femmine di questo genere abbiano ocelli ben sviluppati.

Posso citare un altro caso: ero così fiducioso di trovare occasionalmente gradazioni di importanti strutture fra le differenti caste di individui neutri della stessa specie, che volentieri approfittai dell'offerta di Frederick Smith di numerosi esemplari provenienti da uno stesso nido di formiche (*Anomma*) dell'Africa occidentale. Il lettore potrà forse

BOLLATI BORINGHIERI

meglio valutare le differenze esistenti in queste operaie, se do non le effettive misurazioni, ma un'illustrazione rigorosamente accurata: la differenza è quella che potremmo osservare in un gruppo di operai che costruissero una casa, molti dei quali fossero alti cinque piedi e quattro pollici, e molti sedici piedi; ma dobbiamo inoltre supporre che gli operai più alti abbiano la testa quattro volte più grande, anziché tre volte, di quella degli uomini più piccoli, e le mascelle grandi quasi cinque volte. Inoltre, le mascelle delle formiche operaie di grandezza diversa differiscono straordinariamente nella conformazione, e nella forma e nel numero dei denti. Ma il fatto importante per noi è che, sebbene le operaie si possano raggruppare in caste di dimensioni diverse, pure si passa dall'una all'altra attraverso insensibili gradazioni, così come accade per la struttura, largamente diversa, delle mascelle. Io parlo con sicurezza di quest'ultimo punto, dato che Sir John Lubbock ha eseguito per me, con l'aiuto della camera lucida, disegni di mascelle che avevo sezionato da operaie delle differenti dimensioni. Bates, nel suo interessante lavoro *Naturalist on the Amazons*, ha descritto casi analoghi.

Sulla base di questi fatti, ritengo che la selezione naturale, operando su formiche o progenitori fecondi, abbia potuto formare una specie che producesse regolarmente individui neutri tutti di grandi dimensioni con mandibole di una determinata forma, o tutti di piccole dimensioni con mandibole largamente differenti, o infine, e questa è la più grande difficoltà, un gruppo di operaie di una data dimensione e struttura, e contemporaneamente un altro gruppo di operaie di dimensioni e struttura differenti; una serie graduale essendo stata dapprima formata, come nel caso della formica cacciatrice, e poi le forme estreme essendosi prodotte in numero sempre maggiore, attraverso la sopravvivenza dei progenitori che le generavano, finché nessun individuo con struttura intermedia fu prodotto.

Una analoga spiegazione è stata data da Wallace per il caso, ugualmente complesso, di certe farfalle della Malesia, le cui femmine presentano regolarmente due o anche tre forme distinte; e da Fritz Müller, per certi crostacei brasiliani nei quali similmente i maschi presentano forme del tutto differenti. Ma non è necessario discutere qui tale argomento.

Ho ora spiegato in qual modo, secondo me, si è originato lo straordinario fatto dell'esistenza, in una stessa colonia, di due caste nettamente distinte di operaie sterili, largamente differenti fra di loro e dai progenitori. Possiamo comprendere come la loro produzione possa esser

BOLLATI BORINGHIERI

stata utile alla comunità di formiche, in base allo stesso principio per cui la divisione del lavoro è utile all'uomo civilizzato. Tuttavia le formiche agiscono per mezzo di istinti ereditari e per mezzo di organi o strumenti ereditati, mentre l'uomo agisce per mezzo di conoscenza acquisita e di strumenti fabbricati. Ma devo confessare che, con tutta la fiducia che ripongo nella selezione naturale, non avrei mai immaginato che questo principio potesse essere efficiente in così alto grado, se il caso degli insetti neutri non mi avesse condotto a questa conclusione. Ho perciò discusso questo caso con una certa ampiezza, sebbene in modo del tutto insufficiente, onde mostrare il potere della selezione naturale, e anche perché questa è la difficoltà specifica di gran lunga più grave incontrata dalla mia teoria. Il caso è inoltre molto interessante, poiché dimostra che, negli animali come nelle piante, qualsiasi grado di modificazioni può effettuarsi con l'accumulazione di numerose, lievi variazioni spontanee, che siano comunque vantaggiose, senza l'intervento dell'esercizio o dell'abitudine. Infatti le particolari abitudini proprie alle operaie o femmine sterili, per quanto a lungo esse abbiano potuto esser seguite, non possono in alcun modo influenzare i maschi e le femmine fecondi, i quali soli lasciano discendenti. Sono meravigliato che nessuno abbia finora proposto questo caso dimostrativo degli insetti neutri contro la ben nota teoria delle abitudini ereditate, avanzata da Lamarck.

Riassunto

In questo capitolo ho tentato di dimostrare brevemente che le qualità mentali dei nostri animali domestici sono variabili e che le variazioni sono ereditate. Ho tentato ancora più brevemente di dimostrare che gli istinti variano leggermente allo stato di natura. Nessuno potrà negare che gli istinti sono della più alta importanza per ciascun animale. Perciò non si vede alcuna difficoltà ad ammettere che, variando le condizioni di vita, la selezione naturale accumuli, in qualsiasi misura, lievi modificazioni dell'istinto che siano comunque utili. In molti casi sono probabilmente entrati in gioco l'abitudine e l'uso o il non uso. Non pretendo che i fatti segnalati in questo capitolo rafforzino notevolmente la mia teoria: ma mi pare che nessuna delle difficoltà riferite sia tale da distruggerla. D'altra parte, il fatto che gli istinti non sono sempre assolutamente perfetti e sono suscettibili di errore; che non si

può dimostrare che un istinto sia stato prodotto per il bene di altri animali, benché gli animali traggano vantaggio dagli istinti degli altri; che il canone della storia naturale, «Natura non facit saltum», applicabile agli istinti così come alla struttura corporea, è chiaramente spiegabile sulla base della precedente teoria, ma altrimenti è inspiegabile: tutto tende a consolidare la teoria della selezione naturale.

Questa teoria è inoltre rafforzata da qualche altro fatto relativo agli istinti; come il caso frequente di specie vicine, ma distinte, che abitano in distanti parti del mondo e vivono in condizioni di vita considerevolmente differenti e che tuttavia conservano istinti quasi identici. Ad esempio possiamo comprendere, in base al principio dell'eredità, com'è che il tordo delle regioni tropicali dell'America meridionale tappezzi i suoi nidi di fango nello stesso caratteristico modo del nostro tordo inglese; com'è che i buceri dell'Africa e dell'India abbiano lo stesso straordinario istinto di murare e imprigionare le femmine nel cavo di un tronco d'albero, lasciando solo una piccola apertura nella parete attraverso cui i maschi alimentano le femmine e i piccoli appena schiusi; com'è che il reattino maschio (*Troglodytes*) dell'America settentrionale costruisca «nidi di gallo» e vi si appollai, come fa il maschio del nostro reattino di Kitty, abitudine completamente diversa da quella di qualsiasi altro uccello conosciuto. Infine, soddisfa molto meglio la mia immaginazione, anche se non ha la forza di una deduzione logica, il considerare certi istinti – quello del giovane cuculo che getta dal nido i suoi fratelli adottivi, quello delle formiche che si procurano schiavi, quello delle larve degli icneumoni che si nutrono, dall'interno, del corpo vivente dei bruchi – non come appositamente creati o attribuiti ai relativi animali, ma come effetti particolari di una legge generale che determina il progresso di tutti gli esseri viventi, cioè la loro moltiplicazione e variazione, la sopravvivenza del più forte e l'eliminazione del più debole.

L'opinione comunemente sostenuta dai naturalisti è che le specie, quando s'incrociano, sono particolarmente colpite dalla sterilità, allo scopo di impedire che esse si confondano. Tale opinione appare a prima vista assai probabile, perché le specie che vivono insieme difficilmente avrebbero potuto conservarsi distinte, se avessero potuto incrociarsi liberamente. Questo argomento è importante per noi sotto molti aspetti, soprattutto per il fatto che la sterilità delle specie dopo il primo incrocio, e quella della loro discendenza ibrida, non possono essere state acquisite, come dimostrerò, con la conservazione di gradi successivi e vantaggiosi di sterilità. Essa è un risultato accidentale di differenze nel sistema riproduttivo delle specie progenitrici.

Trattando questo argomento si sono generalmente confusi due ordini di fatti che sono in larga misura fondamentalmente differenti; cioè la sterilità delle specie dopo il primo incrocio, e la sterilità degli ibridi prodotti da tali incroci.

Le specie pure hanno naturalmente gli organi riproduttori perfettamente normali, tuttavia quando sono incrociate producono pochi discendenti o nessuno. Gli ibridi, d'altra parte, hanno gli organi riproduttivi funzionalmente impotenti, come si può vedere chiaramente nella condizione dell'elemento maschile sia nelle piante che negli animali; sebbene gli stessi organi formativi abbiano struttura perfetta, a quanto rivela il microscopio. Nel primo caso i due elementi sessuali che concorrono a formare l'embrione sono perfetti; nel secondo caso non sono affatto sviluppati o lo sono in maniera imperfetta. La distinzione è importante quando si consideri la causa della sterilità che è comune ai due casi. Ma essa è stata probabilmente trascurata, perché in entrambi i casi si è considerata la sterilità come una qualità la cui comprensione supera i limiti della nostra facoltà intellettuale.

La fecondità delle varietà, cioè delle forme che si sanno o si suppongono derivate da comuni progenitori, come la fecondità tra la loro discendenza meticciasca, è, rispetto alla mia teoria, altrettanto importante della sterilità delle specie; perché sembra stabilire una netta e chiara distinzione fra varietà e specie.

GRADI DI STERILITÀ Consideriamo innanzi tutto la sterilità delle specie quando vengano incrociate e quella della loro discendenza ibrida. È impossibile studiare le numerose memorie e i lavori di due osservatori coscienziosi e ammirevoli quali Kölreuter e Gärtner, che hanno dedicato quasi tutta la vita a questo argomento, senza rimanere profondamente impressionati dalla generalità di un maggiore o minore grado di sterilità. Kölreuter considera questa legge come universale; ma poi taglia il nodo della questione, perché in dieci casi in cui trova due forme, considerate dalla maggior parte degli autori come specie distinte, del tutto feconde fra di loro, egli non esita a classificarle come varietà. Anche Gärtner ammette l'universalità della legge; ma contesta la completa fecondità dei dieci casi di Kölreuter. In questi come in altri casi, però, Gärtner è costretto a contare accuratamente i semi, per dimostrare che vi è un certo grado di sterilità. Egli confronta sempre il numero massimo di semi prodotti da due specie dopo il primo incrocio, e il massimo prodotto dalla loro discendenza ibrida, con il numero medio prodotto da entrambe le specie progenitrici allo stato di natura. Ma qui intervengono gravi cause di errore: una pianta, per essere ibridata, deve essere castrata, e, ciò che è spesso più importante, deve essere isolata, per impedire agli insetti di portarle il polline di altre piante. Quasi tutte le piante su cui Gärtner ha fatto esperimenti erano in vaso ed erano tenute in una stanza della sua casa. È indubbio che simili trattamenti sono spesso dannosi alla fecondità delle piante; infatti Gärtner indica nella sua tabella una ventina di piante da lui castrate e fecondate artificialmente con il loro stesso polline, la metà delle quali (escludendo tutti i casi come quelli delle leguminose, nelle quali la manipolazione, com'è noto, è assai difficile) ebbe la fecondità in qualche modo menomata. Inoltre, poiché Gärtner ha incrociato ripetutamente alcune forme, come le comuni anagallidi rossa e azzurra (*Anagallis arvensis* e *Anagallis cœrulea*), che i migliori botanici classificano come varietà, e le ha trovate assolutamente sterili, si può dubitare che molte specie siano realmente casi sterili, quando vengano incrociate, come egli riteneva.

BOLLATI BORINGHIERI

È certo, da un lato, che la sterilità delle diverse specie, se incrociate, differisce talmente di grado, e le gradazioni sono talmente insensibili – mentre, d'altra parte, è anche certo che la fecondità delle specie pure è molto facilmente influenzata da circostanze diverse – che praticamente è molto difficile dire dove finisca la perfetta fecondità e dove cominci la sterilità. Credo che di questo fatto non si potrebbe trovare prova migliore di quella delle conclusioni diametralmente opposte, relativamente alle stesse specie, a cui sono arrivati i due più grandi ed esperti osservatori che siano mai esistiti, cioè Kölreuter e Gärtner. È altresì molto istruttivo confrontare – mi manca però qui lo spazio necessario per entrare nei particolari – le prove presentate dai nostri migliori botanici sulla questione se certe forme dubbie siano da catalogarsi come specie o varietà, con le prove di fecondità ottenute da diversi ibridatori o da uno stesso osservatore in base a esperimenti fatti in periodi differenti. Si potrebbe così dimostrare che né la sterilità né la fecondità forniscono un criterio sicuro di distinzione fra specie e varietà. Le prove derivate da questa fonte sono di vario grado e sono dubbie non meno di quelle provenienti da altre differenze costituzionali e strutturali.

Per quanto riguarda la sterilità degli ibridi delle generazioni successive, Gärtner, sebbene sia riuscito ad allevare alcuni ibridi, evitando con grande cura l'incrocio con l'uno o l'altro progenitore puro, per sei o sette generazioni, e in un caso per dieci generazioni, afferma con sicurezza che la loro fecondità non aumenta mai, anzi di solito diminuisce grandemente e improvvisamente. A proposito di questa diminuzione, si può osservare che, quando una qualsiasi deviazione di struttura o di costituzione è comune ai due progenitori, essa è spesso trasmessa ai discendenti, ma aggravata; e negli ibridi delle piante entrambi gli elementi sessuali sono già influenzati in qualche grado. Ma io credo che, in quasi tutti questi casi, la fecondità sia stata diminuita da una causa indipendente, cioè da incroci fra individui troppo strettamente imparentati. Ho fatto tanti esperimenti e raccolto tanti fatti – i quali dimostrano, da una parte, che l'incrocio occasionale con un individuo o con una varietà distinta aumenta il vigore e la fecondità della discendenza e, dall'altra, che gli incroci fra consanguinei diminuiscono il loro vigore e fertilità – che non posso porre in dubbio l'esattezza di questa conclusione. Gli sperimentatori allevano raramente un gran numero di ibridi; e poiché le specie progenitrici, o altri ibridi affini, crescono generalmente nello stesso giardino, è necessario impedire con cura le visite degli insetti durante il periodo della fioritura, quindi gli ibridi, se

BOLLATI BORINGHIERI

abbandonati a se stessi, saranno generalmente fecondati per ogni generazione con il polline dello stesso fiore, circostanza che dovrebbe essere dannosa alla loro fecondità, già diminuita dalla loro origine ibrida. Mi conforta in questa convinzione un'importante asserzione spesso ripetuta da Gärtner: quando gli ibridi, anche i meno fecondi, sono artificialmente fecondati con il polline ibrido della stessa qualità, la loro fecondità aumenta talvolta assai visibilmente e progredisce, nonostante gli effetti spesso sfavorevoli della manipolazione. Nel processo di fecondazione artificiale il polline spesso viene preso accidentalmente (lo so per esperienza) dalle antere di un altro fiore invece che dalle antere del fiore che si vuol fecondare; cosicché ne risulta un incrocio fra due fiori, quantunque spesso appartengano alla stessa pianta. Inoltre, quando si tratta di un esperimento complicato, un osservatore attento com'è Gärtner dovrebbe aver castrato i suoi ibridi, assicurando in tal modo a ogni generazione un incrocio con il polline di un altro fiore o della stessa pianta o di un'altra pianta della stessa ibrida natura. Quindi lo strano fatto dell'accresciuta fecondità nelle successive generazioni di ibridi *fecondati artificialmente*, contrastante con quelli spontaneamente autofecondati, credo possa spiegarsi con l'impedimento frapposto all'incrocio fra consanguinei.

Consideriamo ora i risultati ottenuti da un terzo sperimentatore fra i più abili, l'onorevole e reverendo Herbert. Egli sostiene che alcuni ibridi sono perfettamente fecondi – altrettanto fecondi quanto lo sono specie progenitrici pure – e lo sostiene con la stessa vivacità con cui Kölreuter e Gärtner sostengono che un certo grado di sterilità fra specie distinte è una legge universale della natura. Herbert ha fatto esperimenti sulle stesse specie di Gärtner. Credo che la differenza dei loro risultati si possa attribuire alla grande abilità di Herbert come orticoltore e al fatto che egli disponeva di serre calde. Citerò un solo esempio tratto dalle sue importanti osservazioni: «ogni ovulo in un baccello di *Crinum capense* fecondato da *Crinum revolutum* produsse una pianta, fatto che non si è mai verificato nel caso della fecondazione naturale».

Ecco qui dunque un caso di fecondità perfetta o anche più perfetta dell'ordinario, in un primo incrocio fra due specie distinte.

Questo caso del *Crinum* mi induce a segnalare un singolare fatto, quello cioè che alcune singole piante di certe specie di *Lobelia*, *Verbascum* e *Passiflora* possono essere facilmente fecondate dal polline di una specie distinta, ma non da quello della stessa pianta, sebbene quest'ultimo risulti perfettamente sano, giacché può fecondare altre piante o

BOLLATI BORINGHIERI

specie. Tutti gli individui dei generi *Hippeastrum* e *Corydalis*, come ha dimostrato il professor Hildebrand, e tutti quelli di varie orchidacee, come hanno dimostrato il signor Scott e Fritz Müller, si trovano in questa peculiare condizione. Ne risulta che in alcune specie certi individui anormali, e in altre tutti gli individui, possono in realtà essere più facilmente ibridati che fecondati dal polline della stessa singola pianta! Per fare un esempio, un bulbo di *Hippeastrum aulicum* produsse quattro fiori; Herbert ne fecondò tre con il loro polline, e il quarto fu successivamente fecondato dal polline di un ibrido misto, derivato da tre distinte specie; il risultato fu che «gli ovari dei primi tre fiori cessarono ben presto di svilupparsi e morirono dopo pochi giorni, mentre il baccello fecondato dal polline dell'ibrido crebbe vigoroso, arrivò rapidamente a maturazione e produsse ottimo seme, che vegetò copiosamente». Herbert ripeté simili esperimenti per molti anni, ottenendo sempre gli stessi risultati. Questi casi hanno lo scopo di dimostrare da quali cause misteriose e insignificanti possa talvolta dipendere la maggiore o minore fecondità di una specie.

Gli esperimenti pratici degli orticoltori, sebbene difettino di precisione scientifica, meritano qualche attenzione. È noto che quasi tutte le specie di *Pelargonium*, *Fuchsia*, *Calceolaria*, *Petunia*, *Rhododendron* ecc. sono state incrociate, eppure molti di questi ibridi producono regolarmente semi. Per esempio Herbert sostiene che un ibrido di *Calceolaria integrifolia* con *Calceolaria plantaginea*, specie fra le più dissimili per le abitudini generali, «riproduce se stesso perfettamente, come se fosse una specie naturale delle montagne del Cile». Ho faticato alquanto per accertare il grado di fecondità di alcuni incroci complessi di rododendri, e ho constatato che molti di essi sono perfettamente fecondi. Il signor C. Noble, per esempio, m'informa che egli alleva marze per innesti ottenute da un incrocio fra il *Rhododendron ponticum* e il *Rhododendron catawbiense*, e che questo ibrido «produce semi con tutta l'abbondanza immaginabile». Se la fecondità degli ibridi, quando siano convenientemente trattati, fosse andata sempre diminuendo di generazione in generazione, come Gärtner ritiene, questo fatto sarebbe stato notato dagli orticoltori. Gli orticoltori coltivano grandi aiuole con individui dello stesso ibrido, e questi soltanto vengono convenientemente trattati; infatti per il tramite degli insetti i diversi individui hanno la possibilità di incrociarsi liberamente tra loro, e in tal modo viene impedita la nociva influenza di incroci tra consanguinei. Ci si può facilmente convincere dell'efficacia dell'azione degli insetti quando si

BOLLATI BORINGHIERI

esaminino i fiori delle forme più sterili di rododendri ibridi che non producono polline, e si trovi sui loro stammi una gran quantità di polline proveniente da altri fiori.

Quanto agli animali, su di essi è stato fatto un numero minore di esperimenti che sulle piante, e anche meno accurati. Se ci si può fidare delle nostre classificazioni sistematiche, cioè se i generi di animali sono così distinti gli uni dagli altri come i generi delle piante, possiamo dedurre che animali assai più distinti nella scala della natura possono incrociarsi più facilmente delle piante; ma gli stessi ibridi sono, secondo me, più sterili. Tuttavia bisogna tener presente che, poiché pochi sono gli animali che si riproducono liberamente in cattività, pochi esperimenti sono stati fatti nelle idonee condizioni: per esempio il canarino è stato incrociato con nove differenti specie di fringuelli, ma poiché nessuna di queste specie si riproduce in cattività, non c'è motivo di aspettarci che il primo incrocio fra queste e il canarino sia perfettamente fecondo. Riguardo alla fecondità delle generazioni successive degli animali ibridi maggiormente fecondi, non conosco casi di allevamento contemporaneo di due famiglie di ibridi provenienti da genitori diversi, in modo da evitare gli effetti nocivi degli incroci fra consanguinei. Al contrario, in ogni generazione successiva, fratelli e sorelle sono stati incrociati, nonostante le ripetute raccomandazioni di tutti gli allevatori. In questo caso non c'è da meravigliarsi se la sterilità inerente agli ibridi sia andata aumentando.

Sebbene non possa dire di conoscere casi del tutto provati di animali ibridi perfettamente fecondi, ho ragione di credere che gli ibridi del *Cervulus vaginalis* con il *Cervulus Reevesii* e quelli del *Phasianus colchicus* col *Phasianus torquatus*, siano perfettamente fecondi. Quatrefages afferma di aver osservato a Parigi la fecondità *inter se*, per otto generazioni, degli ibridi di due farfalle notturne (*Bombyx cynthia* e *Bombyx arindia*). Si è recentemente asserito che due specie così distinte come la lepore e il coniglio, quando possono essere incrociate, danno discendenti che sono molto prolifici se incrociati con una delle specie progenitrici. Gli ibridi fra l'oca comune e l'oca cignoide (*Anser cygnoides*), specie tanto diverse da essere generalmente classificate come generi distinti, si sono riprodotte spesso nel nostro paese con l'uno o l'altro ceppo genitore puro, e in un solo caso si sono riprodotte tra di loro. Questo risultato fu ottenuto dal signor Eyton, che allevò due ibridi provenienti dagli stessi genitori, ma da covate differenti; questi due uccelli gli diedero almeno otto ibridi (nipoti delle oche pure) in una sola covata. Queste oche di razze incrociate devono essere ancora più fecon-

BOLLATI BORINGHIERI

de in India, perché due giudici di grande competenza in materia, il signor Blyth e il capitano Hutton, mi riferirono che in diverse parti del paese si allevano interi branchi di queste oche incrociate; e poiché, dove non esistono specie progenitrici pure, si allevano per trarne profitto, esse devono essere o molto o perfettamente prolifiche.

Quanto ai nostri animali domestici, le varie razze, se incrociate, sono piuttosto feconde; tuttavia, in molti casi, esse discendono da due o più specie selvatiche. Da questo fatto dobbiamo concludere o che le primitive specie progenitrici abbiano prodotto dapprima ibridi perfettamente fecondi, o che gli ibridi allevati in un secondo tempo allo stato domestico siano diventati del tutto fecondi. Quest'ultima alternativa, enunciata per la prima volta da Pallas, sembra la più probabile e può difficilmente essere messa in dubbio. Per esempio è quasi certo che i nostri cani discendono da diversi ceppi selvatici; tuttavia, ad eccezione forse di qualche cane domestico indigeno dell'America meridionale, sono tutti perfettamente fecondi fra di loro; ma l'analogia mi induce a dubitare che le diverse specie primitive si siano dapprima incrociate liberamente e abbiano prodotto ibridi perfettamente fecondi. E così, recentemente, ho avuto la prova decisiva della completa fecondità *inter se* degli ibridi provenienti dall'incrocio fra il bestiame gibboso indiano con il nostro bestiame comune; in base alle loro importanti differenze osteologiche, rilevate da Rüttimeyer, come dalle loro differenze nelle abitudini, nella voce, nella costituzione ecc., osservate da Blyth, queste due forme devono essere considerate come specie assolutamente distinte. Le stesse osservazioni valgono per le due principali razze di suini. Dobbiamo dunque rinunciare a credere alla sterilità assoluta delle specie incrociate, oppure dobbiamo considerare questa sterilità negli animali non come una caratteristica indelebile, ma come una caratteristica eliminabile mediante l'addomesticamento.

Concludendo, se si consideri l'insieme dei fatti accertati relativi all'incrocio di piante e di animali, si può concludere che un certo grado di sterilità, tanto nei primi incroci come negli ibridi, è un risultato assai generalmente diffuso, ma che, allo stato attuale delle nostre conoscenze, non possiamo considerare come assolutamente universale.

Leggi che governano la sterilità dei primi incroci e degli ibridi

Considereremo ora un po' più particolareggiatamente le leggi che regolano la sterilità dei primi incroci e degli ibridi. Il nostro obiettivo

BOLLATI BORINGHIERI

principale sarà quello di vedere se tali leggi indichino o no che le specie sono state particolarmente dotate di questa qualità, al fine di impedire che si incrociassero e si mescolassero in assoluta confusione. Le conclusioni che seguono sono tratte principalmente dalla mirabile opera di Gärtner sulla ibridazione delle piante. Ho cercato soprattutto di accertare fino a qual punto esse si applichino agli animali e, considerando la scarsità delle nostre conoscenze sugli animali ibridi, sono stato sorpreso di trovare che generalmente le stesse regole si applicano ai due regni.

Abbiamo già osservato che il grado di fecondità, sia dei primi incroci, sia degli ibridi, presenta gradazioni che vanno dalla sterilità assoluta alla piena fecondità. È sorprendente in quante strane forme questa gradazione possa manifestarsi; ma dobbiamo qui limitarci alla schematica esposizione dei fatti. Quando il polline di una pianta di una famiglia viene deposto sullo stigma di una pianta di una famiglia diversa, esso esercita un'influenza non maggiore di quella che eserciterebbe un'uguale quantità di polvere inorganica. Ma il polline di specie diverse, applicato sullo stigma di talune specie dello stesso genere, produce un numero di semi che varia in modo da formare una perfetta gradazione che va dalla sterilità assoluta a una fecondità perfetta o quasi e, come abbiamo visto, in alcuni casi anormali perfino a una fecondità superiore a quella determinata dall'azione del polline della stessa pianta. Così, tra gli ibridi, ve ne sono che non hanno mai prodotto e probabilmente non produrranno mai un solo seme fecondo, anche con il polline appartenente all'una o all'altra specie genitrice pura, ma in qualcuno di questi casi si può osservare un primo accenno di fecondità, nel senso che, sotto l'azione del polline di una delle specie genitrici pure, il fiore ibrido appassisce più rapidamente del solito; e ognuno sa che questo è un sintomo di incipiente fecondazione. Da questo estremo grado di sterilità passiamo gradualmente agli ibridi che si autofecondano e che producono un sempre maggior numero di semi fino a raggiungere la piena fecondità.

Gli ibridi ottenuti da due specie molto difficili a incrociarsi, e il cui incrocio è raramente fecondo, sono generalmente assai sterili; ma non è per nulla rigoroso il parallelismo fra la difficoltà di fare un primo incrocio e il grado di sterilità degli ibridi che ne risultano: due ordini di fatti che generalmente vengono confusi. Si hanno molti casi, per esempio nel genere *Verbascum*, di specie pure che si uniscono con la più grande facilità e producono numerosi ibridi, ma questi ibridi sono notevolmente sterili. D'altra parte, vi sono specie che si possono incrociare

BOLLATI BORINGHIERI

solo raramente o con estrema difficoltà, ma i loro ibridi, una volta prodotti, sono assai fecondi. Questi due casi opposti si riscontrano perfino nell'ambito di uno stesso genere, come per esempio nel *Dianthus*.

La fecondità, sia dei primi incroci, sia degli ibridi, è influenzata da condizioni sfavorevoli più che non la fecondità delle specie pure. Ma la fecondità dei primi incroci è anche variabile per sua propria natura; non raggiunge infatti sempre lo stesso grado, quando due individui di una stessa specie vengono incrociati in condizioni identiche; la fecondità dipende in parte dalla costituzione degli individui scelti per l'esperimento. Lo stesso è per gli ibridi, perché si riscontra spesso che il loro grado di fecondità varia grandemente nei diversi individui provenienti da semi contenuti in una stessa capsula, ed esposti alle stesse condizioni.

Con il termine «affinità sistematica» si indica la somiglianza nei caratteri generali di struttura e di costituzione fra le specie. Ora la fecondità dei primi incroci, e degli ibridi che ne derivano, è regolata in larga misura dalla loro affinità sistematica. Lo dimostra chiaramente il fatto che non si sono mai potuti ottenere ibridi fra specie classificate in famiglie differenti, mentre, d'altra parte, le specie strettamente affini possono generalmente incrociarsi con facilità. Tuttavia il rapporto fra l'affinità sistematica e la facilità dell'incrocio non è affatto rigoroso. Si potrebbero citare numerosissimi esempi di specie strettamente affini che non si incrociano o che lo fanno con estrema difficoltà, e casi di specie molto diverse che, al contrario, si uniscono con grande facilità. Nella stessa famiglia è possibile trovare un genere, come *Dianthus*, nel quale moltissime specie si incrociano con la massima facilità fra di loro, e un altro genere, come *Silene*, in cui, nonostante gli sforzi più perseveranti, non è stato possibile ottenere un solo ibrido fra specie estremamente vicine. Perfino nell'ambito di uno stesso genere ci imbattiamo in queste diversità; per esempio le numerose specie del genere *Nicotiana* sono state incrociate molto più di quelle di quasi ogni altro genere; tuttavia Gärtner ha constatato che la *Nicotiana acuminata*, che non è una specie particolarmente distinta, è stata ostinatamente restia a fecondare ben otto altre specie di *Nicotiana*, e a essere da queste fecondata. Potrei citare molti fatti analoghi.

Nessuno ha potuto ancora indicare quale tipo o grado di differenza, in un qualsiasi carattere riconoscibile, sia sufficiente a impedire l'incrocio di due specie. Si può dimostrare che le piante più diverse per aspetto generale e abitudini, e che presentano differenze molto accen-

BOLLATI BORINGHIERI

tuata in ogni parte del fiore, e persino nel polline, nel frutto e nei cotiledoni, possono essere incrociate. Spesso si possono incrociare facilmente piante annuali e perenni, alberi a foglie caduche e alberi sempreverdi, piante adattate a climi molto differenti, e piante che abitano stazioni completamente diverse.

Parlando di incrocio reciproco fra due specie intendo, per esempio, l'incrocio di un'asina con uno stallone, e poi quello di un asino con una giumenta; si può dire allora che le due specie sono state reciprocamente incrociate. Vi sono spesso differenze grandissime nell'attitudine agli incroci reciproci. Questi casi hanno grande importanza, perché provano che l'attitudine di due qualsiasi specie a incrociarsi è spesso del tutto indipendente dalla loro affinità sistematica, cioè da qualsiasi differenza della loro struttura o costituzione, ad eccezione del sistema riproduttivo. Già molto tempo fa Kölreuter ha osservato la diversità dei risultati negli incroci reciproci fra due specie. Per citare un esempio, la *Mirabilis jalapa* è fecondata facilmente dal polline della *Mirabilis longiflora*, e gli ibridi di questo incrocio sono abbastanza fecondi; ma Kölreuter ha tentato più di duecento volte, nello spazio di otto anni consecutivi, di fecondare reciprocamente la *Mirabilis longiflora* con polline di *Mirabilis jalapa*, senza riuscirci. Potrebbero essere citati numerosi altri casi ugualmente singolari. Thuret ha osservato lo stesso fatto in alcune alghe marine, o *Fucus*.

Gärtner, inoltre, ha riscontrato che questa differenza di attitudine agli incroci reciproci è, in grado minore, estremamente comune. L'ha osservato anche fra forme strettamente affini, come la *Matthiola annua* e la *Matthiola glabra*, che molti botanici considerano soltanto varietà. Un altro fatto notevole è che gli ibridi derivati da incroci reciproci, sebbene costituiti dalle due stesse specie – essendo ciascuna di esse impiegata prima come madre poi come padre – benché raramente differiscano nei caratteri esteriori, differiscono tuttavia nella fecondità, per lo più lievemente, ma talvolta molto.

Dalle osservazioni di Gärtner si potrebbero dedurre altre regole singolari: così, per esempio, alcune specie hanno una notevole attitudine a incrociarsi con altre; altre specie di uno stesso genere hanno un notevole potere di imporre la loro somiglianza alla discendenza ibrida; ma queste due facoltà non sono necessariamente concomitanti. Vi sono ibridi i quali, anziché avere, come di solito, un carattere intermedio fra quelli dei due genitori, assomigliano sempre moltissimo a uno di essi; e tali ibridi, pur essendo tanto somiglianti, esteriormente, a una delle

BOLLATI BORINGHIERI

specie genitrici pure, sono, con rare eccezioni, estremamente sterili. Allo stesso modo, fra gli ibridi che hanno abitualmente una conformazione intermedia fra quelle dei genitori, si incontrano talvolta individui eccezionali e anormali, che assomigliano quasi completamente a uno degli ascendenti puri; questi ibridi sono quasi sempre assolutamente sterili, anche quando gli altri ibridi derivanti dai semi contenuti nella medesima capsula hanno un considerevole grado di fecondità. Tali fatti provano come la fecondità di un ibrido sia totalmente indipendente dalla somiglianza esteriore con l'una o l'altra delle sue forme genitrici pure.

Dalle numerose regole precedenti, che governano la fecondità dei primi incroci e degli ibridi, noi vediamo che, quando s'incrociano forme che devono essere considerate come specie ben distinte, la loro fecondità presenta tutti i gradi compresi tra l'assoluta infecondità e la fecondità piena, giungendo perfino, in determinate condizioni, a un grado eccezionale di fecondità; che la loro fecondità, oltre a essere eminentemente influenzata dalle condizioni esterne tanto favorevoli quanto sfavorevoli, è variabile per innata predisposizione; che il grado di fecondità non è affatto sempre lo stesso nel primo incrocio e negli ibridi provenienti da tale incrocio; che la fecondità degli ibridi non ha rapporto con il grado di somiglianza esteriore che essi hanno con l'uno o l'altro genitore; e, infine, che la facilità con cui un primo incrocio fra due qualsiasi specie può effettuarsi non dipende sempre dalla loro affinità sistematica, o dal grado di somiglianza esistente tra loro. Questa ultima affermazione è chiaramente provata dalla differenza nei risultati di incroci reciproci fra le due stesse specie, perché, secondo che l'una delle due sia impiegata come padre o come madre, si ha generalmente qualche differenza, e talvolta una differenza molto marcata, nella facilità con cui si effettua l'incrocio. Inoltre gli ibridi di incroci reciproci differiscono spesso per quanto riguarda la fecondità.

Queste leggi singolari e complesse indicano forse che le specie sono state dotate di sterilità unicamente per impedire che si confondessero in natura? Non credo. Infatti, dal momento che si deve supporre che per tutte le specie sia ugualmente importante evitare di mescolarsi, perché la sterilità dovrebbe presentare tante differenze di grado? Perché il grado di sterilità dovrebbe essere variabile per disposizione innata, negli individui della stessa specie? Perché specie che si incrociano con la più grande facilità producono ibridi molto sterili, mentre altre, che si incrociano con estrema difficoltà, producono ibridi abbastanza fecon-

BOLLATI BORINGHIERI

di? Come si spiega una diversità così frequente e così considerevole nei risultati dell'incrocio reciproco fra due stesse specie? Perché, infine, la produzione degli ibridi si è potuta realizzare? Accordare alle specie la particolare facoltà di produrre ibridi, e fermare poi la loro ulteriore propagazione con differenti gradi di sterilità, non strettamente connessi con la facilità del primo incrocio tra i genitori, sembra essere una ben strana disposizione.

D'altra parte, mi sembra che i fatti e le regole precedenti indichino chiaramente che la sterilità, sia dei primi incroci sia degli ibridi, è semplicemente legata o dipendente da differenze sconosciute del loro sistema riproduttivo; differenze di una così particolare e così ben determinata natura che, negli incroci reciproci fra due specie, l'elemento sessuale maschile dell'una è spesso atto a esercitare facilmente la sua azione sull'elemento femminile dell'altra, mentre non è possibile il caso inverso. Sarà bene spiegare un po' più chiaramente, con un esempio, che cosa intendo quando dico che la sterilità è dipendente da altre differenze, e non è una proprietà di cui le specie siano particolarmente dotate. Dato che l'attitudine di una pianta a essere innestata su di un'altra è senza importanza per la loro prosperità allo stato di natura, suppongo che nessuno vorrà considerare questa attitudine come una speciale proprietà innata, ma ammetterà che essa è legata a differenze nelle leggi della crescita delle due piante. Possiamo talvolta capire il motivo per cui un certo albero non può innestarsi su un altro, a causa della differenza del ritmo della crescita, della durezza del legno, dell'epoca o della natura della linfa ecc.; ma v'è una moltitudine di casi a cui non sappiamo assegnare alcuna ragione. Una grande differenza delle dimensioni delle due piante, il fatto che una sia legnosa, l'altra erbacea, l'una a foglie caduche, l'altra sempreverde, e l'adattamento a climi assai differenti, non sempre impediscono l'innesto delle due piante. Come nell'ibridazione, così nell'innesto, l'attitudine è limitata dall'affinità sistematica, perché nessuno è mai stato capace di innestare l'uno sull'altro alberi appartenenti a famiglie assolutamente distinte; mentre d'altra parte, ordinariamente – ma non in ogni caso – è possibile innestare con facilità specie simili e varietà della stessa specie. Ma questa capacità, come nell'ibridazione, non è in alcun modo retta esclusivamente dall'affinità sistematica, perché, sebbene sia stato possibile l'innesto fra esemplari appartenenti a numerosi generi differenti della stessa famiglia, in altri casi l'innesto fra specie dello stesso genere non è riuscito. Il pero s'innesta molto più facilmente sul melo cotogno, che è considerato un

BOLLATI BORINGHIERI

genere distinto, che sul melo, che appartiene allo stesso genere. Diverse varietà di peri s'innestano anche più o meno facilmente sul melo cotogno; lo stesso è per l'innesto di diverse varietà di albicocco e pesco su certe varietà del susino.

Come Gärtner ha trovato talvolta differenze innate in diversi *individui* di due stesse specie riguardo all'incrocio, così Sageret crede che i differenti individui delle due stesse specie non si prestino ugualmente bene all'innesto. Come negli incroci reciproci la facilità d'ottenere l'unione è lungi dall'essere uguale, così è talvolta per l'innesto; per esempio, l'uva spina comune non può essere innestata sul ribes rosso, mentre questo attacca, pur se con difficoltà, sull'uva spina.

Abbiamo visto che la sterilità degli ibridi, i cui organi riproduttori sono in condizione imperfetta, costituisce un caso assai diverso dalla difficoltà che s'incontra a unire due specie pure, che hanno gli organi riproduttori in condizioni perfette; tuttavia questi due distinti ordini di casi presentano un considerevole parallelismo. Accade qualcosa di analogo per l'innesto; infatti Thouin ha constatato che tre specie di *Robinia*, che sulla loro pianta producevano semi in abbondanza, e che potevano essere innestate senza grande difficoltà su una quarta specie, divenivano dopo questo innesto del tutto sterili. D'altra parte certe specie di *Sorbus*, innestate su altre specie, producono il doppio dei frutti che producono sul loro ramo. Quest'ultimo fatto ricorda i casi straordinari dell'*Hippeastrum*, della *Passiflora* ecc., che producono molti più semi quando sono fecondati con il polline di una specie diversa, che quando sono fecondati con il polline della stessa pianta.

Vediamo così che, malgrado la differenza evidente e fondamentale che esiste fra la semplice adesione di due ceppi innestati uno sull'altro e l'unione degli elementi maschili e femminili nell'atto della riproduzione, esiste tuttavia un certo parallelismo fra i risultati dell'innesto e quelli dell'incrocio fra specie distinte. E allo stesso modo per cui dobbiamo considerare le complesse e bizzarre leggi che regolano la facilità d'innesto degli alberi gli uni sugli altri, come dipendenti da differenze sconosciute nei loro sistemi vegetativi, così io credo che le leggi ancora più complesse che regolano la facilità dei primi incroci, siano una conseguenza casuale di differenze sconosciute nei sistemi riproduttivi. In entrambi i casi queste differenze sono – come è logico aspettarsi – entro certi limiti in rapporto con l'affinità sistematica, termine con cui si tenta di esprimere ogni sorta di somiglianze e dissimiglianze fra gli esseri viventi. I fatti non sembrano indicare in alcun modo che le difficoltà

BOLLATI BORINGHIERI

più o meno grandi che si incontrano sia nell'innesto che nell'incrocio di varie specie siano una speciale proprietà; sebbene, nel caso degli incroci, queste difficoltà siano tanto importanti per la stabilità e la resistenza di forme specifiche, quanto, nel caso dell'innesto, sono insignificanti per la loro prosperità.

Origine e cause della sterilità dei primi incroci e degli ibridi

Un tempo mi sembrava probabile, e altri hanno pensato come me, che la sterilità dei primi incroci e degli ibridi potesse essere stata lentamente acquisita per selezione naturale di gradi leggermente decrescenti di fecondità; questa progressiva sterilità, come ogni altra variazione, sarebbe comparsa spontaneamente in certi individui di una data varietà, se incrociati con quelli appartenenti a un'altra. Infatti sarebbe evidentemente vantaggioso, per due varietà o specie incipienti, il fatto di non potersi mescolare con altre, allo stesso modo che, quando l'uomo vuole selezionare contemporaneamente due varietà, è indispensabile che le tenga separate l'una dall'altra. In primo luogo, si può osservare che l'incrocio fra due specie che abitano regioni diverse risulta spesso sterile; evidentemente non può esservi stato alcun vantaggio, per tali specie separate, nel fatto di esser state rese reciprocamente sterili e, di conseguenza, ciò non può essere avvenuto per opera della selezione naturale; ma, forse, si potrebbe sostenere che se una specie diviene sterile nell'incrocio con una specie della stessa regione, la sterilità con altre specie è conseguenza necessaria. In secondo luogo, il fatto che negli incroci reciproci l'elemento maschile di una forma sia stato reso completamente impotente su una seconda forma – mentre l'elemento maschile di questa seconda forma conserva la capacità di fecondare con facilità la prima – contraddice in modo per lo meno uguale sia la teoria della selezione naturale, che quella della creazione speciale; giacché questo particolare stato del sistema riproduttivo difficilmente avrebbe potuto essere in alcun modo vantaggioso all'una o all'altra specie. Se si esaminano le probabilità che la selezione naturale possa aver avuto parte nel rendere le specie reciprocamente sterili, la maggior difficoltà la si troverà nelle molte gradazioni esistenti fra la fecondità appena ridotta e la sterilità assoluta. Si può ammettere che sarebbe vantaggioso per una specie incipiente diventare leggermente meno feconda quando sia incrociata con la forma madre o con qualche altra varietà, poiché si pro-

BOLLATI BORINGHIERI

durrebbe così un minor numero di discendenti imbastarditi e deteriorati, che mescolerebbero il loro sangue con la nuova specie in via di formazione. Ma chi si prendesse il disturbo di riflettere sulle gradazioni, attraverso le quali questo iniziale grado di sterilità potrebbe accrescersi per selezione naturale, fino a raggiungere quell'alto livello di sterilità che è comune in tante specie e generale nelle specie che si sono differenziate fino a poter essere classificate come generi e famiglie distinte, troverà che questa questione è straordinariamente complessa. Dopo matura riflessione, mi sembra che non si possa essere giunti a questo risultato attraverso la selezione naturale. Prendiamo il caso di due specie qualunque che, incrociate, producono una discendenza poco numerosa e sterile; in questo caso, che cosa potrebbe favorire la sopravvivenza di quegli individui che fossero dotati di una reciproca sterilità un po' più pronunciata, avvicinandosi così – di poco – alla sterilità assoluta? Eppure, se si fa intervenire la teoria della selezione naturale, una tendenza di questo genere deve essersi incessantemente manifestata in molte specie, perché un gran numero di esse sono reciprocamente del tutto sterili. Nel caso degli insetti neutri sterili, abbiamo ragione di credere che la selezione naturale abbia lentamente accumulato modificazioni di struttura e di fecondità, per i vantaggi indiretti in tal modo derivanti alla comunità di cui facevano parte, rispetto alle altre comunità della stessa specie. Ma in un singolo animale, non appartenente a una comunità sociale, una sterilità anche leggera che accompagnasse il suo incrocio con un'altra varietà non porterebbe alcun vantaggio, né diretto per se stesso, né indiretto per gli altri individui della stessa varietà, così da facilitare la loro conservazione.

D'altra parte sarebbe superfluo discutere particolareggiatamente questo argomento, poiché troviamo nelle piante prove convincenti che la sterilità delle specie incrociate deve derivare da qualche principio indipendente dalla selezione naturale. Sia Gärtner che Kölreuter hanno provato che, nei generi comprendenti numerose specie, è possibile stabilire una serie di specie che, incrociate, producono una quantità sempre minore di semi, fino a quelle che non ne producono neppure uno, ma che sono tuttavia sensibili all'azione del polline di certe altre specie, in quanto il germe si gonfia. In questo caso è evidentemente impossibile selezionare gli individui più sterili, cioè quelli che hanno già cessato di produrre semi; la selezione naturale non ha dunque potuto produrre questa assoluta sterilità che si traduce in un effetto prodotto

BOLLATI BORINGHIERI

unicamente sul seme; e dalle leggi che regolano i diversi gradi di sterilità, le quali sono così uniformi nel regno animale e in quello vegetale, possiamo dedurre che la causa, qualunque sia, è la stessa, o quasi, in tutti i casi.

Esamineremo ora un po' più dappresso la natura probabile delle differenze tra le specie, che determinano la sterilità nei primi incroci e negli ibridi. Nel caso dei primi incroci, la difficoltà più o meno grande che si incontra a operare un'unione e a ottenere discendenti sembra dipendere da più cause distinte. Vi deve essere talvolta l'impossibilità fisica che l'elemento maschile raggiunga l'ovulo, come sarebbe il caso di una pianta avente un pistillo troppo lungo perché i tubi pollinici raggiungano l'ovario. È stato anche osservato che, quando il polline di una specie si pone sullo stamma di una specie lontanamente affine, i tubi pollinici, pur allungandosi, non penetrano attraverso la superficie dello stamma. Inoltre l'elemento maschile può raggiungere l'elemento femminile ma senza esser capace di dar luogo allo sviluppo dell'embrione, come sembra essersi verificato in alcune delle esperienze di Thuret sul *Fucus*. Non si saprebbero spiegare questi fatti più di quelli relativi a certi alberi che non possono innestarsi su altri. Infine, un embrione può svilupparsi, e poi perire all'inizio del suo sviluppo. Questa ultima alternativa non è stata sufficientemente considerata; ma io credo, in base alle osservazioni comunicatemi dal signor Hewitt, che ha grande esperienza nell'ibridazione di fagiani e di polli, che la morte precoce dell'embrione è una delle cause più frequenti della sterilità nei primi incroci. Il signor Salter ha recentemente dato i risultati dell'esame di circa 500 uova prodotte da incroci diversi fra tre specie di *Gallus* e i loro ibridi; la maggior parte di queste uova erano state fecondate; e, nella maggioranza delle uova fecondate, gli embrioni si erano parzialmente sviluppati e poi erano morti, oppure erano diventati quasi maturi, ma i pulcini non avevano potuto rompere il guscio. Dei pulcini schiusi, più dei quattro quinti morirono nei primi giorni o al più tardi nelle prime settimane, «senza nessuna causa evidente, a quanto sembra per mera incapacità di vivere»; così che, su cinquecento uova, soltanto dodici polli sopravvissero. Probabilmente la morte precoce dell'embrione ibridizzo si produce in maniera simile anche nelle piante; perlomeno è noto che gli ibridi di specie molto diverse sono talvolta deboli e nani, e muoiono precocemente; di questo Max Wichura ha recentemente segnalato alcuni sorprendenti esempi per gli ibridi del salice. È

BOLLATI BORINGHIERI

opportuno ricordare qui che in taluni casi di partenogenesi, gli embrioni delle uova del bombice del gelso, non fecondate, passano attraverso le prime fasi di sviluppo e poi periscono come gli embrioni prodotti da incrocio fra due specie distinte. Prima di conoscere questi fatti, non ero disposto a credere alla frequenza della morte precoce degli embrioni ibridi; poiché gli ibridi, una volta nati, sono generalmente sani e longevi, come vediamo nel caso del comune mulo. Gli ibridi si trovano tuttavia in differenti condizioni prima e dopo la nascita: essi si trovano generalmente in convenienti condizioni di vita quando nascono e vivono nel paese ove vivono i loro progenitori. Ma un ibrido partecipa soltanto per metà alla natura e alla costituzione di sua madre; perciò prima della nascita, finché è nutrito nell'utero materno, o nell'uovo o nel seme prodotto dalla madre, può essere esposto a condizioni in qualche misura sfavorevoli, e di conseguenza può essere soggetto a morire precocemente; tanto più che tutti gli esseri molto giovani sono spiccatamente sensibili a condizioni di vita dannose o innaturali. Ma, dopo tutto, la causa più probabile sta in qualche imperfezione dell'atto primitivo della fecondazione, che dà luogo a un imperfetto sviluppo dell'embrione, piuttosto che nelle condizioni a cui esso si trova successivamente esposto.

Relativamente alla sterilità degli ibridi, in cui gli elementi sessuali sono imperfettamente sviluppati, il caso è alquanto differente. Ho fatto più di una volta riferimento a una vasta massa di fatti provanti che, quando animali e piante sono rimossi dalle loro condizioni naturali, è molto probabile che il loro sistema riproduttivo sia seriamente influenzato. Questo, in realtà, è il grande ostacolo all'addomesticamento degli animali. Vi sono molti punti di somiglianza fra la sterilità così provocata e quella degli ibridi. In entrambi i casi, la sterilità è indipendente dalle condizioni generali della salute, e spesso si accompagna a eccesso di dimensioni o a grande esuberanza. In entrambi i casi, la sterilità si presenta in diversi gradi; in entrambi, l'elemento maschile è più soggetto a essere influenzato; ma talora l'elemento femminile lo è più del maschile. In entrambi, la tendenza è in rapporto, entro certi limiti, con l'affinità sistematica, poiché interi gruppi di animali e di piante sono resi impotenti dalle stesse innaturali condizioni; e interi gruppi di specie tendono a produrre ibridi sterili. D'altra parte, una specie di un gruppo resisterà talvolta a grandi cambiamenti di condizioni, con immutata fecondità; e certe specie di un gruppo produrranno ibridi di straordinaria fecondità. Nessuno può dire, prima di provare, se un deter-

BOLLATI BORINGHIERI

minato animale si riprodurrà in cattività, o se una qualsiasi pianta esotica produrrà, coltivata, il seme; né potrà dire, prima di provare, se due qualsiasi specie di un genere produrranno ibridi più o meno sterili. Infine, quando gli esseri viventi sono posti per varie generazioni in condizioni per essi non naturali, sono estremamente soggetti a variare, ciò che sembra in parte dovuto alla speciale influenza esercitata sul loro sistema riproduttivo, sebbene in un grado minore di quando si produce la sterilità. Così è per gli ibridi, poiché i loro discendenti nelle successive generazioni sono, come ogni sperimentatore ha osservato, eminentemente soggetti a variare.

Vediamo dunque che, quando gli esseri viventi sono posti in nuove e innaturali condizioni di vita, e quando gli ibridi sono prodotti da innaturale incrocio fra due specie, il sistema riproduttivo, indipendentemente dallo stato generale della salute, è influenzato in maniera molto simile. In un caso le condizioni di vita sono state turbate, sebbene sovente in misura così lieve che non possiamo avvertirlo; nell'altro caso, quello degli ibridi, le condizioni esterne sono rimaste le stesse, ma l'organizzazione è stata turbata dalla fusione di due differenti strutture e costituzioni in una sola, ivi compreso, naturalmente, il sistema riproduttivo. Infatti è quasi impossibile che due organismi possano fondersi in uno, senza che ne derivi qualche disturbo nello sviluppo, o nell'azione periodica, o nelle reciproche relazioni delle differenti parti e organi, gli uni in rapporto agli altri o in rapporto alle condizioni di vita. Quando gli ibridi possono riprodursi *inter se*, essi trasmettono ai loro discendenti di generazione in generazione la stessa organizzazione mista, e non dobbiamo quindi meravigliarci che la loro sterilità, sebbene in qualche grado variabile, non diminuisca; essa è anche capace di aumentare, questo essendo in generale, come già abbiamo spiegato, il risultato di un incrocio tra forme troppo strettamente imparentate. La suddetta opinione, che la sterilità degli ibridi sia causata dalla fusione di due costituzioni in una sola, è stata recentemente sostenuta con vigore da Max Wichura.

Bisogna tuttavia riconoscere che non possiamo comprendere, sulla base della suddetta opinione o di qualsiasi altra, vari fatti relativi alla sterilità degli ibridi; ad esempio, l'ineguale fecondità degli ibridi prodotti da incroci reciproci; o l'aumentata sterilità in quegli ibridi che occasionalmente ed eccezionalmente assomigliano strettamente all'uno o all'altro dei progenitori. Né io pretendo che le osservazioni precedenti vadano al fondo della questione; non si spiega in alcun modo per-

BOLLATI BORINGHIERI

ché un organismo, quando sia posto in condizioni innaturali, diventi sterile. Tutto quello che ho tentato di dimostrare è che in due casi, per certi aspetti affini, la sterilità è il comune risultato: nell'uno caso, per la perturbazione delle condizioni di esistenza, nell'altro caso, per il turbamento apportato nell'organizzazione dalla fusione di due organismi in uno solo.

Un simile parallelismo è valido anche per una serie di fatti affini eppure differenti. Una credenza antica e quasi universale, fondata su una considerevole massa di prove che io ho dato altrove, è che lievi cambiamenti delle condizioni di vita sono vantaggiosi per tutti gli esseri viventi. Ne vediamo l'applicazione da parte di coltivatori e giardinieri nei loro frequenti scambi di semi, tuberi ecc., da un terreno o da un clima a un altro e viceversa. Durante la convalescenza degli animali, un grande beneficio deriva perlopiù da qualsiasi cambiamento delle loro abitudini di vita. Ancora, sia per gli animali sia per le piante, è chiaramente evidente che un incrocio fra due individui della stessa specie, che differiscono fino a un certo punto, conferisce vigore e fecondità alla discendenza; e che l'incrocio tra stretti consanguinei, continuato per diverse generazioni, se questi si tengano nelle stesse condizioni di vita, quasi sempre conduce a diminuzione delle dimensioni, debolezza o sterilità.

Sembra dunque, da un lato, che lievi cambiamenti nelle condizioni di vita siano vantaggiosi a tutti gli esseri viventi, e, dall'altro, che incroci leggeri – cioè incroci fra maschio e femmina della stessa specie, che siano stati sottoposti a condizioni di vita lievemente differenti o che abbiano lievemente variato – diano vigore e fecondità alla discendenza. Ma, come abbiamo visto, gli esseri viventi, abituati da lungo tempo a certe condizioni uniformi allo stato di natura, quando sono sottoposti, come in cattività, a un notevole mutamento nelle loro condizioni, molto spesso sono resi più o meno sterili; e sappiamo che un incrocio fra due forme, che siano divenute largamente o specificamente differenti, produce ibridi che sono quasi sempre sterili in qualche grado. Sono del tutto convinto che questo doppio parallelismo non è in alcun modo né accidentale, né illusorio. Colui che è in grado di spiegare perché l'elefante e una moltitudine di altri animali siano incapaci di riprodursi se tenuti in cattività solo parziale nel loro paese nativo, sarà in grado di spiegare la causa prima della così comune sterilità degli ibridi. Egli potrà al tempo stesso spiegare come avviene che le razze di alcuni dei nostri animali domestici, che sono state spesso sottoposte a nuove e

BOLLATI BORINGHIERI

non uniformi condizioni di vita, sono completamente feconde fra loro, benché discendano da specie distinte, che probabilmente sarebbero state sterili se originariamente incrociate. Queste due serie parallele di fatti sembrano connesse da qualche comune ma sconosciuto legame, che è essenzialmente collegato con il principio della vita; questo principio, secondo Herbert Spencer, è che la vita dipende da o consiste nella incessante azione e reazione di forze diverse, che, come sempre in natura, tendono a equilibrarsi; e quando questa tendenza è lievemente disturbata da un qualsiasi cambiamento, le forze vitali acquistano in potere.

Dimorfismo e trimorfismo reciproci

Questo argomento può essere qui brevemente discusso, e farà qualche luce sul problema dell'ibridismo. Parecchie piante appartenenti a ordini distinti presentano due forme, numericamente press'a poco uguali, e diverse solo per gli organi riproduttori; una forma ha il pistillo lungo e gli stami corti, l'altra il pistillo corto e gli stami lunghi; entrambe hanno i granelli di polline di dimensioni diverse. Nelle piante trimorfe vi sono tre forme, che differiscono ugualmente per la lunghezza dei pistilli e degli stami, per le dimensioni e il colore dei granelli di polline, e per qualche altro aspetto; e poiché in ciascuna delle tre forme vi sono due serie di stami, le tre forme complessivamente possiedono sei serie di stami e tre tipi di pistilli. Tali organi sono fra loro così proporzionati in lunghezza che metà degli stami, in due di queste forme, si trovano al livello dello stigma della terza forma. Ho dimostrato, e le mie conclusioni sono state confermate da altri osservatori, che per ottenere la completa fecondità in queste piante, è necessario che lo stigma di una forma sia fecondato dal polline preso dagli stami di corrispondente altezza nell'altra forma. Cosicché, nelle specie dimorfiche, due unioni, che possiamo chiamare legittime, sono pienamente feconde; e due, che possiamo chiamare illegittime, sono più o meno sterili. Nelle specie trimorfiche sei unioni sono legittime, o completamente feconde, e dodici illegittime, o più o meno sterili.

La sterilità che si può osservare in varie piante dimorfiche e trimorfiche, quando sono fecondate illegittimamente, cioè dal polline proveniente da stami di altezza corrispondente a quella del pistillo, è di grado molto diverso, fino alla sterilità assoluta e totale; esattamente come

BOLLATI BORINGHIERI

accade nell'incrocio fra specie distinte. Come il grado di sterilità in quest'ultimo caso dipende in misura predominante dalle condizioni di vita più o meno favorevoli, così ho trovato che avviene nelle unioni illegittime. È ben noto che, se il polline di una specie diversa è posto sullo stamma di un fiore, e quindi il suo stesso polline, anche dopo un considerevole intervallo di tempo, viene posto sullo stesso stamma, l'azione di quest'ultimo è tanto prepotente da annullare generalmente l'effetto del polline forestiero; così accade per il polline delle diverse forme della stessa specie, poiché il polline legittimo prevale con forza sul polline illegittimo, quando entrambi sono posti sullo stesso stamma. Ho accertato tutto ciò fecondando diversi fiori, dapprima illegittimamente, e dopo ventiquattr'ore legittimamente, con polline preso da una varietà di un particolare colore: tutte le piantine prodotte erano similmente colorate; ciò prova che il polline legittimo, sebbene applicato ventiquattr'ore dopo, aveva completamente distrutto o impedito l'azione del polline illegittimo precedentemente applicato. Ancora, come negli incroci reciproci tra le due stesse specie v'è occasionalmente una grande differenza nel risultato, così la stessa cosa accade nelle piante trimorfiche; ad esempio, la forma a stilo di *Lythrum salicaria* fu fecondata illegittimamente con la massima facilità da polline preso dai lunghi stami della forma a stilo corto, e produsse molti semi; ma quest'ultima forma, fecondata dagli stami più lunghi della forma a stilo medio, non produsse nemmeno un seme.

Sotto tutti questi aspetti, e sotto altri che si potrebbero aggiungere, le forme della stessa indubbia specie, quando sono illegittimamente unite, si comportano esattamente nella stessa maniera di due specie distinte quando sono incrociate. Questo mi indusse a osservare accuratamente durante quattro anni molte piantine provenienti da diverse unioni illegittime. Il principale risultato è che queste piante illegittime, come possiamo chiamarle, non sono completamente feconde. È possibile ottenere dalle specie dimorfiche piante illegittime a stilo lungo e a stilo corto, e dalle piante trimorfiche, le tre forme illegittime. Queste allora si possono opportunamente unire in modo legittimo. Ciò fatto, non v'è alcuna ragione apparente perché esse non producano tanti semi quanti ne produssero i loro progenitori legittimamente fecondati. Ma non è così. Esse sono tutte sterili in vario grado; alcune erano sterili in modo così totale e irrimediabile che non produssero, nel corso di quattro stagioni, un solo seme e neppure una capsula. La sterilità di queste piante illegittime, unite in seguito l'una con l'altra in modo legittimo,

BOLLATI BORINGHIERI

può essere rigorosamente confrontata con quella degli ibridi incrociati tra loro. Se, d'altra parte, s'incrocia un ibrido con l'una o l'altra delle specie progenitrici pure, la sterilità generalmente diminuisce molto: e altrettanto accade quando una pianta illegittima è fecondata da una pianta legittima. Come la sterilità degli ibridi non sempre coincide con la difficoltà di operare il primo incrocio fra le due forme progenitrici, così la sterilità di certe piante illegittime risultò insolitamente grande, mentre la sterilità dell'unione da cui esse derivavano non lo era affatto. Negli ibridi nati dal seme di una stessa capsula il grado di sterilità è variabile in modo innato e così è, in maniera accentuata, nelle piante illegittime. Infine molti ibridi producono fiori in abbondanza e continuamente, mentre altri e più sterili ibridi producono pochi fiori, e sono deboli e miseri nani; casi esattamente simili accadono nei discendenti illegittimi di varie piante dimorfiche e trimorfiche.

In complesso vi è la più stretta identità nel carattere e nel comportamento fra le piante illegittime e gli ibridi. Non è esagerato sostenere che le piante illegittime sono ibridi, prodotti entro i limiti della stessa specie dall'unione impropria di certe forme, mentre gli ibridi ordinari sono il risultato di una unione impropria fra specie cosiddette distinte. Abbiamo altresì già visto che, sotto tutti gli aspetti, vi è la più grande analogia fra le prime unioni illegittime e i primi incroci fra specie distinte. Questo sarà forse reso più evidente con un esempio: possiamo supporre che un botanico trovi due varietà ben distinte (come talora accade) della forma a stilo lungo della trimorfica *Lythrum salicaria*, e che decida di saggiare con l'incrocio se si tratta di due specie distinte. Egli troverà che esse producono soltanto un quinto circa del normale numero di semi, e che si comportano, sotto tutti gli altri aspetti sopra specificati, come si trattasse di due specie distinte. Ma per avere la conferma, egli allevierà piante dai semi che ritiene di aver ibridati, e troverà che i semenzali sono miseramente nani e completamente sterili, e che esse si comportano, sotto tutti gli altri aspetti, come ibridi ordinari. Egli potrà allora sostenere di aver effettivamente dimostrato, in accordo con la comune opinione, che le sue due varietà erano specie buone e distinte; ma sbaglierà in pieno.

I fatti testé citati sulle piante dimorfiche e trimorfiche sono importanti, perché provano, in primo luogo, che la prova fisiologica della diminuzione della fecondità, nei primi incroci come negli ibridi, non è un criterio sicuro di distinzione specifica; in secondo luogo, perché possiamo concludere che vi è qualche ignoto legame che unisce la sterilità

delle unioni illegittime con quella della loro discendenza illegittima, e siamo portati a estendere la stessa veduta ai primi incroci e agli ibridi; in terzo luogo, perché troviamo, e questo mi sembra di particolare importanza, che possono esistere due o tre forme della stessa specie che, pur non differendo minimamente nel loro aspetto esteriore, cioè nella struttura e nella costituzione, possono tuttavia divenire sterili se incrociate in modo particolare. Poiché dobbiamo ricordare che è l'unione degli elementi sessuali di individui della stessa forma, ad esempio delle due forme a stilo lungo, che dà luogo a sterilità; mentre è l'unione degli elementi sessuali propri a due forme distinte che è feconda. A prima vista il caso sembra perciò esattamente il contrario di quanto accade nelle unioni ordinarie di individui della stessa specie e negli incroci fra specie distinte. Tuttavia è dubbio se sia realmente così; ma non intendo intrattenermi su questo oscuro argomento.

Possiamo nondimeno dedurre come probabile, dallo studio delle piante dimorfiche e trimorfiche, che la sterilità di specie distinte incrociate, e della loro progenie ibrida, dipende esclusivamente dalla natura dei loro elementi sessuali, e non da una qualsiasi differenza nella loro struttura o costituzione generale. Siamo altresì portati a questa stessa conclusione considerando gli incroci reciproci, in cui il maschio di una specie non può unirsi, o può unirsi con grande difficoltà, alla femmina di una seconda specie, mentre l'incrocio inverso può essere effettuato con la più grande facilità. Gärtner, questo eccellente osservatore, ha parimenti concluso che le specie incrociate sono sterili a cagione di differenze limitate al loro sistema riproduttivo.

La fecondità delle varietà incrociate e della loro discendenza meticcica non è universale

Si può opporre un argomento più valido: che vi deve essere qualche distinzione essenziale fra specie e varietà, poiché queste ultime, per quanto possano differire l'una dall'altra nell'apparenza esteriore, s'incrociano con perfetta facilità, e producono discendenza perfettamente feconda. Ammetto pienamente che questa è la regola, con alcune eccezioni che segnalerò fra breve. Ma la questione è irta di difficoltà perché, per quanto concerne le varietà allo stato di natura, se si trova un qualsiasi grado di sterilità nell'incrocio di due forme finora considerate come varietà, queste sono immediatamente classificate, dalla mag-

gior parte dei naturalisti, come specie. Per esempio, l'anagallide azzurra e quella rossa considerate da quasi tutti i botanici come varietà, secondo Gärtner sono del tutto sterili quando siano incrociate e, di conseguenza, sono da lui classificate come specie sicure. Se restiamo in questo circolo vizioso, dobbiamo certamente ammettere la fecondità di tutte le varietà prodotte in natura.

Se passiamo alle varietà prodotte allo stato domestico, o supposte tali, sorge ancora qualche dubbio. Infatti, quando, ad esempio, si constata che certi cani domestici indigeni dell'America meridionale non s'incrociano facilmente con i cani europei, la spiegazione che si presenta a ciascuno, e che probabilmente è la vera, è che questi cani derivino da specie originariamente distinte. Tuttavia, la perfetta fecondità di tante razze domestiche, largamente differenti in apparenza l'una dall'altra, come ad esempio quelle dei piccioni o dei cavoli, è un fatto rimarchevole; tanto più se consideriamo quante specie vi sono che, pur assomigliando molto l'una all'altra, sono completamente sterili quando si incrociano. Varie considerazioni, tuttavia, rendono meno notevole questa fecondità delle varietà domestiche. In primo luogo si può osservare che il complesso delle differenze esteriori fra due specie non è un indice sicuro del loro grado di sterilità reciproca, cosicché simili differenze nel caso delle varietà non sarebbero un indice sicuro. È certo che per le specie la causa è da ricercarsi esclusivamente nelle differenze della loro costituzione sessuale. Ora le condizioni variabili a cui gli animali domestici e le piante coltivate sono stati sottoposti tendevano così poco a modificare il sistema riproduttivo sì da condurre alla reciproca sterilità, che abbiamo buone ragioni per ammettere la dottrina diametralmente opposta di Pallas, cioè che tali condizioni generalmente eliminano questa tendenza; cosicché i discendenti addomesticati di specie che allo stato di natura probabilmente sarebbero state in qualche misura sterili se incrociate, diventano assieme perfettamente fecondi. Per le piante, la coltivazione è così lontana dal determinare una tendenza alla sterilità tra specie distinte, che in diversi casi, ben controllati e già riferiti, certe piante sono state influenzate in senso contrario, poiché esse sono divenute autoimpotenti pur conservando la capacità di fecondare altre specie o di esserne fecondate. Se si ammette la dottrina pallasiana dell'eliminazione della sterilità mediante domesticazione prolungata, e difficilmente la si può respingere, diviene estremamente improbabile che condizioni analoghe prolungate possano parimenti determinare questa tendenza; sebbene in certi casi, per specie

BOLLATI BORINGHIERI

dotate di una peculiare costituzione, la sterilità possa essere stata occasionalmente causata in questo modo. Così, io credo, possiamo comprendere perché negli animali domestici non si sono prodotte varietà reciprocamente sterili; e perché nelle piante si sono osservati solo alcuni casi, che segnaleremo fra breve.

La reale difficoltà del nostro attuale argomento, a quanto mi sembra, non è il motivo per cui le varietà domestiche, incrociate, non sono diventate reciprocamente sterili, ma il motivo per cui questo è accaduto così generalmente per le varietà naturali, non appena esse si sono stabilmente modificate in misura sufficiente da assumere la classifica di specie. Siamo lontani dalla precisa conoscenza della causa; e ciò non è sorprendente, se consideriamo la profondità della nostra ignoranza relativamente all'azione normale o anormale del sistema riproduttivo. Ma possiamo vedere che le specie, a causa della loro lotta per l'esistenza contro numerosi concorrenti, saranno state esposte per lunghi periodi a condizioni più uniformi di quelle delle varietà domestiche; e questo può ben costituire una grande differenza nel risultato. Infatti noi sappiamo quanto frequentemente animali e piante selvaggi, sottratti alle loro condizioni naturali e ridotti in cattività, sono resi sterili; e le funzioni riproduttive di esseri viventi che hanno sempre vissuto nelle condizioni naturali forse risentono, nello stesso modo, dell'influenza di un incrocio innaturale. Ci si potrebbe aspettare, d'altra parte, che le produzioni domestiche, che, come dimostra il mero fatto della loro domesticazione, non erano in origine troppo sensibili a cambiamenti delle loro condizioni di vita, e che possono oggi generalmente resistere con immutata fecondità a ripetuti cambiamenti di condizioni, producessero varietà poco soggette a dannose influenze nelle loro capacità riproduttive, per effetto di incrocio con altre varietà formatesi in modo analogo.

Ho parlato fin qui come se le varietà della stessa specie fossero invariabilmente feconde quando sono incrociate. Ma è impossibile negare l'evidenza dell'esistenza di un certo grado di sterilità nei pochi casi seguenti, che passerò brevemente in rassegna. Le prove sono valide almeno come quelle in base alle quali ammettiamo la sterilità di una moltitudine di specie. Le prove, inoltre, provengono da testimoni ostili, che, in tutti gli altri casi considerano fecondità e sterilità come criteri sicuri di distinzione tra le specie. Gärtner ha coltivato per diversi anni nel suo giardino, vicine fra loro, due varietà di granturco, una nana a semi gialli, e una gigante a semi rossi; e sebbene queste piante abbia-

BOLLATI BORINGHIERI

no sessi separati, esse non si incrociarono mai naturalmente. Egli fecondò allora tredici fiori di un tipo con il polline dell'altro; ma solo una spiga produsse semi, e quest'unica spiga produsse soltanto sei granelli. Poiché le piante hanno sessi separati, la manipolazione in questo caso non può essere stata dannosa. Nessuno, io credo, ha sospettato che queste varietà di granturco siano specie distinte; ed è importante rilevare che le piante ibride così prodotte erano esse stesse *perfettamente* feconde; tanto che persino Gärtner non osò considerare le due varietà come specie distinte.

Girou de Buzareingues ha incrociato tre varietà di zucca, che come il granturco hanno sessi separati, e afferma che la loro reciproca fecondazione è tanto meno facile quanto maggiori sono le loro differenze. Non so quale valore si possa attribuire a questi esperimenti; ma le forme oggetto dei detti esperimenti sono classificate da Sageret, che basa la sua classificazione principalmente sulle prove della infecondità, come varietà, e Naudin è giunto alla stessa conclusione.

Il caso seguente è ancor più singolare, e a tutta prima sembra incredibile; ma è il risultato di uno stupefacente numero di esperimenti fatto per molti anni su nove specie di *Verbascum*, da un osservatore così accurato e testimone mal prevenuto come Gärtner: cioè che le varietà bianche e gialle quando siano incrociate producono meno semi delle varietà similmente colorate della stessa specie. Inoltre egli afferma che quando le varietà gialle e bianche di una specie si incrociano con le varietà gialle e bianche di una specie *distinta*, è prodotto più seme dagli incroci tra fiori di ugual colore che tra fiori di colore diverso. Anche Scott ha sperimentato sulle specie e varietà di *Verbascum*; e sebbene non sia in grado di confermare i risultati di Gärtner sull'incrocio fra specie distinte, egli trova che le varietà diversamente colorate della stessa specie producono meno semi, nel rapporto di 86 a 100, delle varietà di ugual colore. Eppure queste varietà non differiscono se non per il colore dei loro fiori; e talvolta una varietà può esser prodotta dal seme di un'altra.

Kölreuter, la cui esattezza è stata confermata da tutti i successivi osservatori, ha dimostrato il fatto interessante che una particolare varietà del comune tabacco era meno feconda delle altre varietà quando era incrociata con una specie molto diversa. Egli sperimentò su cinque forme, comunemente considerate come varietà, che sottopose alla prova più severa, cioè a quella dell'incrocio reciproco, e riscontrò la progenie meticcia perfettamente feconda. Ma una di queste cinque varietà,

BOLLATI BORINGHIERI

usata come padre o come madre, e incrociata con la *Nicotiana glutinosa*, produsse sempre ibridi non così sterili come quelli prodotti dalle altre quattro varietà incrociate con *Nicotiana glutinosa*. Perciò il sistema riproduttivo di questa unica varietà deve essere modificato in qualche maniera e in qualche misura.

Sulla base di questi fatti non è più possibile sostenere che le varietà, quando siano incrociate, sono invariabilmente del tutto feconde. Dalla grande difficoltà di accertare l'infertilità delle varietà allo stato di natura, poiché una supposta varietà, se è dimostrata essere in qualsiasi misura infertile, sarebbe quasi universalmente classificata come specie; dal fatto che l'uomo si interessi soltanto dei caratteri esteriori delle sue varietà domestiche, e dal fatto che tali varietà non siano state esposte per periodi molto lunghi a uniformi condizioni di vita: da queste varie considerazioni possiamo concludere che la fertilità non costituisce una distinzione fondamentale fra le specie e le varietà quando siano incrociate. La generale sterilità delle specie incrociate può sicuramente considerarsi non come una speciale acquisizione o proprietà ma come dipendente da cambiamenti, di natura sconosciuta, degli elementi sessuali.

Confronto fra ibridi e meticci, indipendentemente dalla loro fertilità

Indipendentemente dalla questione della fertilità, i discendenti degli incroci di specie e di varietà possono essere confrontati sotto diversi altri aspetti. Gärtner, che avrebbe voluto tracciare una linea netta tra specie e varietà, ha potuto trovare pochissime differenze, e secondo me del tutto insignificanti, fra i cosiddetti discendenti ibridi delle specie e i cosiddetti discendenti meticci delle varietà. E d'altra parte essi sono molto vicini per molti aspetti importanti.

Esaminerò qui questo argomento con estrema brevità. La più importante distinzione è che nella prima generazione i meticci sono più variabili degli ibridi; ma Gärtner ammette che gli ibridi di specie da lungo tempo coltivate sono spesso variabili alla prima generazione; e io stesso ho visto impressionanti esempi di questo fatto. Gärtner ammette inoltre che gli ibridi fra specie molto vicine sono più variabili di quelli fra specie molto distinte; e ciò prova che la differenza nel grado di variabilità diminuisce poco a poco. Quando i meticci e gli ibridi più fertili si propagano per molte generazioni, è noto che in entrambi i casi

BOLLATI BORINGHIERI

si manifesta un'estrema variabilità della discendenza; ma si potrebbero citare alcuni esempi di ibridi e meticci che hanno conservato a lungo un carattere uniforme. Tuttavia, nelle generazioni successive, la variabilità dei meticci è forse superiore a quella degli ibridi.

Questa maggiore variabilità nei meticci che negli ibridi non deve affatto sorprendere, poiché i progenitori dei meticci sono varietà, e principalmente varietà domestiche (pochissimi esperimenti essendo stati fatti su varietà naturali), e ciò implica che v'è stata una variabilità recente, che spesso continuerebbe e incrementerebbe quella prodotta dal fatto dell'incrocio. La lieve variabilità degli ibridi alla prima generazione, in contrasto con quella delle generazioni successive, è un fatto strano e merita attenzione. Infatti essa conferma la mia opinione su una delle cause della variabilità ordinaria; cioè che il sistema riproduttivo, per la sua estrema sensibilità a mutate condizioni di vita, cessa in queste circostanze di esplicare la propria funzione di produrre una discendenza strettamente uguale, sotto tutti gli aspetti, alla forma genitrice. Ora gli ibridi nella prima generazione discendono da specie (ad eccezione di quelle da lungo tempo coltivate) il cui sistema riproduttivo non è stato in alcun modo influenzato, e non sono variabili; ma il sistema riproduttivo degli stessi ibridi è seriamente influenzato, e i loro discendenti sono altamente variabili.

Ma per tornare al nostro confronto dei meticci e degli ibridi: Gärtner afferma che i meticci sono più degli ibridi soggetti a reversione all'una o all'altra forma genitrice; ma questo, se pure è vero, è certamente solo una differenza di grado. Inoltre Gärtner afferma espressamente che gli ibridi di piante da lungo tempo coltivate sono più soggetti alla reversione che non gli ibridi di specie in natura; e questo probabilmente spiega la differenza singolare dei risultati ottenuti dai diversi osservatori: così Max Wichura dubita che gli ibridi facciano mai ritorno alle loro forme progenitrici, ed egli sperimentò su specie non coltivate di salici; mentre Naudin, d'altro lato, insiste nei termini più vigorosi sulla tendenza quasi universale degli ibridi alla reversione, ed egli sperimentò soprattutto su piante coltivate. Inoltre Gärtner afferma che quando due specie qualsiasi, anche molto affini, si incrociano con una terza specie, gli ibridi differiscono largamente gli uni dagli altri; mentre se due varietà ben distinte di una specie si incrociano con un'altra specie, gli ibridi non differiscono molto. Ma, per quanto posso giudicare, questa conclusione è basata su un solo esperimento; e

BOLLATI BORINGHIERI

sembra diametralmente opposta ai risultati di diverse esperienze fatte da Kölreuter.

Queste sole sono le insignificanti differenze che Gärtner ha potuto rilevare fra piante ibride e meticce. D'altra parte, il grado e la natura della somiglianza dei meticci e degli ibridi con i loro rispettivi genitori, soprattutto degli ibridi provenienti da specie affini, seguono secondo Gärtner le stesse leggi. Quando due specie si incrociano, una ha talvolta un prepotente potere d'imprimere la sua somiglianza agli ibridi. Così io ritengo che sia per le varietà di piante; e negli animali una varietà ha certamente spesso questo prepotente potere su un'altra varietà. Le piante ibride provenienti da incroci reciproci si assomigliano generalmente molto da vicino; ed è così per le piante meticce provenienti da un incrocio reciproco.

Ibridi e meticci possono essere ricondotti all'una o all'altra forma progenitrice pura mediante ripetuti incroci con l'uno o l'altro genitore per generazioni successive.

Queste varie osservazioni sono a quanto pare applicabili agli animali; ma la questione è qui molto complicata, in parte per l'esistenza di caratteri sessuali secondari, ma più specialmente per la prepotenza ricorrente più fortemente in un sesso che nell'altro a trasmettere la somiglianza, sia quando una specie si incrocia con un'altra, sia quando una varietà si incrocia con un'altra. Ad esempio, io credo che abbiano ragione quegli autori che sostengono che l'asino ha un prepotente potere sul cavallo, così che il mulo e il bardotto assomigliano più strettamente all'asino che al cavallo; ma che la prepotenza ricorre più fortemente nell'asino che nell'asina, cosicché il mulo, prodotto dall'asino e dalla giumenta, assomiglia all'asino più del bardotto, prodotto dall'asina e dallo stallone.

Alcuni autori hanno dato molto rilievo alla supposizione che, solamente nel caso dei meticci, i discendenti non hanno caratteri intermedi, ma assomigliano strettamente a uno dei loro genitori; ma ciò si verifica talvolta negli ibridi, benché, lo ammetto, meno frequentemente che nei meticci. Considerando i casi da me raccolti di animali incrociati che assomigliano strettamente a uno dei genitori, le somiglianze sembrano soprattutto limitate a caratteri quasi mostruosi nella loro natura, e che sono improvvisamente comparsi, come l'albinismo, il melanismo, la mancanza della coda o delle corna, la presenza di dita supplementari; e non si riferiscono ai caratteri lentamente acquisiti attraverso la selezione. Una tendenza all'improvvisa reversione verso il carattere

BOLLATI BORINGHIERI

perfetto dell'uno o dell'altro genitore sarebbe altresì molto più probabile nei meticci, discendenti da varietà spesso prodottesi improvvisamente e a carattere semimostroso, che negli ibridi, che discendono da specie prodottesi naturalmente e lentamente. In complesso sono completamente d'accordo col dottor Prosper Lucas, che, dopo aver esaminato un'enorme quantità di fatti relativi agli animali, arriva alla conclusione che le leggi della somiglianza del figlio con i suoi genitori sono le stesse, sia che i genitori differiscano poco o molto fra di loro, e cioè siano individui della stessa varietà, o di differenti varietà o di specie distinte.

A parte la questione della fecondità o della sterilità, sotto tutti gli altri aspetti sembra vi sia una generale e stretta somiglianza nei discendenti di specie incrociate e di varietà incrociate. Se consideriamo le specie come formate per speciale creazione, e la varietà come prodotta da leggi secondarie, questa somiglianza sarebbe un fatto stupefacente. Ma essa è in perfetta armonia con l'opinione che non esiste una distinzione essenziale fra specie e varietà.

Riassunto

I primi incroci fra forme sufficientemente distinte da essere classificate come specie, e i loro ibridi, sono generalmente, ma non universalmente, sterili. La sterilità si presenta in tutti i gradi, ed è spesso così lieve che i più accurati sperimentatori sono arrivati a conclusioni diametralmente opposte nel classificare le forme in base a questo criterio. La sterilità è variabile, per attitudine innata, negli individui della stessa specie, ed è spiccatamente sensibile all'azione di condizioni favorevoli e sfavorevoli. Il grado di sterilità non corrisponde rigorosamente all'affinità sistematica, ma è regolato da leggi strane e complesse. È generalmente differente, talvolta profondamente differente, negli incroci reciproci fra le stesse due specie. Non è sempre di uguale grado in un primo incrocio e negli ibridi prodotti da esso.

Allo stesso modo che, nell'innesto degli alberi, la capacità di una specie o varietà di accettarne un'altra dipende da differenze, di natura generalmente sconosciuta, nei loro sistemi vegetativi, così negli incroci la maggiore o minore facilità di una specie a unirsi con un'altra dipende da differenze sconosciute dei loro sistemi riproduttivi. Non v'è ragione di pensare che le specie siano state specialmente dotate di vari gradi di sterilità per prevenire il loro incrocio e la loro mescolanza

BOLLATI BORINGHIERI

allo stato di natura, più di quanta ve ne sia nel pensare che gli alberi siano stati specialmente dotati di vari, e in qualche modo analoghi, gradi di difficoltà di innesto al fine di prevenire il loro innesto per contatto nelle nostre foreste.

La sterilità dei primi incroci e dei loro discendenti ibridi non è stata acquisita tramite la selezione naturale. Nel caso dei primi incroci essa sembra dipendere da varie circostanze; in alcuni casi principalmente dalla morte precoce dell'embrione. Nel caso degli ibridi sembra dipendere dal fatto che la loro organizzazione è stata turbata dalla combinazione di due forme distinte, la loro sterilità essendo molto affine a quella che così di frequente si verifica nelle specie pure, quando sono esposte a nuove e innaturali condizioni di vita. Colui il quale spiegherà questi ultimi casi sarà in grado di spiegare la sterilità degli ibridi. Questa opinione è fortemente sostenuta da un altro tipo di parallelismo: in primo luogo, lievi cambiamenti delle condizioni di vita conferiscono vigore e fecondità a tutti gli esseri viventi; e, in secondo luogo, l'incrocio di forme che sono state esposte a condizioni di vita leggermente differenti o che hanno variato, influisce positivamente sulle dimensioni, il vigore, e la fecondità della loro discendenza. I fatti segnalati sulla sterilità delle unioni illegittime di piante dimorfe e trimorfe e dei loro discendenti illegittimi permettono, forse, di supporre che qualche legame sconosciuto connetta in tutti i casi il grado di fecondità dei primi incroci con quello dei loro discendenti. La considerazione di questi fatti sul dimorfismo, così come quella dei risultati degli incroci reciproci, conduce chiaramente alla conclusione che la causa primaria della sterilità degli incroci fra specie è limitata alle differenze dei loro elementi sessuali. Ma non sappiamo perché, nel caso di specie distinte, gli elementi sessuali siano stati generalmente più o meno modificati, determinando la loro reciproca sterilità; e ciò sembra in stretta connessione con l'esposizione delle specie, per un lungo periodo di tempo, a condizioni di vita quasi uniformi.

Non sorprende che la difficoltà d'incrociare due specie qualsiasi, e la sterilità della loro discendenza ibrida, si corrispondano nella maggior parte dei casi, anche se dovute a cause distinte: poiché dipendono entrambe dalla somma delle differenze fra le specie incrociate. Né sorprende che la facilità di effettuare un primo incrocio, e la fecondità degli ibridi prodotti, e l'affinità di innesto – sebbene quest'ultima qualità dipenda evidentemente da circostanze profondamente diverse – siano in una certa misura parallele con l'affinità sistematica delle forme

BOLLATI BORINGHIERI

sottoposte all'esperimento; poiché l'affinità sistematica comprende somiglianze di tutti i generi.

I primi incroci fra forme conosciute come varietà o sufficientemente simili per essere considerate come varietà, e i loro discendenti meticcici, sono generalmente, ma non invariabilmente, come è stato così spesso affermato, fecondi. Né questa quasi universale e perfetta fecondità sorprende, quando si ricordi come facilmente cadiamo in un circolo vizioso allorché discutiamo sulle varietà allo stato di natura; e quando si ricordi che il più gran numero di varietà sono state prodotte allo stato domestico mediante la selezione di mere differenze esteriori, e che esse non sono state a lungo esposte a condizioni uniformi di vita. Si deve soprattutto tener presente che la prolungata domesticazione tende a eliminare la sterilità, ed è perciò poco verosimile che produca questa stessa qualità. Indipendentemente dalla questione della sterilità, per tutti gli altri aspetti vi è la più stretta somiglianza generale fra ibridi e meticcici nella loro variabilità, nel loro potere di assorbirsi a vicenda dopo incroci ripetuti, e nella loro attitudine a ereditare caratteri di entrambe le forme genitrici. Infine, sebbene ignoriamo l'esatta causa della sterilità dei primi incroci e degli ibridi, così come ignoriamo perché gli animali e le piante spostati dalle loro naturali condizioni divengano sterili, pure i fatti citati in questo capitolo non mi sembrano in contrasto con l'opinione che le specie siano originariamente esistite come varietà.

Sull'imperfezione della documentazione geologica

Nel sesto capitolo ho enumerato le principali obiezioni che si possono giustamente sollevare contro i principi sostenuti nel presente volume. Per la maggior parte questi sono stati discussi. Uno, cioè la distinzione delle forme specifiche, e il fatto che esse non sono collegate da innumerevoli anelli di transizione, costituisce una difficoltà molto evidente. Ho indicato i motivi per cui tali connessioni comunemente non si presentano nel periodo attuale, in circostanze che sembrano le più adatte alla loro presenza, cioè un'area estesa e continua con condizioni fisiche graduali. Ho tentato di dimostrare che la vita di ciascuna specie dipende in misura più rilevante dalla presenza di altre forme organiche già definite che dal clima e che, perciò, le condizioni di vita realmente determinanti non presentano gradazioni praticamente insensibili come il calore e l'umidità. Ho anche cercato di dimostrare che le varietà intermedie, essendo meno numerose delle forme che esse collegano, saranno generalmente sconfitte e sterminate nel corso di ulteriori modificazioni e miglioramenti. Tuttavia la causa principale dell'attuale assenza di innumerevoli forme intermedie diffuse ovunque in natura è il processo stesso della selezione naturale, attraverso il quale nuove varietà prendono continuamente il posto delle forme progenitrici e le soppiantano. Ma appunto nella proporzione in cui questo processo di sterminio si è verificato su larghissima scala, veramente immenso deve essere il numero delle varietà intermedie che anticamente esistettero sulla terra. Perché dunque ogni formazione geologica e ogni strato non sono pieni di questi legami intermedi? Certo è che la geologia non rivela una tale catena organica perfettamente graduata; e questa è forse la più ovvia e seria obiezione che si possa fare alla teoria. La spiegazione si trova, io credo, nell'imperfezione estrema dei documenti geologici.

In primo luogo, si dovrebbe sempre tener presente quale sorta di forme intermedie debbano, secondo la teoria, essere esistite in passato. Ho

trovato difficile, considerando due specie qualsiasi, evitare di raffigurarmi forme direttamente intermedie fra le medesime. Ma questa è una supposizione completamente falsa; dovremmo sempre cercare forme intermedie fra ciascuna specie e un comune ma sconosciuto progenitore; e il progenitore generalmente avrà differito in qualche aspetto da tutti i suoi discendenti modificati. Per dare un semplice esempio: il colombo pavoncello e il gozzuto provengono entrambi dal colombo torraio; se possedessimo tutte le varietà intermedie che sono esistite, dovremmo avere una serie molto ricca tra entrambi e il torraio; ma non avremmo nessuna varietà direttamente intermedia fra il pavoncello e il gozzuto; nessuna per esempio che combini una coda in qualche modo espansa con un gozzo un po' accresciuto, tratti caratteristici di queste due razze. Inoltre, queste due razze si sono talmente modificate che, se non avessimo prove storiche o indirette sulla loro origine, non sarebbe stato possibile determinare, in base al mero confronto della loro struttura con quella del torraio, *Columba livia*, se esse provenissero da questa specie, o da qualche altra forma affine, come la *Columbaenas*.

Così nelle specie naturali, se consideriamo forme molto diverse, per esempio il cavallo e il tapiro, non abbiamo ragione di supporre che siano mai esistiti legami direttamente intermedi fra di loro, bensì fra ciascuno di essi e un ignoto comune progenitore. Il comune progenitore sarà stato molto simile nella sua organizzazione generale al cavallo e al tapiro; ma in alcuni punti della struttura avrebbe potuto largamente differire da entrambi, forse ancor più di quanto essi differiscano l'uno dall'altro. Perciò, in tutti questi casi, noi saremmo incapaci di riconoscere la forma progenitrice di due o più specie qualsiasi, anche se confrontassimo accuratamente la struttura del progenitore con quella dei suoi discendenti modificati, a meno che al tempo stesso non avessimo una catena quasi perfetta di legami intermedi.

È appunto possibile, secondo la teoria, che di due forme viventi, l'una sia derivata dall'altra; ad esempio, il cavallo da un tapiro; e in questo caso devono essere esistiti *diretti* legami intermedi fra i medesimi. Ma un simile caso implicherebbe che una forma fosse rimasta inalterata per un periodo molto lungo, mentre i suoi discendenti avrebbero invece subito una gran quantità di cambiamenti; e il principio della competizione fra organismo e organismo, fra figlio e genitore, renderà questo avvenimento molto raro; poiché in tutti i casi le nuove e migliorate forme di vita tendono a sostituirsi alle forme vecchie e meno migliorate.

BOLLATI BORINGHIERI

Secondo la teoria della selezione naturale, tutte le specie viventi sono collegate alla specie progenitrice di ciascun genere per mezzo di differenze non superiori a quelle che osserviamo attualmente tra le varietà naturali e domestiche della stessa specie; e queste specie progenitrici, oggi generalmente estinte, parimenti si collegavano, a loro volta, a forme più antiche; e così via, risalendo e convergendo sempre verso il comune antenato di ciascuna grande classe. Cosicché il numero dei legami intermedi e di transizione, fra tutte le specie viventi ed estinte, deve essere stato inconcepibilmente grande. Ma, sicuramente, questa teoria è vera, queste forme sono vissute sulla terra.

*Sulla durata del tempo dedotta dalla velocità di deposizione
e dall'intensità di denudamento*

Indipendentemente dal non aver trovato resti fossili di questi infinitamente numerosi legami intermedi, si può obiettare che può non esservi stato tempo sufficiente per una così grande quantità di cambiamenti organici, tutti i cambiamenti essendosi lentamente effettuati. È appena possibile per me ricordare al lettore, che non sia un esperto geologo, i fatti che conducono la mente ad avere un'idea della durata del tempo. Chi legge la grande opera di Sir Charles Lyell sui *Principi di geologia* (1830), che lo storico futuro riconoscerà aver prodotto una rivoluzione nelle scienze naturali, e tuttavia non ammette quanto ampio è stato il periodo di tempo trascorso, può chiudere senz'altro questo volume. Né basta studiare i *Principi di geologia* o leggere trattati speciali di diversi autori sulle separate formazioni, e rilevare come ciascun autore tenti di dare un'idea inadeguata della durata di ciascuna formazione, o anche di ciascuno strato. Possiamo meglio farci un'idea del tempo trascorso mediante la conoscenza delle forze in gioco, e apprendendo come profondamente la superficie terrestre è stata denudata, e quanto sedimento è stato depositato. Come Lyell ha giustamente osservato, l'estensione e lo spessore delle nostre formazioni sedimentarie sono il risultato e la misura delle denudazioni a cui la crosta terrestre è stata altrove sottoposta. Quindi ciascuno dovrebbe esaminare per conto proprio le grandi pile di strati sovrapposti, e osservare i rivoletti che portano giù il fango, e le onde che erodono le scogliere marine, al fine di comprendere qualche cosa della durata del tempo trascorso, i cui monumenti vediamo tutti attorno a noi.

È bene andare lungo le coste, quando sono costituite di rocce non troppo dure, e osservare il processo di degradazione. Nella maggioranza dei casi le maree raggiungono le scogliere solo per breve tempo due volte al giorno, e le onde le corrodono soltanto quando sono cariche di sabbia o ciottoli; poiché è dimostrato che l'acqua pura non riesce a erodere le rocce. Infine la base delle scogliere viene minata, immensi frammenti crollano, ed essi, restando sul posto, devono essere rosi atomo per atomo, finché, dopo esser stati ridotti nelle dimensioni, possono essere trasportati dalle onde, e allora più rapidamente trasformati in ciottoli, sabbia, o fango. Ma quanto spesso vediamo lungo le basi di scogliere che retrocedono, massi arrotondati, tutti fittamente rivestiti di produzioni marine, che dimostrano quanto poco essi subiscono l'abrasione e come raramente sono fatti rotolare di qua e di là! Inoltre, se percorriamo per poche miglia una qualsiasi scogliera rocciosa, sottoposta a degradazione, troviamo che soltanto qua e là, per un piccolo tratto attorno a un promontorio, le scogliere subiscono al presente l'azione del mare. L'aspetto della superficie e la vegetazione mostrano che altrove sono trascorsi degli anni, da quando l'acqua bagnava la loro base.

Abbiamo, tuttavia, di recente appreso dalle osservazioni di Ramsay, precursore di molti eccellenti osservatori – di Jukes, Geikie, Croll e altri – che la degradazione atmosferica è un fattore molto più importante dell'azione costiera, o della potenza delle onde. L'intera superficie della terra è sottoposta all'azione chimica dell'aria e dell'acqua piovana con l'acido carbonico disciolto, e al gelo nei paesi più freddi; durante violente piogge la materia disgregata è portata in basso anche sui pendii dolci, e in misura più grande di quanto generalmente si creda, specialmente nei paesi aridi, dal vento; è trasportata poi dalle acque correnti e dai fiumi che, quando hanno un rapido corso, scavano il loro letto, e triturano i frammenti. In un giorno di pioggia, anche in una zona leggermente ondulata, vediamo gli effetti della degradazione subaerea nei rivoli fangosi che scorrono da ogni pendio. Ramsay e Whitaker hanno dimostrato, e l'osservazione è molto impressionante, che le lunghe pendici del distretto di Wealden e quelle che si estendono attraverso l'Inghilterra, una volta considerate antiche coste marine, non hanno potuto formarsi in quel modo, poiché ciascuna linea è composta da un'unica e identica formazione, mentre le nostre scogliere sono ovunque formate dall'intersezione di varie formazioni. Così stando le cose, siamo costretti ad ammettere che quelle pendici debbono la

BOLLATI BORINGHIERI

loro origine soprattutto al fatto che le rocce che le compongono hanno resistito alla denudazione subaerea meglio della superficie circostante; di conseguenza questa superficie si è venuta gradualmente abbassando, mentre le rocce più dure sono rimaste emergenti. Nulla può darci un'impressione dell'immensa durata del tempo, relativamente alla concezione che ne abbiamo, meglio della cognizione, in tal modo acquisita, che agenti subaerei, che apparentemente hanno così poca potenza, e che sembrano agire così lentamente, hanno prodotto grandi risultati.

Una volta coscienti del lento ritmo con il quale, mediante l'azione atmosferica e costiera, la terra è corrosa, è bene, per valutare la durata del tempo trascorso, considerare da un lato le masse delle rocce che sono state rimosse su molte e ampie aree, e dall'altro lo spessore delle nostre formazioni sedimentarie. Ricordo di essere stato vivamente colpito dalla vista delle isole vulcaniche che sono state erose dalle onde, sì da dar luogo a pareti perpendicolari dell'altezza di 1000 o 2000 piedi [300 o 600 m]; poiché il lieve pendio delle colate laviche, dovuto al loro stato precedentemente liquido, dimostrava a prima vista fino a quale distanza il letto duro e roccioso si estendeva un tempo nel mare aperto. La stessa storia è narrata ancor più chiaramente dalle faglie, quei grandi crepacci lungo i quali gli strati sono stati sollevati da un lato o abbassati dall'altro, all'altezza o alla profondità di migliaia di piedi; poiché da quando la crosta si spezzò – e non fa gran differenza se il sollevamento fu subitaneo, ovvero, come la maggior parte dei geologi oggi ritiene, fu lento ed effettuato a più riprese – la superficie del paese si è così ben livellata, che nessuna traccia di queste prodigiose dislocazioni è esternamente visibile. La faglia di Craven, ad esempio, si estende fino a 30 miglia [48 km], e lungo di essa il dislocamento verticale degli strati varia da 600 a 3000 piedi [da 200 a 900 m]. Il professor Ramsay ha pubblicato un resoconto di un abbassamento di 2300 piedi [700 m] in Anglesea; e mi informa d'essere pienamente convinto che ve ne sia uno di 12 000 piedi [3600 m] nel Merionethshire; eppure in questi casi non v'è niente, alla superficie della terra, che riveli tali prodigiosi movimenti; perché i cumuli di rocce da ogni lato della faglia sono stati completamente spazzati via.

D'altra parte, in tutte le parti del mondo i cumuli di strati sedimentari hanno uno spessore prodigioso. Nella Cordigliera ho valutato in 10 000 piedi [3000 m] una massa di conglomerato; e sebbene i conglomerati si siano forse accumulati più rapidamente dei sedimenti più fini, pur essendo formati da ciottoli levigati e arrotondati, ognuno dei quali

BOLLATI BORINGHIERI

porta l'impronta del tempo, essi valgono a dimostrare quanto lentamente la massa deve essersi ammassata. Il professor Ramsay mi ha dato gli spessori massimi delle formazioni successive nelle *differenti* parti della Gran Bretagna, ricavati, nella maggioranza dei casi, da misure prese sui siti; e questo è il risultato:

	<i>Piedi</i>	<i>[Metri</i>
Strati paleozoici (esclusa la base di rocce ignee)	57 154	17420
Strati secondari	13 190	4020
Strati terziari	2240	682]

in complesso 72 584 piedi, cioè circa 13 miglia inglesi e tre quarti [22 km]. Alcune formazioni, che sono rappresentate in Inghilterra da strati sottili, sul continente hanno uno spessore di migliaia di piedi. Inoltre, fra ciascuna formazione successiva abbiamo, secondo l'opinione della maggior parte dei geologi, periodi vuoti di immensa lunghezza. Cosicché l'enorme ammasso di rocce sedimentarie in Gran Bretagna non può dare che un'idea inadeguata del tempo che è trascorso durante l'accumulazione di esse. La considerazione di questi vari fatti colpisce la mente press'a poco nello stesso modo come il vano tentativo di afferrare l'idea dell'eternità.

Tuttavia questa impressione è in parte falsa. In un'interessante memoria, il signor Croll osserva che non erriamo «nel farci un concetto troppo grande della lunghezza dei periodi geologici», bensì nel valutarli in anni. Quando i geologi considerano fenomeni vasti e complessi, e quindi cifre che rappresentano parecchi milioni di anni, i due fatti producono un effetto completamente differente sulla mente, e le cifre sono immediatamente dichiarate troppo piccole. Riguardo alla denudazione atmosferica, Croll dimostra, calcolando la quantità nota dei sedimenti annualmente portati a valle da certi fiumi in rapporto alle loro superficie di drenaggio, che 1000 piedi di solida roccia, gradualmente disintegrata, sarebbero in tal modo rimossi dal livello medio dell'intera area nel corso di sei milioni d'anni. Tale risultato sembra stupefacente, e alcune considerazioni portano a sospettare che possa essere esagerato, ma anche se ridotto a metà o a un quarto è sempre molto sorprendente. Pochi di noi, tuttavia, sanno che cosa realmente significhi un milione: Croll dà la seguente spiegazione: si prenda una stretta striscia di carta, lunga 83 piedi e 4 pollici [25 m], e la si stenda lungo il muro di un ampio salone; indi, si segni a un estremo un decimo di pollice [0,25 mm]. Questo decimo di pollice rappresenterà un secolo e l'intera striscia un milione di anni. Ma teniamo presente, relativamente all'argomento di que-

BOLLATI BORINGHIERI

sto lavoro, che cosa significa un secolo, rappresentato da una misura così assolutamente insignificante in un salone delle suddette dimensioni. Molti esperti allevatori, nel corso di una singola vita, hanno così grandemente modificato alcuni animali superiori, che si riproducono molto più lentamente della maggior parte degli animali inferiori, che essi hanno formato ciò che ben merita d'esser chiamata una nuova sottorazza. Pochi uomini si sono occupati, con la debita cura, di una razza per più di mezzo secolo, così che un centinaio d'anni rappresenta il lavoro di due allevatori successivi. Non si deve supporre che le specie allo stato di natura si modifichino così rapidamente come gli animali domestici sotto la guida della selezione metodica. Il confronto sarebbe in ogni modo più appropriato con i risultati conseguenti alla selezione inconsapevole, cioè la conservazione degli animali più utili o più belli, senza intenzione di modificare la razza; ma mediante questo processo di selezione inconsapevole, varie razze si sono sensibilmente modificate nel corso di due o tre secoli.

Le specie, tuttavia, probabilmente si modificano molto più lentamente, e nello stesso paese solo poche si modificano contemporaneamente. Questa lentezza deriva dal fatto che tutti gli abitanti dello stesso paese sono già così bene adattati gli uni agli altri, che nuovi posti nell'economia della natura non si presentano se non a lunghi intervalli, a causa della ricorrenza di cambiamenti fisici di qualche sorta, o mediante l'immigrazione di forme nuove. Inoltre, le variazioni o differenze individuali di natura appropriata, con cui taluni degli abitanti potranno essere meglio adattati ai nuovi posti nelle mutate condizioni, non sempre avvengono d'un tratto. Sfortunatamente non abbiamo alcun modo per determinare in anni la lunghezza del periodo necessario a modificare una specie; ma dovremo ritornare in seguito su quest'argomento.

Sulla povertà delle nostre collezioni paleontologiche

Volgiamoci ora a considerare i nostri più ricchi musei geologici; quale misero spettacolo abbiamo! Che le nostre collezioni siano imperfette, è universalmente ammesso. Non si deve mai dimenticare l'osservazione del celebre paleontologo Edward Forbes, che cioè moltissime specie fossili sono conosciute e denominate in base a singoli e sovente frammentari esemplari o in base a pochi esemplari raccolti in un solo

BOLLATI BORINGHIERI

luogo. Soltanto una piccola porzione della superficie della terra è stata esplorata geologicamente e nessuna parte con cura sufficiente, come provano le importanti scoperte che si fanno ogni anno in Europa. Nessun organismo completamente molle può conservarsi. Conchiglie e ossa si decompongono e scompaiono quando sono lasciate sul fondo del mare, ove i sedimenti non si accumulano. Noi probabilmente assumiamo un punto di vista del tutto errato, quando supponiamo che il sedimento si depositi su quasi tutto il fondo del mare, con un ritmo sufficientemente rapido per racchiudere e conservare gli avanzi fossili. Su una parte immensamente vasta dell'oceano, il colore azzurro chiaro dell'acqua attesta la sua purezza. I numerosi casi documentati di una formazione regolarmente ricoperta, dopo un immenso intervallo di tempo, da un'altra formazione più recente, senza che lo strato sottostante abbia subito nell'intervallo alcuna erosione o rottura, appare spiegabile soltanto ammettendo che il fondo del mare rimanga non di rado in inalterate condizioni per lunghe epoche. I resti che vengono effettivamente sepolti nella sabbia o nella ghiaia saranno generalmente, quando gli strati si solleveranno, disciolti dalla percolazione dell'acqua piovana carica di acido carbonico. Alcuni dei numerosi generi di animali che vivono sulla costa, fra i limiti della bassa e dell'alta marea, sembra si conservino raramente. Ad esempio, le diverse specie di *Chthamalinæ* (sottofamiglia di cirripedi sessili) rivestono le rocce di tutto il mondo in numero infinito: esse sono tutte esclusivamente litorali, ad eccezione di una sola specie mediterranea che abita le acque profonde, e questa è stata trovata allo stato fossile in Sicilia, mentre nessun'altra specie è stata finora trovata in qualsiasi formazione terziaria: eppure è noto che il genere *Chthamalus* esisteva nel periodo cretaceo. Infine molti grandi depositi che richiedono un lungo periodo di tempo per la loro accumulazione sono del tutto sprovvisti di resti organici, senza che ce ne possiamo spiegare la ragione; uno degli esempi più evidenti è quello della formazione del Flysch, che consiste di scisto argilloso e arenaria, con uno spessore di diverse migliaia di piedi, talvolta anche 6000 [1830 m], che si estende per una lunghezza di almeno 300 miglia [480 km] da Vienna alla Svizzera; e sebbene questa grande massa sia stata esaminata con la massima cura, nessun fossile è stato rinvenuto, ad eccezione di pochi resti vegetali.

Per quanto riguarda le produzioni terrestri che vissero nei periodi secondario e paleozoico, è superfluo affermare che le nostre prove sono

BOLLATI BORINGHIERI

estremamente frammentarie. Ad esempio, fino a poco tempo fa non si conosceva alcun mollusco terrestre appartenente a uno di questi due grandi periodi, ad eccezione di una sola specie scoperta da Lyell e dal dottor Dawson negli strati carboniferi dell'America settentrionale; ma attualmente si sono trovati molluschi terrestri nel *lias*. Per quanto riguarda i resti fossili di mammiferi, uno sguardo alla tavola storica del manuale di Lyell dimostrerà, molto meglio che non pagine di particolari, la verità di quanto la loro conservazione sia occasionale e rara. Né la rarità di essi deve sorprendere, quando si ricordi la grande quantità di ossa di mammiferi del Terziario scoperte o in caverne o in depositi lacustri; e si ricordi che neppure una caverna o un reale letto lacustre, a quanto si sa, appartengono all'era delle nostre formazioni paleozoiche e secondarie.

Ma l'imperfezione dei nostri documenti geologici dipende largamente da un'altra causa, più importante delle precedenti, cioè dal fatto che le varie formazioni sono separate l'una dall'altra da ampi intervalli di tempo. Questa teoria è stata vivamente sostenuta da molti geologi e paleontologi che, come Forbes, negano completamente la modificazione delle specie. Quando vediamo le formazioni disposte in tavole nelle opere scritte, o quando le osserviamo in natura, ci è difficile evitare di ritenere che siano strettamente consecutive. Ma apprendiamo, ad esempio, dalla grande opera di Sir Roderick Murchison sulla Russia, che in questo paese esistono vaste lacune fra le formazioni sovrapposte; così è nell'America settentrionale e in molte altre parti del mondo. Il più abile geologo, se la sua attenzione si fosse fermata esclusivamente su questi vasti territori, non avrebbe mai sospettato che, durante i periodi che erano vuoti e senza interesse nel suo paese, si fossero accumulate altrove enormi pile di sedimenti ricchi di nuove e peculiari forme di vita. E se, in ciascun distinto territorio, difficilmente ci si può fare un'idea della lunghezza del tempo trascorso tra le formazioni consecutive, possiamo dedurre che questo non possa esser accertato da nessuna parte. I frequenti e grandi cambiamenti nella composizione mineralogica delle formazioni consecutive, implicanti generalmente grandi cambiamenti nella geografia delle circostanti regioni da cui derivò il sedimento, concordano con l'opinione che fra ogni formazione siano trascorsi lunghi intervalli di tempo.

Possiamo, io credo, comprendere il motivo per cui le formazioni geologiche di ciascuna regione sono quasi invariabilmente intermittenti: cioè, non hanno fatto seguito l'una all'altra in stretta successione. Nessun fatto mi ha colpito tanto vivamente, osservando per molte centi-

BOLLATI BORINGHIERI

naia di miglia le coste dell'America meridionale, che in periodo recente si sono sollevate di parecchie centinaia di piedi, quanto l'assenza di qualsiasi deposito recente sufficientemente esteso per durare almeno per un breve periodo geologico. Su tutta la costa occidentale, che è abitata da una peculiare fauna marina, gli strati terziari sono così poco sviluppati che nessuna traccia delle successive e peculiari faune marine sarà probabilmente conservata fino a un lontano futuro. Un po' di riflessione spiegherà perché lungo le coste in via di sollevamento sul lato occidentale dell'America meridionale, non si possano trovare in alcun luogo estese formazioni con resti terziari recenti, sebbene la provvista di sedimento debba essere stata grande per lunghi periodi, data l'enorme degradazione delle rocce costiere e la fangosità dei corsi d'acqua che si gettano in mare. La spiegazione senza dubbio è che i depositi litorali e sublitorali sono continuamente consumati, non appena essi sono portati in alto dal lento e graduale sollevamento del terreno nell'ambito della macinante azione erosiva delle onde costiere.

Possiamo dunque concludere che i sedimenti devono essersi accumulati in masse estremamente spesse, solide o estese, per poter resistere, sia all'azione incessante delle onde, nel primo sollevamento e durante le successive oscillazioni del livello, sia alla successiva disgregazione atmosferica. Masse di sedimento così spesse ed estese possono essersi formate in due modi: o nelle grandi profondità marine, nel qual caso il fondo sarebbe abitato da forme meno numerose e meno varie che nei mari meno profondi, e quando la massa si solleva, darà un'incompleta documentazione degli organismi che sono esistiti nelle vicinanze durante il periodo del suo accumulo. Oppure un sedimento di un qualunque spessore e di una qualunque estensione può depositarsi su un fondo basso in via di continuo e lento abbassamento. In questo caso, fino a quando il ritmo d'abbassamento del suolo e l'apporto dei sedimenti si equilibreranno a vicenda approssimativamente, il mare resterà poco profondo e favorevole all'esistenza di numerose forme varie, cosicché si potrà formare un deposito ricco di fossili, sufficientemente spesso da poter resistere, una volta emerso, a una grande azione di denudazione.

Sono convinto che quasi tutte le nostre antiche formazioni, che nella maggior parte del loro spessore sono *ricche di fossili*, si sono formate in tal modo durante l'abbassamento. Da quando ho pubblicato le mie opinioni su questo argomento nel 1845, ho seguito i progressi della geologia, e ho notato con sorpresa che gli autori, trattando di questa o quella grande formazione, sono arrivati, gli uni dopo gli altri, a concludere

che si era accumulata durante un abbassamento del suolo. Aggiungerò che l'unica antica formazione terziaria della costa occidentale dell'America meridionale, che era massiccia abbastanza da resistere alle degradazioni che dovette sin qui subire, ma che difficilmente durerà fino a una lontana era geologica, fu depositata durante un abbassamento del suolo e raggiunse così uno spessore considerevole.

Tutti i fatti geologici ci dimostrano chiaramente che ogni area ha subito numerose, lente oscillazioni di livello, e, a quanto sembra, queste oscillazioni hanno agito su vaste zone. Di conseguenza formazioni ricche di fossili, sufficientemente spesse ed estese da poter resistere alle erosioni successive, si sarebbero potute formare durante i periodi di abbassamento, ma soltanto dove l'apporto dei sedimenti era sufficiente a mantenere il mare poco profondo, a racchiudere e conservare i resti organici, prima che avessero il tempo di decomporsi. D'altra parte, fin quando il fondo del mare resta stazionario, *spessi* depositi non possono accumularsi nelle parti poco profonde che sono le più favorevoli alla vita. Ancor meno ciò deve esser accaduto negli alterni periodi di sollevamento; o, per meglio dire, i depositi che già s'erano accumulati saranno stati generalmente distrutti dall'azione dei flutti che li sollevarono e li portarono nei pressi delle coste.

Queste osservazioni sono valide principalmente per i depositi litorali e sublitorali. Nel caso d'un mare esteso e poco profondo, come in gran parte dell'Arcipelago malese, dove la profondità varia da 30 o 40 a 60 braccia [da 60 a 110 m], una formazione molto estesa potrebbe essersi formata in un periodo d'innalzamento, e tuttavia potrebbe non aver sofferto eccessivamente della denudazione durante il suo lento sollevamento; ma lo spessore della formazione non potrebbe essere stato grande, perché in conseguenza del movimento di emersione, dovrebbe essere stato minore della profondità in cui si sarebbe formato; il deposito non dovrebbe essere stato molto consolidato, né ricoperto da formazioni sovrapposte, così che avrebbe avuto buona probabilità di essere eroso dalla degradazione atmosferica e dall'azione del mare durante le successive oscillazioni di livello. Tuttavia dal signor Hopkins è stata formulata l'ipotesi che, se una parte dell'area, dopo essersi sollevata e prima di essere denudata, si fosse abbassata, il deposito formatosi durante il movimento ascensionale, anche se non molto spesso, avrebbe potuto in seguito essere protetto da nuovi accumuli, ed essersi in tal modo conservato per un lungo periodo.

Hopkins ritiene anche che i depositi sedimentari di considerevole estensione orizzontale raramente siano stati distrutti del tutto. Ma tut-

BOLLATI BORINGHIERI

ti i geologi, ad eccezione dei pochi che credono che i nostri attuali scisti metamorfici e rocce plutoniche un tempo formassero il primitivo nucleo del globo, ammetteranno che queste ultime rocce siano state ampiamente private della loro copertura. È infatti quasi impossibile che tali rocce si siano solidificate e cristallizzate quando erano scoperte; ma se l'azione metamorfica si è compiuta nelle grandi profondità dell'oceano, l'antico mantello protettivo della roccia non doveva essere molto spesso. Se si ammette dunque che gneiss, micascisti, graniti, dioriti ecc. sono stati in passato necessariamente ricoperti, come spiegare le nude ed estese aree di tali rocce in molte parti del mondo, se non col fatto che esse sono state successivamente denudate di tutti gli strati sovrapposti? Non si può mettere in dubbio l'esistenza di tali grandi aree: la regione granitica di Parime è stata descritta da Humboldt come avente una superficie almeno diciannove volte più grande della Svizzera. A sud dell'Amazzonia, Boué traccia una zona formata da rocce di questa natura pari per estensione a Spagna, Francia, Italia, parte della Germania e delle Isole britanniche riunite assieme. Questa regione non è stata accuratamente esplorata, ma dalla concorde testimonianza di tutti i viaggiatori risulta che la zona granitica deve essere immensa; e von Eschwege descrive particolareggiatamente una sezione di queste rocce, che si estende da Rio de Janeiro nell'entroterra, in linea retta, per 260 miglia geografiche [481 km]; e io stesso ho percorso 150 miglia [278 km] in un'altra direzione, senza vedere altro che rocce granitiche. Ho esaminato numerosi campioni raccolti lungo tutta la costa dai pressi di Rio de Janeiro fino alla foce della Plata, ossia per una lunghezza di 1100 miglia geografiche [2038 km], e ho osservato che tutti appartenevano a questa classe di rocce. All'interno, lungo tutta la riva settentrionale della Plata ho veduto, oltre a strati terziari recenti, soltanto un'esigua striscia di roccia lievemente metamorfica, l'unica che potesse aver fatto parte della primitiva copertura della serie granitica. Volgiamoci a una ben nota regione, gli Stati Uniti e il Canada, come rappresentata nella bella carta del professor H. D. Rogers; ho valutato la superficie sezionando e studiando la carta, e ho trovato che le rocce granitiche e metamorfiche (escluse le «semimetamorfiche») superano, nel rapporto di 19 a 12,5, il complesso delle più recenti formazioni paleozoiche. In molte regioni le rocce metamorfiche e granitiche risulterebbero incomparabilmente più estese, se si rimuovessero tutti gli strati sedimentari che le ricoprono irregolarmente e che non possono aver fatto parte della primitiva copertura sotto la quale si sono cristallizzati. È dun-

BOLLATI BORINGHIERI

que probabile che in alcune parti del mondo intere formazioni siano state completamente denudate, senza che ne sia rimasta traccia alcuna.

Vale la pena far qui un'osservazione. Durante i periodi di sollevamento la superficie della terra e degli adiacenti banchi marini sarà aumentata e nuove stazioni si saranno in tal modo formate: circostanze tutte favorevoli, come già abbiamo spiegato, alla formazione di nuove varietà e specie; ma durante tali periodi vi sarà stata generalmente una lacuna nella documentazione geologica. D'altra parte, durante l'abbassamento, l'area abitata e il numero dei suoi abitanti saranno diminuiti (eccetto che sulle coste di un continente nel momento in cui si suddivide in arcipelago), e di conseguenza durante l'abbassamento, anche se molte forme si saranno estinte, si saranno formate alcune nuove varietà o specie; ed è appunto durante questi periodi di abbassamento che si sono accumulati i depositi più ricchi di fossili.

Sull'assenza di numerose varietà intermedie nelle varie formazioni

Dopo tutte queste considerazioni, non si può mettere in dubbio l'estrema imperfezione dei documenti geologici considerati nel loro insieme: ma se concentriamo la nostra attenzione su una qualsiasi formazione, diviene assai più difficile comprendere perché non si trovino varietà strettamente graduate fra le specie affini che vissero all'inizio e alla fine di questa formazione. Si conoscono molti casi di una stessa specie che presenta varietà nelle parti superiori e inferiori della stessa formazione; così Trautschold cita alcuni esempi relativi alle ammoniti, e Hilgendorf ha descritto un caso quanto mai curioso di dieci forme graduate di *Planorbis multiformis* trovate negli strati successivi di una formazione d'acqua dolce in Svizzera. Sebbene ogni formazione abbia indiscutibilmente richiesto un grande numero di anni per il suo deposito, si può spiegare in molti modi il fatto che ciascuna di esse non presenti comunemente una serie graduata di anelli fra le specie vissute all'inizio e quelle vissute alla fine della formazione stessa; ma non sono in grado di valutare l'importanza relativa delle considerazioni che seguono.

Sebbene ogni formazione geologica possa corrispondere a un grandissimo numero di anni, è tuttavia probabile che ciascuna comprenda un periodo breve in confronto a quello necessario per trasformare una specie in un'altra. So bene che due paleontologi la cui opinione è degna di

grande considerazione, cioè Bronn e Woodward, hanno concluso che la durata media di ogni formazione corrisponde al doppio o al triplo della durata media di forme specifiche. Mi sembra però che difficoltà insuperabili ci impediscano di arrivare a un'esatta conclusione sull'argomento. Quando vediamo apparire per la prima volta una specie verso la metà di una formazione, sarebbe estremamente azzardato dedurre che essa non è precedentemente esistita altrove. Ugualmente azzardato sarebbe affermare l'estinzione di una specie dalla constatazione della sua scomparsa prima che si depositino gli strati superiori. Noi dimentichiamo quanto piccola sia la superficie dell'Europa in confronto con il resto del mondo; e inoltre le diverse fasi della stessa formazione in tutta l'Europa non sono mai state coordinate con perfetta accuratezza.

Riguardo agli animali marini di tutte le specie, possiamo inferire con sicurezza che vi siano state molte migrazioni dovute a cambiamenti del clima e d'altra natura; e quando vediamo una specie apparire per la prima volta in una formazione, è probabile che tale specie abbia migrato allora, per la prima volta, in quella località. Si sa, per esempio, che molte specie sono apparse negli strati paleozoici dell'America settentrionale un po' prima che in quelli dell'Europa; essendo occorso probabilmente un certo tempo per la loro migrazione dai mari d'America a quelli d'Europa. Esaminando i depositi più recenti nelle varie parti del mondo, è stato dovunque riscontrato che poche specie ancora esistenti sono molto comuni in un deposito, mentre sono scomparse dai mari immediatamente vicini; o al contrario alcune sono ora abbondanti nei mari vicini, ma rare o assenti in questo deposito. È molto istruttivo riflettere sull'entità, accertata, delle migrazioni degli abitanti dell'Europa durante l'epoca glaciale, che rappresenta soltanto una parte di un intero periodo geologico; e anche riflettere sui cambiamenti di livello del suolo, sulle estreme variazioni del clima e sulla lunga durata di quel periodo glaciale. E tuttavia si può dubitare che vi sia un solo punto della terra in cui, per tutta la durata di questo periodo, si siano accumulati nella stessa area, in maniera continua, depositi sedimentari *contenenti resti fossili*. Non è probabile, per esempio, che durante tutto il periodo glaciale si siano depositati sedimenti in prossimità della foce del Mississippi nel limite di profondità nel quale gli animali marini prosperano meglio: sappiamo infatti che grandi cambiamenti geografici si sono verificati in altre parti dell'America durante questo periodo di tempo. Quando strati come quelli che, in qualche momento del perio-

BOLLATI BORINGHIERI

do glaciale, si depositarono nelle acque poco profonde vicino alla foce del Mississippi, si saranno sollevati, i resti organici probabilmente appariranno dapprima e scompariranno poi a livelli differenti, a causa delle migrazioni delle specie e dei cambiamenti geografici. E in un lontano futuro, un geologo esaminando questi strati potrà essere indotto a concludere che la durata media della vita dei fossili ivi sepolti sia stata inferiore a quella del periodo glaciale, mentre essa sarà stata in realtà molto più lunga, essendosi estesa da prima dell'epoca glaciale fino ai nostri giorni.

Per poter trovare una perfetta gradazione fra due forme nella parte superiore e in quella inferiore di una stessa formazione, sarebbe necessario che questa formazione avesse continuato ad accumularsi senza interruzione per un lungo periodo, sufficiente per il lento processo di modificazione; il deposito dovrebbe perciò essere molto spesso e le specie in via di modificazione dovrebbero aver vissuto per tutto il tempo nella stessa regione. Ma abbiamo visto che una formazione profonda, che sia fossilifera in tutto il suo spessore, può accumularsi soltanto in un periodo di abbassamento; e, perché una determinata specie marina possa continuare a vivere nel medesimo luogo, è necessario che la profondità del mare rimanga press'a poco costante; e quindi che l'apporto dei sedimenti bilanci press'a poco l'entità dell'abbassamento. Ma questo stesso movimento di abbassamento tenderà a sommergere l'area donde proviene il sedimento, così che la quantità di questo diminuirà, mentre continua il movimento discendente. In realtà un equilibrio quasi perfetto fra l'apporto di sedimenti e l'abbassamento è probabilmente una rara contingenza; infatti è stato osservato da più di un paleontologo che i depositi molto spessi sono ordinariamente privi di resti organici, ad eccezione della zona vicina al limite superiore o inferiore.

Sembrerebbe che ogni formazione separata, come l'intera serie di formazioni di un determinato paese, si sia generalmente accumulata in modo intermittente. Quando vediamo, come spesso avviene, una formazione costituita da strati di composizione mineralogica molto differente, abbiamo ragione di pensare che il processo di deposito sia stato più o meno discontinuo. Né l'esame più minuzioso di una formazione potrà darci un'idea del tempo occorso al suo depositarsi. Abbiamo molti esempi di strati dello spessore di pochi piedi, rappresentanti formazioni che altrove hanno raggiunto lo spessore di diverse migliaia di piedi e il cui accumulo deve aver richiesto un periodo di tempo enorme; eppure chi ignorasse questo fatto non sospetterebbe mai a quale gran-

BOLLATI BORINGHIERI

dissimo lasso di tempo corrisponda lo strato più sottile. Si potrebbero citare numerosi casi di strati inferiori di una formazione che sono stati sollevati, denudati, sommersi, poi nuovamente ricoperti dagli strati superiori della stessa formazione, fatti che mostrano quanto lunghi intervalli – di cui tuttavia spesso non si tiene conto – siano occorsi per la sua accumulazione. In altri casi, grandi alberi fossili, ancora nella posizione eretta in cui crebbero, offrono la prova più evidente dei molti e lunghi periodi di tempo e dei cambiamenti di livello intervenuti durante il processo di deposizione, che non avremmo mai sospettato se gli alberi non si fossero conservati: così Lyell e il dottor Dawson trovarono nella Nuova Scozia giacimenti carboniferi dello spessore di 1400 piedi [427 m], con strati di antiche radici, uno sull'altro, a non meno di sessantotto differenti livelli. Perciò quando la stessa specie si trova nel fondo, in mezzo e alla sommità di una formazione, è probabile che tale specie abbia vissuto nello stesso punto per tutto il periodo della deposizione, ma sia scomparsa e riapparsa, forse molte volte nel corso dello stesso periodo geologico. Di conseguenza se essa avesse subito modificazioni considerevoli nel corso di una determinata formazione geologica, una sezione di questa non comprenderebbe tutte le impercettibili gradazioni intermedie, che, secondo la nostra teoria, devono essere esistite, bensì presenterebbe cambiamenti di forma improvvisi, sebbene forse lievi.

È soprattutto importante ricordare che i naturalisti non hanno alcuna regola infallibile che permetta di distinguere le specie e le varietà; essi attribuiscono una piccola variabilità a ogni specie; ma quando incontrano qualche differenza un po' più marcata tra due forme, le classificano entrambe come specie, a meno che non possano stabilire una connessione tra di esse attraverso gradazioni intermedie molto vicine; ciò che, per le ragioni ora citate, possiamo di rado sperare che si verifichi in una qualsiasi sezione geologica. Consideriamo due specie, B e C, e una terza A, che si trovi in uno strato più antico e sottostante; anche se fosse decisamente intermedia, tra B e C, essa verrebbe senz'altro classificata come una terza e distinta specie, a meno che non si potesse, in pari tempo, connetterla strettamente, per mezzo di varietà intermedie, con una delle due forme o con entrambe. Né dobbiamo dimenticare, come è stato precedentemente spiegato, che A potrebbe essere in effetti la progenitrice di B e C, e tuttavia potrebbe non essere rigorosamente intermedia fra esse, sotto tutti gli aspetti.

BOLLATI BORINGHIERI

Così che potremmo trovare la specie progenitrice e i suoi vari discendenti modificati nello strato superiore e in quello inferiore della stessa formazione, e, a meno che non si trovassero molte gradazioni di transizione, non potremmo riconoscere la loro consanguineità e li classificheremmo di conseguenza come specie distinte. È noto che molti paleontologi hanno stabilito le specie basandosi su differenze lievissime; e tanto più lo fanno quando gli esemplari provengono da diversi sottostati della stessa formazione. Alcuni esperti conchiliologi hanno oggi ridotto al rango di varietà molte delle specie stabilite da D'Orbigny e da altri; e in questo abbiamo una prova delle modificazioni che secondo la teoria dovremmo trovare. Consideriamo nuovamente gli ultimi depositi terziari che contengono molte conchiglie, ritenute dalla maggior parte dei naturalisti identiche alle specie attuali; alcuni insigni naturalisti, come Agassiz e Pictet, però, sostengono che tutte queste specie terziarie sono specificamente distinte, benché per comune ammissione tale distinzione sia molto sottile; abbiamo qui dunque la prova della frequente ricorrenza di lievi modificazioni del tipo richiesto, a meno che non si supponga che questi eminenti naturalisti si siano lasciati trascinare dalla loro immaginazione, e che queste tarde specie terziarie non presentino in realtà alcuna differenza rispetto agli esemplari attuali, o a meno che non si ammetta, contro l'opinione della maggioranza dei naturalisti, che queste specie terziarie sono realmente distinte dalle specie recenti. Se consideriamo periodi di tempo alquanto più lunghi, cioè esaminiamo gli strati distinti ma consecutivi di una stessa grande formazione, troviamo che i fossili ch'essa contiene, sebbene universalmente classificati come specificamente differenti, sono tuttavia molto più affini gli uni agli altri di quanto non lo siano le specie trovate nelle formazioni cronologicamente più lontane le une dalle altre; anche questa, pertanto, è una prova evidente dei cambiamenti verificatisi nella direzione richiesta dalla teoria; ma riprenderò questo argomento nel capitolo seguente.

Per gli animali e per le piante che si riproducono rapidamente e si diffondono con poca facilità, abbiamo ragione di sospettare, come abbiamo già visto, che generalmente le varietà siano dapprima locali; e che tali varietà locali non si diffondano molto e non soppiantino le loro forme progenitrici, fino a quando non si siano modificate e perfezionate in modo considerevole. Secondo questa opinione, v'è dunque poca probabilità di scoprire in una formazione di un paese qualunque tutti i

BOLLATI BORINGHIERI

primitivi stadi di transizione tra due forme, perché si suppone che i cambiamenti successivi siano stati locali ovvero limitati a una località determinata. La maggioranza degli animali marini ha un'area di distribuzione molto estesa; e abbiamo visto che le piante più largamente diffuse sono quelle che presentano più spesso varietà; è dunque probabile, per quanto riguarda i molluschi e altri animali marini, che quelli che avevano il più ampio raggio di diffusione, assai al di là dei limiti delle formazioni geologiche conosciute in Europa, abbiano dato più spesso origine, in un primo tempo a varietà locali, in seguito a specie nuove; e ciò, ancora una volta, diminuirà notevolmente la probabilità di seguire gli stadi di transizione in una formazione geologica.

Vi è una considerazione ancora più importante, che conduce allo stesso risultato e che è stata recentemente sottolineata dal dottor Falconer, che cioè il periodo durante il quale ogni specie ha subito modificazioni, sebbene assai lungo se valutato in numero di anni, è stato probabilmente breve in confronto al tempo durante il quale questa stessa specie non ha subito alcun cambiamento.

Non si dovrebbe dimenticare che attualmente, pur avendo esemplari perfetti da esaminare, possiamo di rado collegare due forme per mezzo di varietà intermedie, così da provare che sono la stessa specie, fino a quando non abbiamo riunito un gran numero di esemplari raccolti da molte località; cosa che possiamo fare raramente con le specie fossili. Ci renderemo forse meglio conto di quanto sia improbabile poter collegare le specie per mezzo di numerose forme fossili intermedie sottilmente differenziate, chiedendoci, per esempio, se i geologi del futuro saranno in grado di provare che le nostre differenti razze di bovini, ovini, cavalli e cani discendono da un solo ceppo o da più ceppi originari, o ancora se certe conchiglie marine abitanti le coste dell'America settentrionale, che sono considerate da alcuni conchiliologi come specie distinte rispetto agli esemplari europei, e da altri semplicemente come varietà, siano realmente varietà o siano, come si dice, specificamente distinte. Ciò potrà essere fatto dal geologo del futuro, soltanto se egli scoprirà numerose gradazioni intermedie allo stato fossile; cosa sommamente improbabile.

È stato ripetutamente asserito, dagli autori che credono nell'immutabilità delle specie, che la geologia non offre alcuna forma di transizione. Questa asserzione è certamente errata, come vedremo nel capitolo seguente. Come Sir John Lubbock ha fatto osservare «ogni specie è un legame fra altre forme affini». Se prendiamo un genere costituito

BOLLATI BORINGHIERI

da una ventina di specie, fra le attuali e le estinte, e ne distruggiamo quattro quinti, senza dubbio le specie residue rimarranno assai più distinte l'una dall'altra. Se poi, così facendo, distruggessimo le forme estreme del genere, il genere stesso risulterà maggiormente distinto dagli altri generi affini. Quello che le ricerche geologiche non hanno rivelato, è l'esistenza, nel passato, di gradazioni infinitamente numerose, tanto sottili quanto le nostre varietà attuali, che stabiliscano una connessione tra quasi tutte le specie esistenti e le estinte. Ma questo, evidentemente, non ce lo possiamo aspettare; tuttavia è questa l'obiezione più comunemente sollevata contro la mia teoria, e considerata una delle più serie.

Vale la pena di riassumere le precedenti osservazioni sulle cause dell'imperfezione dei documenti geologici, ricorrendo a un esempio immaginario. L'Arcipelago malese ha una superficie quasi uguale a quella parte dell'Europa che si estende dal Capo Nord al Mediterraneo e dall'Inghilterra alla Russia; e perciò include tutte le formazioni geologiche fin qui esaminate con qualche cura, ad eccezione di quelle degli Stati Uniti. Concordo pienamente col signor Godwin-Austen, che l'Arcipelago malese, nelle sue attuali condizioni, con le sue grandi isole separate da mari ampi e poco profondi, rappresenti probabilmente lo stato primitivo dell'Europa, all'epoca in cui si accumulava la maggior parte delle nostre formazioni. L'Arcipelago malese è, fra le regioni della terra, una delle più ricche di esseri viventi; e tuttavia, se pure vi si raccogliessero tutte le specie che vi hanno mai vissuto, quanto incompleta sarebbe l'immagine della storia naturale del mondo che esse ci darebbero!

Inoltre abbiamo ogni ragione di credere che le produzioni terrestri dell'Arcipelago si conserverebbero solo molto imperfettamente nelle formazioni che per ipotesi colà si accumulassero. Soltanto un piccolo numero di animali strettamente litoranei, o di quelli che vivevano sulle nude rocce sottomarine, si conserverebbe; mentre quelli sepolti nella ghiaia o nella sabbia non si conserverebbero per lungo tempo. Dove non si formano depositi sul fondo del mare, o dove questi non si accumulano abbastanza rapidamente per ricoprire in tempo utile e proteggere dalla distruzione i corpi organici, nessun resto fossile potrebbe conservarsi.

Generalmente le formazioni ricche di molti tipi di fossili, e di spessore sufficiente per resistere fino a un'epoca futura tanto lontana quanto lo furono nel passato le formazioni secondarie, dovrebbero formarsi

BOLLATI BORINGHIERI

nell'Arcipelago solo durante i periodi di abbassamento del suolo. Questi periodi di abbassamento sarebbero separati l'uno dall'altro da enormi intervalli di tempo, durante i quali la zona o rimarrebbe allo stesso livello o si solleverebbe; durante i sollevamenti, le formazioni fossilifere delle coste più scoscese, sarebbero distrutte, non appena accumulate, dall'incessante azione costiera del mare, come vediamo attualmente accadere sulle coste dell'America meridionale. Anche nei mari estesi e poco profondi dell'Arcipelago, i depositi sedimentari non potrebbero, durante i periodi di sollevamento, raggiungere uno spessore notevole, né essere ricoperti e protetti da depositi successivi tali da assicurarne la conservazione per un lungo periodo avvenire. Nel corso dei periodi di abbassamento si verificherebbe, probabilmente, l'estinzione di molte forme viventi; nei periodi di sollevamento vi sarebbe molta variazione, ma i documenti geologici di tali periodi sarebbero meno perfetti e meno completi.

Si può dubitare che la durata di un grande periodo di abbassamento riguardante tutto l'Arcipelago o una sua parte, unitamente al contemporaneo accumulo di sedimenti, supererebbe la durata media delle medesime forme specifiche; condizioni, queste, indispensabili per la conservazione di tutte le gradazioni di transizione fra due o più specie. Se tali stadi di transizione non si conservassero tutti, e completamente, le varietà intermedie ci apparirebbero solo come altrettante specie nuove, anche se molto affini. E anche probabile che ogni grande periodo di abbassamento sarebbe interrotto da oscillazioni di livello, e che leggeri cambiamenti di clima si produrrebbero durante questi così lunghi periodi; in questi casi gli abitanti dell'Arcipelago migrerebbero e in ciascuna formazione non resterebbe alcun documento rigorosamente consecutivo delle loro modificazioni.

Un gran numero degli abitanti marini dell'Arcipelago si estendono attualmente per migliaia di miglia al di là dei suoi confini; e l'analogia ci conduce facilmente a pensare che le nuove varietà sarebbero prodotte principalmente da queste specie a largo raggio di diffusione, anche se solo da alcune di esse; queste varietà sarebbero dapprima locali ovvero limitate a una sola località, ma se fossero dotate di qualche netto vantaggio su altre forme, o quando si fossero ulteriormente modificate e migliorate, si diffonderebbero lentamente e soppianterebbero le loro forme genitrici. Quando queste varietà fossero ritornate nella loro antica dimora, per il fatto di differire in modo quasi uniforme, sebbene forse estremamente lieve, dalla loro condizione primitiva, e per il fatto di

BOLLATI BORINGHIERI

trovarsi compresse in sottostrati leggermente differenti della stessa formazione, sarebbero classificate, secondo i principi adottati da molti paleontologi, come nuove e distinte specie.

Quindi, se in queste osservazioni c'è un fondo di verità, non dobbiamo aspettarci di trovare nelle nostre formazioni geologiche un numero infinito di quelle impercettibili forme intermedie che, secondo la nostra teoria, hanno collegato tutte le specie passate e presenti di uno stesso gruppo, in una sola lunga catena di forme viventi con molte ramificazioni. Dovremmo aspettarci di trovare soltanto alcune forme intermedie; ed effettivamente le troviamo, alcune più, altre meno strettamente collegate fra di loro; e queste forme, siano esse quanto si voglia affini l'una all'altra, se fossero trovate in strati diversi di una stessa formazione, sarebbero classificate da molti paleontologi come specie distinte. Tuttavia neanche io avrei mai immaginato che così povera fosse la documentazione dei settori geologici meglio conservati, se l'assenza di innumerevoli forme di transizione tra le specie che vissero all'inizio e alla fine di ogni formazione non si fosse imposta con tanta forza contro la mia teoria.

Sull'improvvisa comparsa di interi gruppi di specie affini

La comparsa improvvisa di interi gruppi di specie, in alcune formazioni, è stata impugnata da diversi paleontologi, per esempio da Agassiz, Pictet e Sedgwick, come obiezione decisiva alla teoria della trasformazione delle specie. Se molte specie, appartenenti agli stessi generi o alle stesse famiglie, fossero realmente apparse improvvisamente, questo fatto sarebbe fatale alla teoria dell'evoluzione per selezione naturale. Infatti lo sviluppo attraverso questa selezione di un gruppo di forme, tutte discendenti dallo stesso progenitore, deve essere stato un processo estremamente lento; e le specie primitive devono essere visute molto tempo prima dei loro discendenti modificati. Ma noi sopravvalutiamo continuamente la perfezione dei documenti geologici e concludiamo erroneamente – per il fatto che alcuni generi o alcune famiglie non sono state trovate al di sotto di un certo strato – che essi non sono esistiti prima di quell'epoca. Tutti i casi di prove paleontologiche positive sono attendibili; le prove negative sono senza valore, come l'esperienza ha tanto spesso dimostrato. Noi dimentichiamo continuamente

BOLLATI BORINGHIERI

l'immensità del mondo, confrontata con l'area nella quale le nostre formazioni geologiche sono state esaminate con cura, e dimentichiamo che gruppi di specie hanno potuto esistere altrove per molto tempo, e essersi lentamente moltiplicati prima di aver invaso gli antichi arcipelaghi dell'Europa e degli Stati Uniti. Non teniamo abbastanza conto degli intervalli di tempo trascorsi fra le nostre formazioni successive, intervalli che in molti casi furono forse più lunghi del tempo necessario all'accumulo di ogni formazione. Questi intervalli di tempo avranno permesso la moltiplicazione di specie derivanti da una qualche forma progenitrice; e, nella formazione seguente, questi gruppi o specie appariranno come se fossero stati creati improvvisamente.

Posso qui richiamarmi a un'osservazione fatta precedentemente: cioè che potrebbe essere necessaria una lunga successione di età per adattare un organismo a nuovi e particolari modi di vita, come, per esempio, la capacità di volare; e che, di conseguenza, le forme di transizione saranno rimaste spesso a lungo circoscritte in una data località; ma che, una volta effettuati questo adattamento, acquistando così alcune specie un grande vantaggio su altri organismi, sarà stato necessario un tempo relativamente breve per produrre molte forme divergenti, le quali si saranno diffuse rapidamente e ampiamente in tutto il mondo. Il professor Pictet, nella sua eccellente recensione di questo lavoro, nella parte in cui considera le prime forme di transizione e prende gli uccelli come esempio, non vede come le modificazioni successive degli arti anteriori di un supposto prototipo abbiano mai potuto rappresentare un vantaggio. Ma osserviamo i pinguini dei mari del sud; gli arti anteriori di questi uccelli non si trovano forse nello stadio perfettamente intermedio in cui non sono «né vere braccia né vere ali»? Pur tuttavia questi uccelli tengono vittoriosamente il loro posto nella lotta per la vita, giacché ne esistono in gran numero e di diversi tipi. Io non penso che gli arti anteriori dei pinguini rappresentino i veri stadi di transizione attraverso cui sono passate le ali degli uccelli; ma quale speciale difficoltà si trova ad ammettere che potrebbe essere vantaggioso ai discendenti modificati del pinguino di acquistare dapprima la capacità di svolazzare sulla superficie del mare, come l'anatra brachittera, e infine giungere a sollevarsi al di sopra delle acque e planare nell'aria?

Darò ora qualche esempio a sostegno delle precedenti osservazioni, anche per provare come siamo soggetti a errare quando supponiamo che interi gruppi di specie siano stati prodotti improvvisamente. Pictet ha dovuto modificare considerevolmente le sue conclusioni relative al

BOLLATI BORINGHIERI

primo apparire e alla scomparsa di diversi gruppi di animali, nel breve intervallo che separa le due edizioni della sua grande opera sulla paleontologia, pubblicate nel 1844-46 e nel 1853-57; e una terza edizione richiederebbe altri cambiamenti ancora. Ricorderò il fatto, ben noto, che nei trattati di geologia di pubblicazione piuttosto recente, si sostiene sempre che i mammiferi sono apparsi improvvisamente all'inizio dell'era terziaria. Mentre, invece, uno dei depositi più ricchi di fossili di mammiferi che si conosca appartiene alla metà dell'era secondaria; e si sono scoperti veri mammiferi nella nuova arenaria rossa, quasi all'inizio di questa grande formazione. Cuvier asseriva che nessuna scimmia si trovava nelle formazioni terziarie; ma ora sono state trovate specie estinte di questi animali in India, nell'America meridionale e in Europa, perfino nel miocene. Senza la rara e casuale conservazione di impronte nella nuova arenaria rossa degli Stati Uniti, chi avrebbe osato supporre che non meno di trenta diversi tipi di animali simili a uccelli, alcuni dei quali di taglia gigantesca, siano esistiti in quel periodo? In questi strati non si è trovato un solo frammento di osso. Fino a non molto tempo fa, i paleontologi sostenevano che l'intera classe degli uccelli era comparsa improvvisamente nel periodo eocenico, ma ora sappiamo, secondo l'autorevole dimostrazione del professor Owen, che un uccello visse certamente nel periodo di deposizione dell'arenaria verde superiore; e ancora più recentemente è stato scoperto negli schisti oolitici di Solenhofen quel bizzarro uccello, l'*Archeopteryx*, dalla lunga coda simile a quella della lucertola, che ha un paio di penne all'altezza di ogni articolazione, e le ali provviste di due artigli liberi. È difficile trovare fra le scoperte recenti prova più evidente di questa della nostra limitata conoscenza circa i primitivi abitanti della terra.

Citerò un altro esempio, di un fatto che ho avuto occasione di constatare con i miei occhi, e mi ha perciò molto colpito. In una memoria sui cirripedi sessili fossili, affermavo che se questi animali fossero esistiti nell'era secondaria, i fossili si sarebbero certamente conservati e sarebbero stati scoperti. Fui condotto a questa conclusione dall'immenso numero di specie terziarie viventi e scomparse, dalla straordinaria abbondanza di individui di molte specie, sparse per tutto il mondo, dalle regioni artiche all'equatore, che abitano a profondità varianti dal limite superiore delle maree a 50 braccia [90 m]; dalla perfezione con cui i fossili si sono conservati nei più antichi strati terziari; dalla facilità con cui è possibile riconoscere il più piccolo frammento di una valva. E poiché nessuna specie era stata scoperta nei giacimenti dell'era

BOLLATI BORINGHIERI

secondaria, giunsi alla conclusione che questo grande gruppo doveva essersi sviluppato improvvisamente all'inizio dell'era terziaria. Questo costituiva un grave imbarazzo per me, perché era, come ritenevo allora, un ulteriore esempio di improvvisa comparsa di un gruppo importante di specie. Il mio lavoro era appena pubblicato, quando ricevetti da un abile paleontologo, il signor Bosquet, il disegno di un perfetto esemplare di un inconfondibile cirripede sessile, che egli stesso aveva estratto dal cretacico del Belgio. E, per rendere il caso più che mai interessante, questo cirripede era un *Chthamalus*, genere molto comune, esteso e ubiquitario, di cui nessuna specie è stata per ora ritrovata in giacimenti terziari. Ancor più recentemente Woodward ha scoperto nel cretacico superiore un *Pyrgoma*, membro di una sottofamiglia distinta di cirripedi sessili; oggi abbiamo dunque la prova sicura dell'esistenza di questo gruppo di animali nell'era secondaria.

Il caso su cui i paleontologi insistono più frequentemente, come esempio della comparsa apparentemente improvvisa di un intero gruppo di specie, è quello dei pesci teleostei, comparsi, secondo Agassiz, nel cretacico inferiore. Questo gruppo comprende la grande maggioranza delle specie attuali. Ma oggi si ammette generalmente che certe forme del giurassico e del triassico sono teleostei, e un'autorità competente ha classificato in questo gruppo perfino alcune forme paleozoiche. Se effettivamente i teleostei fossero apparsi in modo subitaneo nell'emisfero settentrionale all'inizio del cretacico, il fatto sarebbe senza dubbio molto interessante; ma non costituirebbe una difficoltà insormontabile, a meno che non si potesse parimenti dimostrare che le specie comparvero improvvisamente e simultaneamente nello stesso periodo in altre parti del mondo. È superfluo ricordare che non si conosce ancora quasi nessun pesce fossile al sud dell'equatore e, scorrendo la *Paleontologia* di Pictet si vedrà che pochissime specie sono a noi note per essere state trovate in più di una formazione europea. Alcune poche famiglie di pesci hanno oggi una distribuzione molto limitata; i teleostei potrebbero aver avuto in passato una distribuzione ugualmente limitata, e avere poi acquistato una larga diffusione, dopo essersi molto sviluppati in qualche mare. Non abbiamo alcun diritto di supporre che i mari del globo siano stati sempre aperti liberamente dal sud al nord come lo sono oggi. Anche ai giorni nostri, se l'Arcipelago malese si trasformasse in continente, le parti tropicali dell'oceano Indiano formerebbero un grande bacino perfettamente chiuso, nel quale grandi gruppi di animali marini potrebbero moltiplicarsi e rimanere confinati fino a quando

BOLLATI BORINGHIERI

alcune specie non si adattassero a un clima più freddo e, rese così capaci di doppiare i capi meridionali dell'Africa o dell'Australia, non potessero raggiungere altri mari lontani.

Queste diverse considerazioni: la nostra ignoranza della geologia dei paesi che si trovano oltre i confini dell'Europa e degli Stati Uniti, la rivoluzione operata dalle scoperte degli ultimi decenni nelle nostre conoscenze paleontologiche, tutto questo mi porta a pensare che dogmatizzare sulla successione delle forme organiche sulla terra sia altrettanto azzardato quanto sarebbe per un naturalista, sbarcato per pochi minuti soltanto in un punto deserto dell'Australia, mettersi poi a discettare sul numero e la distribuzione delle produzioni naturali australiane.

Sulla comparsa improvvisa di gruppi di specie affini negli strati fossiliferi più antichi

Vi è una seconda difficoltà legata alla prima, e molto più seria. Mi riferisco alla comparsa subitanea di specie appartenenti a diverse fra le principali suddivisioni del regno animale nelle rocce fossilifere più profonde che si conoscano. La maggior parte degli argomenti da cui ho tratto la convinzione che tutte le specie attuali di uno stesso gruppo discendono da un unico progenitore, si applicano con uguale efficacia alle più antiche specie conosciute. Per esempio, non si può mettere in dubbio che tutte le trilobiti del cambriano e del silurico derivano da qualche crostaceo che deve essere vissuto molto prima del cambriano, e che probabilmente differiva grandemente da ogni animale conosciuto. Alcuni degli animali più antichi, come il *Nautilus*, la *Lingula* ecc., non differiscono molto dalle specie viventi; e, secondo la mia teoria, non si può supporre che queste antiche specie siano state gli antenati di tutte le specie degli stessi gruppi apparse in seguito, perché esse non presentano alcun carattere intermedio.

Di conseguenza, se la teoria è vera, è indiscutibile che prima del deposito degli strati inferiori del cambriano siano passati lunghi periodi, della durata corrispondente o anche molto superiore all'intervallo fra il cambriano e l'epoca presente; e che durante questi lunghi periodi il mondo formicolasse di esseri viventi. A questo punto ci imbattiamo in una formidabile obiezione; sembra infatti dubbio che la terra sia stata abitabile da creature viventi per un periodo sufficientemente lungo. Sir

BOLLATI BORINGHIERI

William Thompson sostiene che il consolidamento della crosta terrestre non può risalire a meno di 20 e a più di 400 milioni di anni, e che più probabilmente deve essere compreso tra 98 e 200 milioni. Il considerevole scarto fra questi limiti prova l'incertezza dei dati, e perciò altri elementi devono forse essere introdotti nel problema. Il signor Croll calcola che dopo il periodo cambriano siano trascorsi circa 60 milioni di anni; a giudicare dai pochi cambiamenti organici verificatisi dall'inizio dell'epoca glaciale, questa durata sembra però molto breve in relazione alle modificazioni numerose e considerevoli che le forme viventi hanno subito a partire dalla formazione cambriana; e il precedente periodo di 140 milioni di anni difficilmente può essere considerato sufficiente per lo sviluppo delle forme di vita variate che già esistevano nel periodo cambriano. È tuttavia probabile, come osserva Sir William Thompson, che in un periodo molto antico il mondo fosse esposto nelle sue condizioni fisiche a cambiamenti più rapidi e violenti di quelli attuali; e tali cambiamenti avrebbero operato nel senso di produrre modificazioni corrispondentemente più rapide negli organismi allora esistenti.

Non posso trovare risposta soddisfacente alla domanda perché non si trovino depositi ricchi di fossili appartenenti a questi presunti periodi primitivi, anteriori all'epoca cambriana. Vari eminenti geologi, e primo tra di essi Sir Roderick Murchison, erano convinti, fino a poco tempo fa, che le prime tracce di vita si trovassero nei resti organici del silurico inferiore. Altri esperti di grande competenza, come Lyell e Edward Forbes, hanno contestato questa conclusione. Non dobbiamo dimenticare che soltanto una piccola parte del mondo è da noi conosciuta con precisione. Non molto tempo fa il Barrande ha aggiunto al silurico un altro strato inferiore, ricco di specie nuove e particolari; ed ora il signor Hicks ha trovato a profondità ancora maggiore, nel cambriano inferiore del Galles, strati ricchi di trilobiti, e contenenti vari molluschi e anellidi. La presenza di noduli fosfatici e di materiali bituminosi, anche in alcune fra le più antiche rocce azoiche, sono probabilmente indizi di vita in questi periodi; e l'esistenza dell'*Eozoon* nella formazione laurenziana del Canada è generalmente ammessa. Sotto il silurico, nel Canada, vi sono tre grandi serie di strati, nel più antico dei quali è stato trovato l'*Eozoon*. Sir William Logan afferma che «il loro spessore complessivo può forse superare di molto quello di tutte le rocce successive, dalla base della serie paleozoica al tempo presente». Questo ci riporta indietro, in un tempo così remoto, che la comparsa della cosiddetta

BOLLATI BORINGHIERI

«fauna primordiale (di Barrande) può da taluno essere considerata come un evento relativamente moderno». L'*Eozoon* si trova al più basso gradino di organizzazione fra tutte le classi di animali, ma è altamente organizzato per la classe a cui appartiene; ne esisteva un numero straordinariamente grande e, come il dottor Dawson ha osservato, si nutriva certamente di altri piccoli esseri organici, che dovevano essere molto numerosi. Si è così dimostrato vero quello che scrivevo nel 1859, relativamente all'esistenza di esseri viventi molto prima del cambriano, e che corrisponde quasi perfettamente a ciò che ha detto Logan. Tuttavia, la difficoltà di spiegare con ragioni sufficienti l'assenza di grandi serie di strati ricchi di fossili al di sotto del sistema cambriano è molto grande. È poco probabile che i più antichi strati siano stati completamente distrutti dalla denudazione, o che i fossili che essi contenevano siano stati completamente cancellati dall'azione metamorfica, perché se questo fosse realmente avvenuto, avremmo dovuto trovare soltanto piccoli resti delle formazioni immediatamente successive, e questi sarebbero pur sempre esistiti in una condizione parzialmente metamorfica. Ma le descrizioni che possediamo dei depositi silurici degli immensi territori della Russia e dell'America settentrionale non ci permettono di concludere che la formazione più antica è quella che più invariabilmente ha subito il massimo grado di denudazione e metamorfismo.

Il problema è attualmente insolubile; e può essere un valido argomento contro le opinioni qui esposte. Farò l'ipotesi seguente, per dimostrare che in futuro esso potrà trovare soluzione. Dalla natura dei resti organici che, nelle diverse formazioni dell'Europa e degli Stati Uniti, non sembrano aver abitato a grandi profondità; e dalla quantità di sedimento, il cui insieme costituisce formazioni di alcune migliaia di spessore, possiamo dedurre che tutte le grandi isole o estensioni di terra donde proveniva tal sedimento, erano situate in prossimità degli attuali continenti europeo e nordamericano. Questa opinione è stata poi sostenuta da Agassiz e da altri. Ma non sappiamo quale fosse lo stato delle cose negli intervalli fra le diverse formazioni successive; se, cioè, durante questi intervalli l'Europa e gli Stati Uniti esistevano allo stato di terre emerse o di aree sottomarine vicine alla terra, su cui non si depositava alcun sedimento, ovvero come fondo di un mare aperto e insondabile.

Vediamo che gli oceani attuali, la superficie dei quali è il triplo di quella della terra, sono cosparsi di molte isole; ma non si conosce una

BOLLATI BORINGHIERI

sola isola veramente oceanica (ad eccezione della Nuova Zelanda, seppure la si può considerare una vera isola oceanica) che presenti traccia alcuna di formazioni paleozoiche o secondarie. Possiamo forse dedurre da ciò che durante il periodo paleozoico e secondario non esistevano né continenti né isole continentali dove attualmente si estendono i nostri mari; perché se essi fossero esistiti, si sarebbero molto probabilmente accumulate formazioni paleozoiche e secondarie, con i sedimenti derivanti dalla loro erosione; formazioni che in seguito si sarebbero almeno in parte sollevate con le oscillazioni del livello che devono essersi verificate in questi periodi enormemente lunghi. Se dunque possiamo trarre qualche conclusione da questi fatti, dobbiamo ritenere che, dove si estendono attualmente i nostri oceani, siano esistiti oceani fin dai più remoti periodi di cui abbiamo traccia, e, d'altra parte, che, dove si trovano oggi i continenti, siano esistite fin dall'epoca cambriana grandi distese di terra, sottoposte indubbiamente a forti oscillazioni di livello. La mappa a colori unita al mio volume sulle barriere coralline, mi ha portato a concludere che i grandi oceani sono tuttora, fondamentalmente, aree di abbassamento, i grandi arcipelaghi aree di oscillazioni di livello, e i continenti aree di sollevamento. Ma non abbiamo motivo di supporre che le cose siano sempre rimaste così fin dall'inizio del mondo. I nostri continenti sembrano essersi formati per il prevalere, nel corso di numerose oscillazioni di livello, della forza di sollevamento; ma non può darsi che le aree di movimento preponderante siano cambiate nel corso dei tempi? In un periodo molto anteriore all'epoca cambriana possono essere esistiti continenti laddove oggi si estendono oceani; e mari aperti dove oggi si trovano i continenti. Né abbiamo ragione di credere che, se per esempio il fondo attuale dell'oceano Pacifico si cambiasse in continente, vi troveremmo, in condizioni riconoscibili, formazioni sedimentarie più antiche di quelle del cambriano, supponendo che vi si fossero precedentemente depositate; perché potrebbe ben darsi che gli strati avvicinati di varie miglia al centro della terra a causa dell'abbassamento, e fortemente compressi sotto l'enorme peso dell'acqua sovrastante, avessero subito azioni metamorfiche assai più considerevoli degli strati che sono sempre rimasti più vicini alla superficie. Ho sempre pensato che si dovesse trovare una spiegazione particolare per le immense distese di nude rocce metamorfiche che si trovano in alcune parti del mondo, per esempio nell'America meridionale, e che devono essere state sottoposte ad alta temperatura e a forte pressione. Si può forse pensare che queste immense regioni rappresentino

BOLLATI BORINGHIERI

le numerose formazioni di gran lunga anteriori all'epoca cambriana, ora completamente metamorfizzate e denudate.

Quanto abbiamo qui discusso, cioè: l'assenza nelle nostre formazioni geologiche di numerose forme di transizione che colleghino strettamente tra di loro le specie attuali e quelle precedentemente esistite, nonostante la presenza di molte forme intermedie fra queste e quelle; l'improvvisa comparsa di diversi gruppi di specie nelle nostre formazioni europee; l'assenza quasi totale, per quanto ne sappiamo, di depositi fossiliferi inferiori agli strati del cambriano; tutte queste sono difficoltà molto serie. Vediamo infatti che i più autorevoli paleontologi, come Cuvier, Agassiz, Barrande, Pictet, Falconer, Forbes ecc., e tutti i nostri più grandi geologi, come Lyell, Murchison, Sedgwick ecc., hanno unanimemente e spesso energicamente sostenuto l'immutabilità delle specie. Ma oggi Lyell sostiene con la sua grande autorità la tesi contraria; e la maggioranza dei geologi e dei paleontologi sono molto meno certi delle loro precedenti convinzioni. Coloro che credono che i documenti geologici siano in certo modo perfetti, respingeranno senza esitazione la mia teoria. Per quanto mi riguarda, secondo la metafora di Lyell, considero i dati geologici come una storia del mondo tramandata imperfetta e scritta in un mutevole dialetto; storia di cui possediamo solo l'ultimo volume, limitato a due o tre regioni. Di questo volume si è conservato solo qua e là un breve capitolo; e di ogni pagina solo qualche riga ogni tanto. Ogni parola di questa lingua, che varia lentamente, più o meno diversa nei successivi capitoli, può rappresentare le forme di vita che sono sepolte nelle nostre formazioni successive, e che erroneamente sembrano esservi state repentinamente introdotte. Con questa ipotesi, le difficoltà sopra discusse si attenuano di molto o persino scompaiono.

La successione geologica degli esseri organici

Vediamo ora se le leggi e i vari fatti relativi alla successione geologica degli esseri organici si accordano meglio con la comune teoria dell'immutabilità delle specie o con quella della loro lenta e graduale modificazione, attraverso la variazione e la selezione naturale.

Specie nuove sono apparse molto lentamente, una dopo l'altra, sia sulla terra sia nelle acque. Lyell ha dimostrato che è difficile poter confutare l'evidenza di questo fatto, nel caso dei numerosi strati terziari; e ogni anno tende a colmare le lacune che esistono fra gli strati, e a rendere più graduale la proporzione fra le forme estinte e quelle esistenti. In alcuni strati più recenti, sebbene indubbiamente di grande antichità se misurati in anni, solo una o due specie sono estinte, e soltanto una o due sono nuove, essendovi comparse per la prima volta, sia localmente, sia, per quanto ne sappiamo, sulla faccia della terra. Le formazioni secondarie sono le più interrotte; ma, come ha osservato Bronn, né la comparsa né la scomparsa delle molte specie comprese in ogni formazione è stata simultanea.

Specie appartenenti a generi e classi differenti non si modificarono né con lo stesso ritmo, né nello stesso grado. Nei più antichi strati terziari si possono inoltre trovare molluschi ancora esistenti fra una moltitudine di forme estinte. Falconer ha dato un esempio molto convincente di questo fatto: infatti nei depositi subhimalayani un cocodrillo tuttora esistente è associato con numerosi mammiferi e rettili estinti. La *Lingula* del silurico differisce leggermente dalla specie vivente di questo genere, mentre la maggioranza degli altri molluschi del silurico e tutti i crostacei sono molto cambiati. Gli abitanti della terra sembrano essersi modificati più rapidamente di quelli del mare; in Svizzera è stato osservato un esempio molto chiaro di tale fatto. Si ha ragione di credere che gli organismi più elevati nella scala biologica si modifichino più rapidamente degli organismi inferiori; tuttavia si hanno eccezioni

alla regola. Il complesso dei cambiamenti organici, secondo l'osservazione di Pictet, non è sempre identico in ogni cosiddetta formazione successiva. Tuttavia, se confrontiamo due formazioni non troppo vicine, troviamo che tutte le specie hanno subito qualche modificazione. Quando una specie è scomparsa dalla faccia della terra, non abbiamo alcun motivo di credere che la stessa forma identica debba mai ricomparire. Il caso che più d'ogni altro sembrerebbe fare eccezione a questa regola è quello delle cosiddette «colonie» del signor Barrande, che compaiono per qualche tempo nel mezzo di una formazione più antica, e successivamente tornano a cedere il posto alla fauna preesistente; ma ritengo che la spiegazione di Lyell, cioè che si tratti di un caso di migrazione temporanea da una diversa provincia geografica, sia soddisfacente.

Questi diversi fatti concordano con la nostra teoria, che non suppone leggi fisse di sviluppo, le quali facciano sì che tutti gli abitanti di un luogo cambino repentinamente, o simultaneamente, o in pari grado. Il processo di modificazione deve essere lento, e interessa soltanto poche specie contemporaneamente; perché la variabilità di una specie è indipendente da quella di tutte le altre. L'accumularsi per opera della selezione naturale, in grado maggiore o minore, di quelle variazioni o differenze individuali che possono determinarsi, tali da produrre un numero più o meno grande di modificazioni permanenti, dipenderà da molte e complesse contingenze: come la natura vantaggiosa delle variazioni, la libertà d'incrocio, i lenti cambiamenti delle condizioni fisiche della regione, l'immigrazione di nuove colonie, e la natura degli altri abitanti con cui le specie che variano entrano in concorrenza. Non v'è dunque da meravigliarsi che una specie conservi la propria forma più a lungo di altre; o che, in caso di modificazione, i cambiamenti siano minori. Troviamo rapporti analoghi fra gli abitanti attuali di paesi differenti; per esempio, i molluschi terrestri e gli insetti coleotteri di Madera che sono giunti a differire considerevolmente dalle forme a loro più affini del continente europeo, mentre i molluschi marini e gli uccelli sono rimasti inalterati. La rapidità apparentemente superiore delle modificazioni degli organismi terrestri e più altamente organizzati, rispetto a quelle degli organismi marini e inferiori, può essere forse spiegata con i più complessi rapporti fra gli esseri superiori e le loro condizioni organiche e inorganiche di esistenza, come si è spiegato in un capitolo precedente. Quando un gran numero di abitanti di una regione si sono modificati e migliorati possiamo capire, in base al principio della concorrenza, e ai rapporti essenziali fra organismo e organismo nella lotta per l'esistenza, come ogni forma che non si sia in qualche grado modifica-

BOLLATI BORINGHIERI

ta o migliorata sarà suscettibile di sterminio. Donde possiamo vedere perché in una stessa regione tutte le specie debbono infine, quando si considerino periodi di tempo abbastanza lunghi, modificarsi, ché altrimenti si estinguerebbero.

La quantità media delle modificazioni in membri della stessa classe, nel corso di periodi lunghi e di uguale durata, può essere forse quasi la stessa, ma poiché l'accumulazione di formazioni durevoli, ricche di fossili, dipende dal deposito di grandi masse di sedimenti su aree in via di abbassamento, tali formazioni devono quasi necessariamente essersi accumulate a grandi intervalli di tempo, irregolarmente intermittenti; di conseguenza la somma dei cambiamenti organici esibiti dai fossili compresi nelle formazioni consecutive non è uguale. Secondo questa ipotesi, ogni formazione non rappresenta un nuovo e completo atto di creazione, ma soltanto una scena presa a caso in un dramma lentamente variabile.

È facile capire perché una specie una volta estinta non potrebbe mai riapparire, anche se si verificasse un ritorno di identiche condizioni di vita, organiche e inorganiche. Infatti, sebbene la discendenza di una specie si possa adattare e occupare il posto di un'altra specie nell'economia della natura (e ciò senza dubbio è accaduto in innumerevoli casi), le due forme – la vecchia e la nuova – non potranno mai essere identiche, perché entrambe avrebbero quasi certamente ereditato caratteri differenti dai loro progenitori, e organismi già differenti varierebbero in modo differente. Per esempio, se i nostri colombi pavoncelli fossero tutti distrutti, gli allevatori potrebbero fare una nuova razza difficilmente distinguibile dalla razza attuale; ma se anche il progenitore colombo torraiuolo fosse distrutto – e abbiamo fondate ragioni di credere che allo stato di natura le forme progenitrici sono generalmente soppiantate e sterminate dai loro discendenti perfezionati – sarebbe incredibile che un pavoncello, identico alla razza attuale, si potesse ottenere da una qualsiasi altra specie di colombo o anche da una razza ben definita di colombo domestico, perché le variazioni successive sarebbero certamente in qualche misura differenti, e le varietà di nuove formazioni erediterebbero probabilmente dal loro progenitore alcune differenze caratteristiche.

I gruppi di specie, cioè i generi e le famiglie, seguono le stesse regole generali delle singole specie, per quanto riguarda la loro comparsa e scomparsa, cambiano cioè più o meno rapidamente, in maggiore o minore misura. Un gruppo, una volta estinto, non riappare mai; cioè la sua esistenza è continua fino a quando esso dura. Mi rendo conto che

BOLLATI BORINGHIERI

questa regola ha alcune apparenti eccezioni, ma esse sono così rare che Forbes, Pictet e Woodward (sebbene tutti profondamente contrari alle opinioni da me sostenute) la ritengono vera; e la regola concorda rigorosamente con la teoria. Infatti tutte le specie dello stesso gruppo, qualunque possa essere stata la loro durata, sono discendenti modificati l'uno dell'altro, e tutti da un comune progenitore. Per esempio, nel genere *Lingula*, le specie che sono successivamente comparse in tutte le epoche devono essere state connesse per una serie ininterrotta di generazioni, dagli strati più antichi del silurico fino ai nostri giorni.

Abbiamo visto nel capitolo precedente che gruppi interi di specie sembrano essersi sviluppati d'improvviso, ma che ciò è erroneo; ho tentato di dare di questo fatto una spiegazione, che se vera sarebbe fatale alla mia teoria. Ma tali casi sono certamente eccezionali; la regola generale è un graduale aumento numerico, finché il gruppo raggiunge il massimo, cui segue, prima o poi, una graduale diminuzione. Se rappresentiamo il numero delle specie incluse in un genere, o il numero dei generi nell'ambito di una famiglia, con una linea verticale di spessore variabile, ascendente attraverso le successive formazioni geologiche in cui le specie si trovano, talvolta potrà erroneamente sembrare che la linea incominci dalla parte inferiore, non con un'estremità assottigliata ma tronca, e poi si ingrossa gradualmente andando verso l'alto, mantenendo spesso la stessa grossezza per un tratto, ed infine assottigliandosi negli strati superiori, che segnano la diminuzione e l'estinzione finale della specie. Questo graduale aumento numerico della specie di un gruppo è strettamente in accordo con la mia teoria, secondo cui le specie dello stesso genere e i generi della stessa famiglia possono crescere solo lentamente e progressivamente; essendo il processo di modificazione e la produzione di un numero di forme affini un processo lento e graduale: una specie infatti dapprima dà origine a due o tre varietà, le quali si trasformano lentamente in specie, le quali a loro volta producono, per gradi ugualmente lenti, altre varietà e specie e così di seguito, come le ramificazioni di un grande albero partono da un solo ceppo finché il gruppo si allarga.

Estinzione

Fin qui abbiamo parlato solo accidentalmente della scomparsa di specie e di gruppi di specie. Secondo la teoria della selezione naturale, l'estinzione di vecchie forme e la produzione di forme nuove e perfe-

zionate sono fatti intimamente connessi. La vecchia opinione della completa distruzione di tutti gli abitanti della terra per opera di cataclismi in successivi periodi è stata generalmente abbandonata, anche da quei geologi, come Elie de Beaumont, Murchison, Barrande ecc., le cui opinioni generali dovrebbero ovviamente portarli a questa conclusione. Al contrario, dallo studio delle formazioni terziarie, abbiamo ogni ragione di credere che specie e gruppi di specie scompaiono gradualmente, l'uno dopo l'altro, prima da un luogo, poi da un altro, e infine dal mondo. In rari casi, tuttavia, come per la rottura di un istmo e la conseguente irruzione di una moltitudine di nuovi abitanti in un mare adiacente, o per la totale immersione di un'isola, il processo di estinzione può essere stato rapido. Sia specie singole, sia interi gruppi di specie persistono per periodi di tempo molto disuguali; alcuni gruppi, come abbiamo visto, si sono mantenuti dall'aurora della vita fino a oggi; altri sono scomparsi prima della fine del periodo paleozoico. Nessuna legge fissa sembra regolare la lunghezza del tempo in cui una singola specie o un singolo genere può durare. Si ha ragione di credere che l'estinzione di un intero gruppo di specie sia un processo generalmente più lento della sua produzione: se, come abbiamo fatto prima, rappresentiamo la loro comparsa e scomparsa con una linea verticale di vario spessore, si vedrà che la linea si assottiglia molto più gradualmente all'estremità superiore, che segna il processo di estinzione, che all'estremità inferiore, che segna il primo apparire e il primo moltiplicarsi della specie. In alcuni casi, tuttavia, l'estinzione di interi gruppi è stata incredibilmente improvvisa, come quella delle ammoniti verso la fine del periodo secondario.

L'estinzione delle specie è stata avvolta senza ragione nel più fitto mistero. Alcuni autori hanno supposto perfino che, come l'individuo ha una determinata lunghezza di vita, così le specie hanno una durata definita. Nessuno più di me può esser meravigliato dal fenomeno dell'estinzione delle specie. Quando trovai a La Plata il dente di un cavallo sepolto con i resti del mastodonte, del megaterio, del toxodonte, e altri mostri che tutti coesistero in un periodo geologico recente con molluschi tuttora esistenti, immenso fu il mio stupore; infatti, vedendo come il cavallo, dal tempo della sua introduzione nell'America meridionale da parte degli spagnoli, è ritornato allo stato selvaggio in tutto il paese e si è moltiplicato con una rapidità senza pari, mi chiesi quale poteva essere la causa della recente estinzione del vecchio cavallo in condizioni di vita apparentemente così favorevoli. Ma il mio stupore

BOLLATI BORINGHIERI

era infondato. Owen non tardò ad accorgersi che il dente, pur essendo simile a quello del cavallo attuale, apparteneva a una specie estinta. Se questo cavallo fosse ancora esistito, e pur fosse, in qualche misura, raro, nessun naturalista si sarebbe minimamente meravigliato; perché la rarità è l'attributo di un vasto numero di specie di ogni classe in tutti i paesi. Se domandiamo perché questa o quella specie è rara, rispondiamo che nelle sue condizioni di vita vi è qualcosa di sfavorevole; ma in che consista questo «qualcosa» ci è difficile dirlo. Qualora il cavallo fossile ancora esistesse come specie rara, avremmo ritenuto per certo, in base all'analogia con tutti gli altri mammiferi, compreso l'elefante la cui riproduzione è lenta, e in base alla storia della naturalizzazione del cavallo domestico nell'America meridionale, che, in condizioni di vita più favorevoli, nel volgere di pochi anni avrebbe ripopolato tutto il continente. Ma non avremmo potuto dire quali condizioni sfavorevoli ostacolarono il suo accrescimento, se una sola o più circostanze, e in quale periodo della vita del cavallo e in quale grado, agirono separatamente. Se le condizioni fossero diventate progressivamente, se pur lentamente, sempre meno favorevoli, noi sicuramente non ce ne saremmo accorti, ma il cavallo fossile sarebbe via via diventato più raro, e si sarebbe infine estinto, cedendo il posto a qualche concorrente più fortunato.

È molto difficile tener sempre presente che l'accrescimento di ogni creatura è costantemente ostacolato da impercettibili agenti ostili e che questi sono ampiamente sufficienti a determinarne la rarità, e infine l'estinzione. Questo argomento è così poco compreso, che ho spesso sentito esprimere sorpresa per l'estinzione di animali giganteschi come il mastodonte e i più antichi dinosauri, come se la sola forza fisica potesse assicurare la vittoria nella battaglia per la vita. Al contrario, le mere dimensioni, come è stato osservato da Owen, possono in alcuni casi determinare una più rapida estinzione, a causa della maggiore quantità di cibo necessaria. Prima che l'uomo abitasse l'India o l'Africa, qualche causa deve avere ostacolato la continua moltiplicazione dell'elefante ivi esistente. Un giudice di grande competenza, il dottor Falconer, ritiene che gli insetti, soprattutto, tormentando e indebolendo senza tregua l'elefante, ne ostacolano la moltiplicazione in India; e Bruce è giunto alla stessa conclusione relativamente all'elefante africano dell'Abissinia. È certo che gli insetti e i pipistrelli vampiri condizionano l'esistenza dei più grossi quadrupedi naturalizzati in molte parti dell'America meridionale.

Nelle formazioni terziarie recenti, vediamo che in numerosi casi la rarità precede l'estinzione, e sappiamo che questa è stata la successio-

BOLLATI BORINGHIERI

ne degli eventi riguardo a quegli animali che, localmente o ovunque, sono stati sterminati dall'azione dell'uomo. Posso ripetere qui quanto ho scritto nel 1845, cioè: ammettere che le specie diventino generalmente rare prima di estinguersi, e non meravigliarsi se una specie è rara, ma meravigliarsi grandemente quando la specie cessa di esistere, è come ammettere che la malattia, nell'individuo, precorra la morte, e non provare sorpresa di fronte alla malattia, ma meravigliarsi poi se l'ammalato muore, e attribuire la morte a qualche azione violenta.

La teoria della selezione naturale è basata sull'opinione che ogni nuova varietà e, in ultima analisi, ogni nuova specie, si produce e si conserva perché ha qualche vantaggio su quelle con cui entra in concorrenza; e ne consegue quasi inevitabilmente l'estinzione delle forme meno favorite. Lo stesso accade per le nostre produzioni domestiche; infatti, quando si è allevata una varietà nuova e leggermente migliorata, essa dapprima soppianta le varietà meno perfezionate che si trovano nelle vicinanze; quando poi è molto perfezionata, viene portata lontano e vicino, come il nostro bestiame a corna corte, e prende il posto di altre razze in altri paesi. Così la comparsa di nuove forme e la scomparsa di vecchie forme, sia di quelle prodotte naturalmente sia di quelle prodotte artificialmente, sono dunque fatti connessi. Nei gruppi prosperi il numero di nuove forme specifiche, prodotte in un determinato tempo, talvolta è stato forse superiore a quello delle vecchie forme specifiche che sono state sterminate; ma noi sappiamo che, almeno nelle più recenti epoche geologiche, le specie non hanno continuato ad aumentare indefinitamente; così, guardando ai periodi più vicini, possiamo credere che la produzione di nuove forme abbia causato l'estinzione di quasi lo stesso numero di vecchie forme.

La concorrenza sarà generalmente più severa, come abbiamo già spiegato e dimostrato con esempi, fra le forme che più sono simili l'una all'altra, sotto tutti i rapporti. Di conseguenza i discendenti migliorati e modificati di una specie causeranno generalmente l'estinzione della specie progenitrice, e se molte forme nuove si sono sviluppate da una qualsiasi specie, le forme più affini alla specie, cioè le specie dello stesso genere, saranno le più suscettibili di sterminio. In tal modo, come credo, un certo numero di nuove specie discendenti da una sola specie, cioè un nuovo genere, giunge a soppiantare un vecchio genere, appartenente alla stessa famiglia. Ma deve essere spesso accaduto che una nuova specie appartenente a un certo gruppo si sia imposta in un luogo occupato da una specie appartenente a un gruppo distinto, causando così il suo sterminio. Se

molte forme affini si saranno sviluppate dall'intruso vittorioso, molte avranno ceduto il loro posto; e saranno allora generalmente le forme affini quelle che soffriranno, a causa di comuni inferiorità ereditate. Ma sia che le specie, che hanno ceduto il posto ad altre specie modificate e migliorate, appartengano alla stessa classe o a una classe distinta, possono darsi casi frequenti in cui alcune delle vittime possono conservarsi a lungo, o perché atte a particolari condizioni di vita, o perché abitano qualche isolata e lontana stazione, dove hanno potuto sottrarsi alla severa concorrenza. Per esempio, alcune specie di *Trigonia*, un grande genere di molluschi delle formazioni secondarie, sopravvivono nei mari australiani; e alcuni membri del grande gruppo quasi estinto dei pesci ganoidi abitano ancora le nostre acque dolci. Dunque l'estinzione totale di un gruppo è generalmente, come abbiamo visto, un processo più lento della sua produzione.

Riguardo all'apparente e improvvisa estinzione di famiglie o ordini interi, come quella delle trilobiti alla fine del periodo paleozoico, o delle ammoniti alla fine del periodo secondario, dobbiamo ricordare quanto già dicemmo sui probabili grandi intervalli di tempo fra le nostre formazioni consecutive; intervalli durante i quali c'è forse stata in misura notevole una lenta distruzione di forme. Inoltre, quando per improvvisa immigrazione o sviluppo insolitamente rapido, molte specie di un nuovo gruppo hanno preso possesso di una zona, molte delle più vecchie specie saranno state sterminate con corrispondente rapidità; e le forme così soppiantate sono probabilmente affini, perché hanno in comune la stessa inferiorità.

Così mi sembra dunque che il modo in cui singole specie isolate e interi gruppi di specie si estinguono concordi con la teoria della selezione naturale. Non dobbiamo meravigliarci dell'estinzione; serbiamo la nostra meraviglia per la presunzione con cui immaginiamo di comprendere le molte e complesse circostanze da cui dipende l'esistenza di ogni specie. Se dimentichiamo per un istante che ogni specie tende a moltiplicarsi disordinatamente e che è sempre in azione qualche ostacolo, di rado però da noi avvertito, allora l'intera economia della natura diviene assolutamente oscura. Quando saremo in grado di dire precisamente perché questa specie conta un maggior numero di individui di quella; perché questa specie e non un'altra può naturalizzarsi in un dato paese: allora e soltanto allora potremo giustamente meravigliarci di non saperci spiegare l'estinzione di una particolare specie o di gruppi di specie.

BOLLATI BORINGHIERI

*Sulle forme di vita che cambiano quasi simultaneamente
in tutto il mondo*

Forse nessuna scoperta della paleontologia è più straordinaria del cambiamento quasi simultaneo delle forme di vita in tutto il mondo. Così il nostro cretacico europeo può essere riconosciuto in molte regioni lontane, sotto i climi più diversi, dove non si può trovare neanche un frammento di terreno cretaceo; cioè nell'America settentrionale, nell'America meridionale, nella Terra del Fuoco, al Capo di Buona Speranza, nella penisola indiana. Infatti, in tutti questi luoghi lontani, i relitti organici di certi strati presentano un'incontestabile somiglianza con quelli del cretacico. Non già che si incontrino le stesse specie; perché in alcuni casi neanche una specie è assolutamente identica, ma esse appartengono alle stesse famiglie, generi e suddivisioni di generi, e sono talvolta caratterizzate similmente in elementi di insignificante importanza, come la semplice struttura superficiale. Inoltre altre forme che non si trovano nel cretacico dell'Europa, ma che si trovano nelle formazioni superiori o inferiori, si susseguono con lo stesso ordine in quelle distanti regioni della terra. Nelle varie successive formazioni paleozoiche della Russia, dell'Europa occidentale e dell'America settentrionale, un simile parallelismo delle forme di vita è stato osservato da parecchi autori; secondo Lyell, lo stesso si verifica nei depositi terziari d'Europa e dell'America settentrionale. Anche se non si tenessero in conto le poche specie fossili comuni al Nuovo e al Vecchio mondo, il generale parallelismo delle successive forme di vita negli strati paleozoici e negli strati terziari sarebbe nondimeno evidente, e le diverse formazioni potrebbero essere facilmente correlate tra di loro.

Tuttavia queste osservazioni si riferiscono solo agli abitanti marini del mondo e non abbiamo dati sufficienti per giudicare se le produzioni terrestri e d'acqua dolce di zone distanti cambino in modo ugualmente parallelo. Possiamo dubitare che si siano modificati in questo modo: se il megaterio, il milodonte, la macrauchenia e il toxodonte fossero stati portati in Europa dalla Plata, senza alcuna informazione relativa alla loro posizione geologica, nessuno avrebbe potuto sospettare la loro coesistenza con molluschi marini ancora esistenti; ma poiché questi anomali mostri coesistertero con il mastodonte e il cavallo, potrebbe almeno dedursi che essi vissero durante uno degli ultimi periodi del terziario.

BOLLATI BORINGHIERI

Quando diciamo che le forme marine sono cambiate simultaneamente, nel mondo intero, non si deve supporre che questa espressione si riferisca allo stesso anno, o allo stesso secolo, o nemmeno che abbia uno stretto significato geologico; perché, se tutti gli animali marini attualmente viventi in Europa, e quelli che vi sono vissuti nel pleistocene (periodo assai remoto se misurato in anni, in quanto include tutta l'epoca glaciale) fossero confrontati con quelli oggi esistenti nell'America meridionale o in Australia, il più abile naturalista potrebbe difficilmente dire se gli attuali abitanti o gli abitanti pleistocenici dell'Europa siano più somiglianti a quelli dell'emisfero australe. Così, inoltre, diversi osservatori molto competenti sostengono che le produzioni attuali degli Stati Uniti sono assai più strettamente imparentate con quelle che vissero in Europa in alcuni recenti periodi del terziario, che non gli abitanti attuali d'Europa; e se così fosse, è evidente che gli strati fossiliferi depositati attualmente sulle coste dell'America settentrionale potrebbero in avvenire essere facilmente classificati con alcuni strati europei un po' più antichi. Tuttavia non c'è dubbio che, in un lontano avvenire, tutte le più moderne formazioni *marine*, cioè quelle del pliocene superiore, del pleistocene e dei depositi veramente moderni d'Europa, dell'America settentrionale e meridionale, e dell'Australia, potranno con ragione essere classificati come simultanei in senso geologico, perché comprenderanno residui fossili in qualche grado affini, e non includeranno le forme proprie dei depositi inferiori più antichi.

Il cambiamento simultaneo delle forme di vita, in parti distanti del mondo (inteso nel suo ampio significato), ha colpito grandemente eminenti osservatori quali i signori De Verneuil e D'Archiac. Dopo aver accennato al parallelismo delle forme di vita paleozoiche in diverse parti d'Europa, essi aggiungono: «Se, colpiti da questa strana successione, rivolgiamo la nostra attenzione all'America settentrionale, e vi scopriamo una serie di fenomeni analoghi, apparirà chiaro che tutte queste modificazioni delle specie, la loro estinzione e l'introduzione di specie nuove, non possono essere causate semplicemente da cambiamenti delle correnti marine o da altre cause più o meno locali e temporanee, ma dipendono dalle leggi generali che governano tutto il regno animale». Barrande ha fatto altre considerazioni di grande valore che tendono alla stessa conclusione. Sarebbe perciò del tutto inutile considerare i cambiamenti delle correnti, del clima, o di altre condizioni fisiche come le cause di questi grandi mutamenti nelle forme di vita nel mondo, sotto i climi più differenti. Dobbiamo pensare, come ha osser-

BOLLATI BORINGHIERI

vato Barrande, a qualche legge particolare. Vedremo ciò più chiaramente quando ci occuperemo della distribuzione attuale degli esseri organici, e vedremo quanto tenue sia il rapporto fra le condizioni fisiche delle varie regioni e la natura dei loro abitanti.

Questo importante fatto della successione parallela di forme di vita in tutto il mondo può spiegarsi con la teoria della selezione naturale. Nuove specie si formano in virtù di qualche vantaggio sulle forme più vecchie; e le forme già dominanti, o provviste di qualche vantaggio sulle altre nel proprio paese, danno origine al più gran numero di nuove varietà o specie incipienti. Abbiamo un chiaro esempio, a questo proposito, nel fatto che le piante dominanti, cioè le più comuni e più largamente diffuse sono quelle che producono il maggior numero di varietà nuove. È anche naturale che le specie dominanti, variabili e di larga diffusione, le quali hanno già in parte invaso i territori di altre specie, debbano essere quelle che avrebbero la maggiore probabilità di diffondersi ulteriormente e di dare origine in nuove contrade ad altre varietà e specie nuove. Il processo di diffusione può essere spesso molto lento, perché dipende dai cambiamenti climatici e geografici, da strani accidenti, e dalla graduale acclimazione delle nuove specie ai vari climi attraverso cui debbono passare, ma nel corso del tempo le forme dominanti riusciranno generalmente a diffondersi e finiranno per prevalere. La diffusione sarà, probabilmente, più lenta per gli abitanti terrestri dei vari continenti che per gli abitanti del mare, ambiente continuo. Dovremmo perciò aspettarci di trovare, come infatti troviamo, un grado meno stretto di parallelismo nella successione delle produzioni terrestri che in quelle marine.

Così, mi sembra, la successione parallela e, in senso largo, simultanea, delle stesse forme di vita nel mondo, concorda con il principio secondo cui nuove specie si sono formate da specie dominanti di larga diffusione e variabili; le specie nuove così prodotte diventano a loro volta dominanti, in virtù di qualche vantaggio sui loro progenitori già dominanti, e altresì su altre specie, diffondendosi, variando e producendo forme nuove. Le vecchie forme, che sono sopraffatte e cedono il posto alle nuove e vittoriose forme, saranno generalmente affini per gruppi, per avere ereditato qualche comune caratteristica d'inferiorità; e perciò, mentre nuovi e perfezionati gruppi si diffondono sulla terra, vecchi gruppi scompaiono, e ovunque la successione delle forme tende a corrispondersi tanto nella prima apparizione, quanto nella loro scomparsa finale.

BOLLATI BORINGHIERI

Ritengo valga la pena fare ancora un'osservazione sull'argomento. Ho indicato le ragioni che mi portano a credere che la maggioranza delle nostre grandi formazioni ricche di fossili siano state depositate nel corso di periodi di immersione; e che intervalli vuoti di grande durata, per quanto concerne i fossili, devono essersi verificati nei periodi in cui il fondo del mare era o stazionario o in via di sollevamento, e anche quando i sedimenti non si depositavano in grande quantità, né abbastanza rapidamente per ricoprire e conservare i resti organici. Suppongo che, durante questi lunghi e vuoti periodi, gli abitanti di tutte le regioni subirono una somma considerevole di modificazioni ed estinzioni, e che vi furono grandi migrazioni da altre parti della terra. Poiché c'è motivo di credere che vaste aree abbiano subito gli stessi movimenti, è probabile che formazioni strettamente contemporanee si siano spesso accumulate in zone molto ampie nella stessa parte del mondo; ma ciò non ci dà il diritto di concludere che questo sia accaduto invariabilmente, e che ampie aree siano state invariabilmente sottoposte a uguali movimenti. Quando due formazioni si sono depositate in due regioni quasi, ma non esattamente, nello stesso periodo, dovremmo trovare in entrambe, per le ragioni spiegate nei paragrafi precedenti, la stessa successione generale delle forme di vita; ma le specie non si corrispondono esattamente; perché in una regione per la modificazione, l'estinzione e l'immigrazione sarà stato necessario un po' più di tempo che nell'altra.

Credo che casi simili si siano verificati in Europa. Il signor Prestwich, nelle sue mirabili memorie sui depositi eocenici d'Inghilterra e di Francia, ha potuto stabilire uno stretto parallelismo generale fra gli strati successivi nei due paesi; ma quando confronta certi strati dell'Inghilterra con quelli della Francia, pur trovando in entrambi una curiosa concordanza nel numero delle specie appartenenti agli stessi generi, le specie stesse differiscono tuttavia in modo molto difficile a spiegarsi, se si considera la prossimità dei due territori, a meno che non si presuma che un istmo separasse due mari abitati da faune distinte, ma contemporanee. Lyell ha fatto osservazioni simili su alcune formazioni terziarie più recenti. Anche Barrande dimostra l'esistenza di un notevole parallelismo generale nei successivi depositi silurici della Boemia e della Scandinavia; tuttavia egli trova un sorprendente complesso di differenze fra le specie. Se le diverse formazioni di queste regioni non si sono depositate nell'identico periodo (poiché in una regione una formazione corrisponde a un periodo di inattività in un'altra), e se in

entrambe le regioni le specie hanno subito lenti cambiamenti durante l'accumularsi delle diverse formazioni e durante i lunghi intervalli di tempo che le separano; in questo caso le numerose formazioni nelle due regioni potrebbero essere disposte nello stesso ordine, in conformità con la successione generale delle forme di vita, e l'ordine sembrerebbe, a torto, rigorosamente parallelo; ciononostante le specie non sarebbero tutte le stesse negli stadi apparentemente corrispondenti nelle due regioni.

Sulle affinità delle specie estinte, fra loro e con forme viventi

Consideriamo ora le reciproche affinità tra le specie estinte e quelle viventi. Tutte rientrano in poche e grandi classi: e questo fatto si spiega subito con il principio della discendenza. Quanto più antica è una forma, tanto più, come legge generale, essa differisce dalle forme viventi. Ma, come ha notato Buckland già molto tempo fa, le specie estinte possono essere tutte incluse nei gruppi ancora esistenti e collocate fra di essi. Che le forme estinte di vita aiutino a colmare gli intervalli tra generi, famiglie e ordini esistenti, è indubbiamente vero; ma, poiché questa asserzione è stata spesso ignorata o persino negata, sarà bene fare alcune osservazioni su tale argomento, e portare qualche esempio. Se limitassimo la nostra attenzione alle specie viventi o a quelle estinte della stessa classe, la serie sarebbe assai meno perfetta di quanto sarebbe se noi le combinassimo entrambe in uno stesso sistema generale. Negli scritti del professor Owen ci imbattiamo continuamente nell'espressione «forme generalizzate», applicata agli animali estinti; e negli scritti di Agassiz si parla di tipi «profetici o sintetici»; e questi termini stanno a indicare che tali forme sono in realtà anelli intermedi o di congiunzione. Un altro insigne paleontologo, Gaudry, ha dimostrato nel modo più convincente che molti dei mammiferi fossili da lui scoperti nell'Attica servono a colmare i vuoti tra i generi esistenti. Cuvier classificò i ruminanti e i pachidermi come due tra i più distinti ordini di mammiferi: ma sono stati dissepoliti in così gran numero gli anelli fossili che Owen ha dovuto modificare l'intera classificazione, e ha collocato certi pachidermi in uno stesso sottordine con i ruminanti; per esempio, egli ha colmato grado a grado l'apparentemente grande lacuna tra il suino e il cammello. Gli ungulati, o mammiferi forniti di zoccoli, si

BOLLATI BORINGHIERI

dividono ora in bisulci e solipedi; ma la *macrauchenia* dell'America meridionale in una certa misura collega queste due grandi divisioni. Nessuno vorrà negare che l'*Hipparion* è intermedio tra il cavallo attuale e certe più vecchie forme ungate. Qual meraviglioso anello intermedio nella catena dei mammiferi è il *Tyotherium* dell'America meridionale, come lo indica il nome datogli dal professor Gervais, e che non trova più posto in nessun ordine esistente di mammiferi! I sirenidi formano un gruppo molto distinto di mammiferi, e una delle più notevoli caratteristiche del dugongo e del lamantino attuali è la mancanza totale di arti posteriori, dei quali non rimane alcun rudimento; ma secondo il professor Flower l'estinto *Halitherium* aveva un femore ossificato «articolato con un acetabulo ben definito del bacino»; e per questo si avvicina ai comuni quadrupedi provvisti di zoccoli, a cui i sirenidi sono, per altri aspetti, affini. I cetacei o balene sono molto differenti da tutti gli altri mammiferi, ma lo *Zeuglodon* e lo *Squalodon* del terziario, che sono stati collocati da alcuni naturalisti in un ordine separato, sono considerati dal professor Huxley indubbiamente come cetacei «che costituiscono un legame di connessione con i carnivori acquatici».

Anche l'enorme intervallo tra uccelli e rettili è parzialmente colmato nella maniera più inattesa, come ha dimostrato il naturalista predetto, da un lato dallo struzzo e dall'estinto *Archeopteryx*, e dall'altro dal *Compsognathus*, uno dei dinosauri, il gruppo che include i rettili terrestri più giganteschi. Riguardo agli invertebrati, Barrande – e non si potrebbe citare una fonte più autorevole – afferma che le scoperte di ogni giorno provano che, sebbene gli animali paleozoici possano certamente essere classificati nei gruppi esistenti, pure, in quel lontano periodo, i gruppi non erano così nettamente separati come ora.

Alcuni autori hanno obiettato che una qualunque specie o gruppo di specie estinte, possono essere considerate come intermedie fra due qualsiasi specie viventi, o gruppi di specie. Se con questo termine intermedio si intende che una forma estinta è direttamente intermedia, per tutti i suoi caratteri, fra due forme o gruppi viventi, l'obiezione può essere valida. Ma in una classificazione naturale molte specie fossili certamente si collocano fra le specie viventi, e alcuni generi estinti fra i generi viventi, e anche fra generi appartenenti a famiglie distinte. Il caso più comune, soprattutto quando si tratta di gruppi molto differenti, come i pesci e i rettili, sembra essere che, ammettendo che allo stato attuale questi gruppi si distinguano per una dozzina di caratteri,

BOLLATI BORINGHIERI

gli antichi membri sono separati da un numero di caratteri un po' inferiore; cosicchè i due gruppi erano in passato un po' più vicini l'uno all'altro di quanto lo siano attualmente.

Si crede comunemente che, quanto più una forma è antica, tanto più tende a collegare, per qualche suo carattere, gruppi attualmente molto lontani l'uno dall'altro. Questa osservazione deve essere circoscritta senza dubbio a quei gruppi che hanno subito numerosi cambiamenti nel corso delle età geologiche; e sarebbe difficile provare la verità di questa proposizione, perché di quando in quando si scopre che persino un animale vivente, come il *Lepidosiren*, presenta affinità precise con gruppi molto distinti. Eppure se confrontiamo i più antichi rettili e anfibi, i più antichi pesci, i più antichi cefalopodi e i mammiferi dell'eocene con i membri più recenti delle stesse classi, dobbiamo riconoscere che in questa osservazione c'è del vero.

Vediamo ora fino a quale punto questi vari fatti e deduzioni concordano con la teoria della discendenza con modificazione. Data la complessità del soggetto, devo pregare il lettore di ricorrere al diagramma di pagine 182-83. Supponiamo che le lettere numerate rappresentino i generi, e le linee punteggiate che da esse divergono, le specie di ciascun genere. Il diagramma è troppo semplice, in quanto troppo pochi generi e troppo poche specie vi sono rappresentati, ma questo non ha importanza per noi. Le linee orizzontali possono rappresentare formazioni geologiche successive, e si possono considerare estinte tutte le forme poste al di sotto della linea superiore. I tre generi esistenti a^{14} , q^{14} , p^{14} , formeranno una piccola famiglia; b^{14} e f^{14} , una famiglia molto vicina o sottofamiglia; ed o^{14} , l^{14} , m^{14} , una terza famiglia. Queste tre famiglie, insieme con i molti generi estinti delle diverse linee di discendenza che divergono dalla forma progenitrice (A) formeranno un ordine, poiché tutti avranno ereditato qualcosa in comune dal loro progenitore antico. In base al principio della continuata tendenza alla divergenza dei caratteri, già illustrata nel nostro diagramma, quanto più una forma è recente, tanto più differirà generalmente dall'antico progenitore. Possiamo perciò capire la norma che i fossili più antichi maggiormente differiscono dalle forme esistenti. Non dobbiamo tuttavia considerare che la divergenza dei caratteri sia un'eventualità necessaria; essa dipende esclusivamente dal fatto che i discendenti di una specie siano in tal modo messi in grado di occupare numerosi e differenti posti nell'economia della natura. Perciò è del tutto possibile, come abbiamo visto nel caso di alcune forme del silurico, che una specie possa conservarsi

BOLLATI BORINGHIERI

con piccole modificazioni in relazione a condizioni di vita leggermente modificate, pur mantenendo per un lungo periodo le stesse caratteristiche generali. Questo è rappresentato nel diagramma dalla lettera F^{14} .

Tutte le molte forme, estinte e recenti, derivate da (A) costituiscono, come abbiamo osservato prima, un ordine; e quest'ordine, a causa dei continuati effetti dell'estinzione e della divergenza dei caratteri, si è diviso in diverse sottofamiglie e famiglie, alcune delle quali si suppone siano perite in periodi differenti, e altre si suppone abbiano durato fino ai nostri giorni.

Dall'osservazione del diagramma vediamo che, se scopriamo, su vari punti posti in basso nella serie, molte delle forme estinte che si suppone siano state sepolte nelle formazioni successive, le tre famiglie esistenti situate al di sopra della linea superiore risulterebbero meno distinte l'una dall'altra. Se, per esempio, i generi a^1 , a^5 , a^{10} , f^8 , m^3 , m^6 , m^9 , fossero dissotterrati, tre famiglie sarebbero così strettamente collegate assieme che probabilmente dovrebbero esser riunite in una sola grande famiglia, press'a poco come è accaduto con i ruminanti e con certi pachidermi. Eppure chi si opponesse a considerare come intermedi i generi estinti che così collegano i generi viventi di tre famiglie, potrebbe essere in parte giustificato poiché essi sono intermedi, non direttamente, ma soltanto per un lungo e tortuoso corso attraverso numerose forme molto differenti. Se si scoprissero molte forme estinte al di sopra di una delle linee orizzontali mediane che rappresentano le formazioni geologiche – per esempio al di sopra del numero VI – ma nessuna al di sotto di questa linea, soltanto due famiglie (quelle sulla sinistra: a^{14} ecc. e b^{14} ecc.) dovrebbero essere riunite in una; e resterebbero due famiglie, che sarebbero meno distinte l'una dall'altra di quanto fossero prima della scoperta dei fossili. Così ancora, se supponiamo che le tre famiglie formate da otto generi (da a^{14} a m^{14}) sulla linea superiore differiscano l'una dall'altra per una mezza dozzina di caratteri importanti, allora le famiglie esistenti all'epoca contrassegnata con VI, dovevano certamente differire l'una dall'altra per un numero inferiore di caratteri; poiché a questo remoto stadio della discendenza la loro divergenza dal loro comune progenitore sarebbe stata minore. Così avviene che generi antichi ed estinti sono sovente in maggiore o minor grado intermedi nel carattere fra i loro discendenti modificati, o fra i loro parenti collaterali.

In natura questo processo sarà molto più complicato di quello raffigurato nel diagramma; poiché i gruppi saranno stati più numerosi, essi

BOLLATI BORINGHIERI

avranno perdurato per periodi di tempo estremamente ineguali, e saranno stati modificati in vari gradi. Poiché possediamo soltanto l'ultimo volume delle memorie geologiche, e poiché questo volume è in condizioni molto frammentarie, non abbiamo ragione di aspettarci, tranne casi rari, di colmare le ampie lacune del sistema naturale, e così di collegare famiglie o ordini distinti. Ciò che abbiamo, invece, ragione di aspettarci è che quei gruppi che hanno subito molte modificazioni nei periodi geologici conosciuti, si avvicinino un po' gli uni agli altri nelle formazioni più antiche; cosicché i più antichi membri di questi gruppi differiscano meno l'uno dall'altro per alcuni caratteri di quanto differiscano gli esistenti membri degli stessi gruppi; e questo è spesso il caso, per concorde testimonianza dei nostri migliori paleontologi.

Così, in base alla teoria della discendenza con modificazioni, i principali fatti relativi alle reciproche affinità delle forme estinte di vita, fra di loro e con le forme viventi, si spiegano in maniera soddisfacente, mentre sono del tutto inspiegabili in base a qualsiasi altro punto di vista.

Sulla base di questa stessa teoria è evidente che la fauna di ogni grande periodo della storia della terra sarà intermedia, per i suoi caratteri generali, tra quella che l'ha preceduta e quella che l'ha seguita. Così, le specie vissute nel sesto grande periodo di discendenza del diagramma, sono i discendenti modificati di quelle che vissero nel quinto periodo, e sono le progenitrici di quelle che divennero ancora più modificate nel settimo periodo; esse perciò non potrebbero non essere approssimativamente intermedie, nei loro caratteri, fra le forme di vita anteriori e quelle posteriori. Dobbiamo tuttavia tener conto dell'estinzione completa di alcune forme anteriori, dell'immigrazione in una qualunque regione di forme venute da altre regioni, e di una considerevole somma di modificazioni nei lunghi e vuoti intervalli fra le successive formazioni. Tenuto conto di queste limitazioni, la fauna di ogni periodo geologico ha certamente caratteri intermedi fra quelli della fauna che l'ha preceduta e quelli della fauna che l'ha seguita. Mi basterà fare un esempio: i fossili del devoniano, al momento della loro scoperta, furono immediatamente riconosciuti dai paleontologi come intermedi per i loro caratteri fra i fossili precedenti del carbonifero, e quelli seguenti, del silurico. Ma ogni fauna non è di necessità esattamente intermedia, poiché tra le formazioni consecutive sono corsi ineguali intervalli di tempo.

Il fatto che alcuni generi facciano eccezione alla regola non può costituire una valida obiezione alla verità dell'asserzione che la fauna

BOLLATI BORINGHIERI

di ogni periodo è, nel suo complesso, quasi intermedia tra quella che la precede e quella che la segue. Per esempio, le specie dei mastodonti e degli elefanti, come sono state classificate dal dottor Falconer in due serie – nella prima in base alle loro affinità reciproche, nella seconda in base ai periodi della loro esistenza – non concordano nella disposizione. Le specie che hanno caratteri estremi non sono le più vecchie o le più giovani, né quelle che hanno caratteri intermedi sono intermedie per età. Ma supponendo per un istante, in questo e in altri casi analoghi, che i documenti del primo apparire e della scomparsa delle specie siano completi, ciò che è ben lungi dall'essere vero, non abbiamo ragione di credere che forme prodotte successivamente si perpetuino necessariamente per corrispondenti periodi di tempo. Una forma molto antica può occasionalmente essere durata molto più a lungo di una forma prodotta altrove posteriormente, soprattutto nel caso di produzioni terrestri che abitino zone separate. Confrontiamo piccole cose con grandi cose: se le principali razze viventi ed estinte di colombi domestici fossero disposte in serie basate sull'affinità, questa disposizione non concorderebbe perfettamente con l'ordine della loro produzione nel tempo, e ancor meno con quello della loro scomparsa; infatti il progenitore colombo torraiole esiste ancora; e numerose varietà intermedie fra il torraiole e il messaggero si sono estinte; e i messaggeri, che sono estremi per l'importante carattere della lunghezza del becco, hanno un'origine più antica dei capitombolanti a becco corto, i quali sono, sotto questo aspetto, all'altra estremità della serie.

Strettamente connesso con il principio che i relitti organici di una formazione intermedia hanno in qualche grado caratteri intermedi, è il fatto, su cui insistono tutti i paleontologi, che i fossili di due formazioni consecutive sono molto più affini fra loro dei fossili di due formazioni molto lontane. Pictet cita un ben noto esempio: la generale somiglianza dei relitti fossili dei diversi periodi del cretaceo, sebbene le specie di ogni strato siano chiaramente distinte. Questo solo fatto, per la sua generalità, sembra avere scosso la credenza di Pictet nell'immutabilità delle specie. Chiunque conosca la distribuzione delle specie esistenti sul globo, non tenterà di spiegare la stretta somiglianza fra specie distinte di due formazioni consecutive con la persistenza nelle antiche aree di condizioni fisiche quasi immutate. Basti ricordare che le forme di vita, per lo meno quelle che popolano i mari, sono cambiate quasi contemporaneamente in tutto il mondo e, di conseguenza, sotto i climi e nelle condizioni più differenti. Consideriamo le prodigiose vicissitudini del

BOLLATI BORINGHIERI

clima nel pleistocene, che comprende tutta l'epoca glaciale, e notiamo in quale minima misura esse influenzeranno le forme specifiche degli abitanti del mare.

In base alla teoria della discendenza, è di ovvia comprensione la stretta affinità fra i relitti fossili di formazioni rigorosamente consecutive, anche se classificati come specie distinte. Poiché l'accumulo di ogni formazione è stato spesso interrotto, e lunghi intervalli (vuoti) sono intervenuti fra successive formazioni, non dovremmo aspettarci di trovare, come ho cercato di dimostrare nel capitolo precedente, in una o due formazioni qualunque tutte le varietà intermedie fra le specie apparse all'inizio e alla fine di questi periodi; dovremmo invece trovare, dopo intervalli molto lunghi se computati in anni, moderatamente lunghi se computati geologicamente, forme molto affini, o come sono state chiamate da alcuni autori, specie rappresentative; e queste si trovano effettivamente. In breve noi abbiamo la prova delle lente e quasi impercettibili mutazioni di forme specifiche, come abbiamo diritto di aspettarci.

Sul grado di sviluppo delle forme antiche paragonate a quelle viventi

Nel quarto capitolo abbiamo visto che il grado di differenziazione e specializzazione delle parti negli esseri viventi adulti è la miglior misura, come già abbiamo accennato, del loro grado di perfezione o elevatezza. Abbiamo visto anche che, essendo la specializzazione delle parti un vantaggio per ogni essere, la selezione naturale tenderà a specializzare e perfezionare l'organizzazione di ogni individuo e a renderla in questo senso più elevata; può tuttavia lasciare a molti esseri strutture semplici e non perfezionate, adatte a condizioni elementari di vita, e in alcuni casi può addirittura semplificare e degradare gli organismi, pur lasciando questi esseri degradati più idonei al loro nuovo genere di vita. In modo diverso e più generale, le specie nuove diventano superiori a quelle che le precedono; perché nella lotta per l'esistenza esse devono battere vittoriosamente tutte le forme più vecchie, con cui vengono a trovarsi in stretta concorrenza. Possiamo perciò concludere che se, sotto un clima quasi uguale, si potessero mettere in concorrenza gli abitanti eocenici del mondo con quelli attuali, questi ultimi batterebbero i primi e li sterminerebbero; così come gli abitanti dell'eocene batterebbero quelli del secondario, e questi quelli del paleozoico. Così che, per questa prova

BOLLATI BORINGHIERI

fondamentale della vittoria nella lotta per l'esistenza, come per la misura di specializzazione degli organi, le forme moderne dovrebbero, per la teoria della selezione naturale, essere più elevate delle forme antiche. È effettivamente così. La grande maggioranza dei paleontologi risponderebbe affermativamente, e sembra che tale risposta corrisponda a verità, nonostante la difficoltà di prova.

Non è valida obiezione a questa conclusione il fatto che certi brachiopodi si siano solo leggermente modificati a partire da una remotissima epoca geologica, e che certi molluschi terrestri e d'acqua dolce siano rimasti quasi uguali, dal tempo, a quanto ci è dato sapere, della loro prima comparsa sulla terra. Né rappresenta una difficoltà insuperabile il fatto, contestato dal dottor Carpenter, che l'organizzazione dei foraminiferi non abbia progredito dall'epoca laurenziana; infatti alcuni organismi devono rimanere idonei a condizioni di vita molto semplici: e quali organismi lo sono meglio di questi protozoi d'organizzazione inferiore? Obiezioni come queste sarebbero fatali alla mia teoria, se essa implicasse il progredire dell'organizzazione come una condizione necessaria. E sarebbero altresì fatali se, per esempio, si potesse provare che i suddetti foraminiferi sono apparsi per la prima volta nell'epoca laurenziana, o i suddetti brachiopodi durante la formazione cambriana; perché in tal caso non sarebbe trascorso il tempo sufficiente a questi organismi per arrivare al grado di sviluppo da essi raggiunto. La teoria della selezione non esige che gli organismi, arrivati a uno stadio determinato, debbano ulteriormente progredire, anche se, in ogni epoca successiva, devono leggermente modificarsi, così da conservare il loro posto relativamente ai lievi cambiamenti delle condizioni ambientali. Le suddette obiezioni sono impiegate sul problema della nostra reale conoscenza dell'età della terra, e dei periodi in cui le varie forme di vita sono comparse per la prima volta; e ciò potrebbe essere confutato.

Stabilire se l'organizzazione nel suo complesso abbia progredito è questione comunque molto complessa. I documenti geologici, sempre imperfetti, non risalgono abbastanza indietro da poter stabilire con assoluta chiarezza se, entro i limiti della storia conosciuta del mondo, l'organizzazione abbia fatto grandi progressi. Anche attualmente, i naturalisti non sono unanimi nello stabilire quali, fra i membri di una stessa classe, devono essere classificati come superiori; così alcuni considerano i selaci, o pescecani, i pesci situati più in alto nella scala, perché si avvicinano ai rettili per alcuni punti importanti della struttura; altri considerano più elevati i teleostei. I ganoidi sono intermedi fra i selaci e i teleostei; que-

BOLLATI BORINGHIERI

sti ultimi sono oggi di gran lunga preponderanti numericamente; ma in passato esistevano solo i selaci e i ganoidi; di conseguenza, secondo il tipo prescelto di perfezione, si potrà dire se i pesci hanno progredito o retrocesso nell'organizzazione. Stabilire la superiorità relativa dei membri di classi diverse sembra impresa disperata; chi potrà decidere se la seppia sia più elevata dell'ape, insetto che il grande Von Baer considerava «più altamente organizzato del pesce, benché secondo un altro tipo»? È del tutto credibile che nella complessa lotta per la vita i crostacei, gruppo non troppo elevato nell'ambito della propria classe, possano vincere i cefalopodi, che costituiscono il tipo superiore dei molluschi; i crostacei, pur non essendo altamente sviluppati, occupano una posizione molto elevata nella scala degli invertebrati, se si giudica in base alla prova più decisiva: la legge della lotta. Prescindendo da queste difficoltà, che si presentano quando si deve determinare quali sono le forme che hanno un'organizzazione più progredita, non dovremmo limitarci a confrontare i membri superiori di una classe in due epoche qualsiasi (anche se questo è senza dubbio uno degli elementi principali o assolutamente il più importante per il confronto), ma dovremmo confrontare tutti i membri, superiori e inferiori, in quei due periodi. In un'epoca remota i molluschi più elevati e quelli più bassi, cioè i cefalopodi e i brachiopodi, esistevano in numero sconfinato; attualmente questi due gruppi sono molto ridotti, mentre altri, con organizzazione intermedia, sono largamente aumentati; di conseguenza, alcuni naturalisti sostengono che i molluschi avevano in passato un'organizzazione superiore a quella attuale. Ma si può sostenere l'opinione contraria, citando la grande riduzione dei brachiopodi e il fatto che i cefalopodi attualmente esistenti, sebbene poco numerosi, presentano un'organizzazione molto più elevata di quella dei loro antichi rappresentanti. Dovremmo anche confrontare il numero proporzionale delle classi superiori e inferiori esistenti in tutto il mondo in due periodi qualsiasi; se per esempio oggi esistono cinquantamila forme di vertebrati, e se sappiamo che in un'epoca anteriore ne esistevano soltanto diecimila, dovremmo considerare questo aumento numerico della classe superiore, che implica considerevole spostamento di forme inferiori, come un progresso decisivo nell'organizzazione del mondo. Vediamo così come sia disperatamente difficile comparare con perfetta equità, in condizioni così complesse, il livello di organizzazione delle faune imperfettamente conosciute di periodi successivi.

BOLLATI BORINGHIERI

Potremo meglio apprezzare questa difficoltà, se consideriamo certe faune e flore attuali. La straordinaria rapidità con cui le produzioni europee si sono recentemente diffuse nella Nuova Zelanda, e con cui si sono impadronite di posti che dovevano essere precedentemente occupati dalle forme indigene, ci induce a credere che, se tutti gli animali e le piante della Gran Bretagna fossero messi in libertà nella Nuova Zelanda, un gran numero di forme britanniche vi si naturalizzerebbero nel corso del tempo, e sterminerebbero molte forme indigene. D'altra parte, il fatto che non un solo abitante dell'emisfero australe sia diventato selvaggio in qualche parte dell'Europa, ci permette di dubitare che, se tutte le produzioni della Nuova Zelanda fossero allevate liberamente in Gran Bretagna, esse occuperebbero in numero considerevole il posto occupato dalle nostre piante e dai nostri animali indigeni. Da questo punto di vista, le produzioni della Gran Bretagna sono molto superiori a quelle della Nuova Zelanda. Tuttavia, il naturalista più abile non avrebbe potuto prevedere questo risultato, dall'esame delle specie dei due paesi.

Agassiz e molti altri giudici competenti sostengono che gli animali antichi assomigliano in certo grado agli embrioni degli animali attuali che appartengono alla stessa classe; e sostengono anche che la successione geologica delle forme estinte ha un andamento quasi parallelo a quello dello sviluppo embriologico delle forme attuali. Questa ipotesi concorda mirabilmente con la nostra teoria. In un prossimo capitolo cercherò di mostrare che l'adulto differisce dall'embrione a causa di variazioni sopravvenute in età non precoce, che sono state ereditate dai discendenti all'età corrispondente.

Questo processo, mentre lascia l'embrione quasi inalterato, differenzia in misura sempre maggiore l'adulto, nel corso di successive generazioni. L'embrione resta così come una sorta di ritratto, conservato dalla natura, della condizione precedente e meno modificata della specie. Questa ipotesi può essere vera, e tuttavia potrebbe non essere mai provata. Quando si vede, per esempio, che i mammiferi, i rettili e i pesci, da più tempo conosciuti, appartengono rigorosamente alle loro rispettive classi, sebbene alcune di queste vecchie forme siano appena meno distinte l'una dall'altra di quanto lo sono attualmente i membri tipici degli stessi gruppi, è vano cercare animali che riuniscano i caratteri embriologici comuni ai vertebrati, fin quando non saranno stati scoperti depositi ricchi di fossili, al di sotto degli strati inferiori del cambriano, scoperta che è da ritenersi poco probabile.

BOLLATI BORINGHIERI

Sulla successione degli stessi tipi nelle stesse aree, durante gli ultimi periodi del terziario

Molti anni fa il signor Clift ha dimostrato che i mammiferi fossili delle caverne australiane sono strettamente affini ai marsupiali che abitano attualmente questo continente. Nell'America meridionale, una simile parentela è evidente, anche per l'occhio del profano, nei giganteschi frammenti di armature, simili a quella dell'armadillo, trovati in diverse parti della Plata; e il professor Owen ha dimostrato nella maniera più convincente che la maggioranza dei mammiferi fossili, colà seppelliti in gran numero, sono affini ai tipi dell'America meridionale. Questa parentela è ancora più evidente nella stupenda collezione di ossa fossili raccolta dai signori Lund e Clausen nelle caverne del Brasile. Fui così colpito da questi fatti che, nel 1839 e nel 1845, ho vivamente insistito su questa «legge della successione dei tipi», su «questa straordinaria parentela nello stesso continente fra le forme estinte e quelle viventi». Owen ha in seguito esteso la stessa generalizzazione ai mammiferi del Vecchio mondo. Troviamo conferma di questa legge nella ricostruzione fatta da questo scrittore dei giganteschi e oggi estinti uccelli della Nuova Zelanda. E lo vediamo anche negli uccelli delle caverne del Brasile. Il signor Woodward ha dimostrato che questa stessa legge si applica ai molluschi marini, ma con minore evidenza, a causa della vasta distribuzione della maggior parte dei molluschi. Si potrebbero aggiungere altri esempi, come i rapporti fra le forme estinte e quelle viventi dei molluschi terrestri di Madera, e fra i molluschi estinti e quelli viventi delle acque salmastre del mare Aralo-Caspico.

Ora, qual è il significato di questa importante legge della successione degli stessi tipi entro una stessa area? Sarebbe temerario colui che, dopo aver confrontato l'attuale clima australiano con quello di alcune parti dell'America meridionale sotto la stessa latitudine, tentasse di spiegare, da una parte la differenza degli abitanti di questi due continenti con la differenza di condizioni fisiche, e, dall'altra parte, l'uniformità di tipi estinti in ciascun continente negli ultimi periodi terziari con la somiglianza delle condizioni fisiche. Né si può pretendere che sia una legge immutabile la produzione prevalente o esclusiva di marsupiali in Australia; o che gli sdentati e altri tipi americani si siano prodotti esclusivamente nell'America meridionale. Sappiamo infatti che l'Europa era anticamente popolata da numerosi marsupiali, e ho

BOLLATI BORINGHIERI

dimostrato, nei lavori a cui precedentemente ho fatto riferimento, che in America la legge di distribuzione dei mammiferi terrestri era in passato differente da quella attuale. L'America settentrionale presentava anticamente molti caratteri che sono attualmente propri della metà meridionale del continente; e la metà meridionale era una volta molto più simile di oggi alla metà settentrionale. E così pure, dalle scoperte di Falconer e di Cautley, abbiamo appreso che i mammiferi dell'India settentrionale erano in passato molto più affini ai mammiferi dell'Africa di quanto lo siano attualmente. Si potrebbero citare fatti analoghi per la distribuzione degli animali marini.

La teoria della discendenza con modificazione spiega immediatamente la grande legge della successione a lunga scadenza, ma non immutabile, degli stessi tipi entro una stessa area; perché gli abitanti di ogni parte del mondo tenderanno evidentemente a lasciare in quella parte, per i periodi immediatamente successivi di tempo, discendenti strettamente affini, anche se in qualche misura modificati. Se gli abitanti di un continente furono in passato molto diversi da quelli di un altro continente, i loro discendenti modificati continueranno a differire quasi allo stesso modo e nello stesso grado. Ma dopo intervalli di tempo molto lunghi, e dopo grandi cambiamenti geografici, tali da permettere numerose intermigrazioni, le forme più deboli cederanno il posto alle dominanti, e nulla ci sarà d'immutabile nella distribuzione degli esseri organici.

Ma si può chiedere ironicamente se io consideri il bradipo, l'armadillo e il formichiere, come discendenti degenerati del megaterio e di altri giganteschi mostri affini che vivevano in passato nell'America meridionale. Questo non è affatto ammissibile. Questi enormi animali sono completamente scomparsi, senza lasciare discendenza. Ma nelle caverne del Brasile si trovano in gran numero delle specie estinte molto affini, per dimensioni e altri caratteri, alle specie tuttora viventi nell'America meridionale; e alcuni di questi fossili potrebbero essere stati i reali progenitori delle specie viventi. Non bisogna dimenticare che, secondo la mia teoria, tutte le specie di uno stesso genere discendono da un'unica specie, di modo che, se in una formazione geologica si trovano sei generi con otto specie ciascuno, e nella formazione geologica successiva ci sono altri sei generi affini o rappresentativi, ciascuno con lo stesso numero di specie, possiamo concludere che generalmente una sola specie di ciascuno dei più vecchi generi ha lasciato discendenti modificati, che costituiscono i nuovi generi in cui rientrano le diverse

BOLLATI BORINGHIERI

specie, essendosi le altre sette specie di ciascuno degli antichi generi estinte senza lasciare discendenti. Oppure, e probabilmente questo è il caso di gran lunga più comune, due o tre specie di solo due o tre dei sei generi più vecchi saranno i progenitori dei nuovi generi, mentre le altre specie e gli altri vecchi generi si sono completamente estinti. Negli ordini in via di estinzione le cui specie e generi decrescono numericamente, come nel caso degli sdentati dell'America meridionale, un numero ancora inferiore di generi e specie lascerà discendenti diretti modificati.

Riassunto di questo capitolo e del precedente

Ho tentato di dimostrare che la documentazione geologica è estremamente incompleta; che soltanto una piccola parte del globo è stata esplorata con cura dal punto di vista geologico; che solo certe classi di esseri viventi sono largamente conservate allo stato fossile; che il numero delle specie e degli individui conservati nei nostri musei equivale assolutamente a zero se confrontato con il numero delle generazioni che debbono essere esistite durante una sola formazione geologica; che poiché l'abbassamento del suolo è quasi necessario per permettere l'accumulazione di depositi ricchi di specie fossili di molti tipi, e abbastanza spessi da poter resistere a ulteriori degradazioni, enormi intervalli di tempo hanno dovuto intercorrere fra la maggior parte delle nostre formazioni successive; che probabilmente ci sono state più estinzioni nei periodi di abbassamento del suolo e più variazioni nei periodi di sollevamento, essendo questi ultimi periodi meno favorevoli alla conservazione dei fossili; che ogni formazione non è stata depositata in modo continuo; che la durata di ogni formazione è stata probabilmente più breve della durata media delle forme specifiche; che le migrazioni hanno avuto una parte importante nella prima comparsa di nuove forme in ogni area e in ogni formazione; che le specie più diffuse sono quelle che hanno variato più frequentemente, e hanno dato più spesso origine a nuove specie; che le varietà sono state dapprima locali; e infine che, sebbene ogni specie abbia dovuto attraversare numerose fasi di transizione, è probabile che i periodi durante i quali ciascuna ha subito delle modificazioni, sebbene numerosi e lunghi se computati in anni, siano stati brevi in confronto ai periodi durante i quali ogni specie è rimasta immutata. Queste cause, tutte insieme, spiegano in larga misu-

BOLLATI BORINGHIERI

ra perché – pur trovando numerosi legami – non incontriamo un numero infinito di varietà, che colleghino fra di loro con gradazione perfetta tutte le forme estinte e viventi. Si deve anche sempre ricordare che ogni varietà intermedia tra due forme che si potesse trovare, sarebbe classificata come una specie nuova e distinta, a meno che non si potesse ricostruire per intero la catena; perché non si può sostenere di essere in possesso di un criterio sicuro in base al quale si distinguono le specie dalle varietà.

Chiunque si rifiuti di ammettere l'imperfezione dei documenti geologici, dovrà respingere tutta la mia teoria. Perché costui si domanderà invano dove sono le infinite forme di transizione che in passato devono aver collegato le specie strettamente affini o rappresentative che si sono trovate nei livelli successivi della stessa grande formazione. Egli potrà non credere agli enormi intervalli di tempo che devono essere trascorsi tra le nostre formazioni consecutive; e potrà disconoscere l'importanza che ha avuto la migrazione, quando si considerino le formazioni di una sola grande regione, come l'Europa; potrà contrapporre l'apparentemente improvvisa – ma spesso falsamente improvvisa – comparsa di un intero gruppo di specie. Egli si potrà domandare dove sono i resti di quegli organismi infinitamente numerosi che devono essere esistiti molto prima del deposito del cambriano. Noi sappiamo che a quell'epoca esisteva almeno un animale, ma posso rispondere a quest'ultima questione solo supponendo che i nostri oceani abbiano occupato da tempo incalcolabile il posto che occupano attualmente e che i nostri continenti oscillanti si trovino al loro posto attuale fino dall'inizio del cambriano; ma che, molto prima di questo periodo, il mondo aveva un aspetto completamente differente, e gli antichi continenti, costituiti da formazioni più antiche di quelle che noi conosciamo, esistono oggi solo come resti in una condizione metamorfica, o giacciono sepolti sotto l'oceano.

A parte queste difficoltà, gli altri grandi fatti principali della paleontologia concordano mirabilmente con la teoria della discendenza con modificazione attraverso la variazione e la selezione naturale. Possiamo così facilmente capire perché le specie nuove facciano la loro comparsa lentamente e successivamente, perché le specie di classi diverse non cambino necessariamente insieme, o con la stessa rapidità o allo stesso grado, sebbene, alla lunga, tutte siano sottoposte in certa misura a modificazioni. L'estinzione delle vecchie forme è la conseguenza quasi inevitabile della produzione di forme nuove. Possiamo capire perché

BOLLATI BORINGHIERI

una specie, una volta scomparsa, non ricompare mai. Gruppi di specie aumentano lentamente di numero, e persistono per periodi di durata ineguale; perché il processo di modificazione è necessariamente lento e dipende da molte circostanze complesse. Le specie dominanti, appartenendo a gruppi ampi e dominanti, tendono a lasciare molti discendenti modificati, che formano nuovi sottogruppi e gruppi. Quando questi sono formati, le specie dei gruppi meno vigorosi, a causa dell'inferiorità ereditata da un progenitore comune, tendono a estinguersi insieme, senza lasciare discendenti modificati sulla faccia della terra. Tuttavia, l'estinzione completa di un intero gruppo di specie è stata talvolta un processo lento, a causa della sopravvivenza di pochi discendenti, che si sono mantenuti in vita stentatamente in condizioni isolate e protette. Quando un gruppo è completamente scomparso, non ricompare; perché la catena delle generazioni è stata spezzata.

Possiamo comprendere perché le forme dominanti che si diffondono ampiamente e forniscono il più gran numero di varietà, tendano a popolare il mondo con discendenti affini, ma modificati; e questi riescano generalmente a sostituire nella lotta per l'esistenza i gruppi inferiori. Perciò, dopo lunghi intervalli di tempo, gli abitanti del globo sembrano aver cambiato simultaneamente.

Possiamo comprendere come avvenga che tutte le forme di vita, antiche e recenti, costituiscano poche grandi classi. Possiamo comprendere, a causa della continua tendenza alla divergenza dei caratteri, perché quanto più una forma è antica, tanto più generalmente differisce da quelle attualmente viventi; perché forme antiche ed estinte tendono spesso a colmare le lacune fra le forme esistenti, fondendo talvolta due gruppi precedentemente classificati come distinti; ma più comunemente soltanto accostandoli un po' più strettamente fra loro. Quanto più una forma è antica, tanto più spesso si trova in qualche grado in posizione intermedia fra gruppi oggi distinti; perché quanto più antica è una forma, tanto più si avvicinerà, e di conseguenza assomiglierà, al progenitore comune dei gruppi, che sono poi divenuti assai divergenti. Le forme estinte sono di rado direttamente intermedie fra forme esistenti, esse sono intermedie soltanto a causa di un lungo e tortuoso cammino attraverso altre forme estinte e differenti. Possiamo vedere chiaramente per quale ragione i resti organici di formazioni immediatamente consecutive sono strettamente affini: essi sono strettamente collegati dalla successione delle generazioni. E possiamo chiaramente capire perché i relitti di una formazione intermedia abbiano caratteri intermedi.

BOLLATI BORINGHIERI

Gli abitanti del mondo, in ogni successivo periodo della sua storia, hanno battuto i loro predecessori nella corsa per la vita e per questo sono più in alto nella scala, e la loro struttura in generale è divenuta più specializzata; e questo fatto può spiegare l'opinione di molti paleontologi secondo cui l'organizzazione nel suo insieme ha progredito. Gli animali antichi ed estinti assomigliano in certa misura agli embrioni degli animali più recenti appartenenti alle stesse classi, e questo fatto straordinario trova una facile spiegazione nelle nostre opinioni. La successione degli stessi tipi di struttura entro gli stessi territori, negli ultimi periodi geologici, cessa d'essere un mistero, ed è intelligibile alla luce del principio dell'eredità.

Se dunque la documentazione geologica è così imperfetta come molti credono – e si potrebbe almeno asserire che non è possibile provare che la documentazione sia molto più perfetta – le obiezioni principali alla teoria della selezione naturale sono molto diminuite o scompaiono. D'altra parte, sembra a me che tutte le principali leggi della paleontologia proclamino chiaramente che le specie si sono prodotte con la generazione ordinaria: le vecchie forme sono state soppiantate da altre nuove e più perfezionate forme di vita, prodotte dalla variazione e dalla sopravvivenza del più adatto.

Distribuzione geografica

Se consideriamo la distribuzione degli esseri organici sulla terra, il primo grande fatto che ci colpisce è che non è possibile spiegare completamente la somiglianza o la dissomiglianza degli abitanti delle varie regioni con il clima o altre condizioni fisiche. Recentemente quasi tutti gli autori che hanno studiato l'argomento sono arrivati a questa conclusione. Basterebbe considerare il caso dell'America per avere la prova di tale verità; infatti, ad eccezione della parte settentrionale artica e temperata, tutti gli autori ammettono concordemente che una delle divisioni fondamentali della distribuzione geografica è quella fra Nuovo e Vecchio mondo; tuttavia, se percorriamo il grande continente americano, dalla parte centrale degli Stati Uniti fino alla sua estremità meridionale, incontriamo le condizioni più differenti: regioni umide, aridi deserti, alte montagne, pianure erbose, foreste, paludi, laghi e grandi fiumi, sotto quasi tutte le temperature. Non c'è quasi clima o condizione del Vecchio mondo che non abbia il suo equivalente nel Nuovo mondo, almeno nei limiti di ciò che è generalmente necessario a una stessa specie. Senza dubbio, si possono segnalare nel Vecchio mondo alcune aree limitate più calde di qualsiasi area del Nuovo mondo; ma esse non sono abitate da fauna differente da quella delle regioni circostanti; infatti è raro trovare un gruppo di organismi confinato in una piccola zona, dove le condizioni sono soltanto leggermente differenti. Nonostante questo parallelismo generale tra le condizioni fisiche del Vecchio mondo e del Nuovo, quanto grande è la differenza fra gli organismi che li abitano!

Se confrontiamo, nell'emisfero australe, grandi territori dell'Australia, dell'Africa meridionale, e della parte occidentale dell'America meridionale, compresi fra il 25° e il 35° grado di latitudine li troveremo estremamente simili in tutte le loro condizioni, sebbene non sia

BOLLATI BORINGHIERI

possibile indicare tre flore e tre faune più completamente dissimili. O anche possiamo confrontare le produzioni dell'America meridionale, a sud del 35° grado di latitudine con quelle a nord del 25°, separate pertanto da dieci gradi di latitudine, ed esposte a condizioni molto differenti; vedremo tuttavia che esse sono incomparabilmente più vicine fra loro di quanto non lo siano le produzioni australiane o africane che vivono sotto un clima quasi identico. Si potrebbero segnalare fatti analoghi relativi agli abitanti del mare.

Un secondo fatto saliente, che ci colpisce nel nostro esame generale, è che tutte le barriere o ostacoli, che si frappongono a una libera migrazione, sono in stretto rapporto con le differenze che esistono fra le produzioni delle diverse regioni. Ciò risulta dalla grande differenza di quasi tutte le forme terrestri del Vecchio e del Nuovo mondo, ad eccezione di quelle delle zone settentrionali, dove le terre quasi si riuniscono e dove, sotto climi appena diversi, potrebbe esserci stata una libera migrazione di forme abitanti le parti temperate dell'emisfero settentrionale, come c'è oggi per le produzioni propriamente artiche. Osserviamo lo stesso fatto nella grande differenza che presentano, sotto la stessa latitudine, gli abitanti dell'Australia, dell'Africa e dell'America meridionale, paesi quanto mai isolati fra loro. Anche su tutti i continenti constatiamo la medesima cosa, perché troviamo produzioni differenti sui lati opposti delle grandi catene di montagne elevate e continue, dei grandi deserti e anche dei grandi fiumi; tuttavia, poiché le catene di montagne, i deserti ecc. non sono barriere insuperabili, o probabilmente essi esistevano già da quando esistevano i mari che separano i continenti, le differenze sono di entità inferiore a quelle caratteristiche di continenti distinti.

Per quanto riguarda il mare, troviamo che valgono le stesse leggi. Gli abitanti marini delle coste orientali e occidentali dell'America meridionale si differenziano chiaramente gli uni dagli altri e hanno in comune pochissimi molluschi, crostacei ed echinodermi; ma il dottor Günther ha recentemente dimostrato che circa il 30 per cento dei pesci sono gli stessi sulle opposte rive dell'istmo di Panama; e questo fatto ha portato i naturalisti a credere che l'istmo in passato fosse aperto. A ovest delle coste americane si estende una vasta distesa di oceano aperto, senza un'isola che possa servire da luogo di sosta agli emigranti; qui abbiamo una barriera di altro genere, immediatamente al di là della quale troviamo, nelle isole orientali del Pacifico, un'altra fauna completamente diversa. Abbiamo così tre faune marine, che si succedono

BOLLATI BORINGHIERI

da nord a sud, in linee parallele poco lontane l'una dall'altra e sotto climi corrispondenti; ma essendo separate da barriere insormontabili, cioè da terre continue o da mari aperti, esse sono quasi del tutto diverse. D'altra parte continuando ad avanzare verso ovest, al di là delle isole orientali della regione tropicale del Pacifico, non incontriamo barriere insuperabili, e troviamo innumerevoli isole che possono essere luoghi di sosta, o coste continue fino a che, dopo aver attraversato un emisfero, arriviamo alle coste africane; in questa vasta estensione non troviamo faune marine che siano ben definite e distinte l'una dall'altra. Sebbene molto piccolo sia il numero di animali marini comuni alle tre sopracitate faune dell'America orientale, dell'America occidentale e delle isole orientali del Pacifico, tuttavia molti pesci hanno un'area di diffusione che si estende dall'oceano Pacifico all'oceano Indiano, e molti molluschi sono comuni alle isole orientali del Pacifico e alle coste orientali dell'Africa, su meridiani quasi esattamente opposti.

Un terzo fatto importante, compreso in parte nella precedente affermazione, è l'affinità delle produzioni di uno stesso mare o continente, sebbene le specie stesse siano differenti nei diversi punti o stazioni. È questa una legge della più ampia generalità, e ogni continente ne offre innumerevoli esempi. Tuttavia il naturalista, viaggiando, per esempio, da nord a sud, non può non essere colpito dal modo come gruppi successivi di esseri specificamente distinti, sebbene strettamente affini, si rimpiazzano vicendevolmente. Egli sente da uccelli molto simili, ma di tipo diverso, note quasi identiche; vede i loro nidi costruiti in modo simile ma non esattamente identico, contenenti uova di colore press'a poco uguale. Le pianure vicine allo stretto di Magellano sono abitate da una specie di *Rhea* (struzzo americano), e quelle più settentrionali della Plata da un'altra specie dello stesso genere; ma non vi si incontrano né il vero struzzo, né l'emù, che vivono sotto le stesse latitudini in Africa e in Australia. Nelle stesse pianure della Plata troviamo l'aguti e la viscaccia, animali che hanno quasi le stesse abitudini delle nostre lepri e dei nostri conigli e che appartengono come questi all'ordine dei roditori, ma che chiaramente presentano un tipo americano di struttura. Ci arrampichiamo sulle cime elevate della Cordigliera e troviamo una specie alpina di viscaccia; nelle acque non troviamo né il castoro né l'ondatra, ma il coipù e il capibara, roditori di tipo sudamericano. Potremmo citare innumerevoli altri esempi. Se esaminiamo le isole delle coste americane, per quanto possano differenziarsi per struttura geologica, i loro abitanti sono essenzialmente americani,

sebbene possano appartenere tutti a specie particolari. Possiamo risalire alle epoche passate e trovare, come abbiamo mostrato nel capitolo precedente, che nel continente e nei mari americani sono prevalenti i tipi americani. Questi fatti denotano l'esistenza di qualche profondo legame organico, nello spazio e nel tempo, nelle stesse distese di terra e di mare, indipendentemente dalle condizioni fisiche. Poco intelligente sarebbe quel naturalista che non fosse portato a investigare la natura di tale legame.

Il legame è semplicemente l'eredità, quella causa che sola, per quanto ne sappiamo con certezza, produce organismi del tutto simili l'uno all'altro, o quasi simili, come abbiamo visto nel caso delle varietà. La dissomiglianza degli abitanti di differenti regioni può essere attribuita a modificazioni prodotte dalla variazione e dalla selezione naturale e probabilmente anche, ma in grado minore, all'azione diretta di condizioni fisiche differenti. I gradi di dissomiglianza dipenderanno dal fatto che la migrazione delle forme di vita dominanti da una regione all'altra è stata più o meno efficacemente impedita, in periodi più o meno remoti; dipenderanno inoltre dalla natura e dal numero dei precedenti immigranti, e dall'azione reciproca degli abitanti, relativamente alla conservazione di differenti modificazioni; infatti il rapporto fra organismo e organismo nella lotta per la sopravvivenza è la più importante di tutte le relazioni, come ho già spesso osservato. Così la grande importanza delle barriere entra in gioco frenando la migrazione, e il tempo agisce sul lento processo di modificazione attraverso la selezione naturale. Le specie largamente diffuse, che comprendono numerosi individui, che già hanno avuto il sopravvento su molti concorrenti nei loro vasti habitat, sono quelle che hanno le migliori possibilità di occupare posti nuovi, quando si diffondono in nuove regioni. Nelle loro nuove dimore, esposte a nuove condizioni, esse subiranno frequentemente ulteriori modificazioni e miglioramenti; e saranno così nuovamente vittoriose e produrranno gruppi di discendenti modificati. Questo principio, dell'eredità con modificazione, ci permette di capire perché sezioni di generi, generi interi e anche famiglie, siano confinate nelle stesse regioni, come si verifica comunemente.

Come ho fatto notare nel capitolo precedente, non si hanno prove dell'esistenza di una legge di sviluppo rigoroso. Poiché la variabilità di ogni specie è una proprietà indipendente, e la selezione naturale ne trarrà vantaggio solo nella misura in cui torni a profitto di ogni individuo nella complessa lotta per la vita, l'entità delle modificazioni in spe-

BOLLATI BORINGHIERI

cie differenti non sarà dunque uniforme. Se un certo numero di specie, dopo essere state a lungo in concorrenza nella loro vecchia dimora, emigrassero in massa in una regione nuova che in seguito rimanesse isolata, esse sarebbero poco soggette a modificarsi; perché né la migrazione né l'isolamento hanno, in quanto tali, il potere di determinare modificazioni. Questi princìpi entrano in gioco in quanto portano gli organismi a stabilire nuovi rapporti fra loro e, in minor grado, con le condizioni ambientali. Come abbiamo visto nel capitolo precedente, che alcune forme hanno conservato quasi gli stessi caratteri da epoche geologiche straordinariamente remote, così certe specie si sono diffuse su vasti territori senza modificarsi molto; o rimanendo inalterate.

Secondo questi princìpi, è evidente che le varie specie dello stesso genere, pur abitando nelle parti più distanti del globo, devono avere avuto la stessa origine, discendendo da un progenitore comune. Nel caso di specie poco modificate nel corso di interi periodi geologici, non c'è grande difficoltà ad ammettere che esse abbiano migrato dalla stessa regione; perché durante i grandi cambiamenti geografici e climatici che si sono verificati da tempi remoti, sono state possibili migrazioni di qualsiasi entità. Ma, in molti altri casi, in cui abbiamo ragione di pensare che le specie di un genere si siano prodotte in epoche relativamente recenti, la questione si presenta molto difficile.

È evidente che gli individui di una stessa specie, pur abitando attualmente in regioni lontane e separate, devono essere partiti da uno stesso luogo, nel quale i loro progenitori si erano inizialmente prodotti; perché, come abbiamo spiegato, non è verosimile che individui assolutamente identici siano stati prodotti da genitori specificamente distinti.

SINGOLI CENTRI DI PRESUNTA CREAZIONE Tutto ciò ci porta a occuparci di una questione largamente discussa dai naturalisti, cioè se le specie siano state create su uno o più punti della terra. Senza dubbio in molti casi è estremamente difficile capire come la stessa specie abbia potuto migrare da un punto in altri punti distanti e isolati, nei quali si trova attualmente. Tuttavia, la semplicità dell'ipotesi che ogni specie si sia prodotta inizialmente in una regione unica, è molto seducente. Colui che la respinge, respinge la *vera causa* della generazione ordinaria con migrazione seguente, e chiama in causa l'intervento di un miracolo. È universalmente ammesso che nella maggioranza dei casi la regione abitata da una specie è continua, e che si debba considerare interessante ed eccezionale il caso di piante o di animali uguali che abitano in due pun-

BOLLATI BORINGHIERI

ti così lontani l'uno dall'altro o separati da uno spazio di natura tale da non poter essere stato superato con la migrazione. L'incapacità di migrare attraverso un mare esteso è più evidente per i mammiferi terrestri che per ogni altro essere vivente; e perciò non abbiamo alcun caso inspiegabile di medesimi mammiferi abitanti in località della terra distanti tra loro. Nessun geologo trova incomprendibile l'esistenza in Gran Bretagna degli stessi quadrupedi che abitano gli altri territori dell'Europa, perché è evidente che le due regioni un tempo erano unite. Ma se le stesse specie possono essersi prodotte in due punti separati, perché non troviamo un solo mammifero che sia comune all'Europa, all'Australia e all'America meridionale? Le condizioni di vita sono quasi le stesse, così che una moltitudine di piante e di animali europei si sono naturalizzati in Australia e in America, e alcune piante indigene sono assolutamente identiche, in questi punti così lontani dell'emisfero settentrionale e dell'emisfero meridionale. La risposta credo risieda nel fatto che i mammiferi non hanno potuto migrare, mentre alcune piante, a causa dei loro diversi mezzi di disseminazione, hanno potuto migrare, attraverso gli spazi estesi e interrotti, tra queste regioni. L'influenza considerevole di ogni tipo di barriera è comprensibile soltanto se si ammette che la grande maggioranza delle specie ha avuto origine da una parte della barriera, e non ha potuto migrare dalla parte opposta. Poche famiglie, molte sottofamiglie, moltissimi generi e un numero ancora superiore di sezioni di generi sono confinati in un'unica regione; e diversi naturalisti hanno osservato che i generi più naturali, vale a dire quelli in cui le specie sono più strettamente affini, sono generalmente confinati nella stessa regione o, se hanno una larga area di diffusione, questa è ininterrotta. Sarebbe una ben strana anomalia se, scendendo di un gradino nella serie, cioè agli individui della stessa specie, prevalesse la regola opposta; e questi non fossero stati, almeno originariamente, confinati nella stessa regione!

Mi sembra perciò molto più probabile, come è ammesso anche da molti altri naturalisti, che ogni specie si sia prodotta in un'unica area, e che sia successivamente migrata da tale area lontano quanto glielo permettevano le sue possibilità di migrazione e i suoi mezzi di esistenza, nelle condizioni passate e in quelle attuali. Si presentano indubbiamente molti casi in cui non è possibile spiegare il passaggio della stessa specie da un punto a un altro. Ma i cambiamenti geografici e climatici che si sono certamente verificati in epoche geologiche recenti devono aver reso discontinua la distribuzione, un tempo continua, di molte

BOLLATI BORINGHIERI

specie. Così che noi siamo ridotti a considerare se le eccezioni alla continuità della distribuzione siano abbastanza numerose e gravi da farci rinunciare all'ipotesi appoggiata da tante considerazioni generali: che ogni specie abbia avuto origine in una determinata zona, da cui sia migrata per diffondersi il più lontano possibile. Sarebbe inutilmente tedioso discutere tutti i casi eccezionali di una stessa specie vivente attualmente in luoghi separati e distinti, né per il momento pretendo che si possa trovare una spiegazione per molti di questi casi. Ma, dopo alcune osservazioni preliminari, discuterò alcuni dei più interessanti ordini di fatti: cioè l'esistenza della stessa specie sulla sommità di distanti catene di montagne, e in punti distanti delle regioni artiche e antartiche; successivamente (nel capitolo seguente) la larga distribuzione delle forme d'acqua dolce; e in terzo luogo la presenza delle medesime specie terrestri in isole e nella più vicina terraferma, sebbene separate da centinaia di miglia di mare aperto. Se l'esistenza della stessa specie in punti isolati e distanti della terra in molti casi può essere spiegata con l'ipotesi della migrazione di ogni specie da un unico luogo di origine, allora, considerando la nostra ignoranza circa i cambiamenti geografici e climatici avvenuti in passato, e i diversi mezzi occasionali di trasporto, l'opinione secondo la quale un unico luogo di origine sarebbe la norma, mi sembra incomparabilmente più attendibile delle altre.

Nel discutere questo argomento potremmo considerare nello stesso tempo un punto ugualmente importante per noi, cioè se le diverse specie di un genere, che, secondo la nostra teoria, devono aver avuto origine da un comune antenato, possono essere migrate da un'unica area, modificandosi durante la migrazione. Se, nel caso che le specie di una regione siano in massima parte differenti da quelle di un'altra regione, pur essendo molto affini ad esse, si potesse dimostrare che la migrazione da una regione all'altra si è verificata in passato, allora la nostra tesi generale ne risulterebbe molto rafforzata: perché la spiegazione sarebbe evidentemente fornita dal principio della discendenza con modificazione. Per esempio, un'isola vulcanica, sollevata e formata a poche centinaia di miglia da un continente, riceverebbe probabilmente da questo, nel corso del tempo, un piccolo numero di coloni i cui discendenti, sebbene modificati, sarebbero ancora affini per eredità agli abitanti di quel continente. Casi simili sono comuni, e non possono essere spiegati con la teoria della creazione indipendente, come vedremo in seguito. Questo punto di vista, sui rapporti fra le specie di una regione

con quelli di un'altra, non differisce molto da quello di Wallace, che conclude che «ogni specie ha avuto un'origine coincidente per tempo e luogo con un'altra specie preesistente strettamente affine». E oggi è noto che egli attribuisce questa coincidenza alla discendenza con modificazione.

La questione di uno o più centri di creazione differisce da un'altra questione, alla quale è strettamente connessa, quella, cioè, se tutti gli individui della stessa specie discendano da una coppia, o da un ermafrodito, o se discendano, come alcuni autori ritengono, da numerosi individui creati simultaneamente. Nel caso di esseri viventi che non si incrociano mai, ammesso che esistano, ogni specie deve derivare da una successione di varietà modificate, che si sono soppiantate l'un l'altra, ma non si sono mai mescolate con altri individui o varietà della specie, così che a ogni successivo stadio di modificazione, tutti gli individui della stessa forma discenderanno da un unico progenitore. Ma nella grande maggioranza dei casi, cioè negli organismi che abitualmente si uniscono per riprodursi, o che si incrociano occasionalmente, gli individui di una stessa specie che abitano la stessa area si mantengono quasi uniformi in virtù dei loro incroci, cosicché molti individui continueranno a modificarsi contemporaneamente, e l'insieme delle modificazioni in ogni stadio non sarà da attribuirsi alla discendenza da un unico progenitore. Per illustrare quello che intendo: i nostri cavalli da corsa inglesi differiscono da quelli di tutte le altre razze, ma la loro differenza e la loro superiorità non dipendono dal fatto di discendere da una sola coppia, bensì dalle cure incessanti nella selezione e nell'addestramento di un gran numero di individui nel corso di ogni generazione.

Prima di discutere questi tre ordini di fatti, che ho scelto in quanto presentano le maggiori difficoltà che si possono sollevare sulla teoria dei «singoli centri di creazione», ritengo necessario dedicare poche parole ai mezzi di dispersione.

Mezzi di dispersione

Sir Charles Lyell e altri autori hanno abilmente trattato questo argomento. Io mi devo limitare a un breve riassunto dei fatti più importanti. I cambiamenti di clima devono aver avuto un'enorme influenza sulla migrazione. Una regione attualmente impraticabile per certi organismi a causa del clima, può essere stata una facile via di migrazione, nei periodi in cui il clima era diverso. Dovrò discutere particolareggiatamen-

te, fra poco, questo aspetto della questione. Anche i cambiamenti di livello del terreno devono avere avuto grande influenza: un istmo stretto separa oggi due faune marine; immaginate che si sommerga o che sia stato sommerso in passato, e due faune si mescoleranno o si saranno mescolate nel passato. Dove oggi si estendono i mari, la terra può avere anticamente unito isole o forse anche continenti, permettendo così alle produzioni terrestri il passaggio dall'uno all'altro. Nessun geologo mette in dubbio che grandi cambiamenti di livello si siano verificati nell'epoca degli attuali organismi. Edward Forbes sosteneva che tutte le isole dell'Atlantico devono essere state unite in epoca recente all'Europa o all'Africa, e l'Europa all'America. Altri autori hanno gettato ugualmente ipotetici ponti su tutti gli oceani, e riallacciato quasi tutte le isole con qualche continente. Se si deve prestar fede agli argomenti di Forbes, si deve ammettere che non v'è quasi isola che non sia stata fino ad epoca recente unita al continente. Questa ipotesi taglia il nodo gordiano della dispersione della stessa specie nei punti più distanti, e rimuove molte difficoltà; ma, per quanto posso giudicare, non siamo autorizzati ad ammettere l'intervento di cambiamenti geografici tanto enormi durante la vita delle specie oggi esistenti. Mi sembra che abbondino le prove di grandi oscillazioni del livello della terra e del mare, ma non di cambiamenti così considerevoli della posizione e dell'estensione dei nostri continenti, da ritenere che, in epoca recente, essi fossero uniti tra loro e alle diverse isole oceaniche situate tra i continenti. Ammetto pienamente l'esistenza nel passato di numerose isole, che sono attualmente sepolte nel mare, e che hanno potuto servire come luoghi di sosta a molti animali e piante durante le loro migrazioni. Nei mari coralliferi queste isole sommerse sono ancora oggi indicate dagli anelli di corallo, o atolli, che le sovrastano. Quando si stabilirà completamente, come un giorno sarà possibile fare, che ogni specie ha avuto un unico luogo di nascita, e quando, nel corso del tempo, conosceremo qualcosa di definito sui mezzi di distribuzione, allora potremo speculare con sicurezza sull'antica estensione della terraferma. Non credo però che si arriverà mai a provare che, nel periodo recente, la maggior parte dei nostri continenti, oggi completamente separati, fossero uniti in modo continuo o quasi fra loro e con le molte isole oceaniche esistenti. La grande differenza delle faune marine sulle coste opposte di quasi tutti i continenti, gli stretti rapporti fra le forme del terziario di vari continenti e persino di mari e quelle attuali, il grado di affinità fra i mammiferi delle isole e quelli dei continenti più vicini, grado di affi-

BOLLATI BORINGHIERI

nità determinato in parte (come vedremo in seguito) dalla profondità dell'oceano che li separa; tutti questi fatti relativi alla distribuzione geografica, e altri analoghi, si oppongono all'ammissione di rivoluzioni geografiche, in epoca recente, così prodigiose come quelle considerate necessarie da Forbes e dai suoi seguaci. La natura e le proporzioni relative degli abitanti delle isole oceaniche mi sembrano ugualmente in contrasto con l'ipotesi che le isole fossero unite in passato con i continenti. Né la natura quasi universalmente vulcanica di queste isole è più favorevole all'ipotesi che esse rappresentino resti di continenti sommersi, perché, se fossero state primitivamente costituite da catene di montagne continentali, almeno alcune isole sarebbero formate, come altre sommità di montagne, di granito, di scisti metamorfici, di antiche rocce fossilifere e altre rocce, invece di consistere semplicemente di cumuli di materia vulcanica.

Devo ora dire poche parole sui cosiddetti mezzi accidentali di distribuzione, che più propriamente dovrebbero essere chiamati mezzi occasionali. Mi limiterò a parlare delle piante. Nelle opere di botanica si dice spesso che questa o quella pianta non è adatta a una vasta disseminazione; ma si ignora quasi assolutamente la maggiore o minore facilità che ha la pianta di disseminarsi attraversando il mare. Prima degli esperimenti che ho eseguito con l'aiuto del signor Berkeley, non si sapeva neppure quanto i semi possono resistere all'azione dannosa dell'acqua del mare. Con mia grande sorpresa trovai che su 87 specie, 64 germinarono dopo un'immersione di 28 giorni, e alcune sopravvissero a 137 giorni di immersione. Val la pena di notare che alcuni ordini si mostrano molto meno resistenti di altri; la prova fu eseguita con nove leguminose e tutte, tranne una, si mostrarono poco resistenti all'azione dell'acqua di mare; sette specie appartenenti a due ordini affini, *Hydrophyllaceæ* e *Polemoniaceæ*, furono tutte uccise da un mese di immersione. Per comodità sperimentai principalmente su piccoli semi della capsula e del frutto; ma poiché tutti questi andarono a fondo nello spazio di pochi giorni non avrebbero potuto attraversare grandi distese di mare galleggiando, fossero o non fossero danneggiati dall'acqua di mare. Sperimentai in seguito su frutti e capsule più grandi, e alcuni fra questi galleggiarono per lungo tempo. È nota la differenza di galleggiamento fra il legno verde e il legno secco; e mi venne in mente che le inondazioni potevano aver spesso spinto nel mare piante o rami secchi portanti ancora capsule o frutti. Ciò mi indusse a seccare i tronchi e i rami di 94 piante con frutti maturi, e ad abbandonarli poi nell'acqua del mare. La

BOLLATI BORINGHIERI

maggior parte andò rapidamente a fondo, ma alcuni, quando erano verdi galleggiavano per breve tempo, quando erano secchi galleggiavano molto più a lungo; per esempio le nocchie mature andarono immediatamente a fondo, ma secche galleggiarono per 90 giorni e successivamente, piantate, germinarono; una pianta di asparago con le bacche mature galleggiò per 23 giorni, secca per 85, e in seguito i semi germinarono; i semi maturi di *Helosciadium* affondarono in due giorni, secchi galleggiarono per 90 giorni e poterono in seguito germinare. In complesso su 94 piante secche, 18 galleggiarono per più di 28 giorni, e alcune di queste anche molto più a lungo. Così che, dato che su 87 tipi di semi 64 germinarono dopo un'immersione di 28 giorni, e su 94 specie diverse con frutti maturi (ma non tutte appartenenti alle stesse specie dell'esperienza precedente) 18 galleggiarono, disseccate, per più di 28 giorni, possiamo concludere, per quanto ci è dato di dedurre da un così esiguo numero di fatti, che i semi di 14 tipi di piante su cento di ogni paese, possono essere trascinati dalla corrente per 28 giorni senza perdere la capacità di germinare. Secondo l'atlante fisico di Johnston, la velocità media delle diverse correnti dell'Atlantico è di circa 33 miglia [53 km] al giorno (alcune arrivano alla velocità di 60 miglia [96 km] al giorno); secondo questa media, i semi del 14 per cento delle piante potrebbero essere trasportati da un paese all'altro attraverso un braccio di mare largo 924 miglia [1478 km], e giunti a riva potrebbero germinare, se il vento li portasse in un luogo favorevole al loro sviluppo.

Successivamente il signor Martens ha eseguito esperimenti simili, ma in condizioni migliori, perché ha messo i semi in una cassetta immersa nel mare, in modo che essi erano alternativamente bagnati e esposti all'azione dell'aria come piante realmente galleggianti. Martens fece l'esperimento con 98 semi, per la maggior parte differenti dai miei; ma scelse molti frutti grossi e semi di piante che crescono sulle coste del mare; e quindi con caratteri di natura tali da favorire la durata media del galleggiamento e la resistenza all'azione dannosa dell'acqua salata. D'altra parte non fece seccare in precedenza le piante o i rami che portavano frutti; fatto che, come abbiamo visto, avrebbe permesso ad alcuni di galleggiare più a lungo. Il risultato ottenuto fu che, su 98 di questi semi di tipi diversi, 18 galleggiarono per 42 giorni, dopo i quali germinarono. Però sono sicuro che le piante esposte all'azione delle onde possono galleggiare per un tempo più breve di quelle non esposte a movimento violento, come le piante dei nostri esperimenti. Sarebbe dunque

BOLLATI BORINGHIERI

più sicuro ammettere che i semi di circa il 10 per cento delle piante di una flora, che siano state disseccate, possono galleggiare per uno spazio di circa 900 miglia [1450 km], e poi germinare. È interessante notare che spesso i frutti più grandi galleggiano più a lungo di quelli piccoli; perché le piante a semi e frutti grandi, che, come Alphonse de Candolle ha dimostrato, hanno generalmente un limitato raggio di disseminazione, potrebbero difficilmente diffondersi con mezzi diversi.

Occasionalmente i semi possono essere trasportati in altro modo. Legname galleggiante è gettato dal mare su quasi tutte le isole, anche su quelle che si trovano nel mezzo dei più vasti oceani; gli indigeni delle isole coralline del Pacifico non hanno altre pietre per i loro arnesi che quelle che trovano nelle radici di alberi gettati sulla spiaggia; su queste pietre viene imposta una forte tassa reale. Ho osservato che, quando pietre di forma irregolare sono incastrate nelle radici degli alberi, piccole porzioni di terra sono comprese negli interstizi fra il legno e le pietre, e così perfettamente che neppure una particella di terra può essere portata via dall'acqua durante la più lunga traversata. Ho visto germinare tre piante dicotiledoni contenute in una piccola quantità di terra *completamente* racchiusa nelle radici di una quercia che aveva circa cinquant'anni; e posso garantire dell'accuratezza di questa osservazione. Posso anche dimostrare che i cadaveri degli uccelli, quando galleggiano sul mare, non sono sempre immediatamente divorati; e molti tipi di semi conservano a lungo la loro vitalità nel gozzo di questi uccelli galleggianti; per esempio i piselli e le vecce muoiono dopo pochi giorni di immersione in acqua di mare; ma con mia grande sorpresa, molti di questi semi, presi dal gozzo di un piccione che aveva galleggiato per trenta giorni in acqua di mare artificiale, germinarono.

Gli uccelli vivi possono certamente essere agenti molto efficaci nel trasporto dei semi. Potrei citare molti fatti per provare che uccelli di numerose specie sono spesso trascinati dalle tempeste per grandi distanze sul mare. Possiamo supporre con sicurezza che in tali circostanze la loro velocità di volo spesso raggiunga le 35 miglia [56 km] all'ora; e secondo alcuni autori anche di più. Non ho mai trovato un solo esempio di semi nutrienti che siano passati inalterati attraverso l'intestino di un uccello, ma i semi duri dei frutti passano inalterati anche negli organi digestivi del tacchino. Nel corso di due mesi ho raccolto nel mio giardino 12 specie di semi, dagli escrementi di piccoli uccelli; essi sembravano intatti e alcuni su cui ho fatto l'esperimento germinarono. Ma c'è un fat-

BOLLATI BORINGHIERI

to più importante: il gozzo degli uccelli non secerne succo gastrico, né, come mi risulta da prova, danneggia minimamente il germinare dei semi; ora è dimostrato che, quando un uccello ha consumato una grande quantità di cibo, tutti i semi non passano nel ventriglio prima di dodici o anche diciotto ore. In questo intervallo un uccello potrebbe essere facilmente spinto dalla tempesta alla distanza di 500 miglia [800 km], e poiché si sa che i falchi assalgono gli uccelli stanchi, il contenuto dei loro gozzi lacerati, può in tal modo spandersi rapidamente. Alcuni falchi e gufi ingoiano la preda intera e, dopo dodici o venti ore, rigettano delle pallottoline, che contengono semi capaci di germinare, come mi risulta da esperienze fatte nel giardino zoologico. Alcuni semi di avena, di grano, di miglio, di tropeolo, di canapa, di trifoglio e di bietola germinarono dopo essere rimasti da dodici a ventun ore nello stomaco di diversi uccelli rapaci; e due semi di bietola crebbero dopo essere rimasti due giorni e quattordici ore nelle stesse condizioni. Ho trovato che i pesci di acqua dolce mangiano i semi di molte piante terrestri ed acquatiche; i pesci sono spesso divorati dagli uccelli, e così i semi sono trasportati da un posto all'altro. Ho introdotto molti tipi di semi nello stomaco di pesci morti che ho fatto in seguito divorare dalle aquile pescatrici, dalle cicogne e dai pellicani: questi uccelli, dopo un intervallo di molte ore rigettavano i semi in pallottole o li eliminavano con gli escrementi; molti semi conservavano la facoltà di germinare. Alcuni semi, tuttavia, venivano sempre distrutti con questo trattamento.

Le locuste sono talvolta trasportate dal vento a grande distanza dalla terra; io stesso ne ho catturata una a 370 miglia [595 km] dalla costa africana, e ho saputo che altre ne sono state catturate a distanza ancora superiore. Il reverendo R. T. Lowe ha informato Lyell che nel novembre 1844 sciame di locuste avevano invaso l'isola di Madera. Erano in quantità innumerevole, fitte come fiocchi di neve nella tempesta più violenta e si estendevano in altezza nell'aria fino a dove si poteva vedere con un telescopio. Per due o tre giorni descrissero lentamente in aria una immensa ellisse di 5 o 6 miglia [8 o 9 km] di diametro, mentre la sera si posavano sugli alberi più alti, che ne erano completamente ricoperti. Scomparvero poi rapidamente come erano venute e da allora non sono più ricomparse nell'isola. Ora alcuni coltivatori del Natal credono, senza tuttavia avere le prove sufficienti, che semi dannosi vengano introdotti nelle loro praterie dagli escrementi degli immensi sciame di locuste che invadono spesso il paese. In seguito a questa ipotesi, il signor Weale mi inviò una piccola quantità di pallottoline essiccate pro-

BOLLATI BORINGHIERI

venienti da questi insetti, dalle quali estrassi, sotto il microscopio, diversi semi da cui si svilupparono sette piantine appartenenti a due specie di due generi differenti. Uno sciame di locuste come quello abbattutosi su Madera, potrebbe dunque rappresentare facilmente il mezzo di introduzione di vari tipi di piante in un'isola molto lontana dal continente.

Sebbene il becco e le zampe degli uccelli siano parti generalmente pulite, talvolta la terra vi aderisce: una volta ho levato 61 grani [4 g] e un'altra 22 grani [1,5 g] di terra argillosa dal piede di una pernice; in questa terra si trovava una pietruzza grande come un seme di veccia. Ecco un caso più chiaro: un amico mi ha mandato il piede di una beccaccia cui era attaccato un frammento di terra secca che pesava soltanto 9 grani [0,5 g] e conteneva un seme di *Juncus bufonius* che germinò e fiorì. Il signor Swaysland, di Brighton, che ha studiato accuratamente per quarant'anni i nostri uccelli di passaggio, mi comunica di aver spesso ucciso cutrettole (*Motacillæ*), culbianchi e stiacchini (*Saxicolæ*), appena arrivati all'altezza delle nostre coste e prima che scendessero a terra, e di aver notato frequentemente piccole zolle di terra secca attaccata alle loro zampe. Si potrebbero citare molti casi a dimostrazione che il suolo è ovunque pieno di semi. Per esempio, il professor Newton mi ha mandato una zampa di pernice rossa (*Caccabis rufa*), che era stata ferita e perciò non poteva volare, e aveva aderente alla zampa una zolla di terra indurita, del peso di sei once e mezzo. La terra, conservata per tre anni, fu sgretolata, innaffiata e messa sotto una campana di vetro: ne vennero fuori non meno di 82 piante, di cui 12 monocotiledoni, fra cui la comune avena e una specie di erba, e 70 dicotiledoni, che, a giudicare dalle giovani foglie, appartenevano almeno a tre specie distinte. Con la documentazione di simili fatti, possiamo mettere in dubbio che i numerosi uccelli trascinati ogni anno in mare dalle burrasche per grandi distanze, e gli uccelli che migrano ogni anno, per esempio i milioni di quaglie che attraversano il Mediterraneo, trasportino occasionalmente qualche seme sepolto nella terra attaccata al loro becco e alle loro zampe? Ma dovrò ritornare su questo argomento.

Si sa che gli iceberg sono talvolta carichi di terra e pietre, e che vi si sono pure trovati sterpi, ossa e nidi di uccelli terrestri; non si può dunque dubitare che essi, come sostiene Lyell, abbiano anche trasportato semi da un punto all'altro delle regioni artiche e antartiche; e che, durante l'epoca glaciale, ne abbiano trasportati da una parte a un'altra delle zone attualmente temperate. Nelle Azzorre, il numero considere-

BOLLATI BORINGHIERI

vole di piante europee in confronto a quello delle specie che crescono sulle altre isole dell'Atlantico più vicine al continente, e i loro caratteri piuttosto settentrionali per la latitudine a cui vivono (come ha osservato il signor H. C. Watson), mi hanno fatto pensare che queste isole siano state popolate in parte da semi portati dai ghiacci durante l'epoca glaciale. Su mia richiesta Lyell ha scritto al signor Hartung chiedendogli se avesse osservato massi erratici in queste isole, e questi ha risposto di aver effettivamente trovato grandi frammenti di granito e di altre rocce che non si trovano nell'arcipelago. Possiamo dedurre con sicurezza che gli iceberg devono in passato aver depresso il loro fardello di pietre sulle rive di queste isole nel mezzo dell'oceano e, di conseguenza, è perlomeno possibile che vi siano stati portati anche alcuni semi di piante settentrionali.

Se si pensa che questi diversi modi di trasporto, come altri che certamente devono ancora essere scoperti, sono stati in atto costantemente per decine di migliaia di anni, sarebbe veramente un fatto sorprendente se un grande numero di piante non fossero state trasportate in tal modo a grandi distanze. Questi mezzi di trasporto sono chiamati talvolta accidentali, ma il termine non è strettamente corretto, in realtà né le correnti marine, né la direzione dei venti dominanti, sono accidentali. Bisogna osservare che quasi nessuno di questi mezzi di trasporto potrebbe trasportare semi a distanze considerevoli, perché i semi non conservano la loro vitalità quando sono sottoposti all'azione prolungata dell'acqua di mare, e non possono restare troppo a lungo nel gozzo o nell'intestino degli uccelli. Questi mezzi potrebbero tuttavia essere sufficienti per il trasporto occasionale attraverso alcune centinaia di miglia di mare, o da isola a isola, o da un continente a un'isola vicina, ma non da un continente a un altro molto lontano. Le flore di continenti distanti non si saranno mescolate con questi mezzi, ma saranno rimaste distinte come lo sono attualmente. Le correnti, a causa della loro direzione, non trasporteranno mai semi dall'America settentrionale all'Inghilterra, sebbene possano portarne, e ne portino, dalle Antille fino sulle nostre coste occidentali dove, se non fossero già state danneggiate dall'acqua di mare, non potrebbero sopportare il nostro clima. Quasi ogni anno uno o due uccelli terrestri sono sospinti dal vento attraverso l'intero Atlantico, dall'America settentrionale alle coste occidentali dell'Irlanda e dell'Inghilterra; ma questi rari viaggiatori potrebbero trasportare semi soltanto se un poco di terra rimanesse attaccata alle loro zampe o al becco, circostanza che è già di per sé molto rara. Anche

BOLLATI BORINGHIERI

nel caso che ciò si verificasse, quanto minima sarebbe la probabilità per un seme di cadere su un terreno favorevole e poter giungere a maturità? Sarebbe tuttavia un grande errore concludere che, poiché un'isola ben popolata come la Gran Bretagna non ha ricevuto nel corso di secoli, per quanto si sa (e sarebbe molto difficile provarlo), immigranti dall'Europa o da altri continenti con mezzi occasionali di trasporto, un'isola poco popolata non possa ricevere colonizzatori con mezzi analoghi, benché situata più lontana dal continente. È possibile che, su cento specie di animali o di semi trasportati in un'isola, anche povera di abitanti, non se ne trovi più di una abbastanza ben adatta alla sua nuova dimora da naturalizzarsi. Ma questo non è, a mio avviso, un argomento valido contro ciò che ha potuto effettuarsi con mezzi occasionali di trasporto nel lungo corso delle epoche geologiche, durante il sollevamento di un'isola e prima ch'essa fosse sufficientemente popolata. Su un terreno ancora sterile, abitato da pochi o da nessun insetto o uccello distruttore, quasi tutti i semi, una volta giuntivi, germinerebbero e sopravviverebbero, a condizione d'essere adatti al clima.

Dispersione durante il periodo glaciale

L'identità di molte piante e animali che vivono sulle cime di montagne separate l'una dall'altra da centinaia di miglia di pianura, dove le specie alpine non potrebbero esistere, è uno dei casi più tipici di specie identiche che vivono in località molto lontane, senza possibilità apparente di una loro migrazione dall'uno all'altro di questi punti. È realmente un fatto notevole che tante piante della stessa specie vivano sulle cime nevose delle Alpi e dei Pirenei, e nell'estremo nord dell'Europa; ma è ancora più straordinario che le piante delle Montagne Bianche negli Stati Uniti siano completamente simili a quelle del Labrador, e quasi simili, come apprendiamo da Asa Gray, a quelle delle montagne più alte d'Europa. Già nel 1747 l'osservazione di simili fatti aveva indotto Gmelin a concludere che le stesse specie devono essere state create indipendentemente in molti punti differenti, e avremmo forse dovuto attenerci a questa ipotesi, se le ricerche di Agassiz e di altri autori non avessero richiamato vivamente l'attenzione sul periodo glaciale, che, come vedremo subito, fornisce una semplice spiegazione di questi fatti. Abbiamo le prove più diverse, organiche e inorganiche, che, in un periodo geologico molto recente, l'Europa centrale e l'Ame-

rica settentrionale ebbero un clima artico. Le rovine di una casa distrutta dal fuoco non ci raccontano la catastrofe meglio di quanto le montagne della Scozia e del Galles, con i loro fianchi solcati, le loro superficie levigate e i loro massi erratici, non ci testimonino la presenza di fiumi di ghiaccio che occupavano completamente le valli. Il clima dell'Europa è cambiato così considerevolmente che, nell'Italia settentrionale, le morene gigantesche lasciate dagli antichi ghiacciai sono attualmente coperte di vigne e di granturco. In una grande parte degli Stati Uniti, blocchi erratici e rocce striate rivelano chiaramente l'esistenza di un antecedente periodo freddo.

L'influenza esercitata nel passato dal clima glaciale sulla distribuzione degli abitanti d'Europa, illustrata da Edward Forbes, è sostanzialmente ciò che stiamo per spiegare. Ma potremo comprendere meglio i cambiamenti, supponendo il lento avvento di un nuovo periodo glaciale e la sua fine, come è accaduto in passato. A misura che il freddo aumenterà, zone più meridionali diventeranno più adatte a ricevere gli abitanti del nord, che vi prenderanno il posto dei precedenti abitanti delle regioni temperate. Questi ultimi, al tempo stesso, si sposteranno sempre più verso il sud, a meno che non siano fermati da qualche ostacolo, nel qual caso periranno. Le montagne si ricopriranno di neve e di ghiaccio e le forme alpine discenderanno in pianura. Quando il freddo avrà raggiunto l'apice, una flora e una fauna artica occuperanno tutta l'Europa centrale fino alle Alpi e ai Pirenei e si estenderanno fino alla Spagna. Le zone attualmente temperate degli Stati Uniti saranno ugualmente popolate di piante e di animali artici, e questi saranno press'a poco identici a quelli europei; infatti gli abitanti dell'attuale zona circumpolare, che supponiamo abbiano dovunque migrato verso il sud, sono notevolmente uniformi in tutto il mondo.

Quando il caldo ritornerà, le forme artiche si ritireranno verso il nord, seguite da vicino dalle produzioni delle regioni più temperate. Non appena la neve si scioglierà alla base delle montagne, le forme artiche occuperanno il terreno scoperto e non gelato, ascendendo ad altezze sempre maggiori via via che il calore aumenta e la neve si scioglie, mentre le altre forme identiche continueranno il loro viaggio verso il nord. Di conseguenza, quando il caldo sarà completamente ritornato, si troveranno di nuovo, nelle regioni artiche del Nuovo e Vecchio mondo e in molte cime montane distanti fra loro, le stesse specie che negli ultimi tempi avevano vissuto insieme nelle pianure dell'Europa e dell'America settentrionale.

BOLLATI BORINGHIERI

Così possiamo spiegare l'identità di molte piante che abitano punti straordinariamente distanti, come le montagne degli Stati Uniti e quelle d'Europa. Così possiamo anche spiegare il fatto che le piante alpine di ogni catena di monti sono più particolarmente affini alle forme artiche che vivono direttamente a nord, o quasi a nord di esse, perché le prime migrazioni provocate dall'arrivo del freddo, e il movimento contrario al ritorno del caldo, hanno dovuto generalmente verificarsi da nord a sud e da sud a nord. Per esempio le piante alpine della Scozia, come ha osservato il signor H. C. Watson, e quelle dei Pirenei, secondo Ramond, sono più particolarmente affini alle piante della Scandinavia settentrionale, le piante alpine degli Stati Uniti a quelle del Labrador, e quelle della Siberia alle piante delle regioni artiche di questo paese. Queste deduzioni, basate sull'esistenza perfettamente accertata di un antico periodo glaciale, mi sembra spieghino in modo così soddisfacente la distribuzione attuale delle produzioni alpine e artiche dell'Europa e dell'America, che quando incontriamo in altre regioni le stesse specie su cime di monti distanti, possiamo quasi concludere, senza altre prove, che un clima più freddo ha permesso in passato la loro migrazione attraverso pianure intermedie, divenute in seguito troppo calde per la loro esistenza.

Durante la migrazione verso il sud e la ritirata verso il nord, causate dal cambiamento del clima, le forme artiche non saranno state esposte a grandi differenze di temperatura; e poiché la migrazione deve essere avvenuta in massa, i loro rapporti reciproci non avranno subito sensibili cambiamenti. Perciò queste forme, secondo i principi fissati in questo volume, non devono aver subito grandi modificazioni. Ma nel caso delle forme alpine, che si trovarono isolate quando il caldo ritornò, prima alla base e poi sulla cima delle montagne, le cose saranno andate in modo piuttosto diverso; infatti non è probabile che proprio le stesse specie artiche siano restate su sommità molto lontane le une dalle altre e che, da quell'epoca, vi abbiano potuto sopravvivere; esse, molto probabilmente, si sono dovute mescolare con le antiche specie alpine che devono aver abitato le montagne prima dell'inizio dell'epoca glaciale, e che durante il periodo più freddo saranno discese al piano; infine esse devono anche essere state esposte a climi abbastanza diversi. I loro reciproci rapporti, pertanto, avranno subito cambiamenti; di conseguenza esse saranno diventate suscettibili di modificazioni, e si saranno modificate, come risulta dal confronto delle piante e degli animali alpini di diverse grandi catene di montagne europee; infatti, sebbene

BOLLATI BORINGHIERI

molte specie rimangono identiche, alcune esistono come varietà, altre come forme dubbie o sottospecie, ed altre ancora come specie distinte, ma tuttavia strettamente affini o rappresentative.

Nell'esempio precedente ho supposto che, all'inizio del nostro immaginario periodo glaciale, le produzioni artiche fossero uniformi come lo sono attualmente nelle regioni polari. Ma è anche necessario supporre che molte forme subartiche e alcune delle regioni temperate fossero identiche in tutto il mondo, perché alcune delle specie che oggi esistono ai piedi delle montagne e nelle pianure dell'America settentrionale sono uguali a quelle d'Europa; e ci si può domandare come io spieghi questo grado di uniformità nelle forme subartiche e temperate all'origine della vera epoca glaciale. Attualmente le produzioni artiche e temperate settentrionali di queste due zone del Vecchio e del Nuovo mondo sono separate da tutto l'oceano Atlantico e dalla parte settentrionale dell'oceano Pacifico. Durante il periodo glaciale, quando gli abitanti del Nuovo e del Vecchio mondo vivevano più a sud di oggi, essi dovevano essere ancora più completamente separati da oceani più estesi; in modo che ci si può domandare con ragione come le stesse specie abbiano potuto introdursi nei due continenti allora o in un periodo anteriore. Io credo che la spiegazione si trovi nella natura del clima prima dell'inizio del periodo glaciale. In quest'epoca, cioè nel pliocene più recente, la grande maggioranza degli abitanti del mondo era specificamente la stessa di oggi, e abbiamo buone ragioni di credere che il clima fosse più caldo di quello attuale. Di conseguenza possiamo supporre che gli organismi che vivono oggi sotto i 60 gradi di latitudine, nel periodo pliocenico vissero più vicini al circolo polare, a 66 o 67 gradi di latitudine, e che le attuali produzioni artiche occupassero allora le terre interrotte ancor più vicine al polo. Ora, se guardiamo un globo terrestre, vediamo che sotto il circolo polare le terre si estendono quasi continue dall'Europa occidentale, attraverso la Siberia, all'America orientale. Questa continuità delle terre circumpolari, con la conseguente facilità di intermigrazione, dovuta a un clima più favorevole, può spiegare la presunta uniformità delle produzioni subartiche e temperate del Vecchio e del Nuovo mondo in un'epoca anteriore al periodo glaciale.

Ritenendo, per le ragioni precedentemente indicate, che i nostri continenti siano rimasti lungamente quasi nelle stesse posizioni relative, pur subendo grandi oscillazioni di livello, sono perciò molto propenso a spingere ancora oltre questa mia opinione e concludere che, durante un

BOLLATI BORINGHIERI

periodo anteriore e ancora più caldo come il pliocene più antico, un gran numero delle stesse piante e degli stessi animali abitavano le quasi ininterrotte regioni circumpolari, e che queste piante e animali del Vecchio e Nuovo mondo abbiano cominciato una lenta migrazione verso sud a misura che la temperatura diminuiva, molto prima del periodo glaciale. Quelli che oggi vediamo occupare le zone centrali dell'Europa e degli Stati Uniti sono, ritengo, per la maggior parte i loro discendenti modificati. Questa ipotesi ci permette di capire la parentela, ma non l'identità, che esiste fra le produzioni dell'Europa e quelle dell'America settentrionale; parentela molto notevole, se si considera la distanza fra i due continenti, e la loro separazione per mezzo dell'oceano Atlantico. Possiamo inoltre capire il fatto singolare, sottolineato da molti osservatori, che le produzioni degli Stati Uniti e quelle dell'Europa sono state più vicine le une alle altre durante gli ultimi stadi del terziario di quanto non lo siano oggi; infatti durante questi periodi più caldi le parti settentrionali del Nuovo e del Vecchio mondo saranno state quasi completamente unite dalla terra che permetteva l'intermigrazione degli abitanti, fungendo da ponte, reso successivamente impraticabile dal freddo.

Durante la lenta diminuzione della temperatura nel pliocene, le specie comuni che abitavano il Nuovo e il Vecchio mondo, non appena emigrarono a sud del circolo polare, saranno rimaste completamente separate l'una dall'altra. Questa separazione, soprattutto per quanto concerne le produzioni del clima più temperato, deve avere avuto luogo in tempi molto remoti. Discendendo verso il sud, le piante e gli animali si saranno mescolati, in una delle grandi regioni, con le produzioni indigene dell'America e saranno entrati in concorrenza con queste e, nell'altra grande regione, con le produzioni del Vecchio mondo. Dunque tutto è qui favorevole al prodursi di molte modificazioni, assai più che nel caso delle produzioni alpine, rimaste isolate, a partire da un'epoca più recente, sulle diverse catene di montagne e nelle regioni artiche dell'Europa e dell'America settentrionale. Ne risulta che, quando confrontiamo fra loro le produzioni attuali delle regioni temperate del Nuovo e del Vecchio mondo, troviamo poche specie identiche (sebbene Asa Gray abbia recentemente dimostrato che le piante identiche sono in numero molto superiore di quanto si riteneva in passato), ma nello stesso tempo troviamo in ogni grande classe molte forme che alcuni naturalisti considerano razze geografiche e altri specie distinte; e tro-

BOLLATI BORINGHIERI

viamo anche una moltitudine di forme strettamente affini o rappresentative, che tutti i naturalisti classificano come specificamente distinte.

Come sulla terra, così anche nelle acque marine, si è verificata una lenta migrazione verso il sud di una fauna marina che, nel pliocene o in epoca di poco anteriore, era quasi uniforme lungo le coste continue del circolo polare; questa migrazione ci spiega, sulla base della teoria della modificazione, l'esistenza di molte forme strettamente affini, attualmente viventi in aree marine completamente separate. In questo modo, penso, possiamo spiegare la presenza sulla costa occidentale e sulla costa orientale della zona temperata dell'America settentrionale, di forme terziarie molto affini ancora esistenti o estinte, e possiamo spiegare il fatto ancora più notevole della presenza di forme assai simili di numerosi crostacei (descritti nel mirabile lavoro di Dana), di alcuni pesci e di altri animali marini che abitano il Mediterraneo e i mari del Giappone, zone attualmente separate da un intero continente e da vasti oceani.

Questi esempi di stretta parentela fra specie che hanno abitato o abitano i mari delle coste orientali e occidentali dell'America settentrionale, del Mediterraneo e del Giappone, e le zone temperate dell'America e dell'Europa, non sono spiegabili con la teoria della creazione. Non possiamo sostenere che tali specie siano state create simili, in corrispondenza con le quasi simili condizioni fisiche delle zone; perché se, per esempio, confrontiamo alcune parti dell'America meridionale con altre parti dell'Africa meridionale o dell'Australia, vediamo paesi con condizioni fisiche molto simili, ma con abitanti completamente differenti.

Alternanza di periodi glaciali al nord e al sud

Ma ritorniamo al nostro argomento principale. Sono convinto che si può largamente generalizzare l'ipotesi di Forbes. In Europa troviamo le prove più evidenti dell'esistenza di un periodo glaciale, dalle coste occidentali dell'Inghilterra fino alla catena degli Urali e, al sud, fino ai Pirenei. Dal ritrovamento di mammiferi congelati e dalla natura della vegetazione montana possiamo dedurre che la Siberia fu ugualmente colpita. Secondo le affermazioni del dottor Hooker, l'asse centrale del Libano è stato ricoperto in passato da nevi eterne, che alimentavano ghiacciai che discendevano nelle valli fino a 4000 piedi [1220 m]. Lo stesso osservatore ha recentemente trovato grandi morene a piccole al-

BOLLATI BORINGHIERI

tezze, sulla catena dell'Atlante, nell'Africa settentrionale. Sui fianchi dell'Himalaya, in punti distanti 900 miglia [1440 km], i ghiacciai hanno lasciato i segni della loro graduale discesa nelle valli; nel Sikkim, il dottor Hooker ha visto crescere il granoturco su antiche e gigantesche morene. In base alle eccellenti ricerche del dottor J. Haast e del dottor Hector sappiamo che, a sud del continente asiatico, dalla parte opposta dell'equatore, nella Nuova Zelanda, immensi ghiacciai discendevano a un livello molto basso; Hooker ha trovato in quest'isola, su montagne molto lontane le une dalle altre, le medesime piante, che testimoniano anche qui l'esistenza di un antico periodo glaciale. Dai fatti appresi dal reverendo W. B. Clarke, risulta che esistono tracce di una passata azione glaciale sulle montagne dell'angolo sud-est dell'Australia.

Consideriamo l'America: nel versante orientale della metà settentrionale di questo continente, sono stati notati frammenti di roccia trasportati dai ghiacciai verso il sud fino a 36-37 gradi di latitudine, e sulle coste del Pacifico, dove attualmente il clima è tanto differente, fino a 46 gradi di latitudine. Sono stati osservati massi erratici anche nelle Montagne Rocciose. Nella Cordigliera dell'America meridionale, quasi sotto l'equatore, i ghiacciai una volta scendevano molto al di sotto del loro attuale livello. Nel Cile centrale ho osservato un immenso cumulo di detriti, che conteneva grandi massi erratici, attraverso la vallata di Portillo, che senza dubbio una volta formava una morena gigantesca. Il signor D. Forbes mi comunica d'aver trovato in diverse parti della Cordigliera, dai 13 ai 30 gradi di latitudine sud, a circa 12 000 piedi [3660 m] di altezza, rocce profondamente striate simili a quelle che era solito trovare in Norvegia, e anche grandi masse di detriti con sassi striati. In tutta la Cordigliera non esistono attualmente, anche ad altezze più considerevoli, veri e propri ghiacciai. Più a sud, ai due lati del continente, dal 41° grado di latitudine fino all'estremità meridionale, si hanno le prove più evidenti di un'antica azione glaciale nella presenza di numerosi e immensi massi erratici, che sono stati trasportati molto lontano dalle località di provenienza.

La diffusione dell'azione glaciale tutt'intorno all'emisfero boreale e all'emisfero australe; il fatto che questo periodo sia, in senso geologico, il più recente nei due emisferi, e che sia durato in entrambi per lungo tempo, come si può dedurre dagli effetti prodotti; infine il livello inferiore a cui i ghiacciai si sono recentemente abbassati lungo l'intera Cordigliera: son tutti fatti che mi avevano in un primo tempo indotto a concludere che la temperatura di tutto il mondo, nell'era glaciale, si fos-

BOLLATI BORINGHIERI

se simultaneamente abbassata. Ma ora il signor Croll, in una serie di mirabili memorie, ha tentato di dimostrare che una condizione glaciale di clima è il risultato di varie cause fisiche, determinate da un aumento di eccentricità dell'orbita terrestre. Tutte queste cause tendono allo stesso fine; ma la più efficace sembra essere l'influenza indiretta della eccentricità dell'orbita sulle correnti oceaniche. Secondo Croll, i periodi freddi ricorrono regolarmente ogni dieci o quindicimila anni; ed essi, a lunghi intervalli, sono estremamente rigidi a causa di certe eventualità di cui la più importante, come Lyell ha dimostrato, è la posizione relativa delle terre e dei mari. Croll calcola che l'ultimo grande periodo glaciale risalga a circa 240 000 anni fa, e che abbia avuto una durata, con piccole alterazioni climatiche, di circa 160 000 anni. Vari geologi si sono convinti, sulla base di prove evidenti, che i più antichi periodi glaciali corrispondono alle formazioni mioceniche ed eoceniche, senza parlare di formazioni ancora più antiche. Ma il risultato più importante per noi, fra quelli raggiunti da Croll, è che ogni volta che l'emisfero settentrionale attraversa un periodo freddo, si ha un aumento di temperatura nell'emisfero meridionale, con inverni assai miti, a causa soprattutto di cambiamenti nella direzione delle correnti oceaniche. Il contrario accade per l'emisfero settentrionale nei periodi glaciali dell'emisfero meridionale. Questa conclusione getta una tal luce sul problema della distribuzione geografica, che sono nettamente incline ad accettarla, ma citerò prima alcuni fatti, che richiedono una spiegazione.

Il dottor Hooker ha dimostrato che, nell'America meridionale, oltre a un gran numero di specie strettamente affini, circa quaranta o cinquanta fanerogame della Terra del Fuoco – che costituiscono una parte importante della scarsa flora di quella regione – sono comuni all'America e all'Europa, nonostante la distanza enorme fra queste regioni, situate su due emisferi diversi. Sulle alte montagne dell'America equatoriale s'incontra una moltitudine di specie particolari appartenenti a generi europei. Sui monti Organ del Brasile, Gardner ha trovato alcuni generi delle regioni temperate europee, alcuni antartici e altri delle Ande, che non esistono nelle pianure calde intermedie. Sulla Silla di Caracas l'illustre Humboldt trovò molto tempo fa delle specie appartenenti a generi caratteristici della Cordigliera.

In Africa, sulle montagne dell'Abissinia, si trovano diverse forme caratteristiche dell'Europa e alcuni esemplari della flora del Capo di Buona Speranza. Al Capo di Buona Speranza si sono trovate alcune specie europee che non sembrano essere state introdotte dall'uomo, e,

sulle montagne, diverse forme rappresentative europee che non si trovano nelle regioni intertropicali dell'Africa. Hooker ha dimostrato recentemente che diverse piante che crescono nelle parti alte dell'isola Fernando Po, e nelle montagne del vicino Camerun, nel golfo di Guinea, sono molto simili a quelle che vivono sulle montagne dell'Abissinia, e alle piante dell'Europa temperata. Dallo stesso Hooker ho anche appreso ora che alcune di queste stesse piante delle regioni temperate sono state scoperte dal reverendo R. T. Lowe sulle montagne delle isole di Capo Verde. Questa estensione delle stesse forme delle zone temperate, quasi sotto l'equatore, attraverso tutto il continente africano, fino alle montagne dell'arcipelago di Capo Verde, è uno dei fatti più straordinari che si conoscano relativamente alla distribuzione delle piante.

Sull'Himalaya e sulle catene di montagne isolate della penisola indiana, sulle alture di Ceylon e sui coni vulcanici di Giava, si incontrano molte piante, sia identiche sia rappresentative le une delle altre e al tempo stesso rappresentative delle piante d'Europa, che mancano nelle pianure calde intermedie. Una lista dei generi di piante raccolti sui più alti picchi di Giava sembra quella di una raccolta fatta sulle colline d'Europa! Ancora più notevole è il fatto che forme proprie dell'Australia si trovino rappresentate da certe piante che crescono sulle cime delle montagne di Borneo. Alcune di queste forme australiane, secondo quanto mi riferisce Hooker, sono sparse sulle alture della penisola di Malacca, e sono parcamente disseminate da una parte in India e dall'altra verso il nord fino al Giappone.

Sulle montagne dell'Australia meridionale, Fritz Müller ha scoperto diverse specie europee; altre, non introdotte dall'uomo, si trovano nei bassipiani; e, secondo Hooker, si potrebbe compilare una lunga lista di generi europei esistenti in Australia, che però non esistono nelle regioni torride intermedie. Nella mirabile *Introduction to the Flora of New Zealand*, Hooker segnala fatti analoghi e notevoli, relativi alle piante di questa grande isola. Vediamo dunque che alcune piante che crescono sulle più alte montagne dei tropici in tutte le parti del mondo e nelle pianure delle regioni temperate, nei due emisferi settentrionale e meridionale, appartengono alle stesse specie, o sono varietà della stessa specie. Bisogna tuttavia osservare che queste piante non sono rigorosamente forme artiche, perché, come ha osservato il signor H. C. Watson, «scendendo dal polo verso l'equatore, le flore di montagna, o flore alpine, perdono sempre più le loro caratteristiche artiche». Oltre a queste

BOLLATI BORINGHIERI

forme identiche e strettamente affini, molte specie, abitanti le stesse regioni completamente separate, appartengono a generi che non si trovano attualmente nelle pianure tropicali intermedie.

Queste brevi osservazioni si applicano soltanto alle piante: ma si potrebbero citare alcuni fatti analoghi relativi agli animali terrestri. Anche nelle produzioni marine si riscontrano casi simili; come esempio potrei citare la dichiarazione di una massima autorità, il professor Dana: «È certamente un fatto straordinario che i crostacei della Nuova Zelanda siano molto più somiglianti a quelli dell'Inghilterra, situata agli antipodi, che a quelli di qualsiasi altra parte del globo». Anche Sir J. Richardson parla della ricomparsa sulle coste della Nuova Zelanda, della Tasmania ecc. di forme settentrionali di pesci. Hooker mi riferisce che venticinque specie di alghe sono comuni alla Nuova Zelanda e all'Europa, ma non sono state trovate nei mari tropicali intermedi.

Dai fatti che precedono – cioè la presenza di forme temperate nelle regioni elevate di tutta l'Africa equatoriale, dalla penisola indiana fino a Ceylon e nell'Arcipelago malese, e, in modo meno marcato, nelle vaste regioni della zona tropicale dell'America meridionale – appare quasi certo che in un periodo passato, probabilmente durante il periodo più freddo dell'epoca glaciale, le pianure equatoriali di questi grandi continenti siano state abitate ovunque da un numero considerevole di forme temperate. In tale periodo è probabile che al livello del mare il clima equatoriale fosse circa lo stesso di quello che si ha oggi alla stessa latitudine ma all'altitudine di 5000-6000 piedi [1500-1800 m], o forse anche un po' più freddo. Durante questo periodo di massimo freddo le pianure dell'equatore devono essere state ricoperte di vegetazione mista, a carattere tropicale e temperato, come quella, descritta da Hooker, che tappezza rigogliosa le pendici inferiori dell'Himalaya a un'altitudine di 4000-5000 piedi [1200-1500 m], ma forse con una preponderanza ancora più forte di forme temperate. Anche il signor Mann ha trovato che forme europee temperate incominciano ad apparire, a 5000 piedi d'altezza circa, sull'isola montagnosa di Fernando Po, nel golfo di Guinea. Sulle montagne di Panama, Seemann ha trovato, all'altezza di soli 2000 piedi [600 m], una vegetazione simile a quella del Messico, «con forme della zona torrida armonicamente mescolate a quelle della zona temperata».

Vediamo ora se le conclusioni di Croll circa un periodo addirittura più caldo nell'emisfero australe, mentre l'emisfero boreale giaceva sotto il freddo intenso dell'epoca glaciale, getta qualche luce sull'attuale

BOLLATI BORINGHIERI

distribuzione, in apparenza inspiegabile, dei diversi organismi nelle regioni temperate dei due emisferi, e sulle montagne delle regioni tropicali. Misurato in anni, il periodo glaciale deve essere stato molto lungo, più che sufficiente per migrazioni di qualsiasi entità, se si considera che pochi secoli sono stati sufficienti per la diffusione di certe piante e certi animali naturalizzati in aree enormemente estese. Sappiamo che le forme antiche hanno invaso le regioni temperate con il progressivo aumentare del freddo e, in base ai fatti precedentemente citati, bisogna ammettere che alcune fra le forme temperate più vigorose, più dominanti, e più diffuse, abbiano invaso le pianure equatoriali. Gli abitanti di queste pianure calde, nello stesso tempo, saranno emigrati verso le regioni tropicali e subtropicali dell'emisfero meridionale, che in quel periodo era più caldo. Verso il declino del periodo glaciale, mentre i due emisferi riacquistavano gradualmente la loro precedente temperatura, le forme temperate settentrionali che occupavano le pianure equatoriali saranno state spinte verso le loro precedenti dimore, o distrutte e rimpiazzate dalle forme equatoriali provenienti dal sud. Tuttavia, quasi certamente alcune di queste forme temperate si saranno ritirate sulle zone più elevate della regione circostante, dove, se sufficientemente alte, avranno sopravvissuto a lungo, come le forme antiche sulle montagne d'Europa. Esse avrebbero potuto sopravvivere perfino se il clima non fosse stato perfettamente adatto, perché il cambiamento di temperatura deve essere stato molto lento, e le piante hanno indubbiamente una certa capacità di acclimazione, come è dimostrato dal fatto ch'esse possono trasmettere ai loro discendenti differenti capacità costituzionali di resistenza al caldo e al freddo.

Il corso regolare degli eventi avrà portato in seguito a un rigido periodo glaciale nell'emisfero australe, e a un aumento di temperatura nell'emisfero boreale; e di conseguenza le forme temperate meridionali avranno invaso le pianure equatoriali. Le forme settentrionali, precedentemente rimaste sulle montagne, saranno allora scese in basso e si saranno mescolate con le forme meridionali. Queste ultime, col ritornare del calore, si saranno ritirate verso il loro antico habitat, lasciando alcune specie sulle montagne, e portando con loro al sud alcune forme temperate del nord che erano discese dalle stazioni elevate. Dovremmo dunque trovare alcune specie identiche nelle zone temperate boreali e australi e sulle sommità delle montagne delle regioni tropicali intermedie. Ma le specie così a lungo relegate sulle montagne, o in un altro emisfero, saranno entrate in concorrenza con numerose forme nuove e

BOLLATI BORINGHIERI

si saranno trovate esposte a condizioni fisiche un poco differenti; per tali ragioni queste specie saranno state particolarmente soggette a modificazioni, e attualmente dovrebbero in generale esistere sotto forma di varietà o di specie rappresentative; e questo è quanto realmente avviene. Dobbiamo anche ricordare l'esistenza di periodi glaciali anteriori nei due emisferi, fatto che ci spiega, secondo gli stessi principi, il numero di specie ben distinte che abitano regioni analoghe molto lontane le une dalle altre, specie appartenenti a generi che oggi non si incontrano più nelle zone torride intermedie.

Un fatto notevole, su cui hanno molto insistito Hooker riguardo all'America, e Alphonse de Candolle riguardo all'Australia, è che dal nord al sud è migrato un numero di specie identiche o leggermente modificate molto più grande che nella direzione contraria. Tuttavia si incontrano alcune forme meridionali sulle montagne di Borneo e dell'Abissinia. Io suppongo che questa migrazione più considerevole da nord a sud sia dovuta alla maggiore estensione delle terre nel nord e al fatto che le forme che vi abitavano erano in numero maggiore; di conseguenza essendo giunte, grazie alla selezione naturale e a una più attiva concorrenza, a uno stadio più elevato di perfezione o di potere dominante, si saranno assicurate la preponderanza sulle forme meridionali. Così, quando le due categorie di forme si saranno mescolate nelle regioni equatoriali, durante l'alternarsi dei periodi glaciali, le forme settentrionali, più vigorose, si saranno trovate in condizioni più atte a conservare il loro posto sulle montagne, e in seguito a migrare verso il sud con le forme meridionali, che invece non avranno potuto risalire verso il nord con le forme settentrionali. Allo stesso modo vediamo oggi molte produzioni europee ricoprire i territori della Plata, della Nuova Zelanda e in grado minore dell'Australia, e soprafare le forme indigene; mentre pochissime forme meridionali si sono naturalizzate nell'emisfero settentrionale, sebbene pelli, lana e altri oggetti adatti a trasportare semi siano stati abbondantemente importati in Europa negli ultimi due o tre secoli dalla Plata e, durante gli ultimi quaranta o cinquanta anni, dall'Australia. I monti Neilgherrie [Nilgiri] dell'India costituiscono tuttavia un'eccezione parziale; perché, come mi riferisce Hooker, le forme australiane vi si naturalizzano rapidamente. Non c'è dubbio che dopo l'ultimo grande periodo glaciale le montagne intertropicali siano state abitate da forme alpine endemiche; ma queste hanno quasi ovunque ceduto il posto alle forme dominanti, generatesi nelle regioni più estese e nelle contrade più produttive del nord. In

BOLLATI BORINGHIERI

molte isole, le produzioni indigene sono quasi uguagliate o anche superate numericamente da forme straniere acclimate; e ciò costituisce un primo passo verso la loro estinzione. Le montagne sono isole sulla terraferma, e i loro abitanti hanno ceduto il posto a quelli provenienti dalle regioni più vaste del nord, allo stesso modo come gli abitanti delle isole hanno ceduto il posto ovunque, e ancora lo cedono, alle forme continentali acclimate dall'azione dell'uomo.

Gli stessi principi si applicano alla distribuzione degli animali terrestri e delle forme marine, sia nelle zone temperate dell'emisfero settentrionale e dell'emisfero meridionale, sia sulle montagne intertropicali. Quando, al culmine del periodo glaciale, le correnti oceaniche erano molto diverse da come sono oggi, alcuni degli abitanti dei mari temperati possono aver raggiunto l'equatore; un piccolo numero di questi saranno potuti forse migrare immediatamente verso il sud giovandosi delle correnti più fredde, mentre altri saranno rimasti e saranno sopravvissuti nelle più fredde profondità, fino a quando l'emisfero australe sarà stato a sua volta soggetto a un clima glaciale, che avrà permesso a queste forme di progredire ulteriormente. Quasi allo stesso modo come, secondo Forbes, esistono a tutt'oggi, nelle parti più profonde dei mari temperati, aree isolate popolate da produzioni artiche.

Son ben lontano dal credere che le ipotesi precedenti risolvano tutte le difficoltà presentate dalla distribuzione e dalle affinità delle specie identiche e affini che vivono oggi a grandi distanze nei due emisferi, e talvolta sulle catene montane intermedie. Non possiamo indicare le linee esatte delle migrazioni. Non possiamo dire perché certe specie e non altre sono migrate; perché certe specie si sono modificate e hanno dato origine a nuove forme, mentre altre sono rimaste inalterate. Non possiamo sperare di spiegare questi fatti fino a quando non potremo dire perché l'uomo può acclimare in una regione straniera una specie piuttosto che un'altra; perché una certa specie si espande due o tre volte più lontano, o è due o tre volte più abbondante di un'altra, sebbene si trovino entrambe nelle stesse condizioni naturali.

Rimangono ancora altre difficoltà particolari da risolvere: per esempio, la presenza, come riferisce Hooker, delle stesse piante su punti così straordinariamente lontani come la terra di Kerguelen, la Nuova Zelanda e la Terra del Fuoco; ma, come suggerisce Lyell, gli iceberg possono aver contribuito alla loro dispersione. L'esistenza, in questi e altri punti distanti dall'emisfero australe, di specie che, sebbene distinte, fanno parte di generi esclusivamente limitati al sud, costituisce un fat-

BOLLATI BORINGHIERI

to ancora più notevole. Alcune di queste specie sono così diverse che non è possibile pensare che ci sia stato tempo sufficiente dall'inizio dell'ultimo periodo glaciale per la loro migrazione e conseguente modificazione nel grado necessario. I fatti sembrano testimoniare che specie distinte dello stesso genere hanno migrato secondo linee che si irradiano da un centro comune; e io sono incline a credere all'esistenza, nell'emisfero australe e in quello settentrionale, di un precedente periodo più caldo, prima dell'inizio dell'ultimo periodo glaciale, quando le terre dell'Antartico, oggi ricoperte di ghiaccio, erano abitate da una flora isolata e con caratteristiche particolari. Si può supporre che, prima che questa flora fosse sterminata durante l'ultima epoca glaciale, poche forme si fossero già ampiamente diffuse fino a raggiungere vari punti dell'emisfero meridionale, con mezzi occasionali di trasporto, e con l'aiuto di luoghi di sosta costituiti da isole ora sommerse. Così le coste meridionali dell'America, dell'Australia e della Nuova Zelanda possono essere state leggermente sfiorate dalle stesse peculiari forme di vita.

Lyell, in un passo importante, ha trattato, con un linguaggio quasi identico al mio, degli effetti dei grandi cambiamenti di clima nel mondo sulla distribuzione geografica. Abbiamo ora visto che la conclusione di Croll – secondo la quale i successivi periodi glaciali in un emisfero coincidono con periodi più caldi nell'emisfero opposto – insieme con l'ammissione della modificazione lenta delle specie, spiega una moltitudine di fatti sulla distribuzione delle stesse forme e di forme affini di vita in tutte le parti della terra. Il fiume della vita durante un periodo è fluito da nord e durante un altro da sud, per raggiungere in entrambi i casi l'equatore; ma la corrente della vita ha fluito con maggiore forza dal nord che non nella direzione opposta, e ha di conseguenza inondato il sud più liberamente. Come la marea lascia strati di detriti che raggiungono altezze maggiori sulle coste dove la marea è più alta, così la corrente della vita ha lasciato il suo deposito vivente sulle cime dei nostri monti, secondo una linea che s'innalza gradatamente dalle pianure artiche a una grande altezza sotto l'equatore. I vari esseri così depositati possono essere paragonati alle razze umane selvagge, che furono spinte nei recessi delle montagne, e costituiscono un documento del massimo interesse per noi circa i primitivi abitanti delle pianure circostanti.

Distribuzione geografica

(continuazione)

Produzioni d'acqua dolce

Poiché i laghi e i sistemi fluviali sono separati gli uni dagli altri da barriere di terra, si sarebbe potuto pensare che le produzioni d'acqua dolce non si sarebbero diffuse largamente nello stesso territorio e, poiché il mare è apparentemente una barriera ancora più formidabile, non si sarebbero mai estese in territori distanti. Ma i fatti provano esattamente il contrario. Non soltanto molte specie d'acqua dolce appartenenti a classi differenti hanno un'enorme area di diffusione, ma le specie affini prevalgono in modo considerevole in tutto il mondo. Ricordo che quando per la prima volta raccolsi animali nelle acque dolci del Brasile, fui molto sorpreso dal fatto che insetti, molluschi ecc. d'acqua dolce erano molto simili a quelli dell'Inghilterra, mentre gli animali terrestri delle zone vicine erano molto diversi.

Ma credo che la capacità delle produzioni d'acqua dolce di estendersi ampiamente possa essere spiegata, nella maggioranza dei casi, con il loro divenire adatte, in maniera a loro molto utile, alle migrazioni brevi e frequenti da stagno a stagno o da corrente a corrente nell'ambito del loro territorio, e da questa capacità sarebbe derivata, quasi necessariamente, la loro tendenza a un'estesa distribuzione. Possiamo qui considerare soltanto pochi casi: di questi, più difficili a spiegarsi sono quelli relativi ai pesci. In passato si credeva che mai la stessa specie d'acqua dolce potesse esistere su due continenti distanti fra loro. Invece il dottor Günther ha recentemente dimostrato che il *Galaxias attenuatus* abita la Tasmania, la Nuova Zelanda, le isole Falkland e l'America meridionale. Questo è un caso sorprendente che probabilmente testimonia la dispersione da un centro antartico durante un periodo caldo anteriore. Questo caso è reso tuttavia in un certo grado meno sor-

prendente dal fatto che le specie di questo genere hanno il potere di attraversare, in modo sconosciuto, considerevoli estensioni di mare aperto; così c'è una specie comune alla Nuova Zelanda e alle isole Auckland, che pure sono separate da circa 230 miglia [370 km] di distanza. Nello stesso continente i pesci d'acqua dolce hanno spesso una distribuzione ampia e bizzarra; infatti in due sistemi fluviali adiacenti alcune delle specie possono essere comuni, e altre del tutto diverse.

È probabile che queste specie siano occasionalmente trasportate con mezzi che si possono chiamare accidentali. Così, pesci ancora vivi non di rado sono fatti cadere in punti lontani da mulinelli di vento ed è noto che le uova conservano la loro vitalità per un periodo considerevole dopo esser state tolte dall'acqua. La dispersione dei pesci, comunque, può essere attribuita soprattutto a cambiamenti di livello del terreno in periodi recenti, cambiamenti che hanno causato la confluenza dei fiumi. Si potrebbero anche fornire esempi del verificarsi di ciò come conseguenza di inondazioni, senza cambiamenti di livello. La grande differenza fra i pesci che vivono sui versanti opposti della maggior parte delle catene montuose, che sono continue e hanno perciò da tempi remoti completamente impedito la confluenza dei sistemi fluviali dei due versanti, conduce alla stessa conclusione. Alcuni pesci d'acqua dolce appartengono a forme molto antiche, e in tal caso ci sarà stato tempo sufficiente per grandi cambiamenti geografici, e, di conseguenza, ci saranno stati il tempo e i mezzi per compiere grandi migrazioni. Inoltre Günther è stato indotto da diverse considerazioni a concludere che nei pesci le stesse forme persistono a lungo. I pesci d'acqua salata possono essere, con cura, lentamente abituati a vivere nell'acqua dolce; e secondo Valenciennes è difficile trovare un solo gruppo di cui tutti i costituenti vivano in acqua dolce. Cosicché una specie marina appartenente a un gruppo d'acqua dolce potrebbe spingersi molto lontano lungo le coste del mare e potrebbe probabilmente adattarsi senza troppa difficoltà alle acque dolci di una terra lontana.

Alcune specie di molluschi d'acqua dolce, che hanno un'area di diffusione molto grande, e specie affini che, secondo la nostra teoria, discendono da un comune progenitore e devono essere derivate da un unico ceppo d'origine, prevalgono in tutto il mondo. La loro distribuzione destò dapprima in me molte perplessità, giacché non è facile che le loro uova siano trasportate dagli uccelli, e tanto le uova come gli adulti vengono immediatamente uccisi dall'acqua di mare. Né potevo capire come alcune specie naturalizzate si fossero diffuse rapidamente

BOLLATI BORINGHIERI

nello stesso paese. Ma ho osservato due fatti – e molti altri ne saranno scoperti – che fanno qualche luce su questo argomento. Quando le anatre sbucano improvvisamente da uno stagno ricoperto di erbe palustri, ho visto due volte che queste piccole piante erano rimaste attaccate al loro dorso: e mi è accaduto, trasportando una piccola quantità di erbe palustri da un acquario a un altro, di avere popolato involontariamente uno di questi con molluschi d'acqua dolce provenienti dall'altro acquario. Ma forse vi è un altro agente più efficace: ho sospeso le zampe di un'anatra in un acquario in cui si trovavano in incubazione molte uova di molluschi d'acqua dolce e ho trovato che le zampe erano brulicanti di piccolissimi molluschi appena schiusi, che vi aderivano così tenacemente che non era possibile staccarli quando le zampe erano portate fuori dall'acqua, anche se, in età un poco più avanzata, essi si sarebbero staccati spontaneamente. Questi molluschi appena schiusi, pur essendo acquatici per loro natura, sopravvissero sulle zampe dell'anatra, in un'atmosfera umida, da 12 a 20 ore; in questo tempo un'anatra o un airone può coprire una distanza di almeno 600 o 700 miglia e se viene spinto attraverso il mare fino a un'isola oceanica o a un altro punto distante, si poserà sicuramente su un piccolo stagno o su un fiumicello. Sir Charles Lyell mi informa che è stato preso un *Dytiscus* con un *Ancylus* (mollusco d'acqua dolce simile a una patella) tenacemente attaccato: e un coleottero acquatico della stessa famiglia, un *Colymbetes*, volò una volta a bordo del *Beagle* quando esso si trovava a 45 miglia [72 km] di distanza dalla terra più vicina: nessuno può dire a quale distanza avrebbe potuto essere spinto se fosse stato secondato dal vento.

Relativamente alle piante, è noto da tempo quanto sia grande l'area di diffusione di molte specie d'acqua dolce e anche di quelle palustri, sia nei continenti, sia nelle più lontane isole oceaniche. Ciò è chiaramente dimostrato, secondo Alphonse de Candolle, da quei grandi gruppi di piante terrestri che hanno pochissimi rappresentanti acquatici: infatti questi ultimi sembrano acquistare immediatamente, come per diretta conseguenza, la capacità di diffondersi largamente. Credo che questo fatto sia spiegato dall'intervento di mezzi favorevoli di dispersione. Ho detto prima come talvolta un po' di terra rimanga attaccata alle zampe e ai becchi degli uccelli. I trampolieri che frequentano le sponde melmose degli stagni, se messi in fuga improvvisamente, asporteranno più facilmente il fango con le loro zampe. Gli uccelli di quest'ordine viaggiano più di quelli di qualsiasi altro ordine, e talvolta si trovano nelle isole più lontane e più desolate dell'oceano aperto; non è

BOLLATI BORINGHIERI

probabile che essi si posino sulla superficie del mare, e pertanto l'acqua non asporterà la terra attaccata alle zampe e, raggiunta la terra, essi sicuramente voleranno verso le loro naturali dimore d'acqua dolce. Non credo che i botanici sappiano quanto sia carico di semi il fango degli stagni; ho fatto diversi piccoli esperimenti, ma mi limiterò qui a ricordare l'esempio più degno di nota: nel febbraio prelevai tre cucchiariate di fango da tre punti diversi, vicini al bordo di uno stagno: la terra, una volta asciugata, pesava soltanto 6 once $\frac{3}{4}$ [191 g]; la tenni per sei mesi, coperta, nel mio studio, sradicando e contando ogni pianta che vi cresceva; le piante furono in tutto 537 e appartenevano a molte specie diverse; eppure il molle fango entrava tutto in una tazza da colazione! Considerando questi fatti, io penso che sarebbe davvero inspiegabile se gli uccelli acquatici non trasportassero i semi di piante d'acqua dolce in stagni e in fiumi, situati in punti lontani, che ne sono privi. Lo stesso agente può essere entrato in gioco per quanto riguarda le uova di alcuni dei più piccoli animali d'acqua dolce.

Altre cause sconosciute possono aver avuto la loro influenza. Ho detto che i pesci d'acqua dolce mangiano alcuni tipi di semi e ne rigettano molti altri dopo averli ingoiati; anche i pesci piccoli ingoiano semi di dimensioni modeste, come quelle della ninfea gialla e del *Potamogeton*. L'airone e altri uccelli, da secoli, giorno dopo giorno divorano pesci; poi prendono il volo verso altre acque, o sono trascinati dal vento sul mare, e abbiamo visto che i semi mantengono la capacità di germinare, quando sono emessi con le pallottole, ovvero con gli escrementi, molte ore dopo. Quando vidi le grandi dimensioni dei semi del bellissimo loto *Nelumbium*, e ricordai le osservazioni di Alphonse de Candolle sulla distribuzione di questa pianta, pensai che i suoi mezzi di dispersione sarebbero rimasti inspiegabili; ma Audubon afferma di aver trovato nello stomaco di un airone i semi del grande loto meridionale (probabilmente, secondo Hooker, del *Nelumbium luteum*). Ora questo uccello deve avere spesso volato, con lo stomaco pieno, fino a stagni molto lontani, e dopo un abbondante pasto di pesci, l'analogia mi fa credere che avrà rigettato una pallottola con i semi in condizione adatta alla germinazione.

Considerando questi diversi mezzi di distribuzione, si deve ricordare che uno stagno o un corso d'acqua al suo primo formarsi, per esempio su un'isoletta nascente, non sarà occupato da alcuna forma di vita; e un seme o un uovo che vi arrivi avrà una buona possibilità di prosperare. Anche se ci sarà sempre una lotta per l'esistenza tra gli abitan-

BOLLATI BORINGHIERI

ti di uno stagno, sia pure appartenenti a un numero limitato di specie; tuttavia, dato che il numero di abitanti di uno stagno, per quanto molto popolato, è piccolo rispetto a quello delle specie in un'area di terra della stessa estensione, ne consegue che la competizione fra le specie sarà probabilmente meno severa fra le specie acquatiche che fra quelle terrestri; perciò un intruso proveniente dalle acque di un territorio straniero avrà maggiore probabilità di un ospite terrestre di occupare un nuovo posto. Dobbiamo ricordare, anche, che molte produzioni d'acqua dolce occupano posti più bassi nella scala della natura, e abbiamo ragione di credere che questi organismi si modifichino più lentamente di quelli superiori, e ciò lascerà alle specie acquatiche tempo sufficiente per poter emigrare. Né dobbiamo dimenticare la probabilità che molte forme d'acqua dolce abbiano avuto in passato una diffusione continua su immensi territori e si siano successivamente estinte in punti intermedi. Ma la grande distribuzione delle piante d'acqua dolce e degli animali inferiori, sia nella stessa forma, sia in forma alquanto modificata, sembra dipendere principalmente dalla grande dispersione dei semi e delle uova, tramite animali, soprattutto uccelli d'acqua dolce, che hanno grande potenza di volo e passano naturalmente da uno specchio d'acqua a un altro.

Sugli abitanti delle isole oceaniche

Passiamo ora a considerare l'ultimo dei tre ordini di fatti che ho scelto perché presentano le maggiori difficoltà relativamente alla distribuzione, secondo l'ipotesi che non solo tutti gli individui della stessa specie siano migrati da una data area, ma che le specie affini, pur abitando attualmente nei punti più lontani, provengano da un'unica area, luogo di nascita dei loro antichi progenitori. Ho già esposto le ragioni per cui non credo che l'estensione dei continenti sia stata di così vaste proporzioni, nel periodo delle specie attuali, da poter pensare che le molte isole dei diversi oceani siano state popolate in tal modo dagli attuali abitanti terrestri. Questa opinione risolve molte difficoltà, ma non è in armonia con tutti i fatti relativi alle produzioni delle isole. Nelle seguenti osservazioni non mi limiterò alla sola questione della dispersione, ma considererò altri casi che hanno attinenza con la veridicità delle due teorie, quella della creazione indipendente e quella della discendenza con modificazione.

BOLLATI BORINGHIERI

Le specie di tutti i tipi che abitano le isole oceaniche sono poche in confronto a quelle di aree continentali equivalenti: Alphonse de Candolle ammette questo fatto per le piante e Wollaston per gli insetti. Per esempio, con le sue alte montagne e le sue svariate stazioni la Nuova Zelanda, che si estende per oltre 780 miglia [1250 km] di latitudine, insieme con le vicine isole di Auckland, Campbell e Chatham, contiene complessivamente soltanto 960 specie di piante fanerogame e, se confrontiamo questo limitato numero di specie con quello delle specie che si affollano su aree equivalenti nell'Australia sudoccidentale o al Capo di Buona Speranza, dobbiamo ammettere che qualche causa, indipendente dalle differenti condizioni fisiche, abbia dato origine a una così grande differenza numerica. Perfino nella contea uniforme di Cambridge si trovano 847 piante, 764 se ne trovano nella piccola isola di Anglesea, ma in questo numero sono comprese alcune felci e alcune piante introdotte, e il confronto non è esatto anche per altri aspetti. Sappiamo che la brulla isola dell'Ascensione possedeva originariamente meno di mezza dozzina di piante fanerogame, tuttavia molte altre piante si sono naturalizzate in quest'isola, come nella Nuova Zelanda e in ogni altra isola oceanica di cui si voglia fare il nome. Si ha ragione di credere che nell'isola di Sant'Elena le piante o gli animali naturalizzati abbiano quasi completamente sterminato molte produzioni indigene. Chi ammette la dottrina della creazione di ogni specie distinta, dovrà anche ammettere che non è stato creato un numero sufficiente di piante e di animali adatti per le isole oceaniche; giacché l'uomo le ha, senza volerlo, rifornite di specie, molto più completamente e perfettamente della natura.

Sebbene nelle isole oceaniche le specie siano poche, la proporzione delle specie endemiche (cioè di quelle che non si trovano in alcun'altra parte del mondo) è spesso estremamente grande. Se per esempio facciamo un confronto fra il numero dei molluschi terrestri endemici di Madera o degli uccelli endemici delle Galápagos, con il numero degli stessi su qualsiasi continente, e confrontiamo poi l'area dell'isola con quella del continente, vedremo che ciò è vero. Teoricamente avremmo dovuto prevedere questo fatto, perché, come già abbiamo spiegato, le specie che giungono occasionalmente dopo lunghi intervalli di tempo in località nuove e isolate, dove devono entrare in concorrenza con nuove forme, saranno particolarmente passibili di modificazione e produrranno spesso gruppi di discendenti modificati. Ma non ne consegue in alcun modo che, poiché in un'isola quasi tutte le specie di una classe

BOLLATI BORINGHIERI

sono peculiari, quelle di un'altra classe o di un'altra sezione della stessa classe siano anch'esse peculiari; questa differenza sembra dipendere in parte dal fatto che le specie non modificate sono migrate in massa, cosicché i loro rapporti reciproci non sono stati troppo turbati; e in parte dall'arrivo frequente di immigranti non modificati dai paesi d'origine, con i quali le forme insulari si sono reciprocamente incrociate. Si dovrebbe anche ricordare che la discendenza di tali incroci acquisterà certamente in vigore; cosicché anche un incrocio occasionale produrrà un effetto superiore a quello che si poteva prevedere. Darò ora alcuni esempi di questi fatti: nelle isole Galápagos vi sono 26 uccelli terrestri di cui 21 (o forse 23) propri delle isole, mentre delle 11 specie marine soltanto 2 sono peculiari, ed è ovvio che gli uccelli marini potranno raggiungere queste isole molto più facilmente e frequentemente degli uccelli terrestri. D'altra parte, l'isola di Bermuda, che dista dall'America settentrionale quasi quanto le isole Galápagos dall'America meridionale, e ha un suolo molto particolare, non possiede un solo uccello terrestre che sia endemico, e apprendiamo, dalla mirabile relazione del signor J. M. Jones sulle Bermuda, che moltissimi uccelli dell'America settentrionale di quando in quando, o anche frequentemente, visitano quest'isola. Quasi ogni anno, come mi è stato riferito dal signor E. V. Harcourt, molti uccelli europei e africani sono portati dal vento fino a Madera; quest'isola è abitata da 99 specie, di cui una sola è propria dell'isola, sebbene sia molto simile a una forma europea, e altre tre o quattro specie sono limitate a quest'isola e alle Canarie. Così le isole di Bermuda e di Madera sono state popolate da uccelli provenienti dai continenti vicini, che hanno per lungo tempo lottato fra di loro e sono arrivati a un reciproco adattamento. Perciò ogni specie, una volta stabilitasi nella nuova dimora, sarà stata tenuta dalle altre al suo posto e nelle sue abitudini, e di conseguenza sarà stata solo in minima misura soggetta a modificazione. Qualunque tendenza alla modificazione sarà stata ostacolata anche dall'incrocio con immigranti non modificati, provenienti spesso dal paese d'origine. Madera inoltre è abitata da uno straordinario numero di molluschi terrestri peculiari, mentre non esiste alcuna specie di mollusco marino che sia proprio delle sue coste; or bene, per quanto non si sappia come avvenga la dispersione dei molluschi marini, tuttavia si può capire che le loro uova o le larve, forse attaccate ad alghe marine o a legname galleggiante, o alle zampe di trampolieri, potrebbero essere trasportate per 300 o 400 miglia [per quasi 600 km]

BOLLATI BORINGHIERI

di mare aperto, molto più facilmente dei molluschi terrestri. I diversi ordini d'insetti che abitano Madera presentano casi quasi analoghi.

Le isole oceaniche sono talvolta sprovviste di intere classi di animali, il cui posto viene preso da altre classi; così i rettili nelle isole Galápagos e gli uccelli atteri giganti nella Nuova Zelanda prendono, o hanno preso di recente, il posto dei mammiferi. Sebbene qui si parli della Nuova Zelanda come di un'isola oceanica, è piuttosto dubbio se si debba classificarla come tale, perché è molto estesa e non è separata dall'Australia da un mare molto profondo; il reverendo W. B. Clarke, basandosi sui caratteri geologici di quest'isola e sulla direzione delle sue catene di montagne, ha recentemente sostenuto che, come la Nuova Caledonia, essa dovrebbe essere considerata come un'appendice dell'Australia. Per quanto riguarda le piante, Hooker ha dimostrato che, nelle isole Galápagos, il numero proporzionale dei diversi ordini è molto diverso da quello che si ha altrove. Tutte queste differenze numeriche, e l'assenza di determinati interi gruppi di piante e di animali, vengono spiegate generalmente con l'ipotetica esistenza di differenti condizioni fisiche delle isole; ma tale spiegazione solleva più di un dubbio. La facilità d'immigrazione sembra aver avuto una parte altrettanto importante quanto la natura delle condizioni fisiche.

Si potrebbero segnalare molti piccoli fatti rimarchevoli, relativi agli abitanti delle isole oceaniche. Per esempio, in alcune isole in cui non si trova un solo mammifero, alcune delle piante endemiche sono provviste di semi mirabilmente uncinati; eppure è difficile trovare un rapporto più evidente tra i semi uncinati e il loro trasporto tramite la lana o la pelliccia dei quadrupedi. Ma un seme uncinato potrebbe essere trasportato in un'isola con altri mezzi; e la pianta modificandosi diventerebbe una specie endemica, conservando i suoi uncini, che rappresenterebbero perciò appendici inutili, come le ali rudimentali sotto le elitre saldate di molti coleotteri insulari. E ancora, nelle isole si trovano spesso alberi o arbusti appartenenti a ordini che altrove sono costituiti soltanto da specie erbacee; ora gli alberi, come ha dimostrato Alphonse de Candolle, hanno generalmente una distribuzione limitata, qualunque possa esserne la causa. Ne risulta che gli alberi avrebbero poca probabilità di raggiungere isole oceaniche lontane; una pianta erbacea che su un continente non avrebbe possibilità di competere vittoriosamente con i molti alberi pienamente sviluppati, potrebbe, stabilitasi in un'isola, acquistare un vantaggio sulle altre piante erbacee, divenendo sempre più alta e superandole in altezza. In tal caso la selezione naturale

BOLLATI BORINGHIERI

tenderebbe ad aumentare la statura della pianta, a qualunque ordine essa appartenga, e di conseguenza a tramutarla prima in arbusto e poi in albero.

Assenza di batraci e di mammiferi terrestri nelle isole oceaniche

Relativamente all'assenza di gruppi interi di animali nelle isole oceaniche, Bory Saint-Vincent osservava già tempo fa che non si trovano batraci (rane, rospi, tritoni) in nessuna delle numerose isole che costellano i grandi oceani. Mi sono preoccupato di controllare tale affermazione, e ho trovato che corrisponde a verità, eccezion fatta per la Nuova Zelanda, la Nuova Caledonia, le isole Andamane e, forse, le isole Salomone e le Seicelle. Ma ho già osservato che è dubbio se la Nuova Zelanda e la Nuova Caledonia si debbano annoverare tra le isole oceaniche e il dubbio è anche più fondato nel caso delle isole Andamane, delle Salomone e delle Seicelle. Questa generale assenza di rane, rospi e salamandre in un così grande numero di isole propriamente oceaniche non può essere attribuita alle condizioni fisiche; invero esse sembrerebbero particolarmente adatte all'esistenza di questi animali, poiché le rane introdotte a Madera, alle Azzorre e all'isola Maurizio si sono moltiplicate fino a diventare un flagello. Ma poiché questi animali e le loro uova fecondate sono immediatamente distrutti dal contatto con l'acqua di mare (ad eccezione – per quanto ne sappiamo – di una specie indiana), il loro trasporto per mare sarebbe molto difficile e, pertanto, possiamo comprendere perché questi animali non esistano sulle isole propriamente oceaniche. Ma sarebbe molto difficile spiegare, con la teoria della creazione indipendente, perché non siano stati creati in queste località.

Un altro caso simile è quello dei mammiferi. Ho invano cercato nelle memorie dei più antichi viaggiatori un solo caso, assolutamente certo, di mammiferi terrestri (esclusi gli animali domestici degli indigeni) viventi su un'isola distante più di 300 miglia [480 km] da un continente o da una grande isola continentale; e molte isole situate a distanza assai inferiore sono ugualmente sprovviste di questi animali. Le isole Falkland, abitate da una volpe simile a un lupo, sembrano fare eccezione a questa regola; ma le Falkland non si possono considerare come un gruppo d'isole oceaniche, perché sono situate su un banco che si riattacca al continente, da cui distano circa 280 miglia [450 km]; inoltre,

BOLLATI BORINGHIERI

poiché gli iceberg hanno portato, in passato, blocchi erratici sulle coste occidentali, può darsi che abbiano un tempo trasportato le volpi, come anche ora accade frequentemente nelle regioni artiche. Tuttavia non si può dire che le piccole isole non siano adatte perlomeno all'esistenza di piccoli mammiferi, perché se ne trovano in molte parti del mondo su isole molto piccole, quando sono vicine a un continente; e difficilmente potremmo citare una sola isola in cui i nostri più piccoli quadrupedi non si siano naturalizzati o abbondantemente moltiplicati. Né si può dire, secondo l'opinione corrente della creazione, che è mancato il tempo per la creazione di mammiferi; molte isole vulcaniche sono sufficientemente antiche, come dimostrano le straordinarie degradazioni che hanno subito, e la presenza di strati terziari; d'altra parte non è mancato il tempo per la produzione di specie endemiche appartenenti ad altre classi; e si sa che sui continenti nuove specie di mammiferi compaiono e scompaiono più rapidamente di quanto non facciano altri animali inferiori. Sebbene le isole oceaniche non abbiano mammiferi terrestri, i mammiferi aerei si trovano in quasi ogni isola. La Nuova Zelanda possiede due pipistrelli che non si incontrano in nessun'altra parte del mondo; l'isola di Norfolk, l'arcipelago Viti, le isole Bonin, gli arcipelaghi delle Caroline e delle Marianne e l'isola Maurizio hanno forme particolari di pipistrelli. Perché, ci si può domandare, la presunta forza creativa non ha prodotto nelle isole remote altri mammiferi all'infuori dei pipistrelli? È facile rispondere, secondo la mia teoria: nessun mammifero terrestre può essere trasportato attraverso ampie distese di mare, che i pipistrelli possono invece sorvolare. I pipistrelli sono stati visti spesso errare di giorno sull'oceano Atlantico a grande distanza dalla terra; e due specie nordamericane visitano regolarmente o occasionalmente le Bermuda, che distano 600 miglia [965 km] dal continente. Ho appreso dal signor Tomes, specializzato nello studio di questa famiglia, che molte specie hanno una distribuzione estesissima, e si trovano in continenti e in isole lontanissime. Basta perciò supporre che tali specie erranti si siano modificate nelle loro nuove dimore in relazione alla loro nuova posizione, e potremo capire la presenza di pipistrelli endemici sulle isole oceaniche, dove sono assenti tutti gli altri mammiferi terrestri.

Un altro interessante rapporto è quello che esiste tra la profondità dei tratti di mare che separano le isole fra di loro, o dal più vicino continente, e il grado di affinità dei mammiferi che vi abitano. Il signor Windsor Earl ha fatto su questo argomento alcune interessanti osser-

BOLLATI BORINGHIERI

vazioni, completate in seguito dalle mirabili ricerche di Wallace, sul grande Arcipelago malese, attraversato in prossimità di Celebes da un profondo tratto di oceano, che separa due faune di mammiferi molto diverse. Da entrambi i lati, le isole poggiano su un banco sottomarino di modesta profondità, e sono popolate da quadrupedi identici o strettamente affini. Non ho avuto ancora il tempo di studiare questa questione in tutte le parti del globo, ma, dove sono arrivato, ho trovato che questo rapporto si mantiene. Per esempio la Gran Bretagna e l'Europa, che sono separate da un canale poco profondo, hanno gli stessi mammiferi, e lo stesso avviene in Australia e in tutte le isole che si trovano vicino alle sue coste. D'altra parte, nelle isole delle Indie occidentali, situate su un banco profondo circa 1000 braccia [1800 m], si trovano forme americane, ma le specie e anche i generi sono completamente diversi. Dato che l'entità delle modificazioni cui gli animali di tutti i tipi sono sottoposti dipende in parte dal tempo trascorso, e dato che è più probabile che in tempi recenti siano state unite isole separate da canali poco profondi piuttosto che isole separate da canali più profondi, possiamo capire il perché della relazione tra la profondità del mare che divide due faune di mammiferi e il loro grado di affinità, relazione che sarebbe assolutamente inspiegabile con la teoria delle creazioni indipendenti.

Le precedenti considerazioni sugli abitanti delle isole oceaniche, cioè il piccolo numero di specie con una forte proporzione di forme endemiche; la modificazione dei membri di certi gruppi, ma non quella di altri gruppi della stessa classe; l'assenza di interi ordini determinati, quali i batraci e i mammiferi terrestri, nonostante la presenza di pipistrelli; la singolare proporzione di alcuni ordini di piante, lo sviluppo di piante erbacee in alberi ecc.: tutto ciò mi sembra si accordi meglio con la tesi dell'efficacia di mezzi occasionali di trasporto, protrattasi per un lungo periodo di tempo, che non con la tesi di una precedente continuità fra tutte le isole oceaniche e il più vicino continente; infatti, secondo quest'ultimo punto di vista, è probabile che le varie classi sarebbero immigrate in modo più uniforme e, essendo le singole specie entrate tutte assieme, i loro reciproci rapporti non avrebbero subito grandi alterazioni e, pertanto, o non si sarebbero modificate affatto, oppure tutte le specie si sarebbero modificate in maniera più uniforme.

Non nego che ci siano molte serie difficoltà per capire in che modo molti degli abitanti delle isole più lontane – sia che abbiano conservato

BOLLATI BORINGHIERI

la stessa forma specifica, sia che si siano in seguito modificati – abbiano raggiunto le loro attuali dimore. Ma non dobbiamo escludere la probabilità che siano esistite una volta altre isole, come luoghi di sosta intermedi, delle quali oggi non rimane neppure un residuo. Citerò uno dei casi più difficili. Quasi tutte le isole oceaniche, anche le più piccole e le più isolate, sono abitate da molluschi terrestri, generalmente di specie endemiche, ma talvolta di specie reperibili altrove, come il dottor A. A. Gould ha chiaramente dimostrato per quanto riguarda l'oceano Pacifico. Sappiamo che i molluschi terrestri sono facilmente uccisi dall'acqua di mare; le loro uova, almeno quelle su cui ho fatto esperimenti, vanno a fondo e periscono. Tuttavia deve esistere qualche mezzo di trasporto sconosciuto, ma in qualche caso efficace. Non potrebbero forse i piccoli appena usciti dall'uovo aderire talvolta alle zampe di uccelli appollaiati sul terreno ed essere così trasportati? Ho pensato che i molluschi terrestri, durante l'ibernazione e quando l'apertura della conchiglia è chiusa da un diaframma membranoso, potrebbero forse galleggiare nelle fessure del legname alla deriva e attraversare così tratti di mare di moderata larghezza. Ho trovato che diverse specie, in queste condizioni, resistono senza danno a un'immersione di sette giorni in acqua di mare; un mollusco, l'*Helix pomatia*, dopo essere stato sottoposto a questo trattamento e dopo l'ibernazione, fu messo in acqua di mare per venti giorni, e vi resistette perfettamente. Durante questo tempo il mollusco avrebbe potuto essere trasportato da una corrente marina di media velocità a una distanza di 660 miglia geografiche [1223 km]. Siccome questa specie di *Helix* ha uno spesso opercolo calcareo, lo tolsi, e quando se ne fu riformato uno membranoso, lo immerse nuovamente in acqua di mare, per quattordici giorni, al termine dei quali l'animale si riebbe nuovamente e striscì via. Il barone Aucapitaine ha ritentato successivamente esperimenti analoghi: mise 100 molluschi terrestri, appartenenti a dieci specie diverse, in una scatola bucata, che immerse in mare per quattordici giorni; ventisette molluschi su cento sopravvissero. La presenza dell'opercolo sembra essere molto importante, perché su dodici esemplari di *Cyclostoma elegans*, specie che ne è provvista, undici si ripresero. Se si osserva il modo in cui, nel mio esperimento, l'*Helix pomatia* ha resistito all'acqua salata, è degno di nota il fatto che, nelle esperienze di Aucapitaine, nessuno dei 54 esemplari appartenenti a quattro specie si sia ripreso. Non è affatto probabile, tuttavia, che i mol-

BOLLATI BORINGHIERI

luschi terrestri siano stati spesso trasportati in tal modo; le zampe degli uccelli sono un mezzo di trasporto probabile.

Rapporti fra gli abitanti delle isole e quelli del più vicino continente

Il fatto più importante e sorprendente per noi è l'affinità fra le specie che abitano le isole e quelle che abitano il continente più vicino, che però non sono identiche. Si potrebbero citare numerosi esempi di questo fatto. L'arcipelago delle Galápagos è situato sotto l'equatore alla distanza di 500-600 miglia [circa 900 km] dalle coste dell'America meridionale. Tutti gli organismi terrestri e acquatici dell'arcipelago portano il segno incontestabile del tipo continentale americano. Su ventisei uccelli terrestri, ventuno, o forse ventitré, sono classificati come specie diverse, e si supporrebbe comunemente che siano stati creati in questo luogo; pur tuttavia la stretta affinità della maggioranza di questi uccelli con le specie americane è manifesta in ogni carattere, nelle abitudini, nel portamento, nel canto. Lo stesso avviene per gli altri animali e per la maggioranza delle piante, come dimostra Hooker nella sua eccellente opera sulla flora di questo arcipelago. Osservando gli abitanti di queste isole vulcaniche del Pacifico, distanti centinaia di miglia dal continente, il naturalista ha la sensazione di trovarsi su territorio americano. Perché dovrebbe esser così? Perché queste specie, che si suppongono create nell'arcipelago delle Galápagos, e non altrove, dovrebbero portare in modo così evidente l'impronta dell'affinità con le specie create in America? Non vi è niente, nelle condizioni di vita, nella natura geologica di queste isole, nella loro altitudine e nel loro clima, o nella proporzione in cui le diverse classi si sono associate, che si avvicini alle condizioni delle coste dell'America meridionale. Invero, c'è una notevole dissomiglianza in tutti questi aspetti. D'altra parte c'è un notevole grado di somiglianza fra queste stesse isole e quelle dell'arcipelago del Capo Verde nella natura vulcanica del suolo, nel clima, nell'altitudine e nell'estensione; ma quale completa e assoluta differenza fra i loro abitanti! Gli abitanti delle isole del Capo Verde sono collegati con quelli dell'Africa, come gli abitanti delle Galápagos lo sono con quelli dell'America. La teoria corrente della creazione indipendente non può fornire alcuna spiegazione a simili fatti. Al contrario, secondo la teoria qui avanzata, è evidente che le Galápagos, sia per la precedente continuità con la terra ferma (sebbene io non concordi con questa opinione),

BOLLATI BORINGHIERI

sia con mezzi di trasporto occasionali, avranno probabilmente ricevuto i loro abitanti dall'America, come le isole del Capo Verde avranno ricevuto i loro dall'Africa; gli uni e gli altri saranno stati soggetti a modificazioni, ma il principio dell'eredità tradirà sempre il loro luogo di origine.

Si potrebbero citare molti fatti analoghi: in realtà è una legge quasi universale che le produzioni endemiche di un'isola siano in rapporto con quelle del più vicino continente o grande isola. Le eccezioni sono rare e per la maggior parte spiegabili. Così, benché l'isola di Kerguelen sia più vicina all'Africa che all'America, le piante che vi abitano sono in relazione molto stretta con le forme americane, secondo la descrizione fatta da Hooker; ma questa anomalia scompare, con l'ipotesi che quest'isola sia stata principalmente rifornita di semi portati con la terra e le pietre sugli iceberg spinti dalle correnti dominanti. Per le sue piante endemiche, la Nuova Zelanda, come ci si poteva attendere, ha rapporti molto più stretti con l'Australia, continente più vicino, che con qualunque altra regione; ma essa ha anche evidenti affinità con l'America meridionale, e questo continente, pur essendo il più vicino dopo l'Australia, è così lontano che questo fatto pare un'anomalia. Tuttavia la difficoltà in parte scompare quando si rifletta che la Nuova Zelanda, l'America meridionale e altre regioni meridionali sono state popolate in parte da forme venute da un punto intermedio, per quanto lontano, cioè dalle isole antartiche, quando, durante un periodo terziario caldo, anteriore all'ultimo periodo glaciale, esse erano ricoperte di vegetazione.

L'affinità lieve, ma reale, che Hooker mi assicura esistere tra la flora della parte sudoccidentale dell'Australia e quella del Capo di Buona Speranza, costituisce un caso molto più notevole; tuttavia questa affinità è limitata alle piante e un giorno sarà sicuramente spiegata.

La stessa legge che determina l'affinità tra gli abitanti delle isole e quelli del più vicino continente si manifesta talvolta su scala ridotta, ma in modo molto interessante, nell'ambito di uno stesso arcipelago. Così, ogni singola isola dell'arcipelago delle Galápagos è abitata e, fatto meraviglioso, da molte specie distinte, ma queste specie hanno fra di loro un'affinità più stretta che non con gli abitanti del continente americano o di qualsiasi altra parte del mondo. Ed è appunto quanto dovevamo aspettarci, perché isole così vicine l'una all'altra devono aver necessariamente ricevuto immigranti sia dalla stessa fonte d'origine, sia l'una dall'altra. Ma come si spiega che molti degli immigranti si siano modificati in modo differente, anche se in piccolo grado, in isole così

vicine, che hanno la stessa natura geologica, la stessa altitudine, lo stesso clima, ecc.? Questa per molto tempo mi è sembrata una grande difficoltà; ma essa sorge principalmente dall'errore, profondamente radicato, di ritenere che le condizioni fisiche di un paese siano il fatto più importante; mentre è incontestabile che la natura delle altre specie, con cui ciascuna deve lottare, costituisce un elemento di successo altrettanto e, generalmente, più importante. Ora, se esaminiamo le specie dell'arcipelago delle Galápagos che si trovano anche in altre parti del mondo, troviamo che differiscono considerevolmente nelle diverse isole. Questa differenza era da prevedersi, se le isole sono state popolate tramite mezzi occasionali di trasporto; per esempio, il seme di una pianta può essere stato portato in un'isola, e quello di un'altra pianta in un'altra, sebbene entrambi provenienti dalla stessa origine. Perciò, quando nei tempi passati un immigrante avrà preso piede su una delle isole, o quando, successivamente, si sarà diffuso da un'isola all'altra, sarà stato indubbiamente esposto a differenti condizioni nelle diverse isole, perché si sarà trovato in concorrenza con differenti gruppi di organismi; una pianta, per esempio, avrà trovato il terreno che le è più favorevole occupato da forme un po' diverse nelle diverse isole, e avrà subito gli attacchi di nemici un poco diversi. Se poi la pianta avrà variato, la selezione naturale avrà probabilmente favorito in ogni isola varietà differenti. Tuttavia, alcune specie avranno potuto diffondersi e conservare lo stesso carattere in tutto il gruppo, così come vediamo alcune specie diffondersi ampiamente su un continente e rimanere inalterate.

Il fatto realmente sorprendente nel caso dell'arcipelago delle Galápagos, e in grado minore in alcuni casi analoghi, è che ogni specie nuova, una volta formatasi in una determinata isola, non si è rapidamente diffusa nelle altre isole. Ma le isole, sebbene in vista l'una dell'altra, sono separate da bracci di mare profondi, nella maggioranza dei casi più ampi del canale della Manica, e non abbiamo motivo di supporre che in un periodo passato siano state unite. Le correnti marine sono rapide e scorrono tra le isole, e le tempeste di vento sono rarissime; le isole sono perciò molto più separate nella realtà di quanto non appaia sulla carta geografica. Tuttavia alcune specie, sia quelle esclusive dell'arcipelago sia quelle che si trovano in altre parti del mondo, sono comuni a diverse isole; e dal loro attuale modo di distribuzione possiamo dedurre che esse si sono diffuse da un'isola all'altra. Ma credo che ci sbagliamo spesso supponendo che specie molto affini invadano il territorio l'una dell'altra, quando siano messe nelle condizioni di comunicare libe-

BOLLATI BORINGHIERI

ramente. Senza dubbio, se una specie ha qualche vantaggio su un'altra, non tarda a soppiantarla completamente o parzialmente; ma se ambedue sono ugualmente bene adattate ai posti che occupano, è probabile che tutte e due conservino le loro posizioni rispettive per un periodo indefinito. Sapendo bene che molte specie, naturalizzate dall'uomo, si sono diffuse con rapidità straordinaria su vaste aree, tendiamo a dedurre che la maggioranza delle specie si diffonda in questo modo; ma dobbiamo ricordare che le specie naturalizzate in nuovi paesi non sono generalmente molto affini con gli abitanti indigeni, ma sono forme molto differenti da questi e appartenenti, nella maggioranza dei casi, come ha dimostrato Alphonse de Candolle, a generi diversi. Nell'arcipelago delle Galápagos anche un gran numero di uccelli, sebbene ben adattati a volare da isola a isola, sono diversi in ognuna di queste; così si trovano tre specie molto affini di mimo poliglotta, ognuna limitata alla propria isola. Supponiamo che il mimo poliglotta dell'isola di Chatham (Vancouver) sia portato dal vento nell'isola di Charles (Labrador), che ha la sua specie particolare; per quale ragione dovrebbe riuscire a stabilirsi nella nuova dimora? Possiamo dedurre senza tema di sbagliare che l'isola di Charles sia sufficientemente popolata dalla sua specie, perché ogni anno vi sono deposte più uova e allevati più piccoli di quanti ne possano realmente sopravvivere, e dobbiamo anche dedurre che la specie di mimo poliglotta dell'isola di Charles sia altrettanto bene adattata al suo ambiente quanto quella dell'isola di Chatham al suo. Lyell e Wollaston mi hanno comunicato un fatto interessante relativo a questa questione: Madera e l'adiacente isoletta di Porto Santo possiedono molte specie distinte ma rappresentative di molluschi terrestri, alcuni dei quali vivono nei crepacci delle rocce; e sebbene grandi quantità di pietra siano annualmente trasportate da Porto Santo a Madera, quest'ultima non è stata ancora colonizzata dalle specie di Porto Santo; tuttavia tutte e due le isole sono state colonizzate da molluschi terrestri europei, che senza dubbio hanno qualche vantaggio sulle specie indigene. Sulla base di queste considerazioni, penso dunque che non dovremmo troppo meravigliarci se le specie endemiche delle diverse isole dell'arcipelago delle Galápagos non si sono tutte propagate da un'isola all'altra. Anche su uno stesso continente le prime occupazioni hanno probabilmente avuto una parte importante nell'ostacolare il mescolarsi di specie che abitano in zone differenti, dove le condizioni fisiche sono quasi identiche. Così gli angoli sudorientale e sudoccidentale dell'Australia, pur avendo quasi le stesse condizioni fisi-

BOLLATI BORINGHIERI

che ed essendo congiunti da una terra continua, sono tuttavia abitati da un gran numero di mammiferi, uccelli e piante diversi; lo stesso può dirsi, secondo Bates, per le farfalle e altri animali che abitano la grande valle aperta e continua delle Amazzoni.

Lo stesso principio che regola il carattere generale degli abitanti delle isole oceaniche, cioè il loro rapporto con la regione donde più facilmente possono esser derivati i colonizzatori, e la loro successiva modificazione, è molto largamente applicato nella natura. Ogni montagna, lago o palude ne fornisce la prova. In effetti le specie alpine, ad eccezione di quelle che si sono ampiamente diffuse nell'epoca glaciale, si riallacciano alle specie delle pianure adiacenti; così nell'America meridionale si trovano specie alpine di colibrì, di roditori, di piante ecc., tutte appartenenti a forme propriamente americane; infatti è evidente che una montagna, durante il suo lento sollevamento, sarà stata colonizzata dagli abitanti delle pianure adiacenti. Lo stesso vale per gli abitanti dei laghi e delle paludi, tenendo però conto che la grande facilità di trasporto ha permesso alle stesse forme di diventare prevalenti in molte parti del mondo. Lo stesso principio si nota nel carattere della maggior parte degli animali ciechi, che popolano le caverne d'America e d'Europa. Si potrebbero citare altri casi analoghi. Credo che possa essere universalmente provato che, se in due regioni sia pure molto distanti fra loro si incontrano molte specie strettamente affini o rappresentative, si troveranno anche alcune specie identiche; e ovunque esistono numerose specie molto simili, si troveranno anche molte forme che alcuni naturalisti classificano come specie distinte, altri come semplici varietà; queste forme dubbie ci indicano gli stadi successivi del processo di modificazione.

Il rapporto fra capacità ed estensione della migrazione per certe specie, sia attualmente sia nel passato, e l'esistenza di specie strettamente affini in punti distanti del mondo, è dimostrato anche in un altro modo più generale. Molto tempo addietro il signor Gould mi fece osservare che, nei generi di uccelli diffusi su tutta la terra, molte specie hanno una larghissima area di distribuzione. Non posso mettere in dubbio la verità generale di questa osservazione, anche se è difficile averne le prove. Fra i mammiferi, ne forniscono un chiaro esempio i pipistrelli e, in grado minore, i felidi e i canidi; e constatiamo la stessa legge nella distribuzione delle farfalle e dei coleotteri, e anche nella maggior parte degli abitanti delle acque dolci, fra cui un gran numero di generi, appartenenti alle classi più diverse, sono diffusi su tutta la terra; e molte specie hanno distribuzione larghissima. Ciò non vuol dire che tutte le specie

BOLLATI BORINGHIERI

dei generi con ampia distribuzione siano largamente diffuse, ma solo alcune di esse; né vuol dire che le specie appartenenti a tali generi abbiano in media una distribuzione molto estesa; poiché ciò dipenderà in larga misura dal grado di modificazione raggiunto. Se, per esempio, due varietà di una stessa specie abitano l'una l'America e l'altra l'Europa, la specie avrà un'immensa area di distribuzione; ma se la variazione si spingesse un poco più oltre, le due varietà verrebbero classificate come specie distinte, e l'area di distribuzione di ciascuna si ridurrebbe di molto. Né tanto meno ciò significa che le specie capaci di superare le barriere e di diffondersi largamente, come nel caso di alcuni uccelli dalle ali potenti, avranno necessariamente una distribuzione ampia; infatti non dobbiamo mai dimenticare che una larga diffusione implica non solo la capacità di superare le barriere, ma quella, più importante, di riuscire vittoriosi in terre lontane, nella lotta per la vita con le forme che abitano un suolo straniero. Ma, secondo l'ipotesi che tutte le specie di un genere, anche se distribuite nei più lontani punti del mondo, derivano da un unico progenitore, dovremmo trovare, e credo che come regola generale troviamo effettivamente, che almeno alcune specie presentano una distribuzione molto estesa.

Dobbiamo ricordare che in tutte le classi vi sono numerosi generi di antica origine, e che in questo caso le loro specie avranno avuto molto tempo per diffondersi e successivamente modificarsi. Abbiamo anche ragione di credere, in base ai documenti geologici, che nell'ambito di ogni grande classe gli organismi inferiori cambiano più lentamente degli organismi superiori; di conseguenza tali organismi avranno avuto maggiore possibilità di diffondersi ampiamente, pur conservando gli stessi caratteri specifici. Questo fatto, e il fatto che i semi e le uova delle forme di organizzazione inferiore sono molto minuti e particolarmente adatti a essere trasportati lontano, spiegano probabilmente una legge da molto tempo osservata e che è stata recentemente discussa da Alphonse de Candolle riguardo alle piante, cioè che quanto più gli organismi si trovano in basso nella scala tanto più larga è la loro area di distribuzione.

I rapporti che abbiamo appena discusso – cioè la maggior distribuzione degli organismi inferiori rispetto a quella degli organismi superiori; la distribuzione considerevole delle specie appartenenti a generi essi stessi molto diffusi; il fatto che le produzioni alpine, lacustri e palustri sono generalmente affini a quelle che vivono nelle pianure circostanti e nelle terre aride; la sorprendente affinità fra gli abitanti delle

BOLLATI BORINGHIERI

isole e quelli del più vicino continente; l'ancora più stretta affinità fra i diversi abitanti delle isole dello stesso arcipelago – tutti questi rapporti sono inspiegabili con la teoria della creazione indipendente di ogni specie; sono invece comprensibili se si ammette la colonizzazione dalla sorgente più vicina o più accessibile, insieme a un conseguente adattamento degli immigrati alle loro nuove dimore.

Riassunto di questo capitolo e del precedente

In questi capitoli ho cercato di dimostrare che le difficoltà che sembrano opporsi all'ipotesi della comune origine di tutti gli individui di una stessa specie, ovunque essi si trovino, non sono insuperabili, se consideriamo la nostra ignoranza degli effetti dei cambiamenti del clima e del livello del suolo, che si sono certamente verificati in periodi recenti, e di altri eventuali cambiamenti; e anche se consideriamo quanto profonda sia la nostra ignoranza dei numerosi e strani mezzi di trasporto occasionale e se ricordiamo – e questa è una considerazione della massima importanza – come spesso una specie possa avere avuto una vasta distribuzione su un'area continua, ed essersi successivamente estinta in zone intermedie. Molte considerazioni d'ordine generale, e principalmente l'importanza di barriere di ogni tipo e la distribuzione analoga di sottogeneri, generi e famiglie, ci portano a una conclusione, cui sono giunti molti naturalisti, designata con l'espressione di «centri singoli di creazione».

Relativamente alle specie distinte di uno stesso genere che, secondo la mia teoria, derivano da un unico ceppo di origine, le difficoltà, pur essendo gravi come nel caso della dispersione degli individui della stessa specie, son lungi dall'essere insuperabili, se teniamo ancora una volta conto della nostra ignoranza e ricordiamo che alcune forme di vita sono cambiate molto lentamente e che enormi periodi di tempo sono stati, in tal modo, disponibili per le loro migrazioni.

Come esempio degli effetti prodotti dai cambiamenti del clima sulla distribuzione, ho cercato di dimostrare l'importanza dell'ultimo periodo glaciale, che ha interessato anche le regioni equatoriali e che, durante l'alternanza del freddo al nord e al sud, ha permesso alle produzioni dei due emisferi di mescolarsi, e ne ha lasciate alcune isolate sulle cime delle montagne di tutto il mondo. Ho discusso un po' più dettagliata-

mente i modi di dispersione delle produzioni d'acqua dolce, allo scopo di mostrare la diversità dei mezzi occasionali di trasporto.

Se non vi sono difficoltà insormontabili nell'ammettere che, nel corso del tempo, tutti gli individui di una stessa specie e, allo stesso modo, tutte le specie di uno stesso genere siano derivati da una sorgente comune, allora tutti i principali fatti relativi alla distribuzione geografica si spiegano con la teoria della migrazione, insieme con la successiva modificazione e la moltiplicazione di forme nuove. In tal modo possiamo capire l'importanza fondamentale delle barriere, sia di terra che d'acqua, non solo nel separare, ma nel circoscrivere apparentemente, le numerose province botaniche e zoologiche. Possiamo capire anche le concentrazioni di specie affini nella stessa area; e quale sia il legame misterioso che, sotto diverse latitudini, per esempio nell'America meridionale, riunisce gli abitanti delle pianure e delle montagne, delle foreste, delle paludi e dei deserti, e questi alle forme estinte dello stesso continente. Se si pensa alla grande importanza dei rapporti fra organismo e organismo, possiamo capire come forme di vita molto differenti abitino spesso due regioni caratterizzate da condizioni fisiche quasi identiche; infatti: il tempo trascorso dalla penetrazione degli immigranti in una delle due regioni o in entrambe; la natura delle comunicazioni, che ha facilitato l'ingresso di certe forme e ha impedito, in maggiore o minore misura, quello di altre; la concorrenza fra le nuove forme, e fra queste e le forme indigene; infine la capacità degli immigranti di variare più o meno rapidamente; tutti questi fatti devono avere determinato nelle due o più regioni, indipendentemente dalle condizioni fisiche, condizioni di vita infinitamente diverse; deve esservi stato un numero quasi infinito di azioni e reazioni organiche; e dovremmo trovare alcuni gruppi di esseri molto modificati, altri poco, alcuni molto sviluppati numericamente, altri esistenti in scarso numero; e tutto questo in realtà lo troviamo nelle diverse grandi province geografiche della terra.

Questi stessi principi spiegano, come ho tentato di dimostrare, il motivo per cui le isole oceaniche hanno pochi abitanti e, di questi, la maggioranza endemici e peculiari; e perché, in rapporto ai mezzi di migrazione, un gruppo sia composto di specie particolari, e un altro gruppo, pur appartenendo alla stessa classe, abbia tutte le sue specie in comune con quelle di una regione adiacente. Possiamo capire perché interi gruppi di organismi, come i batraci e i mammiferi terrestri, manchino nelle isole oceaniche, mentre le isole più appartate possiedono le

BOLLATI BORINGHIERI

loro particolari specie di mammiferi aerei, o pipistrelli. Possiamo capire perché nelle isole esista un certo rapporto fra la presenza di mammiferi in una condizione più o meno modificata, e la profondità del mare che separa queste isole dal continente. Possiamo capire chiaramente perché tutti gli abitanti di un arcipelago, sebbene specificamente distinti sui vari isolotti, siano strettamente affini gli uni agli altri e perché siano affini, ma meno strettamente, a quelli del più vicino continente o di qualunque altro luogo di origine degli immigranti. Infine possiamo spiegarci anche perché, se in due aree, per quanto distanti l'una dall'altra, esistono specie molto simili o rappresentative, si incontreranno quasi sempre alcune specie identiche.

Come il defunto Edward Forbes ha spesso sottolineato, vi è un sorprendente parallelismo nelle leggi della vita nel tempo e nello spazio: le leggi che governano la successione delle forme nei tempi passati sono quasi le stesse che oggi governano le differenze nelle diverse aree. Lo vediamo in molti fatti. La durata di ogni specie o gruppo di specie è continua nel tempo; le apparenti eccezioni alla regola sono così rare, che possono essere attribuite al fatto che non abbiamo ancora scoperto, in un deposito intermedio, determinate forme che sembrano assenti in esso, ma che si incontrano nelle formazioni superiori e inferiori. Così, per quanto riguarda lo spazio, è regola generale che le regioni abitate da una singola specie o da un gruppo di specie siano continue; le numerose eccezioni possono spiegarsi con precedenti migrazioni effettuate in circostanze diverse o con mezzi occasionali di trasporto, o con l'estinzione delle specie in regioni intermedie. Le specie e i gruppi di specie raggiungono un massimo di sviluppo nel tempo e nello spazio. Gruppi di specie, che vivono in uno stesso periodo o in una stessa zona, sono spesso caratterizzati da caratteri comuni insignificanti, come i particolari esteriori della forma o il colore. Se consideriamo la lunga successione delle epoche passate, o le regioni distanti nel mondo, troviamo che nell'ambito di certe classi le specie sono poco diverse, mentre le specie di un'altra classe, o anche soltanto di un'altra sezione dello stesso ordine, differiscono considerevolmente fra di loro. Nel tempo e nello spazio i membri inferiori di ogni classe generalmente si modificano meno di quelli con organizzazione più elevata; ma non mancano notevoli eccezioni alla regola. Secondo la nostra teoria, questi diversi rapporti nel tempo e nello spazio si possono comprendere, perché, se consideriamo sia le forme di vita affini che si sono modificate nelle epo-

BOLLATI BORINGHIERI

che successive, sia quelle che si sono modificate dopo essere migrate in lontane regioni, constatiamo che in entrambi i casi esse sono connesse dal medesimo processo di normale riproduzione; in entrambi i casi le leggi della variazione sono state le stesse, e le modificazioni si sono accumulate per opera della selezione naturale.

Affinità reciproche degli esseri viventi: morfologia, embriologia, organi rudimentali

Classificazione

Si è rilevato che dal più remoto periodo della storia della terra gli esseri viventi si rassomigliano in gradi discendenti, cosicché possono classificarsi in gruppi o sottogruppi. Questa classificazione non è arbitraria come il raggruppamento delle stelle in costellazioni. L'esistenza di gruppi avrebbe avuto un significato molto semplice, se ci fosse stato un gruppo atto esclusivamente a vivere sulla terra, e un altro nell'acqua; uno a cibarsi di carne, un altro di sostanza vegetale, e così via; ma la realtà è del tutto diversa: infatti è noto come comunemente membri anche dello stesso gruppo abbiamo abitudini differenti. Nei capitoli secondo e quarto, sulla variazione e sulla selezione naturale, ho cercato di dimostrare che nell'ambito di ogni regione le specie più diffuse e comuni, cioè dominanti, che appartengono ai più numerosi generi di ogni classe, sono quelle che variano di più. Le varietà, o specie incipienti, così prodotte, si trasformano infine in specie nuove e distinte, e queste ultime, per il principio di eredità, tendono a produrre altre specie nuove e dominanti. Di conseguenza, i gruppi che oggi sono numerosi e generalmente comprendono molte specie dominanti, tendono a ingrandirsi sempre più. Ho cercato inoltre di dimostrare che, dato che i discendenti variabili di ogni specie cercano di occupare il maggior numero possibile di luoghi differenti nell'economia della natura, i loro caratteri tendono costantemente a divergere. Quest'ultima osservazione viene suggerita dalla grande diversità delle forme che in ogni piccola area entrano in stretta concorrenza e da alcuni fatti relativi alla naturalizzazione.

Ho cercato altresì di dimostrare che nelle forme che aumentano numericamente e acquistano caratteri divergenti c'è una costante ten-

denza a soppiantare e sterminare le forme più antiche, meno divergenti e meno perfette. Invito il lettore ad osservare il diagramma (pp. 182-83) che illustra, come già abbiamo spiegato, l'azione di questi vari principi; come potrà vedere, si avrà il risultato inevitabile che i discendenti modificati da uno stesso progenitore si suddividono in gruppi subordinati ad altri gruppi. Nel diagramma ogni lettera della linea superiore può rappresentare un genere che comprende molte specie; e l'insieme dei generi lungo questa linea superiore forma una classe, perché discendono tutti da un comune progenitore e, di conseguenza, hanno ereditato qualcosa di comune. Ma i tre generi situati sul lato sinistro, hanno, per questo stesso principio, molto in comune e formano una sottofamiglia, distinta da quella che abbraccia i due generi seguenti sulla destra, i quali si allontanarono da un comune progenitore al quinto stadio della discendenza. Questi cinque generi hanno ancora molto in comune, sebbene meno di quando sono raggruppati in sottofamiglie, e formano una famiglia distinta da quella che abbraccia i tre generi situati ancora più a destra, i quali incominciarono a divergere in un periodo più antico. E tutti questi generi derivati da (A) costituiscono un ordine distinto da quello che riunisce i generi derivati da (I). Abbiamo dunque molte specie discendenti da un singolo progenitore raggruppate in generi, i generi raggruppati in sottofamiglie, famiglie e ordini, tutti riuniti in una grande classe. Così, a mio giudizio, si spiega questo grande fatto della subordinazione naturale degli esseri viventi in gruppi e sottogruppi, fatto al quale, per essere tanto familiare, non sempre rivolgiamo sufficiente attenzione. Senza dubbio gli esseri viventi, come tutti gli oggetti, possono classificarsi in molti modi, sia artificialmente, in base ai singoli caratteri, sia più naturalmente, in base a un complesso di caratteri. Sappiamo, per esempio, che così si possono classificare i minerali e le sostanze elementari. Naturalmente in questo caso non v'è rapporto alcuno con la successione genealogica, e attualmente non si può indicare la causa della loro scissione in gruppi. Ma per gli esseri viventi le cose stanno molto diversamente, e l'ipotesi suesposta concorda con la loro sistemazione naturale in gruppi e sottogruppi; e nessun'altra spiegazione è stata ancora tentata.

I naturalisti, come abbiamo visto, cercano di disporre le specie, i generi e le famiglie in ogni classe, secondo quello che si chiama sistema naturale. Ma che cosa si intende con questo sistema? Alcuni lo considerano semplicemente come uno schema che permette di raggruppare insieme gli esseri viventi che sono più somiglianti e di separare quelli

più dissimili; oppure come un mezzo artificiale per enunciare, il più brevemente possibile, certe proposizioni generali, cioè per indicare con una sola frase i caratteri comuni, per esempio, a tutti i mammiferi; con un'altra i caratteri comuni a tutti i carnivori, con un'altra ancora i caratteri comuni al genere cane, e poi, con l'aggiunta di un'altra sola frase, dare la descrizione completa di ogni specie di cane. L'ingegnosità e l'utilità di questo sistema sono incontestabili. Ma molti naturalisti pensano che il termine Sistema Naturale significhi qualcosa di più; essi credono che riveli il piano del Creatore, ma, a meno che non si specifichi che per «piano del Creatore» si intende l'ordine nel tempo o nello spazio, o entrambi, o qualche altra cosa, sembra a me che nulla esso aggiunga alle nostre cognizioni. La celebre espressione di Linneo, in cui ci s'imbatte spesso in forma più o meno larvata, cioè che i caratteri non fanno il genere, ma che il genere dà i caratteri sembra implicare che la nostra classificazione racchiude un legame più profondo della semplice somiglianza. Credo che così stiano le cose e che la comunanza di discendenza – unica causa conosciuta della stretta somiglianza negli esseri viventi – sia il legame che, pur essendo osservato mediante diversi gradi di modificazione, ci è parzialmente rivelato dalle nostre classificazioni.

Consideriamo ora le norme seguite nella classificazione e le difficoltà che s'incontrano quando si crede che la classificazione o indichi un qualche ignoto piano di creazione, o sia semplicemente uno schema per enunciare proposizioni generali e per mettere insieme le forme che più si assomigliano. Si potrebbe pensare (e si pensava un tempo) che quelle parti della struttura che determinarono le abitudini di vita e il posto generale di ogni essere nell'economia della natura debbano avere grande importanza nella classificazione. Niente di più falso. Nessuno considera di qualche importanza la somiglianza esterna di un topo con un toporagno; di un dugongo con una balena, di una balena con un pesce. Queste somiglianze, sebbene intimamente connesse con l'intera vita dell'organismo, sono classificate semplicemente come «caratteri analogici o di adattamento»; ma su di esse ritorneremo. Si può anche considerare come una legge generale il fatto secondo cui, quanto meno una parte dell'organizzazione riguarda particolari abitudini, tanto più è importante dal punto di vista della classificazione. Per esempio, Owen, parlando del dugongo, dice: «Gli organi della generazione, essendo quelli che hanno meno stretti rapporti con le abitudini e il nutrimento di un animale, sono sempre stati da me considerati come quelli che indicano più chiaramente le vere affinità. Le modificazioni di que-

sti organi ci impediscono di scambiare erroneamente un semplice carattere di adattamento per un carattere essenziale». Nelle piante quanto notevole è il fatto che gli organi vegetativi, da cui dipendono la nutrizione e la vita, abbiano scarso significato, mentre invece gli organi della riproduzione, con i loro prodotti, il seme e l'embrione, hanno un'importanza capitale! Ciò dipende dalla loro costante presenza in molti gruppi affini, presenza che dipende soprattutto dal fatto che qualche lieve modificazione non è stata conservata e accumulata attraverso la selezione naturale, la quale agisce solo sui caratteri che hanno una qualche utilità.

Che l'importanza meramente fisiologica di un organo non ne determini il valore nella classificazione è pressoché provato dal fatto che in gruppi affini, in cui lo stesso organo, come abbiamo ogni ragione di supporre, ha quasi lo stesso valore fisiologico, il suo valore ai fini della classificazione è assai diverso. Nessun naturalista che abbia lavorato a lungo su un gruppo non può non essere stato colpito da questo fatto, che del resto è stato riconosciuto da quasi tutti gli autori. Basterà citare le parole di Robert Brown, che è la massima autorità in questo campo, là dove, parlando di alcuni organi delle proteacee, egli dice che la loro importanza generica «come quella di tutte le loro parti, non soltanto in questa, ma credo in tutte le famiglie naturali, è molto ineguale e in certi casi assolutamente nulla». In un altro lavoro egli aggiunge che i generi delle *Connaraceæ* «differiscono per la presenza di uno o più ovari, per la presenza o l'assenza di albume, e per la estivazione embricata o valvare. Ognuno di questi caratteri preso singolarmente ha spesso un'importanza più che generica, benché anche quando sono presi tutti insieme appaiano insufficienti a distinguere un *Cnestis* da un *Connarus*». Per dare un esempio fra gli insetti, Westwood ha osservato che in una grande divisione degli imenotteri le antenne hanno le strutture più costanti, mentre in un'altra divisione differiscono molto fra di loro, e la differenza non ha che valore secondario dal punto di vista della classificazione; tuttavia nessuno potrebbe sostenere che, in queste due divisioni dello stesso ordine, le antenne abbiano importanza fisiologica. Si potrebbero citare innumerevoli esempi di mutevole valore, ai fini della classificazione, dello stesso organo importante all'interno dello stesso gruppo di esseri.

Inoltre, nessuno dirà che gli organi rudimentali o atrofizzati abbiano una considerevole importanza vitale o fisiologica; tuttavia alcuni organi in questa condizione hanno spesso grande valore dal punto di

BOLLATI BORINGHIERI

vista della classificazione. E nessuno contesterà che i denti rudimentali della mascella superiore dei giovani ruminanti, e certe ossa rudimentali delle zampe, siano molto importanti per determinare la stretta affinità fra ruminanti e pachidermi. Robert Brown ha molto insistito sulla grande importanza della posizione dei fiori rudimentali per la classificazione delle graminacee.

Si potrebbero citare numerosi casi di caratteri derivati da parti che devono considerarsi di scarsissima importanza fisiologica, ma che sono universalmente considerate molto utili per la definizione di interi gruppi. Per esempio, secondo Owen, la presenza o l'assenza di un orifizio fra le fosse nasali e la bocca è l'unico carattere che distingue in modo assoluto i pesci dai rettili, e così pure lo sono la flessione dell'angolo della mandibola inferiore nei marsupiali, il modo in cui le ali degli insetti sono piegate, il colore di certe alghe, la pubescenza di certe parti del fiore nelle piante erbacee, la natura del rivestimento dermico, come i peli o le penne nei vertebrati. Se l'ornitorinco fosse stato coperto di penne anziché di peli, questo carattere esterno e insignificante sarebbe stato considerato dai naturalisti come un aiuto importante per determinare il grado di affinità di questo strano animale con gli uccelli.

L'importanza per la classificazione dei caratteri insignificanti dipende principalmente dalla loro correlazione con molti caratteri più o meno importanti. È inverosimile evidente l'importanza di un insieme di caratteri nella storia naturale. Quindi, come spesso è stato osservato, una specie può differire dalle specie affini in vari caratteri, di grande importanza fisiologica e notevoli per la loro prevalenza quasi universale, e tuttavia non destare in noi alcun dubbio circa la sua classificazione. Quindi, è stato altresì trovato che una classificazione fondata su un singolo carattere, per quanto importante, non si è mai dimostrata valida, perché non esiste parte dell'organismo che sia invariabilmente costante. Solo l'importanza di un insieme di caratteri, anche quando nessuno di essi è importante, può spiegare l'aforisma di Linneo secondo cui i caratteri non fanno il genere, mentre il genere fa i caratteri; perché esso sembra fondato sulla valutazione di molti punti di somiglianza troppo insignificanti per essere definiti. Alcune piante delle malpighiacee hanno fiori perfetti e altre fiori degeneri; in queste ultime, come ha osservato Antoine de Jussieu, «il maggior numero di caratteri propri della specie, del genere, della famiglia e della classe scompaiono, e se la ridono della nostra classificazione». Ma quando l'*Aspicarpa* produsse in Francia per diversi anni soltanto fiori degeneri allontanandosi in modo

BOLLATI BORINGHIERI

sorprendente dal tipo dell'ordine nella maggior parte dei più importanti punti strutturali, il signor Richard, tuttavia, riconobbe con grande acume, come osserva Jussieu, che il genere doveva essere ancora classificato tra le malpighiacee. Questo caso illustra assai bene lo spirito che informa le nostre classificazioni.

Praticamente, quando sono intenti al lavoro, i naturalisti non si curano del valore fisiologico dei caratteri di cui si servono per definire un gruppo o distinguere una qualsiasi specie particolare. Se trovano un carattere quasi uniforme e comune a un gran numero di forme e non comune ad altre, gli attribuiscono grande importanza; se invece è comune a un numero inferiore di forme, lo considerano di importanza secondaria. Alcuni naturalisti – e primo fra questi l'illustre botanico Auguste de Saint-Hilaire – hanno ammesso francamente essere questo l'unico vero principio. Se diversi caratteri insignificanti si trovano sempre combinati, anche se non si scopre fra di essi connessione alcuna, si attribuisce loro un valore particolare. Poiché nella maggioranza dei gruppi animali organi importanti come quelli della propulsione o dell'aerazione del sangue o della riproduzione si presentano quasi uniformi, essi vengono considerati molto utili ai fini della classificazione, ma in alcuni gruppi tutti questi organi vitali, che sono tra i più importanti, presentano caratteri di valore secondario. Così, come Fritz Müller ha recentemente osservato, in uno stesso gruppo di crostacei, il genere *Cypridina* è fornito di cuore, mentre due generi molto affini, *Cypris* e *Cytherea*, ne sono privi; una specie di *Cypridina* ha branchie ben sviluppate che mancano invece del tutto in un'altra specie.

Si può capire perché i caratteri desunti dall'embrione debbano essere di pari importanza di quelli desunti dall'adulto, poiché una classificazione naturale deve tener conto di tutte le età. Ma non è ugualmente evidente, secondo l'opinione corrente, perché la struttura dell'embrione debba essere più importante per questo scopo di quella dell'adulto, che è il solo ad assolvere compiutamente la sua funzione nell'economia della natura. Tuttavia due grandi naturalisti, Milne-Edwards e Agassiz, hanno sostenuto con vigore che i caratteri embrilogici sono i più importanti, e la loro opinione è generalmente accettata come vera. La loro importanza è stata però talvolta esagerata, giacché non sono stati esclusi i caratteri di adattamento delle larve; per dimostrarlo Fritz Müller ha classificato la grande classe dei crostacei tenendo conto unicamente dei caratteri embrilogici, e ne è risultata una classificazione non naturale. Ma non c'è dubbio che i caratteri embrionali (quelli larvali esclusi)

BOLLATI BORINGHIERI

abbiano la massima importanza per la classificazione non solo degli animali ma anche delle piante. Così le principali divisioni delle piante fanerogame sono basate sulle differenze nell'embrione, cioè sul numero e sulla posizione dei cotiledoni e sul modo di sviluppo della piumetta e della radichetta. Vedremo subito perché questi caratteri abbiano un così grande valore nella classificazione, il sistema naturale non essendo altro che un ordinamento genealogico.

Le nostre classificazioni sono spesso manifestamente influenzate dalla catena delle affinità. Nulla di più facile che definire un numero di caratteri comuni a tutti gli uccelli; ma per i crostacei una tale definizione è finora risultata impossibile. Alle estremità opposte della serie si trovano crostacei che hanno a mala pena un carattere in comune; tuttavia le specie ai due estremi, per essere palesemente affini ad altre, e queste ad altre ancora, e così via, possono inequivocabilmente essere riconosciute come appartenenti a questa, e non a un'altra classe degli articolati.

La distribuzione geografica è stata spesso usata, benché forse non del tutto logicamente, per la classificazione, e soprattutto per gruppi molto ampi di forme strettamente affini. Temminck insiste sull'utilità e perfino sulla necessità di questo criterio per classificare certi gruppi di uccelli; ed è stato seguito da diversi entomologi e botanici.

Infine, quanto al valore comparativo dei vari gruppi di specie, come ordini, sottordini, famiglie, sottofamiglie e generi, esso sembra essere stato, fino a oggi almeno, completamente arbitrario. Alcuni fra i migliori botanici, come il signor Bentham e altri, hanno molto insistito sull'arbitrarietà di tale valore. Si potrebbero dare molti esempi, ricavati dalle piante e dagli insetti, di un gruppo classificato da esperti naturalisti prima solo come genere, poi elevato al rango di sottofamiglia o di famiglia; e ciò è avvenuto non perché ulteriori ricerche abbiano messo in evidenza differenze strutturali importanti, ma perché in seguito si sono scoperte numerose specie affini, con lievi gradi di differenza.

Tutte le regole, tutte le difficoltà, tutti i precedenti metodi di classificazione si spiegano, se non m'inganno, con l'ipotesi che il sistema naturale sia basato sulla discendenza con modificazione; che i caratteri i quali secondo i naturalisti indicano una reale affinità fra due o più specie siano quelli che sono stati ereditati da un comune genitore, giacché ogni vera classificazione è genealogica; che il legame nascosto, che i naturalisti sono andati inconsciamente cercando, sia la comune discendenza, e non già qualche ignoto piano di creazione, o l'enunciazione di

BOLLATI BORINGHIERI

proposizioni generali, o il mero fatto di riunire e di separare oggetti più o meno somiglianti.

Spiegherò meglio il mio punto di vista. Credo che la disposizione dei gruppi entro ogni classe, essendo subordinata e relativa ad altri gruppi, debba essere rigorosamente genealogica, per essere naturale; ma che la *somma* delle differenze nei diversi rami o gruppi, nonostante gli stessi rapporti di consanguineità con il comune progenitore, possa differire grandemente, a causa dei differenti gradi di modificazione che i gruppi hanno subito; il che viene espresso classificando le forme in differenti generi, famiglie, sezioni o ordini. Il lettore comprenderà meglio quello che intendo, se vorrà darsi la pena di ritornare al diagramma di pagine 182-83. Supponiamo che le lettere A e L rappresentino generi affini all'epoca silurica, e discendenti da una forma ancora più antica. In tre di questi generi (A, F e I) una specie ha trasmesso fino a oggi discendenti modificati, rappresentati dai quindici generi (da a^{14} a z^{14}) nella linea orizzontale superiore. Ora tutti questi discendenti modificati di una singola specie hanno lo stesso grado di parentela, e potremmo metaforicamente chiamarli cugini dello stesso milionesimo grado; essi tuttavia differiscono molto e in gradi diversi l'uno dall'altro. Le forme discendenti da A, ora spezzate in due o tre famiglie, costituiscono un ordine distinto da quello costituito dalle forme discendenti da I, anch'esse spezzate in due famiglie. Né le specie esistenti discendenti da A possono essere classificate nello stesso genere con il progenitore A, né quelle da I, in uno con il progenitore I. Invece si può supporre che le modificazioni subite dall'attuale genere F^{14} siano state talmente lievi, che questo può essere classificato nello stesso gruppo del genere progenitore F; come è avvenuto per pochi organismi tuttora viventi che appartengono a generi del silurico. Così il valore comparativo delle differenze fra questi esseri viventi, tutti imparentati fra di loro con lo stesso grado di consanguineità, ha finito coll'essere molto differente. Tuttavia la loro *sistemazione* genealogica corrisponde perfettamente alla realtà, non solo oggi, ma in ogni periodo successivo della discendenza. Tutti i discendenti modificati di A avranno ereditato qualcosa in comune dal loro comune progenitore, e lo stesso dicasi per i discendenti di I, e per ogni ramo subordinato di discendenti, in ogni stadio successivo. Tuttavia, se supponiamo che qualcuno dei discendenti di A o di I si sia modificato a tal punto da aver perduto ogni traccia della sua origine, in questo caso avrà perduto il suo posto nel sistema naturale, come sembra essere avvenuto per un piccolo numero di organismi esistenti. Si

suppone che tutti i discendenti del genere F, con tutta la serie genealogica, si siano solo leggermente modificati, e che formino un sol genere. Ma questo genere, sebbene molto isolato, occuperà ancora la sua particolare posizione intermedia. La rappresentazione dei gruppi, come è data nel diagramma su una superficie piana, è davvero troppo semplice. I rami dovrebbero divergere in tutte le direzioni. Se i nomi dei gruppi fossero stati semplicemente messi in una serie lineare, la rappresentazione sarebbe stata ancora meno naturale; ed è noto che non è possibile rappresentare in una serie, su una superficie piana, le affinità che si scoprono nella natura fra gli esseri dello stesso gruppo. Così il sistema naturale ha un suo ordinamento genealogico, come un albero genealogico: ma la somma delle modificazioni che differenti gruppi hanno subito deve esprimersi con la loro sistemazione nei cosiddetti generi, sottofamiglie, famiglie, sezioni, ordini e classi.

Vale la pena d'illustrare questo criterio di classificazione con l'esempio delle lingue. Se possedessimo una perfetta genealogia dell'umanità, una disposizione genealogica delle razze dell'uomo offrirebbe la migliore classificazione delle varie lingue che oggi si parlano nel mondo; e se tutte le lingue estinte, e tutti i dialetti intermedi e lentamente modificantisi vi fossero inclusi, una tale sistemazione sarebbe l'unica possibile. Tuttavia potrebbe darsi che alcune lingue antiche si fossero alterate assai poco e avessero dato origine a poche lingue nuove, mentre altre si fossero alterate considerevolmente a causa della diffusione, dell'isolamento, e delle condizioni di civiltà delle diverse razze tutte discendenti dallo stesso ceppo, e avessero in tal modo dato origine a molti nuovi dialetti e lingue. I vari gradi di differenza fra le lingue dello stesso ceppo sarebbero espressi da gruppi subordinati ad altri gruppi; ma la sistemazione appropriata, anzi la sola possibile, sarebbe ancora sempre quella genealogica, che sarebbe altresì rigorosamente naturale, in quanto collegherebbe fra loro tutte le lingue, sia estinte sia recenti, mediante le più strette affinità, e ci darebbe la filiazione e l'origine di ogni lingua.

A conferma di questa opinione, gettiamo uno sguardo sulla classificazione delle varietà che si sa o si crede discendano da una singola specie. Le varietà sono raggruppate sotto le specie, e le sottovarietà sotto le varietà; in alcuni casi, per esempio nei colombi domestici, si distinguono parecchi altri gradi di differenza. Si seguono quasi le stesse norme usate nella classificazione delle specie. Alcuni autori hanno insistito sulla necessità di classificare le varietà secondo un sistema naturale e non artificiale; per esempio ci è stato consigliato di non classificare

BOLLATI BORINGHIERI

insieme due varietà di ananassi, soltanto perché si è trovato che i frutti, benché siano la parte più importante, sono quasi identici; nessuno mette insieme la rapa comune e la rapa svedese, nonostante la somiglianza dei cauli, esculenti e carnosì. La parte che risulta essere la più costante viene usata per classificare le varietà; così il grande agricoltore Marshall afferma che per il bestiame grosso le corna sono assai utili a questo fine, in quanto sono meno variabili della forma o del colore del corpo ecc., mentre per gli ovini le corna sono meno utilizzabili perché meno costanti. Nel classificare le varietà ritengo che, se disponessimo di un vero albero genealogico, sarebbe universalmente preferita una classificazione genealogica, come in alcuni casi si è tentato di fare. Infatti potremmo essere sicuri che, ci sia o non ci sia stato un maggiore o minor grado di modificazione, il principio di eredità terrebbe insieme le forme che fossero affini nel maggior numero di punti. Nei colombi capitombolanti, alcune sottovarietà, sebbene differiscano per l'importante carattere della lunghezza del becco, sono nondimeno tutte raggruppate in base alla comune abitudine di far capriole; la razza a faccia corta, veramente, ha quasi o anche del tutto perduto tale abitudine; tuttavia, senza tenerne conto, questi capitombolanti sono mantenuti nello stesso gruppo, perché consanguinei e somiglianti per certi altri aspetti.

Riguardo alle specie allo stato di natura, ogni naturalista ha di fatto introdotto la discendenza nella sua classificazione, perché include i due sessi nel grado più basso, cioè quello della specie; e ogni naturalista ben sa quanto talvolta essi differiscano nei caratteri più importanti: riusciamo a stento a indicare un solo carattere che sia comune ai maschi adulti e agli ermafroditi di certi cirripedi, e tuttavia nessuno si sogna di separarli. Non appena si riconobbe che le tre forme di orchidacee, *Monachanthus*, *Myantus* e *Catasetum*, dapprima classificate come tre generi distinti, erano talvolta prodotte sulla stessa pianta, esse furono immediatamente considerate come varietà; e io ho potuto dimostrare che esse sono la forma maschile, quella femminile e quella ermafrodita della stessa specie. Il naturalista include nella stessa specie i vari stadi larvali dello stesso individuo, benché essi possano differire molto l'uno dall'altro e dall'adulto, come le cosiddette generazioni alternanti di Steenstrup, che soltanto in un senso tecnico possono considerarsi appartenenti al medesimo individuo. Egli vi include mostri e varietà, non per la loro parziale somiglianza con la forma progenitrice, ma perché discendono da questa.

BOLLATI BORINGHIERI

Dato che la discendenza è stata universalmente usata per classificare insieme gli individui della stessa specie, quantunque i maschi, le femmine e le larve siano talvolta estremamente differenti, e dato che la discendenza è stata usata per classificare le varietà che hanno subito una certa somma di modificazioni, talvolta anche considerevole, non potrebbe questo stesso elemento della discendenza essere stato usato inconsapevolmente nel raggruppare le specie sotto i generi e i generi sotto gruppi superiori, e tutti nel cosiddetto sistema naturale? Io credo che ciò sia stato fatto inconsapevolmente: e soltanto in questo modo posso capire le diverse norme e direttive usate dai nostri migliori sistematici. Poiché non abbiamo alberi genealogici scritti, siamo obbligati a dedurre la comune discendenza da somiglianze di ogni sorta. Perciò scegliamo quei caratteri che sembrano essere i meno modificati, relativamente alle condizioni di vita a cui ogni specie è stata esposta di recente. Da questo punto di vista, le strutture rudimentali sono ugualmente utili, o talvolta anche migliori, di altre parti dell'organizzazione. Non ci interessa affatto che un carattere sia trascurabile – sia esso la semplice flessione dell'angolo della mandibola, il modo con cui è piegata l'ala di un insetto, o il fatto che la pelle sia coperta di peli o penne – ma se prevale in molte e diverse specie, e specialmente in quelle che hanno abitudini molto diverse di vita, esso assume grande valore; infatti non possiamo spiegare la sua presenza in tante forme con abitudini tanto diverse, se non con l'eredità da un comune progenitore. A questo riguardo ci possiamo ingannare su certi singoli punti della struttura, ma quando diversi caratteri, anche se insignificanti, si trovano associati in un vasto gruppo di esseri che hanno abitudini differenti, si può quasi essere certi, in base alla teoria della discendenza, che questi caratteri sono stati ereditati da un comune progenitore; e noi sappiamo che questi caratteri associati hanno un particolare valore nella classificazione.

Possiamo comprendere perché una specie o un gruppo di specie si possano discostare dalle forme affini in molti importanti tratti caratteristici, e tuttavia possano essere, senza tema d'errore, classificate con quelle. Ciò si può fare con sicurezza, e spesso vien fatto quando un numero sufficiente di caratteri, anche di scarsa importanza, tradisce il legame nascosto della comune origine. Se due forme estreme non hanno un solo carattere in comune, ma sono collegate tra loro da una catena di gruppi intermedi, possiamo immediatamente dedurre una comune origine e riunirle nella stessa classe. Noi attribuiamo particolare

BOLLATI BORINGHIERI

valore a quegli organi che, per essere fisiologicamente importanti – giacché servono a mantenere la vita nelle più diverse condizioni di esistenza – sono generalmente i più costanti; ma se questi organi in un altro gruppo o in una sezione di gruppo si presentano molto differenti, attribuiamo loro immediatamente minore importanza nella nostra classificazione. Vedremo subito perché i caratteri embriologici abbiano tanta importanza ai fini della classificazione. La distribuzione geografica, talvolta, può essere utilmente usata per la classificazione dei grandi generi, perché tutte le specie di uno stesso genere che abitano una qualsiasi regione isolata e distinta, discendono con tutta probabilità dagli stessi progenitori.

SOMIGLIANZE ANALOGICHE Le precedenti osservazioni ci permettono di comprendere la distinzione molto importante fra affinità reali e somiglianze analogiche o di adattamento. Lamarck per primo richiamò l'attenzione su questo soggetto, seguito poi da Macleay e altri. La somiglianza nella forma del corpo e negli arti anteriori, simili a pinne, fra il dugongo e la balena, e fra questi due ordini di mammiferi e i pesci, è analogica. E lo è anche la somiglianza fra il topo e il toporagno (*Sorex*), che appartengono a ordini differenti; e l'ancora più stretta somiglianza, su cui insiste il signor Mivart, fra il topo e un piccolo marsupiale australiano, l'*Antechinus*. Queste ultime somiglianze possono essere spiegate, mi sembra, con l'adattamento a movimenti similmente attivi tra folte macchie e luoghi erbosi, e al modo di nascondersi di fronte ai nemici.

Fra gli insetti si trovano innumerevoli esempi di questo tipo; così Linneo, ingannato dall'apparenza esteriore, giunge perfino a classificare un insetto omottero fra le falene. Osserviamo qualcosa di simile anche nelle varietà domestiche, come per esempio la sorprendente somiglianza nella forma del corpo delle razze migliorate del maiale comune e del maiale cinese, discendenti da specie distinte: e la somiglianza dei cauli carnosì della rapa comune e della rapa svedese, che sono specie distinte. La somiglianza fra il levriero e il cavallo da corsa non è molto più fantasiosa delle analogie che alcuni autori hanno stabilito fra animali assai diversi.

Secondo il principio che i caratteri hanno reale importanza per la classificazione solo in quanto rivelano la discendenza, possiamo chiaramente capire perché i caratteri di adattamento o analogici, pur essendo della massima importanza per il benessere dell'individuo, siano

pressoché privi di valore per i sistematici. Infatti animali appartenenti a due linee nettamente distinte di discendenza possono essersi adattati a condizioni simili, e avere assunto una grande somiglianza esteriore; ma somiglianze di questo genere tendono a dissimulare anziché rivelare un rapporto di parentela. Siamo così in grado di capire anche l'apparente paradosso per cui proprio gli stessi caratteri sono analogici quando si confronti un gruppo con un altro, ma rivelano reali affinità quando i membri di uno stesso gruppo siano confrontati tra di loro; così la forma del corpo e gli arti a guisa di pinne sono soltanto caratteri analogici quando si confrontano le balene con i pesci, essendo in entrambe le classi adattamenti per muoversi nell'acqua; ma fra i diversi individui della famiglia delle balene, la forma del corpo e gli arti pinniformi sono caratteri che rivelano una reale affinità; infatti queste parti sono così simili in tutta la famiglia, che non si può dubitare che siano state ereditate da un antenato comune. Altrettanto vale per i pesci.

Si potrebbero citare numerosi casi di sorprendenti somiglianze, in organismi completamente diversi, fra singole parti o organi che sono stati adattati alla stessa funzione. Un buon esempio è quello della stretta somiglianza fra la mascella del cane e quella del lupo di Tasmania o *Thylacinus*, animali molto lontani l'uno dall'altro nel sistema naturale. Tuttavia questa somiglianza si limita all'apparenza generale, come la prominente dei canini e la forma tagliente dei molari. Poiché, in realtà, i denti differiscono molto: il cane ha quattro premolari e solo due molari su ogni lato della mascella superiore; mentre il *Thylacinus* ha tre premolari e quattro molari. I molari dei due animali, inoltre, differiscono molto nelle relative dimensioni e nella struttura. La dentizione dell'adulto è preceduta da una dentizione da latte completamente differente. Qualcuno potrebbe, naturalmente, negare che in entrambi i casi i denti siano stati adattati a lacerare la carne attraverso la selezione naturale di variazioni successive; ma non posso comprendere come questo si possa ammettere in un caso e negare in un altro. Sono lieto di sapere che una grande autorità come il professor Flower è arrivato alla stessa conclusione.

Gli esempi straordinari, citati in un capitolo precedente, di pesci molto diversi che possiedono organi elettrici, di insetti molto diversi che hanno organi luminosi, di orchidee e di asclepiadee che hanno masse di polline con dischi vischiosi, rientrano nello stesso capitolo delle somiglianze analogiche. Ma questi esempi sono così straordinari che sono stati presentati come difficoltà o obiezioni alla mia teoria. In tutti

BOLLATI BORINGHIERI

questi casi si possono osservare alcune differenze fondamentali nella crescita e nello sviluppo degli organi e generalmente nella struttura adulta. Il fine raggiunto è lo stesso, ma i mezzi per raggiungerlo, sebbene possano apparire esteriormente uguali, sono in realtà essenzialmente differenti. Il principio a cui precedentemente abbiamo alluso con l'espressione di *variazione analogica* ha probabilmente avuto spesso una parte in questi casi; cioè i membri della stessa classe, sebbene di parentela molto lontana, hanno ereditato quel tanto di comune nella loro costituzione, da essere soggetti a variare in modo simile sotto l'influenza di cause di uguale natura, il che evidentemente faciliterebbe l'acquisizione per selezione naturale di organi o di parti che si assomigliano in modo straordinario, indipendentemente dalla loro eredità diretta da un comune progenitore.

Poiché specie appartenenti a classi distinte si sono spesso adattate, attraverso successive e lievi modificazioni, a vivere in condizioni quasi simili (per esempio ad abitare la terra, l'aria, o l'acqua) possiamo forse capire il perché di un parallelismo numerico che è stato talvolta osservato fra i sottogruppi di classi distinte. Colpito da un parallelismo di questo genere, un naturalista, aumentando o abbassando arbitrariamente il valore dei gruppi di diverse classi (e tutta la nostra esperienza dimostra che finora la loro valutazione è arbitraria), potrebbe facilmente estendere questo parallelismo su vasta scala; in questo modo, probabilmente, sono nate le classificazioni settenarie, quinarie, quaternarie e ternarie.

V'è un altro singolare ordine di fatti, nei quali la stretta somiglianza esteriore non risulta da un adattamento a condizioni simili di vita, ma è stata acquisita a scopo di protezione. Mi riferisco ai fatti osservati per la prima volta dal signor Bates, relativi a certe farfalle che imitano in modo mirabile altre specie completamente distinte. Questo eccellente osservatore ha dimostrato che, in certe regioni dell'America meridionale dove, ad esempio, le *Ithomia* abbondano in sciame sgargianti, un'altra farfalla, la *Leptalis*, si trova spesso mescolata nello stesso sciame; ed essa è talmente simile all'*Ithomia*, per le sfumature e le strisce di colore e perfino nella forma delle ali, che Bates, pur avendo occhi esercitati da undici anni di ricerche, e pur essendo sempre in guardia, era continuamente ingannato. Quando si acciappano e si confrontano le forme imitanti e quelle imitate, si trova che la loro struttura essenziale differisce molto e che esse appartengono non soltanto a generi, ma spesso a famiglie distinte. Un simile mimetismo avrebbe potuto essere

BOLLATI BORINGHIERI

considerato una bizzarra coincidenza, se si fosse incontrato solo in uno o due casi. Ma, se ci allontaniamo dalle regioni dove una *Leptalis* imita un'*Ithomia*, troviamo altre specie imitate e imitanti appartenenti agli stessi due generi e ugualmente assai simili. In complesso si contano non meno di dieci generi che comprendono specie che imitano altre farfalle. Imitati e imitatori abitano sempre la stessa regione: non troviamo mai un imitatore in luoghi assai lontani da quelli abitati dalla forma imitata. Gli imitatori sono quasi invariabilmente insetti rari; gli imitati sono quasi sempre in sciami numerosi. Nella stessa zona in cui una specie di *Leptalis* imita una *Ithomia*, vi sono talvolta altri lepidotteri che imitano la stessa *Ithomia*; cosicché, nello stesso luogo, si sono trovate specie appartenenti a tre generi di farfalla e persino una falena, tutte molto somiglianti a una farfalla di un quarto genere. Merita particolare attenzione il fatto che molte delle forme imitatrici della *Leptalis* e molte delle forme imitate possono formare una serie graduata, con cui si dimostra che molte sono soltanto varietà della stessa specie; mentre altre appartengono senza dubbio a specie distinte. Ma perché, ci si può domandare, si considerano certe forme come imitate e altre come imitanti? Bates risponde a questa domanda in modo soddisfacente, dimostrando che la forma imitata conserva la veste abituale del gruppo cui appartiene, mentre i contraffattori hanno cambiato la loro veste e non assomigliano più alle forme a loro affini.

Siamo poi indotti a ricercare la ragione per cui certe farfalle o certe falene assumono tanto spesso la veste di un'altra forma, ben diversa; e a chiederci perché, a confusione dei naturalisti, la natura abbia accondisceso ad adottare i trucchi del palcoscenico. Bates ha senza dubbio fornito la giusta spiegazione. Le forme imitate, sempre numerose, devono sfuggire abitualmente, in larga misura, alla distruzione, altrimenti non potrebbero esistere così numerose; e si hanno ora molte prove che esse sono sgradite agli uccelli e agli animali che si nutrono di insetti. D'altra parte, le forme imitatrici che abitano la stessa zona, sono comparativamente rare, e appartengono a gruppi rari; queste specie devono perciò essere abitualmente esposte a qualche pericolo, perché altrimenti, dato il gran numero di uova deposto da tutte le farfalle, esse dovrebbero pullulare in tutto il paese dopo tre o quattro generazioni. Ora se un individuo di uno di questi gruppi perseguitati e rari assumesse l'aspetto di una specie ben protetta, tanto da ingannare continuamente l'occhio esperto di un entomologo, esso ingannerebbe spesso anche gli uccelli e gli insetti predatori, e sfuggirebbe così alla distruzione.

BOLLATI BORINGHIERI

ne. Si può quasi dire che Bates abbia assistito alle diverse fasi attraverso cui queste forme imitatrici sono giunte a imitare così da vicino le forme imitate; infatti egli ha osservato che alcune delle forme di *Leptalis* che imitano tante altre farfalle, sono estremamente variabili. In una zona si sono trovate diverse varietà, di cui una sola aveva una certa somiglianza con l'*Ithomia*, comune in quella stessa zona. In un'altra località vi erano due o tre varietà, una delle quali era molto più comune delle altre e imitava molto da vicino un'altra forma di *Ithomia*. Da fatti di questo genere, Bates conclude che la *Leptalis* è la prima a variare, poi, quando accade che una varietà viene a somigliare in qualche grado a una qualsiasi farfalla comune della stessa zona, questa varietà, in virtù della sua somiglianza con una forma prospera e poco perseguitata, ha maggiore probabilità di sfuggire alla distruzione degli uccelli e degli insetti, e di conseguenza è più spesso conservata; giacché «i gradi meno perfetti di somiglianza vengono eliminati di generazione in generazione, e solo gli altri rimangono per propagare la loro specie». Cosicché abbiamo qui un eccellente esempio di selezione naturale.

Anche Wallace e Trimen hanno descritto diversi casi altrettanto notevoli d'imitazione nei lepidotteri dell'Arcipelago malese e dell'Africa, e in altri insetti. Wallace ha scoperto un caso di questo genere anche tra gli uccelli, ma non se ne conosce nessuno tra i grossi quadrupedi. La frequenza d'imitazione tanto maggiore negli insetti che in altri animali è probabilmente una conseguenza delle loro piccole dimensioni; gli insetti non si possono difendere, eccettuate le specie provviste di pungiglione, e non ho mai sentito di casi in cui insetti di queste ultime imitino altri insetti, sebbene siano imitati; gli insetti non possono sfuggire facilmente con il volo agli animali più grandi di loro, perciò, metaforicamente parlando, essi sono costretti, come la maggior parte delle creature deboli, a ricorrere all'artificio e alla simulazione.

Si dovrebbe osservare che probabilmente il processo di imitazione non si è mai iniziato tra forme di colore molto dissimile. Ma cominciando con specie già in qualche modo simili tra loro, sarebbe possibile raggiungere una stretta somiglianza, quando questa sia vantaggiosa, nel modo sopracitato; e se, per una qualsiasi causa, la forma imitata si modificasse in seguito gradualmente, la forma imitatrice sarebbe portata a seguire la stessa direzione alterandosi in qualsiasi grado fino ad assumere un aspetto e una colorazione assolutamente differenti da quelli degli altri membri della famiglia cui apparteneva. Vi è però qualche difficoltà su questo punto, perché è necessario supporre che in alcuni casi

BOLLATI BORINGHIERI

gli antichi membri, appartenenti a diversi gruppi distinti, prima di divergere tra loro nel modo attuale, assomigliassero accidentalmente a un membro di un altro gruppo protetto in grado sufficiente da garantire un minimo di protezione; e questa sarà stata la base per la successiva acquisizione di una somiglianza più perfetta.

SULLA NATURA DELLE AFFINITÀ CHE COLLEGANO GLI ESSERI VIVENTI
I discendenti modificati delle specie dominanti che appartengono ai generi più numerosi, in quanto tendono a ereditare i vantaggi che rendono vasti i gruppi cui appartengono, e dominanti i loro progenitori, sono quasi certamente destinati a diffondersi ampiamente e a occupare nuovi posti nell'economia della natura. I gruppi più numerosi e dominanti in ogni classe tendono pertanto a diventare sempre più numerosi e, di conseguenza, soppiantano molti gruppi più piccoli e più deboli. Possiamo così capire perché tutti gli organismi estinti e recenti sono compresi in un piccolo numero di grandi ordini e in un ancor minor numero di classi. Come dimostrazione di quanto siano numericamente limitati e largamente diffusi i gruppi superiori, è significativo il fatto che la scoperta dell'Australia non ci ha fatto conoscere neppure un insetto appartenente a una nuova classe, e che, a quanto mi dice il dottor Hooker, per il regno vegetale, ha portato solo alla scoperta di due o tre famiglie di piccola dimensione.

Nel capitolo sulla successione geologica ho cercato di spiegare – sulla base del principio che ogni gruppo in genere ha assunto caratteri molto divergenti durante il prolungato processo di modificazione – perché le forme più antiche presentano spesso caratteri in qualche grado intermedi fra i gruppi esistenti. Poiché un piccolo numero di queste forme antiche e intermedie ha trasmesso fino ai nostri giorni discendenti poco modificati, questi costituiscono le specie da noi dette combacianti o aberranti. Quanto più una forma è aberrante, tanto maggiore deve essere stato il numero di forme che la collegavano ad altre forme, e che sono state sterminate e totalmente perdute. La prova delle numerose estinzioni subite dai gruppi aberranti ci viene fornita dal fatto che essi sono quasi sempre rappresentati da poche specie; e le poche che esistono sono generalmente molto diverse l'una dall'altra, ciò che implica ugualmente numerose estinzioni. I generi *Ornithorhynchus* e *Lepidosiren*, per esempio, non sarebbero meno aberranti se ciascuno di essi fosse rappresentato da una dozzina di specie, anziché, come oggi, da una sola o da due o tre. Credo che ci si possa spiegare questo fatto soltanto

BOLLATI BORINGHIERI

quando si considerino i gruppi aberranti come forme sopraffatte da concorrenti più fortunati, delle quali si sono conservati solo pochi individui grazie a condizioni insolitamente favorevoli.

Il signor Waterhouse ha osservato che l'affinità di un individuo appartenente a un certo gruppo di animali con un gruppo molto diverso nella maggioranza dei casi non è particolare ma generale; così, secondo Waterhouse, di tutti i roditori la viscaccia è il più affine ai marsupiali; ma nei punti in cui s'avvicina a quest'ordine, i suoi rapporti sono generali, cioè non si riferiscono più a una specie di marsupiale che a un'altra. Poiché si ritiene che queste affinità siano reali e non semplicemente di adattamento, esse devono, in base alla nostra teoria, derivare per eredità da un comune progenitore. Dobbiamo supporre quindi o che tutti i roditori, la viscaccia compresa, derivino da qualche antico marsupiale, il quale naturalmente avrà avuto caratteri più o meno intermedi rispetto alle esistenti forme di marsupiali, oppure che sia i roditori sia i marsupiali discendano da un comune progenitore e abbiano subito notevoli modificazioni in direzioni divergenti. Nei due casi dobbiamo supporre che la viscaccia abbia conservato per eredità un numero di caratteri dell'antico progenitore superiore a quello conservato dagli altri roditori; di conseguenza essa non avrà affinità particolari con un determinato marsupiale esistente, ma indirettamente con tutti o quasi i marsupiali, avendo in parte conservato il carattere del loro comune antenato, o di qualche membro molto antico del gruppo. D'altra parte, come ha osservato Waterhouse, fra tutti i marsupiali il *Phascolumys* è quello che più assomiglia non a una particolare specie di roditori, ma a tutto l'ordine in generale. Tuttavia, in questo caso si può sostenere fortemente che si tratti di una somiglianza puramente analogica, conseguente all'adattamento del *Phascolumys* ad abitudini simili a quelle dei roditori. De Candolle il vecchio ha fatto osservazioni quasi analoghe sulla natura generale delle affinità di distinte famiglie di piante.

Partendo dal principio della moltiplicazione e della graduale divergenza dei caratteri delle specie derivate da un comune progenitore, nonché dalla conservazione ereditaria di qualche carattere comune, possiamo capire le affinità molto complesse e divergenti che collegano gli uni agli altri tutti i membri di una stessa famiglia o di un gruppo più elevato. Infatti il comune progenitore di una famiglia che ora si è suddivisa, a causa dell'estinzione, in gruppi e sottogruppi distinti, avrà trasmesso a tutte le specie alcuni caratteri, modificati in modo e grado di-

BOLLATI BORINGHIERI

verso; e di conseguenza queste specie saranno imparentate fra di loro per mezzo di linee di affinità tortuose, e di varia lunghezza (come si può vedere nel diagramma cui spesso mi sono riferito) che risalgono indietro attraverso molti predecessori. Dalla difficoltà di stabilire i legami di consanguineità fra i numerosi discendenti di una nobile e antica famiglia, anche con l'aiuto di un albero genealogico, senza il quale la ricerca è quasi impossibile, possiamo dedurre la straordinaria difficoltà che i naturalisti incontrano quando debbano descrivere, senza l'aiuto di un diagramma, le diverse affinità che essi scorgono fra i molti membri viventi ed estinti della stessa grande classe naturale.

Come abbiamo visto nel quarto capitolo, l'estinzione ha avuto una parte importante nel determinare e allargare gli intervalli fra i diversi gruppi di ogni classe. Possiamo così spiegare la diversità di intere classi (per esempio quella degli uccelli da tutti gli altri vertebrati) se ammettiamo l'estinzione completa di molte antiche forme di vita, che in passato collegavano i remoti antenati degli uccelli ai remoti antenati delle altre classi di vertebrati, allora meno differenziate. L'estinzione delle forme che collegavano i pesci con i batraci è stata molto minore; ed è stata ancora più limitata in altre intere classi, per esempio nei crostacei, perché le forme più sorprendentemente diverse sono tuttora connesse da una lunga catena di affinità, solo parzialmente discontinua. L'estinzione ha soltanto definito i gruppi; non li ha affatto formati; infatti se dovessero d'improvviso ricomparire tutte le forme che siano mai vissute su questa terra, anche se fosse impossibile trovare definizioni adatte a distinguere ciascun gruppo, sarebbe tuttavia possibile una classificazione naturale o almeno una sistemazione naturale. Il diagramma ci offre l'esemplificazione di quanto ho detto: le lettere da A a L possono rappresentare undici generi del silurico, alcuni dei quali hanno prodotto larghi gruppi di discendenti modificati, con tutte le forme intermedie, in ogni ramo e sottoramo, ancora viventi; le quali forme intermedie non sono più distanti fra loro di quanto lo siano le varietà esistenti. In tal caso sarebbe assolutamente impossibile dare una definizione in base alla quale distinguere i vari membri dei diversi gruppi dai più vicini antenati e discendenti. Tuttavia la disposizione nel diagramma sarebbe ancora giusta e sarebbe quella naturale; perché, sulla base del principio di eredità, tutte le forme derivanti, per esempio, da A avrebbero qualcosa in comune. In un albero possiamo distinguere questo o quel ramo, anche se nel punto di biforcazione si uniscono e si confon-

BOLLATI BORINGHIERI

dono. Non potremmo, come ho detto, definire i diversi gruppi, ma potremmo scegliere i tipi o le forme che rappresentano meglio i caratteri di ogni gruppo, grande o piccolo che sia, e dare così un'idea generale del valore delle loro differenze. Giungeremo a ciò, se mai riuscissimo a collezionare tutte le forme di una classe che hanno sopravvissuto nel tempo e nello spazio. Sicuramente non arriveremo mai a fare una collezione così perfetta; tuttavia per alcune classi tendiamo a questo risultato; e Milne-Edwards ha ultimamente insistito, in un suo pregevole articolo, sulla grande importanza dello studio dei tipi, si possano o non si possano separare e definire i gruppi a cui questi tipi appartengono.

Infine, abbiamo visto che la selezione naturale, che deriva dalla lotta per l'esistenza, e che conduce quasi inevitabilmente alla distruzione e alla divergenza dei caratteri nei discendenti di una qualunque specie progenitrice, spiega la grande caratteristica universale delle affinità di tutti gli esseri viventi, cioè la loro distribuzione in gruppi subordinati ad altri gruppi. Noi classifichiamo, tenendo conto dell'elemento della discendenza, gli individui dei due sessi e di tutte le età in una stessa specie, anche se hanno pochi caratteri comuni; ci serviamo della discendenza per classificare le varietà riconosciute, per quanto diverse possano essere dai loro progenitori; e credo che questo elemento della discendenza sia quel legame nascosto che i naturalisti hanno designato con il termine di sistema naturale. Partendo dall'ipotesi che il sistema naturale, al punto in cui siamo arrivati, abbia una sistemazione genealogica con i gradi di differenza espressi dai termini: generi, famiglie, ordini ecc., possiamo comprendere le regole che dobbiamo seguire nella nostra classificazione. Possiamo capire perché attribuiamo maggior valore a certe somiglianze piuttosto che ad altre; perché teniamo conto di organi rudimentali e inutili, o di altri che hanno insignificante importanza fisiologica; perché, confrontando un gruppo con un altro, respingiamo sommariamente i caratteri analogici o di adattamento, che tuttavia utilizziamo entro i limiti di uno stesso gruppo. Possiamo chiaramente vedere come avvenga che tutte le forme estinte e viventi possano essere raggruppate in poche grandi classi; e perché i diversi individui di ogni classe siano collegati dalle più complesse e divergenti linee di affinità. Forse non arriveremo mai a sbrogliare l'inestricabile matassa delle affinità fra i membri di una classe; ma, quando si miri a uno scopo ben preciso e non si cerchi un qualche ignoto piano di creazione, si può sperare di compiere lenti, ma sicuri progressi.

BOLLATI BORINGHIERI

Il professor Hæckel, nella sua *Morfologia generale* e in diversi altri lavori, si è di recente applicato con tutto il peso delle sue cognizioni e della sua capacità a far fare dei passi avanti a ciò che egli chiama filogenesi, o linee di discendenza di tutti gli esseri viventi. Per ricostruire le diverse serie egli si affida soprattutto ai caratteri embriologici, ma si serve anche degli organi omologhi e rudimentali, nonché dei periodi successivi in cui si crede che le diverse forme di vita siano comparse per la prima volta nelle nostre formazioni geologiche.

Egli ha dunque fatto un primo audace tentativo e ci insegna come la classificazione sarà trattata in futuro.

Morfologia

Abbiamo visto come i membri della stessa classe, indipendentemente dalle loro abitudini di vita, si assomiglino sul piano generale della loro organizzazione. Questa somiglianza è spesso espressa col termine «unità di tipo», o con l'affermazione che le diverse parti e organi delle differenti specie appartenenti a una classe sono omologhi. L'insieme di questi problemi è incluso nel termine generale di morfologia, che è uno dei capitoli più interessanti della storia naturale, e si potrebbe quasi dire che ne è l'anima. Cosa può esservi di più singolare del fatto che la mano dell'uomo, formata per afferrare, quella della talpa per scavare, la zampa del cavallo, la natatoia del delfino e l'ala del pipistrello, siano costruite sullo stesso modello, e comprendano ossa simili, nelle stesse posizioni relative? Altri esempi meno importanti, ma sempre molto interessanti, sono quelli forniti dalle zampe posteriori del canguro, così adatte a saltare nelle pianure aperte; da quelle del koala, che si arrampica e si nutre di foglie, non meno ben adatte ad afferrare i rami; dai piedi del paramele che vive sul suolo e si nutre di insetti o radici e da quelli di qualche altro marsupiale australiano: sono infatti tutti costruiti nello stesso modo peculiare, cioè con le ossa del secondo e del terzo dito estremamente sottili e avvolte nella stessa pelle, così da sembrare un unico dito con due unghie. Nonostante questa similarità di modello, è evidente che i piedi posteriori di tutti questi animali sono utilizzati per gli scopi più diversi che si possa immaginare. Il caso diventa ancora più sorprendente con l'opossum americano, che ha quasi le stesse abitudini di alcuni dei suoi parenti australiani e ha i piedi costruiti secondo il modello consueto. Il professor Flower, da cui sono state pre-

se queste osservazioni, conclude: «Possiamo chiamare questi fatti conformità di tipo, senza avvicinarci per questo alla spiegazione del fenomeno», e aggiunge: «ma ciò non ci suggerisce fortemente l'idea di reale parentela, di eredità da un antenato comune?».

Geoffroy Saint-Hilaire ha molto insistito sulla grande importanza della posizione relativa o connessione delle parti omologhe; esse possono differire quasi all'infinito per forma e dimensioni; e tuttavia rimanere unite fra di loro secondo un ordine invariabile. Per esempio, non troviamo mai una trasposizione delle ossa del braccio e dell'avambraccio, o del femore e della gamba. Perciò possiamo dare gli stessi nomi alle ossa omologhe degli animali più differenti. Osserviamo la stessa legge nella costruzione della bocca degli insetti; cosa può esservi di più differente della lunghissima proboscide a spirale della sfinge crepuscolare, o di quella curiosamente ripiegata di un'ape o di una cimice, o delle grandi mandibole di un coleottero? E nondimeno tutti questi organi, destinati a usi tanto diversi, sono formati da modificazioni infinitamente numerose del labbro superiore, delle mandibole e di due paia di mascelle. La stessa legge regola la struttura della bocca e delle articolazioni dei crostacei. E lo stesso si osserva nei fiori delle piante.

Nulla può esservi di più vano del tentativo di spiegare questa somiglianza di tipo in membri della stessa classe con l'utilità o con la teoria delle cause finali. L'inermità di questo tentativo è stata chiaramente ammessa da Owen nel suo interessantissimo lavoro *Nature of Limbs*. Secondo l'opinione corrente della creazione indipendente di ogni essere, possiamo dire soltanto che così stanno le cose; dire che piacque al Creatore costruire tutti gli animali e tutte le piante di ogni grande classe secondo un modello uniforme; ma questa non è una spiegazione scientifica.

La spiegazione è piuttosto semplice quando si parta dalla teoria della selezione di lievi modificazioni successive, ognuna delle quali è in qualche modo vantaggiosa alla forma modificata, ma spesso agisce per correlazione anche sulle altre parti dell'organizzazione. Nei cambiamenti di tal natura ci sarà poca o nessuna tendenza a modificare il modello primitivo o a trasporre le parti. Le ossa di un arto potrebbero accorciarsi o appiattirsi in qualunque proporzione, avvolgendosi contemporaneamente in una spessa membrana, sì da fungere da pinna; ovvero le ossa di un piede palmato potrebbero allungarsi più o meno considerevolmente insieme con la membrana interdigitale e fungere

così da ala; tuttavia queste modificazioni non tenderebbero ad alterare minimamente la struttura dell'osso e la connessione relativa delle parti. Se supponiamo che un antico progenitore – l'archètipo, potremmo chiamarlo – di tutti i mammiferi, uccelli e rettili, avesse le estremità costruite secondo il modello generale attuale, qualunque ne fosse stato l'uso, possiamo facilmente comprendere il chiaro significato della costruzione omologa degli arti di tutti i rappresentanti della classe. Allo stesso modo, per quanto riguarda la bocca degli insetti, dobbiamo soltanto supporre che il loro progenitore comune avesse un labbro superiore, le mandibole e due paia di mascelle e che queste parti fossero di forma molto semplice; la selezione naturale ci potrà poi spiegare l'infinita diversità di conformazione e di funzioni della bocca degli insetti. Tuttavia, è pensabile che lo schema generale di un organo possa alterarsi fino a scomparire completamente, attraverso la riduzione, e infine la scomparsa di certe parti, e la fusione, il raddoppiamento, il moltiplicarsi di altre; variazioni che sappiamo essere nei limiti della possibilità. Nelle natatoie delle gigantesche lucertole marine, oggi estinte, e nella bocca di alcuni crostacei succhiatori lo schema generale sembra essersi in tal modo parzialmente alterato.

C'è poi un altro ramo altrettanto singolare del nostro soggetto, cioè le omologie seriali, il confronto fra le diverse parti o organi nello stesso individuo, e non più fra le stesse parti o organi in differenti membri della stessa classe. La maggior parte dei fisiologi ritiene che le ossa del cranio siano omologhe (cioè corrispondano per numero e posizione relativa) alle parti elementari di un certo numero di vertebre. Gli arti anteriori e posteriori di tutte le classi di vertebrati superiori sono evidentemente omologhi. Lo stesso vale per le mascelle così straordinariamente complesse e per le zampe dei crostacei. Non c'è chi non sappia che in un fiore, la posizione relativa dei sepali, petali, stami e pistilli, e la loro intima struttura, si spiegano ammettendo che queste diverse parti siano formate da foglie metamorfizzate e disposte a spirale. Le mostruosità delle piante ci forniscono spesso la prova diretta della possibilità che un organo si trasformi in un altro, e negli stadi precoci o embrionali dello sviluppo dei fiori, nonché dei crostacei e di molti altri animali, possiamo vedere una perfetta somiglianza fra organi che, quando hanno raggiunto il completo sviluppo, sono estremamente differenti.

Come rimangono inspiegabili, invece, i casi di omologie seriali, quando vengano interpretati con l'ipotesi della creazione! Perché dovrebbe

BOLLATI BORINGHIERI

il cervello essere chiuso in una scatola composta di pezzi ossei, così numerosi e così singolarmente conformati da rappresentare apparentemente le vertebre? Come è stato osservato da Owen, il vantaggio di questa disposizione, che permette il cedimento dei pezzi ossei separati durante il parto nei mammiferi, non serve in alcun modo a spiegare la stessa costruzione del cranio negli uccelli e nei rettili. Perché sarebbero state create ossa simili nella formazione dell'ala e della zampa del pipistrello, dal momento che l'ala e la zampa sono usate per scopi del tutto diversi, come volare e camminare? Perché un crostaceo che ha una bocca assai complessa formata di molte parti, dovrebbe sempre, come conseguenza, avere un numero minore di zampe? O, inversamente, quelli con molte zampe una bocca più semplice? Perché dovrebbero i sepali, i petali, gli stami e i pistilli di ogni fiore, sebbene adattati a usi differenti, essere tutti costruiti secondo lo stesso modello?

La teoria della selezione naturale ci permette di rispondere, fino a un certo punto, a queste domande. Non dobbiamo considerare qui in qual modo i corpi di alcuni animali si siano in un primo tempo divisi in una serie di segmenti, o nei lati destro e sinistro, con organi corrispondenti, perché queste questioni sono quasi al di là di qualsiasi ricerca. Tuttavia, è probabile che alcune conformazioni seriali siano il risultato di una moltiplicazione delle cellule per suddivisione che comporta la moltiplicazione delle parti sviluppatesi da queste cellule. Per il nostro scopo può essere sufficiente ricordare che una ripetizione indefinita di una stessa parte o organo è la caratteristica comune, come Owen ha osservato, di tutte le forme inferiori o poco specializzate; perciò è probabile che lo sconosciuto progenitore dei vertebrati possedesse molte vertebre; che l'ignoto progenitore degli articolati possedesse molti segmenti e il progenitore delle piante fanerogame molte foglie disposte su una o più spirali. Abbiamo già visto che le parti che si ripetono molte volte sono particolarmente suscettibili di variazioni, non solo nel numero, ma anche nella forma. Di conseguenza tali parti, essendo già presenti in numero considerevole, ed essendo altamente variabili, avranno naturalmente fornito materiale per l'adattamento ai più diversi scopi; tuttavia esse avranno generalmente mantenuto, in virtù della forza dell'eredità, tracce evidenti della loro originale o fondamentale somiglianza. E tale somiglianza si sarà tanto più conservata quanto più le variazioni, che costituivano la base delle modificazioni successive per selezione naturale, avranno avuto fin da principio la tendenza a essere simili, essendo simili le parti in uno stadio precoce dello sviluppo, e soggette

BOLLATI BORINGHIERI

quasi alle stesse condizioni. Tali parti, più o meno modificate, saranno serialmente omologhe, a meno che la loro origine comune non sia stata del tutto cancellata.

Nella grande classe dei molluschi, sebbene le parti di specie distinte siano chiaramente omologhe, possiamo riscontrare soltanto poche omologie seriali, come per esempio le valve dei chitoni; cioè raramente siamo in grado di dire che una parte è omologa a un'altra parte nello stesso individuo. Questo fatto è comprensibile; infatti nei molluschi, persino negli individui inferiori della classe, non troviamo quella quasi infinita ripetizione delle parti che si riscontra nelle altre grandi classi del regno vegetale e del regno animale.

La morfologia è un capitolo molto più complicato di quanto non sembri a prima vista, come ha di recente e in modo egregio dimostrato il signor Edwin Ray Lankester in una interessante memoria, in cui ha stabilito un importante criterio di distinzione fra certe classi di casi che i naturalisti avevano considerato omologhi. Egli propone di chiamare *omogenee* le strutture che si assomigliano in animali diversi, in virtù della loro discendenza da un progenitore comune con modificazione susseguente; propone invece di chiamare *omoplastiche* le somiglianze che non si possono spiegare in tal modo. Per esempio, egli ritiene che negli uccelli e nei mammiferi il cuore sia nell'insieme omogeneo, sia cioè derivato da un progenitore comune; ma che le quattro cavità del cuore nelle due classi siano omoplastiche, si siano cioè sviluppate indipendentemente. Egli cita anche la grande somiglianza delle parti nel lato destro e nel lato sinistro del corpo, e nei segmenti successivi dello stesso individuo; cioè di parti comunemente chiamate omologhe, che non hanno relazione alcuna con la discendenza di specie distinte da un comune progenitore. Le strutture omoplastiche sono quelle stesse che io ho classificato, sia pure imperfettamente, come modificazioni o somiglianze analoghe. La loro formazione può essere attribuita in parte alla variazione analogica di organismi diversi o di parti diverse di uno stesso organismo; e in parte alla conservazione di modificazioni simili per uno stesso scopo o funzione generale, come è stato dimostrato con molti esempi. I naturalisti considerano spesso il cranio come formato da vertebre metamorfizzate; le mascelle dei granchi come zampe metamorfizzate; gli stami e i pistilli dei fiori come foglie metamorfizzate; ma in molti casi sarebbe più corretto, come ha osservato il professor Huxley, parlare del cranio e delle vertebre, delle mascelle e delle zampe ecc. come di parti metamorfizzate non l'una dall'altra – ciò che è

BOLLATI BORINGHIERI

impossibile – ma da un qualche elemento comune e più semplice. La maggioranza dei naturalisti, però, usa tale linguaggio solo in senso metaforico; essi sono ben lontani dal voler intendere che durante il lungo corso della discendenza gli organi primordiali di ogni tipo (le vertebre in un caso, le zampe in un altro) si siano realmente trasformati in crani o in mascelle. Tuttavia l'evidenza di queste modificazioni è tale che i naturalisti possono difficilmente evitare un linguaggio che abbia questo evidente significato. Secondo le opinioni qui espresse un tale linguaggio può essere usato alla lettera; e viene così in parte spiegato il fatto straordinario che le mascelle di un granchio, per esempio, abbiano conservato numerosi caratteri, che probabilmente si sarebbero trasmessi ereditariamente, se fossero la trasformazione di zampe anche estremamente semplici.

Sviluppo ed embriologia

È questo uno degli argomenti più importanti in tutto il dominio della storia naturale. Le metamorfosi degli insetti, che tutti conoscono, si compiono di solito rapidamente attraverso poche fasi: in realtà invece le trasformazioni, sebbene nascoste, sono numerose e graduali. Lubbock ha dimostrato che in una efemera (*Chlöeon*) durante lo sviluppo si verificano più di venti mute, e ogni volta l'insetto subisce un certo numero di cambiamenti; in questo caso vediamo l'atto della metamorfosi compiersi in modo primitivo e graduale. In molti insetti, ma soprattutto in certi crostacei, ci è dato di vedere quali meravigliosi cambiamenti di struttura possono avvenire durante lo sviluppo. Tali cambiamenti raggiungono però l'acme nelle cosiddette generazioni alternate di alcuni animali inferiori. Per citare un fatto straordinario basti ricordare come un delicato ramo di corallo, adorno di polipi e attaccato a una roccia sottomarina, produce, prima per gemmazione, poi per divisione trasversale una moltitudine di enormi meduse galleggianti, le quali depongono uova da cui escono animalucoli nuotanti, che si attaccano alle rocce e si sviluppano in rami corallini, e così via in un ciclo infinito. La convinzione della sostanziale identità tra il processo di generazione alternata e quello di metamorfosi ordinaria è stata molto consolidata dalla scoperta, fatta da Wagner, che la larva, o brucolino di una mosca, la cecidomia, produce asessualmente altre larve, e queste a loro volta altre larve ancora, le quali infine si sviluppano in maschi e femmine adulti, che riproducono normalmente la specie, mediante uova.

BOLLATI BORINGHIERI

Vale la pena ricordare che, quando fu enunciata per la prima volta l'importante scoperta di Wagner, mi fu domandato come si potesse spiegare l'acquisizione da parte della larva di tale mosca della facoltà di riprodursi sessualmente. Fino a quando non si conosceva altro caso che questo, non si poteva dare risposta alcuna. Ma Grimm ha già provato che un'altra mosca, un chironomo, si riproduce in modo quasi identico, ed egli ritiene che tale tipo di riproduzione sia frequente negli insetti di quest'ordine. Nel chironomo tale facoltà è posseduta dalla pupa e non dalla larva. Grimm sostiene, inoltre, che questo caso, in parte, «connette il caso della cecidomia alla partenogenesi dei coccidi»; indicando con il termine di partenogenesi la capacità delle femmine mature dei coccidi di produrre uova feconde senza il concorso del maschio. È oggi noto che alcuni animali di classi diverse hanno la capacità di riprodursi ordinariamente in uno stadio insolitamente precoce: e basta far risalire la riproduzione partenogenetica gradualmente verso un'età sempre più giovane – e il chironomo con la pupa ci offre uno stadio quasi perfettamente intermedio – per poter spiegare il caso straordinario della cecidomia.

È già stato osservato che le varie parti dello stesso individuo che sono esattamente identiche in un periodo embrionale precoce, diventano molto differenti nello stato adulto e servono a scopi molto diversi. Ed è stato anche dimostrato che generalmente gli embrioni delle specie più diverse appartenenti alla stessa classe sono molto simili, ma diventano assai dissimili a sviluppo completo. Nessuna prova di ciò può essere migliore dell'affermazione di Von Baer: «Gli embrioni dei mammiferi, degli uccelli, delle lucertole e dei serpenti, probabilmente anche dei chelonati, si assomigliano straordinariamente, sia nel complesso, sia nel modo di sviluppo delle loro parti, tanto è vero che spesso possiamo distinguere gli embrioni soltanto in base alle loro dimensioni. Possiedo, conservati nello spirito, due piccoli embrioni, che dimenticai di contrassegnare a suo tempo e che ora non sono assolutamente in grado di dire a quale classe appartengano. Possono essere lucertole o piccoli uccelli, o mammiferi molto giovani, così assoluta è la somiglianza nel modo di formazione della testa e del tronco di questi animali. In questi embrioni, però, mancano ancora le estremità. Anche se esse fossero esistite nella primissima fase del loro sviluppo, non potremmo saperne di più, perché i piedi delle lucertole e dei mammiferi, le ali e le zampe degli uccelli, nonché le mani e i piedi dell'uomo, si sviluppano tutti dalla

BOLLATI BORINGHIERI

stessa forma fondamentale». Le larve della maggior parte dei crostacei, in stadi corrispondenti di sviluppo, sono molto simili, per quanto differenti possano essere gli adulti; e lo stesso può dirsi per molti altri animali. Una traccia della legge della somiglianza embrionale rimane talvolta fino a un'età piuttosto avanzata: così, uccelli dello stesso genere o di generi affini si assomigliano spesso nel piumaggio nel primo e nel secondo stadio giovanile, come si vede nelle penne macchiate dei piccoli del gruppo dei tordi. Nella famiglia dei gatti, la maggior parte delle specie hanno gli adulti a righe o a macchie, e righe e macchie sono chiaramente visibili nel mantello del leone e del puma. Talvolta, sebbene di rado, si osserva qualcosa di simile nelle piante; così le prime foglie dell'*Ulex*, o ginestrone, e le prime foglie delle acacie fillodinee sono pennate o divise come le foglie ordinarie delle leguminose.

I punti della struttura in cui gli embrioni di animali molto diversi appartenenti alla stessa classe si assomigliano, non hanno spesso alcun rapporto diretto con le loro condizioni di vita. Per esempio non possiamo supporre che negli embrioni dei vertebrati il peculiare corso ad ansa delle arterie lungo le fessure branchiali sia in rapporto con condizioni di vita consimili nel giovane mammifero che è nutrito nell'utero materno, nell'uovo di uccello covato in un nido, nel girino di rana sott'acqua. Non abbiamo ragione alcuna di credere a un rapporto simile, come non ne abbiamo di credere che le ossa consimili della mano dell'uomo, dell'ala del pipistrello o della pinna di una tartaruga marina siano in rapporto con condizioni di vita consimili. Nessuno può ritenere che le striature sul mantello del leone, o le macchie nel giovane merlo siano di alcuna utilità a questi animali.

Il caso però è diverso quando l'animale, in qualche fase della sua vita embrionale, è attivo e deve provvedere a se stesso. Il periodo di attività può sopravvenire in un'età più o meno precoce; ma, quando sopravviene, l'adattamento della larva alle condizioni di vita è perfetto e meraviglioso quanto nell'animale adulto. Quanto importante sia il modo in cui ciò avviene è stato dimostrato da Lubbock con le sue osservazioni sulla stretta somiglianza fra le larve di alcuni insetti di ordini molto diversi, e sulla grande dissomiglianza fra larve di altri insetti dello stesso ordine, a seconda delle loro abitudini di vita. Talvolta, in virtù di questo adattamento, la somiglianza delle larve di animali affini è assai poco chiara; soprattutto quando si abbia una divisione del lavoro nelle diverse fasi di sviluppo, come quando la stessa larva in una delle fasi

debba procacciarsi il cibo, e in un'altra debba cercare un posto dove attaccarsi. Si possono citare anche casi di larve di specie affini o di gruppi di specie che differiscono l'una dall'altra più di quanto non differiscano gli adulti. Tuttavia, nella maggioranza dei casi le larve, benché attive, obbediscono ancora, più o meno rigorosamente, alla legge della comune somiglianza embrionale. Un buon esempio è quello offerto dai cirripedi; perfino l'illustre Cuvier non si accorse che un balano è un crostaceo, mentre un'occhiata alla larva lo rivela in modo inconfondibile. E così pure le due principali divisioni dei cirripedi, i peduncolati e i sessili, sebbene esternamente molto diverse, hanno larve appena distinguibili in tutte le loro fasi.

Nel corso dello sviluppo l'organizzazione dell'embrione generalmente si evolve: uso questa espressione pur sapendo come sia quasi impossibile definire esattamente che cosa si intenda per organizzazione superiore o inferiore. Ma probabilmente nessuno vorrà negare che l'organizzazione di una farfalla sia superiore a quella di un bruco. Tuttavia in alcuni casi l'animale adulto si può considerare inferiore alla sua larva, come per esempio accade nel caso di certi crostacei parassiti. Ritorniamo ancora ai cirripedi, le cui larve, nel primo stadio, hanno tre paia di organi di locomozione, un occhio unico e semplice, e una bocca a forma di proboscide con cui ingeriscono grande quantità di nutrimento, giacché esse aumentano molto di volume. Nella seconda fase, che corrisponde allo stadio di crisalide nelle farfalle, esse hanno sei paia di zampe natatorie mirabilmente costruite, un paio di magnifici occhi composti, e antenne estremamente complesse; ma la bocca è chiusa e imperfetta, e incapace di prendere il nutrimento: in questo stadio la loro funzione è quella di cercare, per mezzo degli organi di senso ben sviluppati, e di raggiungere, per mezzo della loro capacità di nuoto, un luogo adatto dove attaccarsi e subire l'ultima metamorfosi. Arrivate a questo punto, le larve rimangono attaccate per tutta la vita: le zampe si trasformano in organi prensili, ricompare la bocca ben formata, ma non ci sono più le antenne, e i due occhi si tramutano nuovamente in un piccolo occhio semplice. In quest'ultimo stadio completo, i cirripedi possono essere considerati superiori o inferiori in confronto alla loro fase larvale. Ma in alcuni generi le larve si sviluppano in ermafroditi, che hanno la struttura ordinaria, e in quelli che io ho definito maschi complementari; in questi ultimi, lo sviluppo è certamente retrocesso, perché il maschio è costituito semplicemente da un sacco che vive per poco tempo, ed è pri-

BOLLATI BORINGHIERI

vo di bocca, di stomaco e di tutti gli organi importanti, eccettuati quelli destinati alla riproduzione.

Siamo talmente abituati a vedere una differenza di conformazione fra l'embrione e l'adulto, da essere tentati di considerare questa differenza come necessariamente dipendente dallo sviluppo. Ma non vi è ragione per cui, ad esempio, l'ala del pipistrello o la natatoia del delfino non debbano essere state tracciate con tutte le loro parti nella debbita proporzione, non appena ciascuna parte diviene visibile. In alcuni interi gruppi di animali e in alcuni individui di certi gruppi questo avviene, e l'embrione in qualunque periodo della vita non è molto diverso dall'adulto; Owen ha osservato che nella seppia «non c'è metamorfosi: il carattere di cefalopodo si manifesta molto prima che le parti dell'embrione siano complete». I molluschi terrestri e i crostacei d'acqua dolce nascono già con la loro particolare forma, mentre i membri marini delle due stesse grandi classi durante il loro sviluppo subiscono considerevoli e talvolta grandi cambiamenti. Anche i ragni non subiscono quasi metamorfosi. Le larve della maggior parte degli insetti hanno uno stadio vermiforme, siano esse attive e adattate ad abitudini diverse, o inattive perché poste nel loro proprio nutrimento o nutrite dai loro genitori; tuttavia in alcuni casi non si notano quasi tracce dello stadio vermiforme, per esempio negli afidi, come risulta dai bellissimi disegni sullo sviluppo di questi insetti, eseguiti dal professor Huxley.

Talvolta mancano soltanto i primi stadi dello sviluppo. Così a Fritz Müller si deve la notevole scoperta che alcuni crostacei simili a gamberetti (e affini al *Penaeus*) hanno prima la semplice forma del nauplio, poi passano due o più volte attraverso lo stadio di zoea, successivamente per lo stadio di mysis e infine acquistano la conformazione dell'adulto. Ora nel grande ordine dei malacostraci, a cui questi crostacei appartengono, non si conosce nessun altro membro che abbia come primo stadio di sviluppo quello del nauplio, sebbene molti abbiano la fase di zoea; tuttavia Müller sostiene, dandone ragione, che tutti questi crostacei comparirebbero come nauplio se alcuni stadi dello sviluppo non fossero soppressi.

Come, dunque, spiegare questi diversi fatti dell'embriologia? Come spiegare cioè: la generale ma non universale differenza fra la conformazione dell'embrione e quella dell'adulto; la somiglianza, nei primi stadi dello sviluppo, delle diverse parti di uno stesso embrione, destinate a diventare completamente dissimili e a servire a funzioni molto

BOLLATI BORINGHIERI

diverse; la comune ma non invariabile somiglianza fra gli embrioni o larve delle specie più diverse della stessa classe; la conservazione nell'embrione ancora dentro l'uovo o nell'utero di conformazioni che non hanno utilità alcuna né in questo né nei successivi periodi della vita; come spiegare inoltre perché, d'altra parte, le larve che devono provvedere ai propri bisogni si adattino perfettamente alle condizioni ambientali, e infine perché alcune larve si trovano nella scala dell'organizzazione in una posizione superiore a quella degli animali adulti in cui si trasformano? Io credo che tutti questi fatti possano essere spiegati nel modo seguente.

Si crede comunemente, forse perché certe mostruosità colpiscono l'embrione in uno stadio molto precoce, che lievi variazioni o differenze individuali compaiano necessariamente in un periodo ugualmente precoce. Abbiamo di questo poche prove, ma quelle che possediamo indicano il contrario; sappiamo infatti che gli allevatori di bovini, equini e di vari animali di lusso possono dire con sicurezza, solo quando è trascorso un certo tempo dalla nascita, quali saranno i difetti e quali i pregi dei loro animali giovani; anche per i bambini non è possibile dire se saranno alti o bassi, e quali precisamente saranno le loro fattezze. Non si tratta già di sapere in quale periodo ogni variazione può essersi prodotta, ma quando se ne sono manifestati gli effetti. La causa può aver agito, come credo accada spesso, su uno dei genitori o su entrambi prima dell'atto della generazione. Si deve osservare che per il giovane animale, fintanto che rimane nel seno materno o nell'uovo o viene nutrito e protetto dai genitori, non ha importanza il fatto che la maggior parte dei suoi caratteri vengano acquisiti un po' prima o un po' dopo in ordine di tempo. Non avrà importanza, per esempio, per un uccello che si procura il nutrimento con un becco molto ricurvo il fatto di aver avuto già nella prima età un becco di questa forma, dal momento che veniva nutrito dai suoi genitori.

Nel primo capitolo ho affermato che una variazione che appaia per la prima volta a una data età nei genitori, tende a ricomparire nei discendenti in un'età corrispondente. Alcune variazioni possono comparire soltanto in età corrispondenti, come, per esempio, le caratteristiche di bruco, crisalide e farfalla nel baco da seta, e anche quelle delle corna dei bovini completamente sviluppati. Ma le variazioni che possono essersi presentate in un periodo più precoce della vita, per quanto possiamo constatare, tendono parimenti a ricomparire nei genitori e

BOLLATI BORINGHIERI

nella prole a un'età corrispondente. Non intendo affatto sostenere che ciò avvenga invariabilmente, e potrei citare numerosi casi eccezionali di variazioni (nel più ampio significato di questa parola) che si sono manifestate nei figli a un'età più giovane che nei genitori.

Questi due principi, cioè la generale comparsa di lievi variazioni in un periodo non molto precoce, e il fatto che esse vengano ereditate in età corrispondente, spiegano, secondo me, i fondamentali fatti dell'embriologia sopra esposti. Ma, in primo luogo, osserviamo alcuni casi analoghi nelle nostre varietà domestiche. Alcuni autori che hanno studiato i cani, sostengono che il levriero e il bulldog, pur essendo così differenti, sono effettivamente varietà molto affini, che derivano dallo stesso ceppo selvatico; pertanto ero curioso di constatare le differenze tra i loro piccoli: alcuni allevatori mi hanno detto che essi differiscono quanto i loro genitori e, a giudicare da quello che si vede, ciò sembra vero. Ma misurando i cani adulti e i loro cuccioli di sei giorni, ho trovato che questi ultimi non avevano ancora acquistato tutte le differenze proporzionali. Mi fu anche detto che i puledri dei cavalli da tiro e dei cavalli da corsa - razze quasi interamente formate per selezione in condizioni di addomesticamento - differiscono fra di loro quanto gli animali adulti; ma, da misure che io stesso ho eseguito sulle cavalle e sui puledri di tre giorni delle due razze, ho trovato che questa affermazione non risponde affatto al vero.

Poiché possediamo la prova sicura che le razze dei colombi derivano da una sola specie selvatica, ho confrontato i giovani colombi dodici ore dopo che erano usciti dall'uovo; ho accuratamente misurato (trascuro qui i particolari) le dimensioni del becco, la sua apertura, la lunghezza delle narici e delle palpebre, le dimensioni del piede, la lunghezza della zampa, nella specie selvatica progenitrice, nei gozzuti, nei pavoncelli, nei romani, nei barbi, nei dragoni, nei viaggiatori e nei capitolombolanti. Ora alcuni di questi uccelli, nell'età adulta, differiscono, per la lunghezza e la forma del becco e per altri caratteri, in modo così straordinario che sarebbero certamente classificati come generi diversi, se fossero trovati allo stato di natura. Ma quando gli uccelli nidiacei di queste diverse razze furono messi in fila, benché per la maggior parte potessero appena essere distinti, le differenze proporzionali nei punti testé specificati erano incomparabilmente minori che negli uccelli adulti. Alcune differenze caratteristiche - come, per esempio, la lunghezza del becco nei piccoli - erano a mala pena discernibili. Ho rilevato soltanto un'eccezione degna di nota a questa regola: la differenza

fra i piccoli dei capitombolanti a faccia corta e i piccoli del torraio selvatico e delle altre razze è quasi esattamente la stessa che esiste fra gli stessi animali nell'età adulta.

Questi fatti trovano spiegazione nei due princìpi già menzionati. Gli amatori selezionano i loro cani, cavalli, piccioni per allevamento ecc. quando hanno già quasi raggiunto lo stato adulto; è loro del tutto indifferente che le qualità desiderate siano acquisite prima o dopo, purché gli animali adulti le posseggano. Gli esempi precedenti, e soprattutto quelli dei colombi, provano che le differenze caratteristiche, che sono state accumulate dalla selezione dell'uomo e che conferiscono pregio alle razze, non compaiono generalmente nella prima età, e vengono ereditate nell'età corrispondente. Ma il caso del capitombolante a faccia corta, che, dopo dodici ore dalla nascita, possiede già i suoi tratti caratteristici, prova che la regola non è universale; infatti in questo caso le differenze caratteristiche devono essere comparse prima del solito, oppure devono essere state trasmesse ereditariamente non all'età corrispondente, ma in età più giovane.

Applichiamo ora questi due princìpi a specie allo stato di natura. Prendiamo un gruppo di uccelli discendenti da qualche antica forma modificatasi per selezione a causa di abitudini differenti. Poiché le numerose e lievi variazioni successive che saranno sopravvenute nelle diverse specie a un'età piuttosto avanzata si saranno trasmesse ereditariamente all'età corrispondente, i giovani saranno assai poco modificati o si assomiglieranno più degli adulti, come abbiamo visto per le razze dei piccioni. Possiamo estendere questa teoria a conformazioni molto diverse e a intere classi. Per esempio, gli arti anteriori, che una volta servirono da gambe a un remoto progenitore, possono essersi adattati, attraverso un lungo processo di modificazione, a fungere da mani in un discendente, da pinne in un altro, da ali in un altro ancora; ma, in virtù dei due princìpi precedenti, gli arti anteriori non avranno subito molte modificazioni nell'embrione di queste diverse forme, sebbene in ciascuna di queste gli arti anteriori differiscano grandemente allo stato adulto. Qualunque influenza il protratto uso o non uso possa aver avuto sulla modificazione degli arti o di altre parti di una specie, essa si esercita soprattutto o esclusivamente sull'animale quasi adulto, che è costretto a servirsi di tutte le sue facoltà per provvedere ai suoi bisogni; ora le modificazioni così prodotte si saranno trasmesse ai discendenti alla corrispondente età quasi adulta. I giovani dunque non saranno modi-

BOLLATI BORINGHIERI

ficati, o lo saranno soltanto in misura limitata, per effetto dell'uso e del non uso delle parti.

In alcuni animali le successive variazioni possono essere avvenute in un periodo molto precoce della vita, o i vari gradi possono esser stati trasmessi per eredità prima dell'epoca in cui essi sono primitivamente comparsi. In entrambi i casi, i piccoli o gli embrioni assomigliarono strettamente alla forma progenitrice adulta, come abbiamo visto nel caso del colombo capitombolante a faccia corta. Questa è la legge dello sviluppo in alcuni interi gruppi, o solo in certi sottogruppi, come nei cefalopodi, nei molluschi terrestri, nei crostacei d'acqua dolce, nei ragni, e in alcuni membri della grande classe degli insetti. Per quanto riguarda la ragione fondamentale per cui i giovani di questi gruppi non subiscono alcuna metamorfosi, possiamo vedere come ciò proceda dalle cause seguenti: i giovani, dovendo provvedere già nella prima età ai propri bisogni, seguono lo stesso genere di vita dei genitori; e in questo caso è indispensabile per la loro esistenza che essi siano modificati nello stesso modo dei genitori. Inoltre, relativamente al fatto singolare che molti animali terrestri e d'acqua dolce non subiscono alcuna metamorfosi, mentre i membri marini dello stesso gruppo subiscono varie trasformazioni, Fritz Müller ha avanzato l'ipotesi che il lento processo delle modificazioni, necessarie per adattare un animale alla vita sulla terra o nell'acqua dolce anziché nel mare, sarebbe molto semplificato se non passasse attraverso la fase larvale; infatti non è probabile che luoghi ben adattati sia per la larva sia per l'adulto, in tanto nuove e mutate condizioni di vita, si troverebbero facilmente non occupati o male occupati da altri organismi. In questo caso, la selezione naturale favorirebbe l'acquisizione graduale, in età sempre più precoce, della conformazione adulta, e ogni traccia delle passate metamorfosi sarebbe infine perduta.

Se d'altra parte per il giovane animale fosse vantaggioso avere abitudini di vita leggermente diverse da quelle della forma genitrice, e di conseguenza essere costruito secondo un piano un po' differente, o se fosse vantaggioso per una larva, già differente dalla forma genitrice, modificarsi ulteriormente, allora, secondo il principio dell'eredità in età corrispondente, la selezione naturale potrebbe rendere il giovane animale o la larva sempre più differenti, in qualsiasi età, dai propri genitori. Le differenze della larva potrebbero anche essere in relazione con i successivi stadi dello sviluppo; così che il primo stadio larvale potrebbe differire molto dal secondo, come avviene infatti in molti ani-

BOLLATI BORINGHIERI

mali. L'adulto potrebbe anche adattarsi a stazioni o abitudini per le quali gli organi di locomozione o del senso ecc. sarebbero inutili; in tal caso la metamorfosi sarebbe regressiva.

Dalle precedenti osservazioni possiamo vedere come, in seguito a cambiamenti di struttura nei giovani, in conformità con le mutate abitudini di vita, insieme all'eredità in età corrispondenti, gli animali possono passare attraverso stadi di sviluppo perfettamente diversi dalla primitiva condizione dei loro progenitori adulti. La maggior parte dei nostri più autorevoli naturalisti ammette oggi che i vari stadi di larva e di pupa negli insetti sono stati acquisiti per adattamento, e non per eredità da qualche forma antica. Il curioso caso del *Sitaris* – coleottero che attraversa stadi inconsueti di sviluppo – illustrerò come ciò possa accadere. Nella sua prima forma larvale è descritto dal signor Fabre come un insetto attivo, minuto, provvisto di sei zampe, due lunghe antenne, e quattro occhi. Queste larve schiudono nelle arnie delle api e quando, in primavera, i fuchi escono dalle celle, ciò che fanno prima delle femmine, queste larve si attaccano a loro, e strisciano poi sulle femmine durante l'accoppiamento. Non appena le femmine delle api depongono le uova nel miele immagazzinato nelle celle, le larve del *Sitaris* si gettano sulle uova e le divorano. A questo punto esse subiscono un cambiamento completo: gli occhi scompaiono, le zampe e le antenne diventano rudimentali, e si nutrono di miele. In questo stadio, esse assomigliano di più a comuni larve di insetti; in ultimo, subiscono un'ulteriore trasformazione e finalmente emergono allo stadio di coleottero perfetto. Ora, se un insetto, sottoposto a trasformazioni simili a quelle del *Sitaris*, diventasse il progenitore di un'intera nuova classe di insetti, il corso dello sviluppo di questa nuova classe sarebbe molto diverso da quello dei nostri attuali insetti; e il primo stadio larvale non rappresenterebbe certamente la condizione primitiva di alcuna forma anteriore adulta.

D'altra parte è assai probabile che in molti animali gli stadi embrionali o larvali rappresentino, più o meno completamente, lo stadio adulto del progenitore del gruppo. Nella grande classe dei crostacei, forme straordinariamente diverse, come i parassiti succhiatori, i cirripedi, gli entomostraci e perfino i malacostraci, compaiono dapprima come larve a forma di nauplio, e poiché queste larve vivono e si nutrono nel mare aperto, e non sono adattate per peculiari condizioni di esistenza, e per altre ragioni addotte da Fritz Müller, è probabile che sia esistito, in un periodo molto remoto, un animale adulto indipendente, simile al nau-

BOLLATI BORINGHIERI

plio, che abbia successivamente prodotto, su linee divergenti di discendenza, i suddetti grandi gruppi di crostacei. È anche probabile, in base alle nostre conoscenze sugli embrioni dei mammiferi, degli uccelli, dei pesci e dei rettili, che questi animali siano i discendenti modificati di qualche antico progenitore, che era provvisto allo stato adulto di branchie, di vescica natatoria, di quattro arti simili a pinne e di una lunga coda, organi tutti adatti alla vita acquatica.

Poiché tutti gli esseri viventi, estinti e recenti, che sono finora visuti, possono raggrupparsi in poche grandi classi, e poiché tutti nell'ambito di ciascuna classe, secondo la nostra teoria, sono stati collegati fra loro da una serie di esigue gradazioni, la migliore classificazione, e la sola possibile, se le nostre collezioni fossero quasi complete, sarebbe quella genealogica; essendo la discendenza il legame nascosto che i naturalisti hanno cercato con il termine di sistema naturale. Da questo angolo visuale possiamo capire perché, agli occhi della maggior parte dei naturalisti, la struttura dell'embrione, ai fini della classificazione, sia ancora più importante di quella dell'adulto. Se due o più gruppi di animali, per quanto possano differire per struttura e abitudini allo stato adulto, passano attraverso stadi embrionali molto simili, possiamo essere certi che essi discendono tutti da un antenato comune, e sono di conseguenza strettamente imparentati. La comune struttura embrionale rivela dunque la comune discendenza; ma la dissomiglianza nello sviluppo embrionale non prova il contrario, perché in uno dei due gruppi gli stadi di sviluppo possono essere scomparsi, o possono essere stati talmente modificati dall'adattamento a condizioni nuove di vita, da non essere riconoscibili. Anche nei gruppi le cui forme adulte sono state modificate al massimo, la conformazione delle larve rivela spesso la comune origine; abbiamo visto, per esempio, che le larve dei cirripedi rivelano subito l'appartenenza di questi alla grande classe dei crostacei, sebbene esternamente siano assai simili ai molluschi. Poiché l'embrione ci mostra spesso più o meno chiaramente la struttura del meno modificato e antico progenitore del gruppo, possiamo vedere perché forme antiche ed estinte allo stato adulto assomiglino così spesso agli embrioni di specie attuali della stessa classe. Agassiz considera questa una legge universale della natura; e possiamo sperare che si arrivi a dimostrare la verità di tale legge. Tuttavia essa può essere provata solo in quei casi in cui l'antico stato del progenitore del gruppo non sia completamente cancellato, sia attraverso successive variazioni sopravvenute in un periodo molto precoce dello sviluppo, sia attraverso variazioni

BOLLATI BORINGHIERI

ereditate in un'epoca precedente a quella della loro prima comparsa. Si deve anche ricordare che la legge può essere vera, ma che tuttavia, dato che i documenti geologici non risalgono troppo addietro nel tempo, essa può restare, per un lungo periodo o per sempre, senza spiegazione. La legge non sarà valida in senso stretto nel caso in cui un'antica forma si sia adattata, allo stato larvale, a qualche particolare abitudine di vita e abbia trasmesso lo stesso stato a un intero gruppo di discendenti; infatti queste larve non potranno assomigliare ad alcuna forma più antica allo stato adulto.

Mi sembra dunque che i principali fatti dell'embriologia, non secondi ad alcun altro per importanza, trovino adeguata spiegazione nel principio delle variazioni di molti discendenti da un antico progenitore, variazioni apparse in un periodo non molto precoce della vita, e ereditate all'età corrispondente. L'embriologia assume grande interesse se consideriamo l'embrione come un ritratto più o meno sbiadito del progenitore, sia allo stato larvale che a quello adulto, di tutti i membri della stessa grande classe.

Organi rudimentali, atrofizzati e abortiti

Gli organi o parti di essi che si trovano in questa strana condizione, recanti cioè l'impronta dell'inutilità, sono estremamente comuni, o persino generali, in tutta la natura. Sarebbe impossibile nominare un animale superiore che non abbia qualche parte allo stato rudimentale. Per esempio, nei mammiferi, i maschi possiedono mammelle rudimentali; nei serpenti un lobo dei polmoni è rudimentale; negli uccelli «l'ala bastarda» può essere senz'altro considerata come un dito rudimentale, e in alcune specie tutta l'ala è talmente rudimentale che non può essere adoperata per volare. Che cosa può esservi di più curioso della presenza di denti nei feti di balena, la quale, da adulta, non ha un solo dente in bocca; o dei denti che non escono mai dalle gengive nella mascella superiore dei vitelli prima della nascita?

Gli organi rudimentali rivelano chiaramente la loro origine e il loro significato, in vari modi. Vi sono coleotteri, appartenenti a specie molto affini o anche alla stessa specie, che hanno ali perfette e completamente sviluppate oppure semplici rudimenti di membrana, i quali sono spesso ricoperti da elitre saldate insieme; in questi casi è impossibile dubitare che questi rudimenti rappresentino le ali. Gli organi rudimen-

BOLLATI BORINGHIERI

tali conservano talvolta la loro potenzialità ed è quanto avviene occasionalmente per le mammelle dei mammiferi maschi, che talvolta, come è noto, si sono sviluppate e hanno secreto il latte. Anche nel genere *Bos* si hanno normalmente quattro capezzoli ben sviluppati e due rudimentali; ma talvolta nelle nostre vacche domestiche questi ultimi si sviluppano e producono il latte. Nelle piante, individui della stessa specie hanno talvolta petali rudimentali, talaltra invece ben sviluppati. In certe piante a sessi separati Kölreuter ha osservato che, incrociando una specie in cui i fiori maschili possiedono un pistillo rudimentale con una specie ermafrodita che abbia naturalmente un pistillo ben sviluppato, le dimensioni del pistillo rudimentale aumentano molto negli ibridi, ciò che prova che i pistilli rudimentali e i pistilli normali hanno esattamente la stessa natura. Un animale può possedere diverse parti in perfetto stato, e tuttavia, essendo inutili, esse possono essere considerate come rudimentali. Così il girino della salamandra comune, o tritone, come il signor G. H. Lewes ha osservato, «ha branchie e passa la vita nell'acqua; ma la *Salamandra atra*, che vive sulle alte montagne, dà alla luce i piccoli perfettamente formati. Questo animale non vive mai nell'acqua. Tuttavia, se si apre una femmina gravida, si trovano girini provvisti di branchie mirabilmente ramificate, che, se messi nell'acqua, nuotano come i girini del tritone. Ovviamente questa organizzazione acquatica non ha rapporto con la futura vita dell'animale; e non è adattata alle sue condizioni embrionali; essa è unicamente in rapporto con gli adattamenti ancestrali e ripete una fase dello sviluppo dei suoi progenitori».

Un organo che ha due funzioni, può diventare rudimentale o atrofizzarsi completamente per una funzione, anche se questa è la più importante, rimanendo perfettamente efficiente per l'altra. Così, nelle piante, la funzione del pistillo è quella di permettere ai tubi pollinici di penetrare nell'ovario fino a raggiungere gli ovuli. Il pistillo è costituito da uno stimma sostenuto da uno stilo; ma in alcune composite i fiori maschili, che naturalmente non possono essere fecondati, hanno un pistillo rudimentale che non è coronato dallo stimma; lo stilo però è ben sviluppato ed è rivestito normalmente di peli che servono a staccare il polline dalle antere che lo circondano. Un organo, inoltre, può diventare rudimentale relativamente alla propria funzione e adattarsi a una funzione differente: in alcuni pesci la vescica natatoria sembra rudimentale riguardo alla sua particolare funzione che è quella di conferire leggerezza, e si è trasformata in un organo respiratorio o polmone in via di formazione. Si potrebbero citare molti casi analoghi.

BOLLATI BORINGHIERI

Gli organi utili, per quanto poco sviluppati essi siano, non dovrebbero essere considerati rudimentali, a meno che non si abbia ragione di supporre che essi fossero un tempo assai più sviluppati. Essi possono essere in una condizione nascente e in corso di progressivo sviluppo. D'altra parte gli organi rudimentali sono o del tutto inutili, come i denti che non escono mai dalle gengive, o quasi inutili, come le ali dello struzzo, che fungono esclusivamente da vele. Poiché è certo che questi organi, quando erano ancora meno sviluppati erano ancora più inutili di quanto lo siano oggi, essi non possono essere stati prodotti in passato dalla variazione e dalla selezione naturale, che agisce soltanto per la conservazione di modificazioni utili. Essi sono stati parzialmente conservati dalla forza dell'eredità, e si ricollegano a un antico stato di cose. Tuttavia è spesso difficile distinguere gli organi rudimentali dagli organi nascenti, perché solo l'analogia ci permette di giudicare se un organo è suscettibile di ulteriore sviluppo, e solo in questo caso possiamo parlare di organo nascente. Gli organi in questa condizione saranno sempre piuttosto rari, perché individui forniti di tali organi saranno stati, di solito, soppiantati da successori con gli stessi organi in uno stato di maggiore perfezione e perciò si saranno estinti da molto tempo. L'ala del pinguino è molto utile a questo animale, perché funge da pinna; essa potrebbe dunque rappresentare lo stato nascente dell'ala; tuttavia non credo che sia così; più probabilmente si tratta di un organo ridotto, modificato per una nuova funzione. D'altra parte l'ala dell'*Apteryx* è completamente inutile ed è veramente rudimentale. Owen considera i semplici arti informi del *Lepidosiren* come «l'inizio di organi che raggiungono il loro completo sviluppo funzionale nei vertebrati superiori»; ma secondo l'ipotesi recentemente sostenuta dal dottor Günther, essi sono probabilmente resti dell'asse di una pinna, le cui diramazioni laterali o rami si sono atrofizzate. Le ghiandole mammarie dell'ornitorinco, confrontate con le mammelle delle vacche, si possono considerare come organi allo stato nascente. In certi cirripedi i freni che hanno perduto la funzione di sostenere le uova sono appena sviluppati e sono da considerarsi branchie nascenti.

Gli organi rudimentali negli individui della stessa specie sono suscettibili di variazioni, sia dal punto di vista del loro grado di sviluppo sia sotto altri rapporti. Nelle specie strettamente affini, inoltre, lo stesso organo è stato talvolta ridotto in misura assai diversa. Lo stato delle ali delle falene femmine di una stessa famiglia offre un buon esempio di questo fatto. Gli organi rudimentali possono essere completamente abor-

BOLLATI BORINGHIERI

titi; e ciò implica, in certe piante e in certi animali, la totale assenza di parti che, per analogia, ci aspetteremmo di trovare e che si trovano occasionalmente in individui mostruosi. Per esempio, nella maggior parte delle scrofulariacee, il quinto stame è completamente atrofizzato; tuttavia un quinto stame doveva esistere in passato, perché in molte specie della famiglia se ne trova un rudimento che può svilupparsi completamente, come si vede talvolta nel comune antirrhino. Nel tracciare le omologie di una qualsiasi parte in diversi membri della stessa classe, niente è più comune e più utile, per comprendere chiaramente i rapporti delle parti, della scoperta dei rudimenti. Questo è ben dimostrato nei disegni di Owen delle ossa della gamba del cavallo, del bue e del rinoceronte.

Un fatto importante è la frequente presenza nell'embrione di organi rudimentali, quali i denti nella mascella superiore della balena e dei ruminanti, che scompaiono poi completamente. Credo sia regola universale che una parte rudimentale sia, rispetto alle parti vicine, di proporzioni maggiori che nell'adulto; cosicché l'organo in questa prima età è meno rudimentale, o può anche dirsi che non lo sia affatto. Perciò si dice spesso che nell'adulto gli organi rudimentali sono rimasti allo stato embrionale.

Ho esposto i principali fatti relativi agli organi rudimentali. Quando ci si rifletta su, non si può non essere colti da stupore perché quella stessa facoltà di ragionamento, la quale ci dice che la maggioranza delle parti e degli organi sono mirabilmente adatti per certe funzioni, ci dice altrettanto chiaramente che questi organi rudimentali o atrofizzati sono imperfetti e inutili. Nelle opere di storia naturale si legge generalmente che gli organi rudimentali sono stati creati «per amor di simmetria» o «per completare lo schema della natura». Ma questa non è una spiegazione, è una semplice conferma del fatto. E neppure si regge a fil di logica: il *Boa constrictor*, infatti, ha i rudimenti degli arti posteriori e della pelvi; e se si dice che queste ossa si sono conservate «per completare lo schema della natura», perché mai, come si chiede il professor Weismann, esse non si sono conservate in altri serpenti, in cui non se ne trova nemmeno traccia? Che cosa si penserebbe di un astronomo il quale sostenesse che i satelliti descrivono intorno ai loro pianeti orbite ellittiche, «per amore di simmetria», giacché i pianeti ruotano in tal modo intorno al sole? Un eminente fisiologo spiega la presenza di organi rudimentali con l'ipotesi che essi servano a eliminare sostanze in eccesso, o dannose al sistema; ma possiamo supporre che

BOLLATI BORINGHIERI

la piccolissima papilla che spesso rappresenta il pistillo in certi fiori maschili, e che è formata soltanto da tessuto cellulare, possa avere una tale azione? Come possiamo ammettere che i denti rudimentali, che vengono successivamente riassorbiti, siano utili al vitello nella sua rapida crescita embrionale, sottraendo essi una sostanza tanto preziosa come il fosfato di calcio? Dopo l'amputazione delle dita di una mano, si sono talvolta viste crescere sul moncherino unghie imperfette; e si potrebbe con uguale ragione credere che queste tracce di unghie si sviluppino per secernere la materia cornea, e che per lo stesso scopo si siano sviluppate unghie rudimentali sulla pinna del lamantino.

Secondo la teoria della discendenza con modificazione, l'origine degli organi rudimentali è relativamente semplice, e possiamo capire in base a questa le leggi che regolano il loro sviluppo imperfetto. Abbiamo a dovizia casi di organi rudimentali nelle nostre produzioni domestiche come: il moncone di una coda in razze senza coda; la traccia dell'orecchio in razze ovine senza orecchie; la ricomparsa di minute corna pendenti in razze bovine senza corna, soprattutto, secondo Youatt, nei giovani animali; e lo stato dell'intero fiore nel cavolfiore. Vediamo spesso rudimenti di varie parti nei mostri; ma dubito che uno qualsiasi di questi casi, oltre a dimostrare che i rudimenti si possono produrre, possa far luce sull'origine degli organi rudimentali allo stato di natura; perché tutto sembra dimostrare chiaramente che le specie allo stato di natura non subiscono grandi e repentini cambiamenti. Ma lo studio delle nostre produzioni domestiche ci insegna che il non uso delle parti ne determina la riduzione; e che il risultato è ereditario.

Sembra probabile che la causa principale della formazione di organi rudimentali sia stato il non uso, che dapprima porterebbe lentamente alla graduale riduzione di una parte, finché questa diviene rudimentale, come nel caso degli occhi degli animali che vivono in buie caverne, e delle ali degli uccelli che abitano le isole oceaniche, i quali, essendo raramente costretti dagli animali da preda a prendere il volo, hanno alla fine perduto la capacità di volare. Inoltre un organo, utile in certe condizioni, può divenire dannoso in certe altre, come le ali dei coleotteri che vivono su isolette esposte. In questo caso la selezione naturale avrà contribuito a ridurre l'organo, fino a renderlo innocuo e rudimentale.

Ogni cambiamento di struttura e di funzione, che possa effettuarsi a piccole tappe, rientra nell'ambito della selezione naturale; per modo che un organo reso, a seguito di mutate condizioni di vita, dannoso o inutile per un dato scopo, potrebbe modificarsi ed essere utilizzato per

BOLLATI BORINGHIERI

un altro scopo. Un organo potrebbe anche conservarsi per una sola delle sue precedenti funzioni. Organi originariamente formati per selezione naturale, quando diventano inutili, possono ben essere variabili, poiché le loro variazioni non possono più essere ostacolate dalla selezione naturale. Tutto ciò concorda perfettamente con quanto osserviamo nella natura. Inoltre, qualunque sia il periodo della vita in cui il non uso o la selezione riducano un organo, e ciò generalmente avviene quando l'individuo ha raggiunto la maturità e deve esercitare appieno le sue facoltà, il principio dell'eredità tenderà a riprodurre l'organo nel suo stato ridotto alla stessa età adulta, ma solo di rado agirà sull'embrione. In tal modo possiamo spiegare perché le dimensioni degli organi rudimentali, relativamente alle parti vicine, sono maggiori nell'embrione che nell'adulto. Per esempio, se il dito di un animale adulto è usato sempre meno in numerose successive generazioni in relazione a qualche cambiamento delle abitudini, o se un organo o una ghiandola esercitano sempre meno la loro funzione, possiamo dedurre che esso avrà proporzioni ridotte nei discendenti adulti dell'animale, ma conserverà press'a poco il grado di sviluppo originario nell'embrione.

Rimane tuttavia una difficoltà. Quando un organo ha smesso di essere usato, e di conseguenza si è molto ridotto, come può ridursi ancora fino a non essere che una mera traccia, e come può alla fine scomparire del tutto? Non è molto probabile che il non uso possa continuare a produrre nuovi effetti dopo che l'organo è già stato reso inattivo. A questo punto sarebbe necessaria una spiegazione supplementare che io non posso dare. Se, per esempio, si potesse provare che ogni parte dell'organizzazione tende a variare più nel senso della diminuzione che non dell'aumento di volume, allora saremmo in grado di comprendere in qual modo un organo che è divenuto inutile possa, indipendentemente dagli effetti del non uso, diventare rudimentale e alla fine essere completamente soppresso; perché le variazioni nel senso della diminuzione di volume non sarebbero più ostacolate dalla selezione naturale. Il principio dell'economia dell'accrescimento, spiegato in un precedente capitolo, secondo cui i materiali che formano una parte, la quale non sia utile al possessore, sono economizzati il più possibile, contribuisce forse a rendere rudimentale una parte inutile. Ma questo principio sarà quasi necessariamente limitato ai primi stadi del processo di riduzione; perché non possiamo ammettere, per esempio, che una minuscola papilla rappresentante il pistillo del fiore femminile in un fiore maschile,

e formata unicamente di tessuto cellulare, possa essere ulteriormente ridotta o completamente riassorbita al fine di risparmiare nutrimento.

Infine gli organi rudimentali, quali che siano le fasi attraverso cui sono stati degradati fino all'attuale stato di utilità, sono la documentazione di un antico stato di cose e si sono conservati esclusivamente in virtù del potere di eredità; possiamo perciò comprendere, dal punto di vista genealogico della classificazione, come sia avvenuto che i sistematici, collocando gli organismi nel posto loro spettante nel sistema naturale, abbiano trovato spesso che le parti rudimentali sono altrettanto e talvolta più utili di parti di grande importanza fisiologica. Gli organi rudimentali possono essere paragonati alle lettere di una parola, che pur essendo conservate nella grafia, sono diventate inutili per la pronuncia, ma servono come chiave per l'etimologia. In base alla dottrina della discendenza con modificazione, possiamo concludere che l'esistenza di organi in stato rudimentale, imperfetto, inutile o completamente abortiti, anziché costituire un'insolita difficoltà – come inevitabilmente avviene secondo la vecchia dottrina della creazione – si sarebbe persino potuta prevedere, in armonia con i principi qui spiegati.

Riassunto

In questo capitolo ho cercato di dimostrare che: l'ordinamento di tutti gli esseri viventi di tutti i tempi in gruppi subordinati ad altri gruppi; la natura dei rapporti che uniscono in poche grandi classi tutti gli organismi viventi ed estinti, secondo linee di affinità complesse, divergenti e tortuose; le norme seguite e le difficoltà incontrate dai naturalisti nelle loro classificazioni; il valore attribuito ai caratteri, se costanti e prevalenti, abbiano essi maggiore o minore importanza, oppure nessuna, come gli organi rudimentali; la grande differenza di valore fra caratteri analogici o d'adattamento e caratteri di reale affinità, e altre norme simili; tutte queste cose sono conseguenze naturali, se ammettiamo la comune parentela delle forme affini, nonché le loro modificazioni attraverso la variazione e la selezione naturale, insieme con gli aspetti contingenti dell'estinzione e della divergenza dei caratteri. Considerando questo criterio di classificazione, si dovrebbe ricordare che l'elemento genealogico è stato universalmente usato per classificare insieme i sessi, le età, le forme dimorfiche e le varietà riconosciute della stessa

specie, per quanto grandi possano essere le loro differenze strutturali. Se si estende l'uso di questo elemento della discendenza – che è certo l'unica causa conosciuta della somiglianza fra gli esseri viventi – si potrà capire ciò che s'intende col termine di sistema naturale: esso è un tentativo di classificazione genealogica in cui i gradi delle differenze acquisite sono espressi con i termini di varietà, specie, generi, famiglie, ordini e classi.

Secondo questo stesso principio della discendenza con modificazione, la maggioranza dei grandi fatti della morfologia diviene comprensibile sia se consideriamo lo stesso modello esibito dagli organi omologhi delle differenti specie della stessa classe – qualunque sia la funzione che compiono – sia se consideriamo le omologie laterali e di serie in ogni animale e in ogni pianta.

Secondo il principio delle lievi variazioni successive, le quali non sopravvengono necessariamente o generalmente nella prima età della vita e sono ereditate nell'età corrispondente, è possibile spiegare i fatti principali dell'embriologia, cioè la stretta somiglianza nel singolo embrione delle parti omologhe che, giunte a maturità, diventano molto diverse per struttura e funzione, e la somiglianza tra le parti o organi omologhi in specie affini, sebbene distinte e atte nello stato adulto ad abitudini quanto più diverse possibile. Le larve sono embrioni attivi che si sono più o meno modificati in relazione alle condizioni di vita, e le modificazioni sono ereditate nella giovane età corrispondente. Secondo lo stesso principio – ricordando che gli organi vengono ridotti di volume sia dal non uso, sia per selezione naturale, generalmente nel periodo della vita in cui l'essere deve provvedere ai suoi bisogni, e ricordando anche quanto grande sia la forza dell'eredità – la presenza di organi rudimentali avrebbe persino potuto essere prevista. L'importanza dei caratteri embriologici e degli organi rudimentali nella classificazione diventa comprensibile quando si ammetta che una classificazione naturale deve essere genealogica.

Infine, i diversi ordini di fatti che abbiamo considerato in questo capitolo mi sembrano proclamare chiaramente che le innumerevoli specie, generi e famiglie che popolano questo mondo sono tutti discesi, ciascuno nell'ambito della propria classe o gruppo, da comuni progenitori, e che si sono tutti modificati nel corso delle generazioni; e lo proclamano con tanta evidenza che senza esitazione alcuna adotterei questa teoria, anche se non poggiasse su altri fatti o argomenti.

BOLLATI BORINGHIERI

Poiché tutto questo volume è una lunga argomentazione, per il lettore può essere conveniente ricapitolare brevemente i principali fatti e deduzioni.

Non nego che si possano sollevare molte e serie obiezioni alla teoria della discendenza con modificazioni attraverso la variazione e la selezione naturale. Ho cercato di dare a queste tutta la loro forza. A prima vista niente può sembrare più difficile del credere che i più complessi organi e istinti si siano perfezionati non con mezzi superiori, sebbene analoghi, alla ragione umana, ma per l'accumulazione di innumerevoli lievi variazioni, ciascuna utile al loro possessore individuale. Ciononostante, questa difficoltà, per quanto insuperabilmente grande possa apparire alla nostra immaginazione, non può considerarsi reale, se ammettiamo le seguenti proposizioni, cioè: che tutte le parti dell'organizzazione e gli istinti presentano, almeno, differenze individuali; che c'è una lotta per l'esistenza, che conduce alla conservazione delle profittevoli deviazioni della struttura o dell'istinto; e, infine, che gradazioni nello stato di perfezione di ciascun organo possono esser esistite, ciascuna buona nel suo genere. La verità di queste proposizioni credo non possa essere discussa.

È senza dubbio estremamente difficile persino immaginare attraverso quali gradazioni molte strutture si siano perfezionate, più specialmente tra gli interrotti e lacunosi gruppi di esseri viventi che hanno subito enormi estinzioni; ma in natura osserviamo tante strane gradazioni, che dovremmo essere estremamente cauti ad affermare che un organo o un istinto, o un'intera struttura, non possono aver raggiunto il loro stato attuale attraverso numerose tappe gradualì. Vi sono, bisogna riconoscerlo, casi di speciale difficoltà opposti alla teoria della selezione naturale; e uno dei più curiosi è l'esistenza, nella stessa comunità

di formiche, di due o tre caste definite di operaie o femmine sterili; ma ho cercato di dimostrare come queste difficoltà possano essere sormontate.

In relazione alla pressoché universale sterilità delle specie al primo incrocio, che costituisce un così considerevole contrasto con la pressoché universale fecondità degli incroci fra varietà, devo rinviare il lettore al riassunto dei fatti, presentato alla fine del nono capitolo, che mi sembrano provare in modo conclusivo che tale sterilità non è una speciale proprietà innata più che non lo sia l'incapacità d'innesto di due generi distinti di alberi, ma che essa dipende da differenze circoscritte ai sistemi riproduttivi delle specie incrociate. Vediamo la verità di questa conclusione nella grande differenza dei risultati degli incroci reciproci fra due specie, quando cioè una specie è usata dapprima come padre e poi come madre. Analoghe considerazioni per le piante dimorfiche e trimorfiche conducono chiaramente alla stessa conclusione, poiché, quando le forme sono illegittimamente unite, esse producono pochi o punti semi, e la loro discendenza è più o meno sterile; e queste forme appartengono indubbiamente alla stessa specie, e non differiscono l'una dall'altra se non per gli organi riproduttori e per le loro funzioni.

Sebbene molti autori abbiano sostenuto che la fecondità degli incroci fra varietà e della loro prole meticciasa è universale, ciò non può considerarsi del tutto esatto dopo i fatti presentati da fonti altamente autorevoli come Gärtner e Kölreuter. La maggior parte delle varietà sulle quali è stato sperimentato sono state prodotte allo stato domestico; e poiché la domesticazione (non intendo solo l'isolamento) tende quasi certamente a eliminare quella sterilità che, a giudicare per analogia, avrebbe colpito l'incrocio fra le specie progenitrici, non dobbiamo aspettarci che la domesticazione provochi parimenti la sterilità nell'incrocio dei loro discendenti modificati. Questa eliminazione della sterilità sembra derivare dalla stessa causa che permette ai nostri animali domestici d'incrociarsi liberamente nelle condizioni più diverse; e questo, ancora, sembra derivare dal fatto che essi sono stati gradualmente abituati a frequenti cambiamenti delle condizioni di vita.

Una doppia e parallela serie di fatti sembra portare molta luce sulla sterilità delle specie al loro primo incrocio, e della loro discendenza ibrida. Da una parte, si hanno buone ragioni per credere che leggeri cambiamenti nelle condizioni di vita conferiscano vigore e fertilità a tutti gli esseri viventi. Sappiamo anche che un incrocio fra individui distinti della stessa varietà e fra varietà diverse aumenta il numero dei

BOLLATI BORINGHIERI

discendenti, e certamente dà loro accresciute dimensioni e vigore. Ciò dipende principalmente dal fatto che le forme incrociate sono state esposte a condizioni di vita in qualche modo differenti; infatti ho potuto accertare con una laboriosa serie di esperimenti che, se tutti gli individui della stessa varietà sono esposti per diverse generazioni alle stesse condizioni di vita, il risultato positivo dell'incrocio è spesso molto diminuito o scompare del tutto. Questo è un aspetto della questione. D'altra parte, vediamo che le specie lungamente esposte a condizioni quasi uniformi, se allo stato di cattività sono sottoposte a nuove e grandemente mutate condizioni di vita, muoiono o, se sopravvivono, sono rese sterili, pur conservando una perfetta salute. Questo non accade, o accade in misura molto piccola, nelle nostre produzioni domestiche che sono state esposte a lungo a condizioni fluttuanti. Perciò, quando constatiamo che gli ibridi prodotti dall'incrocio fra due specie distinte sono poco numerosi, a causa della morte intervenuta subito dopo il concepimento o a un'età molto precoce, e che, se sopravvivono, essi sono resi più o meno sterili, sembra molto probabile che questo risultato sia dovuto al fatto che, in quanto combinazione di due organizzazioni diverse, essi sono stati in effetti sottoposti a un grande cambiamento nelle loro condizioni di vita. Chi spiegherà in modo definitivo perché, ad esempio, un elefante o una volpe non si riproducono in stato di cattività nel loro paese d'origine, mentre il maiale o il cane domestico si riproducono liberamente nelle più disparate condizioni, sarà al tempo stesso in grado di dare una risposta definitiva alla domanda: perché due specie distinte, se incrociate, così come la loro discendenza ibrida, sono generalmente rese più o meno sterili, mentre due varietà domestiche incrociate e i loro discendenti ibridi sono perfettamente fecondi.

Per quanto riguarda la distribuzione geografica, le difficoltà che sorgono contro la teoria della discendenza con modificazioni sono assai serie. Tutti gli individui della stessa specie e tutte le specie dello stesso genere, o persino di un più elevato gruppo, discendono da comuni progenitori; e quindi, per quanto distanti e isolati siano i punti del globo su cui essi possano attualmente trovarsi, essi devono, nel corso di generazioni successive, essersi spostati da un solo punto in tutti gli altri. Noi siamo sovente incapaci anche di fare congetture sul come questo può essere avvenuto. Eppure, poiché abbiamo ragione di credere che alcune specie abbiano conservato la stessa forma specifica per periodi molto lunghi di tempo – immensamente lunghi se contati in anni – non

dobbiamo attribuire troppa importanza alla grande diffusione occasionale della stessa specie; poiché durante periodi molto lunghi vi sarà sempre stata una possibilità di ampia migrazione con modalità diverse. Una serie spezzata, o interrotta, spesso si può spiegare con l'estinzione della specie nelle regioni intermedie. Non si può negare che è ancora molto grande la nostra ignoranza circa la piena portata dei vari cambiamenti climatici e geografici che si sono verificati sulla terra nei periodi moderni; e tali cambiamenti avranno spesso facilitato la migrazione. Come esempio ho cercato di dimostrare quanto imponente sia stata l'influenza del periodo glaciale sulla distribuzione di una stessa specie e di specie affini nel mondo. Profonda è tuttora la nostra ignoranza dei molti occasionali modi di trasporto. Relativamente alle specie distinte di uno stesso genere che abitano regioni distanti e isolate, poiché il processo di modificazione è stato necessariamente lento, tutti i modi di migrazione saranno stati possibili in un periodo molto lungo; e conseguentemente le difficoltà dell'ampia diffusione delle specie dello stesso genere è in qualche misura attenuata.

Poiché, secondo la teoria della selezione naturale, deve essere esistito un interminabile numero di forme intermedie, colleganti assieme tutte le specie di ciascun gruppo per mezzo di gradazioni così minute come lo sono le nostre attuali varietà, ci si può domandare perché non vediamo intorno a noi queste forme di connessione. Perché gli esseri viventi non sono mescolati assieme in un caos inestricabile? Riguardo alle forme esistenti, dobbiamo ricordare che non abbiamo nessuna ragione di aspettarci di trovare (salvo rari casi) legami *diretti* di connessione fra loro, ma soltanto fra ciascuna di esse e qualche forma estinta o soppiantata. Persino su una vasta superficie che è rimasta continua per un lungo periodo, e in cui il clima e le altre condizioni di vita cambiano insensibilmente passando da un distretto occupato da una specie a un altro distretto occupato da una specie strettamente affine, non abbiamo nessun giusto motivo di aspettarci di trovare spesso varietà intermedie nelle zone intermedie. Infatti abbiamo ragione di credere che solo poche specie di un genere subiscono cambiamenti; mentre le altre specie si estinguono completamente e non lasciano discendenti modificati. Delle specie che cambiano, solo poche nello stesso paese cambiano nello stesso tempo; e tutte le modificazioni si effettuano lentamente. Ho anche dimostrato che le varietà intermedie, che probabilmente esistevano dapprima nelle zone intermedie, sono soggette a essere soppiantate dalle forme affini dell'una o dell'altra parte; infatti

BOLLATI BORINGHIERI

queste ultime, esistendo in più gran numero, si sono generalmente modificate e migliorate più rapidamente delle varietà intermedie, che esistevano in numero inferiore; cosicché le varietà intermedie, a lungo andare, sono state soppiantate e sterminate.

Sulla base di questa teoria della distruzione di un'infinità di legami di connessione fra gli abitanti viventi e quelli estinti del mondo, e, in ogni periodo successivo, fra le specie estinte e quelle ancora più antiche, perché ogni formazione geologica non è colma di tali legami? Perché ogni collezione di resti fossili non fornisce chiara evidenza della gradazione e mutazione delle forme di vita? Sebbene la ricerca geologica abbia senza dubbio rivelato la precedente esistenza di molti legami, avvicinando di molto tra loro numerose forme di vita, non rende tuttavia le innumerevoli minute gradazioni fra le specie del passato e del presente che la teoria esige; e questa è la più ovvia delle molte obiezioni che possono essere avanzate contro tale teoria. Perché, ancora, interi gruppi di specie affini sembrano, benché questa apparenza sia spesso falsa, essere sorti all'improvviso nelle fasi geologiche successive? Sebbene oggi sappiamo che gli esseri viventi apparvero su questa terra in un periodo incalcolabilmente remoto, molto prima del depositarsi di strati inferiori del sistema cambriano, perché non troviamo sotto questo sistema grandi cumuli di strati contenenti i resti degli antenati dei fossili del cambriano? Infatti, in base a questa teoria, tali strati devono essere stati depositati da qualche parte in quelle epoche lontane e completamente sconosciute della storia della terra.

Posso rispondere a queste questioni e obiezioni solo supponendo che i documenti geologici siano molto più incompleti di quanto non creda la maggior parte dei geologi. Il numero di esemplari di tutti i nostri musei è assolutamente un nulla al confronto con le innumerevoli generazioni di innumerevoli specie che sono certamente esistite. La forma progenitrice di due o più specie non sarebbe direttamente intermedia per tutti i caratteri fra i suoi discendenti modificati, più di quanto il Colombo torraio sia direttamente intermedio per il gozzo e la coda fra il gozzuto e il pavoncello, suoi discendenti. Noi non saremmo in grado di riconoscere una specie come progenitrice di un'altra specie modificata, anche all'esame più attento, se non possedessimo la maggior parte dei legami intermedi; e a causa dell'imperfezione dei documenti geologici non abbiamo nessun giusto motivo di aspettarci di trovare tanti legami. Se fossero scoperte due, tre o anche più forme intermedie, esse sarebbero classificate da molti naturalisti semplicemente come altrettan-

BOLLATI BORINGHIERI

te specie nuove, soprattutto se fossero trovate in strati geologici differenti, anche nel caso che presentassero lievissime differenze. Si potrebbero citare numerose forme dubbie che probabilmente sono varietà; ma chi può presumere che in futuro saranno scoperti tanti fossili intermedi, sì che i naturalisti potranno decidere se queste forme dubbie debbano o non debbano esser chiamate varietà? Solo una piccola parte del mondo è stata esplorata geologicamente. Solo esseri viventi di certe classi possono conservarsi allo stato fossile, almeno in gran numero. Molte specie, una volta formate, non subiscono mai ulteriori modificazioni, ma si estinguono senza lasciare discendenti modificati; e i periodi durante i quali le specie hanno subito modificazioni, sebbene lunghi se calcolati in anni, sono stati probabilmente brevi in confronto a quelli durante i quali esse hanno conservato la stessa forma. Sono le specie dominanti e largamente diffuse quelle che variano di più e più frequentemente, e le varietà spesso sono dapprima locali: entrambe queste cause rendono meno probabile la scoperta di legami intermedi in qualunque formazione. Le varietà locali non si diffonderanno in altre regioni distanti prima di essersi considerevolmente modificate e perfezionate; e quando si sono diffuse e si scoprono in una formazione geologica, sembra quasi che siano state d'improvviso create in quel luogo, e vengono semplicemente classificate come specie nuove. La maggioranza delle formazioni sono state intermittenti nella loro accumulazione; e probabilmente la loro durata è stata più corta della durata media delle forme specifiche. Le formazioni successive sono, nella maggior parte dei casi, separate l'una dall'altra da intervalli vuoti di tempo, di grande lunghezza; infatti formazioni fossilifere abbastanza spesse da resistere alla degradazione futura possono, come regola generale, essersi accumulate soltanto dove abbondanti sedimenti si sono depositati su un fondo marino in via di abbassamento. Durante i periodi alterni di sollevamento e di stasi del livello, i documenti geologici saranno generalmente nulli. Nel corso di questi ultimi periodi vi sarà probabilmente maggiore variabilità nelle forme di vita; durante i periodi di abbassamento, maggiore estinzione.

Riguardo all'assenza di strati ricchi di fossili al di sotto della formazione del cambriano, posso soltanto far ricorso all'ipotesi formulata nel decimo capitolo, che cioè, sebbene gli oceani e i continenti abbiano mantenuto per un enorme periodo le loro attuali posizioni rispettive, non abbiamo nessuna ragione di ritenere che sia sempre stato così; di conseguenza può darsi che formazioni più antiche di quelle attualmen-

BOLLATI BORINGHIERI

te conosciute giacciono sepolte sotto i grandi oceani. Riguardo al fatto che il lasso di tempo, da quando il nostro pianeta si consolidò, non sia stato sufficiente per la supposta quantità di cambiamenti organici – e questa obiezione, avanzata da Sir William Thompson, è probabilmente una delle più gravi fin qui sollevate – posso soltanto dire, in primo luogo, che non conosciamo con quale ritmo, misurato in anni, le specie cambiano, e in secondo luogo, che molti filosofi non sono ancora disposti ad ammettere che noi conosciamo abbastanza della costituzione dell'universo e dell'interno del nostro globo per giudicare con certezza della sua età.

Che i documenti geologici sono imperfetti tutti l'ammettono; ma che sono imperfetti fino al punto richiesto dalla nostra teoria, pochissimi saranno disposti ad ammetterlo. Se consideriamo periodi di tempo sufficientemente lunghi, la geologia chiaramente afferma che tutte le specie sono cambiate; ed esse sono cambiate nella maniera che la teoria esige, poiché sono cambiate lentamente e gradualmente. Tutto ciò lo vediamo chiaramente nel fatto che i resti fossili provenienti da formazioni consecutive invariabilmente sono molto più strettamente affini di quanto non siano i fossili provenienti da formazioni separate da intervalli più grandi.

Tale è il riassunto delle varie principali obiezioni e difficoltà che possono giustamente essere avanzate contro la teoria; e ho testé ricapitolato brevemente le risposte e spiegazioni che, a mio giudizio, possono esser date. Ho avvertito per molti anni tutto il peso di queste difficoltà per poter dubitare della loro importanza. Ma merita speciale attenzione il fatto che le più serie obiezioni si riferiscono a questioni sulle quali abbiamo confessato la nostra ignoranza; né sappiamo bene quanto essa sia profonda. Non conosciamo tutte le possibili gradazioni intermedie fra gli organi più semplici e più perfetti; non possiamo pretendere di conoscere tutti i vari mezzi di distribuzione durante lunghi periodi di tempo, o di sapere quanto imperfetti sono i nostri documenti geologici. Per quanto serie possano essere queste diverse obiezioni, a mio giudizio esse non sono in alcun modo sufficienti a distruggere la teoria della discendenza con conseguente modificazione.

Esaminiamo ora l'altro aspetto della questione. Allo stato domestico osserviamo molta variabilità, causata, o per lo meno esaltata, da mutate condizioni di vita; ma spesso in modo così oscuro, che siamo tentati di considerare le variazioni come spontanee. La variabilità è governata da leggi molto complesse: della crescita correlata, della compensazione,

BOLLATI BORINGHIERI

dell'accresciuto uso o non uso delle parti, e della definita azione delle condizioni ambientali. Vi è molta difficoltà nell'accertare quanto largamente le nostre produzioni domestiche si siano modificate; ma possiamo sicuramente dedurre che la somma delle modificazioni è stata grande, e che le modificazioni possono essere ereditate per lunghi periodi. Fino a quando le condizioni di vita rimangono le stesse, abbiamo ragione di credere che una modificazione, la quale è già stata ereditata per molte generazioni, può continuare a essere ereditata per un numero quasi illimitato di generazioni. D'altra parte abbiamo la prova che la variabilità, una volta intervenuta, non cessa allo stato domestico per un periodo molto lungo; né sappiamo che essa cessi mai, poiché nuove varietà sono tuttora occasionalmente prodotte dalle nostre più vecchie produzioni domestiche.

La variabilità non è in effetti causata dall'uomo; egli senza intenzione espone soltanto esseri viventi a nuove condizioni di vita, e quindi la natura agisce sulla loro organizzazione e fa sì che essa vari. Ma l'uomo può scegliere, e sceglie, le variazioni che la natura gli fornisce, e così le accumula nella maniera voluta. Egli così adatta animali e piante secondo il suo utile o piacere. Egli può farlo metodicamente o può farlo inconsciamente, conservando gli individui più utili o che più gli piacciono, senza alcuna intenzione di modificare la razza. È certo che egli può largamente influenzare il carattere di una razza selezionando, in ogni successiva generazione, differenze individuali così leggere da non essere avvertite se non da un occhio esercitato. Questo inconsapevole processo di selezione è stato il grande agente della formazione delle più distinte e utili razze domestiche. Che molte razze prodotte dall'uomo abbiano in larga misura il carattere di specie naturali, è dimostrato dagli inestricabili dubbi se molte di esse sono varietà o specie originariamente distinte.

Non v'è alcuna ragione perché i principi che hanno così efficacemente agito allo stato domestico non debbano aver agito allo stato di natura. Nella sopravvivenza di individui e razze favorite, durante la lotta, costantemente ricorrente, per l'esistenza, vediamo una potente e perpetua forma di selezione. La lotta per l'esistenza inevitabilmente consegue dall'elevata progressione geometrica di aumento che è comune a tutti gli esseri viventi. Questo elevato ritmo di aumento è provato dal calcolo: dal rapido aumento di molti animali e piante durante una successione di peculiari stagioni, e quando siano naturalizzati in nuovi paesi. Nascono più individui di quanti possano sopravvivere. Un grano

BOLLATI BORINGHIERI

sulla bilancia può determinare quali individui vivranno e quali moriranno; quali varietà o specie aumenteranno numericamente; e quali diminuiranno o alfine si estingueranno. Siccome gli individui della stessa specie entrano sotto tutti i rapporti nella più stretta concorrenza gli uni con gli altri, la lotta sarà generalmente più serrata tra loro; sarà quasi ugualmente serrata fra le varietà della stessa specie, e un po' meno fra le specie dello stesso genere. D'altra parte la lotta sarà spesso severa fra esseri remoti nella scala della natura. Il più piccolo vantaggio in alcuni individui – a una qualunque età o in una qualunque stagione – su quelli con cui entrano in concorrenza, o un migliore adattamento, per quanto in lieve misura, alle condizioni ambientali, faranno, nel corso del tempo, spostare l'equilibrio.

Negli animali a sessi separati, vi sarà nella maggior parte dei casi una lotta fra i maschi per il possesso della femmina. I maschi più vigorosi, o quelli che hanno lottato con il massimo successo con le loro condizioni di vita, generalmente lasceranno un maggior numero di discendenti. Ma il successo spesso dipenderà dal fatto che i maschi possiedono speciali strumenti, o mezzi di difesa, o attrattive; e un lieve vantaggio condurrà alla vittoria.

Poiché la geologia chiaramente afferma che ogni terra ha subito grandi cambiamenti fisici, dovremmo aspettarci di trovare che gli esseri viventi sono variati, allo stato naturale, nello stesso modo come essi sono variati allo stato domestico. E se vi è stata una qualsiasi variabilità in natura, ciò sarebbe inspiegabile se la selezione naturale non fosse intervenuta. È stato spesso sostenuto, ma l'asserzione non può essere provata, che la quantità delle variazioni allo stato di natura è molto limitata. L'uomo, pur agendo soltanto sui caratteri esterni e spesso in modo capriccioso, può ottenere in breve tempo un grande risultato accumulando mere differenze individuali nelle sue produzioni domestiche; e ognuno ammette che le specie presentano differenze individuali. Ma, oltre tali differenze, tutti i naturalisti ammettono che esistono varietà naturali, che sono considerate abbastanza distinte da poter essere ricordate nei lavori di sistematica. Nessuno ha tracciato una chiara distinzione tra differenze individuali e lievi varietà; o tra varietà più nettamente marcate e sottospecie, e specie. Su continenti separati e su parti differenti dello stesso continente, quando siano separate da qualsiasi tipo di barriera, e sulle isole al largo delle coste, quale moltitudine di forme esiste, che alcuni esperti naturalisti classificano come varietà, e altri

BOLLATI BORINGHIERI

come razze geografiche o sottospecie, e altri ancora come specie distinte, sebbene strettamente affini!

Se dunque gli animali e le piante variano, sia pure leggermente e lentamente, perché le variazioni o le differenze individuali, che sono in qualsiasi modo vantaggiose, non dovrebbero essere conservate e accumulate per mezzo della selezione naturale, o della sopravvivenza del più adatto? Se l'uomo può con pazienza selezionare le variazioni che gli sono utili, perché, in mutevoli e complesse condizioni di vita, non dovrebbero prodursi spesso variazioni vantaggiose per i prodotti viventi della natura, ed essere conservate o selezionate? Quale limite si può fissare a questa forza che agisce durante lunghe epoche, vagliando severamente l'intera costituzione, la struttura e le abitudini di ciascun individuo, favorendo il buono e scartando il cattivo? Non vedo nessun limite a questo potere di adattare lentamente e magnificamente ciascuna forma alle più complesse relazioni della vita. La teoria della selezione naturale, anche senza guardare più lontano, mi sembra essere probabile al più alto grado. Ho già ricapitolato, quanto meglio ho potuto, le difficoltà e le obiezioni: vediamo ora i fatti e gli argomenti particolari a favore della teoria.

Nell'ipotesi che le specie siano soltanto varietà fortemente marcate e permanenti, e che ciascuna specie sia dapprima esistita come varietà, possiamo vedere perché non si possa tracciare nessuna linea di demarcazione fra le specie, ordinariamente considerate come prodotte da speciali atti di creazione, e le varietà, per le quali si riconosce che sono state prodotte da leggi secondarie. Secondo questa stessa ipotesi possiamo comprendere perché in una regione ove molte specie di un genere sono state prodotte, e ove esse oggi prosperano, queste stesse specie presentino numerose varietà; infatti, dove la fabbricazione di specie è stata attiva, potremmo aspettarci, come regola generale, di trovarla ancora in azione; e questo è il caso, se le varietà sono specie nascenti. Inoltre, le specie dei più grandi generi, che consentono il maggior numero di varietà o di specie nascenti, conservano in una certa misura il carattere di varietà; poiché differiscono fra loro per una minore quantità di differenze in confronto alle specie dei generi più piccoli. Anche le specie strettamente affini dei più grandi generi, apparentemente, hanno una distribuzione limitata e, per le loro affinità, si riuniscono in piccoli gruppi attorno ad altre specie: in entrambi gli aspetti assomigliano alle varietà. Questi rapporti sono strani, se si suppone che ciascuna specie

BOLLATI BORINGHIERI

sia stata creata in modo indipendente; ma diventano comprensibili se ognuna di esse è dapprima esistita come varietà.

Poiché ciascuna specie, per la progressione geometrica della sua riproduzione, tende ad aumentare di numero; e poiché i discendenti modificati di ciascuna specie saranno tanto più posti in grado di moltiplicarsi quanto più divengono diversificati nelle abitudini e nella struttura, così da poter occupare posti numerosi e molto diversi nell'economia della natura, vi sarà nella selezione naturale una costante tendenza a conservare la prole più divergente di una qualsiasi specie. Perciò, durante un lungo e continuato corso delle modificazioni, le leggere differenze caratteristiche delle varietà della stessa specie tendono ad accrescersi fino a diventare le maggiori differenze caratteristiche delle specie dello stesso genere. Nuove e migliorate varietà inevitabilmente soppiantano e stermineranno le varietà più antiche, meno migliorate, e quelle intermedie; così le specie sono rese in larga misura oggetti definiti e distinti. Le specie dominanti, appartenenti ai più vasti gruppi di ciascuna classe, tendono a dare origine a forme nuove e dominanti; cosicché ciascun vasto gruppo tende a divenire ancora più vasto, e al tempo stesso più divergente nei caratteri. Ma poiché tutti i gruppi non possono così continuare ad aumentare di dimensioni, perché il mondo non potrebbe contenerli, i gruppi più dominanti battono i meno dominanti. Questa tendenza dei vasti gruppi ad aumentare di dimensioni e a divergere nei caratteri, insieme con l'inevitabile accidentalità di ampia estinzione, spiega la disposizione di tutte le forme di vita in gruppi subordinati ad altri gruppi, tutti entro poche grandi classi, che ha prevalso attraverso i tempi. Questo grande fatto del raggruppamento di tutti gli esseri viventi in quello che si chiama sistema naturale, è assolutamente inesplicabile sulla base della teoria della creazione.

Poiché la selezione naturale agisce solo accumulando variazioni leggere, successive e favorevoli, essa non può produrre modificazioni grandi o improvvise; può agire soltanto con passi brevi e lenti. Perciò l'assioma «Natura non facit saltum», che ogni nuova aggiunta alla nostra conoscenza tende a confermare, è, secondo questa teoria, comprensibile. Possiamo vedere perché, in natura, lo stesso scopo generale è raggiunto con una quasi infinita varietà di mezzi, poiché ogni peculiarità, una volta acquisita, è a lungo ereditata, e strutture già modificate in molti modi diversi hanno dovuto adattarsi allo stesso scopo generale. Possiamo, in breve, vedere perché la natura è prodiga di varietà, sebbene avara di innovazioni. Ma perché questa dovrebbe esse-

BOLLATI BORINGHIERI

re una legge di natura, se ciascuna specie fosse stata creata indipendentemente, nessuno può spiegarlo.

Molti altri fatti, mi sembra, sono spiegabili con questa teoria. Quanto è strano che un uccello, nella forma di un picchio, debba predare insetti sul terreno; che la bernaccia di Magellano, che raramente o mai nuota, posseda piedi palmati; che un uccello simile al merlo si tuffi e si cibi di insetti acquatici; e che una procellaria abbia le abitudini e la struttura che la rendono atta a vivere come un'alca! E così in infiniti altri casi. Ma tutti questi fatti cessano d'essere strani, o potrebbero addirittura essere stati previsti, nell'ipotesi che ciascuna specie tenti costantemente di aumentare di numero, con la selezione naturale sempre pronta ad adattare i discendenti di ciascuna specie – che variano lentamente – a qualsiasi posto non occupato, o parzialmente occupato, in natura.

Possiamo entro certi limiti comprendere perché v'è tanta bellezza nella natura; ciò, infatti, può essere largamente attribuito all'azione della selezione. Che la bellezza, secondo il nostro senso del bello, non sia universale, deve essere ammesso da chiunque guardi certi serpenti velenosi, certi pesci e mostruosi pipistrelli con una deformata rassomiglianza con la faccia umana. La selezione sessuale ha dato i colori più brillanti, forme eleganti e altri ornamenti ai maschi e talvolta ad ambedue i sessi di molti uccelli, farfalle e altri animali. Negli uccelli ha spesso reso la voce dei maschi musicale per le femmine, così come per il nostro orecchio. Fiori e frutti sono stati resi appariscenti con brillanti colori in contrasto col verde fogliame, affinché i fiori possano essere facilmente visti, visitati e fecondati dagli insetti, e i semi disseminati dagli uccelli. Come accada che certi colori, suoni e forme piacciono all'uomo e agli animali inferiori – cioè come il senso della bellezza nella sua forma più semplice sia stato originariamente acquisito – noi non sappiamo, più di quanto sappiamo come certi odori e sapori siano stati originariamente resi gradevoli.

Poiché la selezione naturale agisce per mezzo della concorrenza, essa adatta e migliora gli abitanti di ciascun paese solo in relazione ai loro coabitanti; non dobbiamo perciò meravigliarci se le specie di una qualunque regione, che secondo l'opinione comune si suppone siano state create e specialmente adattate per quella regione, sono battute e soppiantate da produzioni naturalizzate provenienti da altri paesi. Né dobbiamo meravigliarci se tutte le combinazioni della natura non sono, per quanto c'è dato di giudicare, assolutamente perfette, come persino nel

BOLLATI BORINGHIERI

caso dell'occhio umano; o se alcune di esse ripugnano alle nostre idee sull'adattamento. Non dobbiamo meravigliarci che il pungiglione, quando è usato dall'ape contro un nemico, provochi la morte dell'ape stessa; che i maschi degli insetti siano prodotti in così gran numero per compiere un solo atto e che siano successivamente massacrati dalle loro sterili sorelle; né dobbiamo meravigliarci dell'enorme spreco di polline da parte dei nostri pini; dell'odio istintivo dell'ape regina per le sue figlie feconde; degli icneumoni che si nutrono entro il corpo vivente dei bruchi; e di altri casi simili. La meraviglia invero è, in base alla teoria della selezione naturale, che non siano stati individuati casi più numerosi di mancanza di assoluta perfezione.

Le complesse e poco conosciute leggi che regolano la produzione di varietà sono le medesime, per quanto ci è dato di giudicare, che regolano la produzione di specie distinte. In entrambi i casi, le condizioni fisiche sembra abbiano prodotto alcuni effetti diretti e definiti, ma non possiamo dire quanti. Così, quando le varietà entrano in una nuova stazione, esse occasionalmente assumono alcuni dei caratteri propri della specie di quella stazione. L'uso e il non uso sembra abbiano prodotto effetti importanti tanto nelle varietà quanto nelle specie; infatti è impossibile resistere a questa conclusione quando si consideri, per esempio, l'anatra brachittera, che ha ali inadatte al volo, e vive in condizioni simili a quelle dell'anatra domestica; se osserviamo il tuco-tuco che vive sottoterra ed è occasionalmente cieco, e quindi certe talpe, che sono abitualmente cieche e hanno gli occhi ricoperti di pelle; oppure se consideriamo gli animali ciechi che abitano le buie caverne dell'America e dell'Europa. Con le varietà e le specie, la variazione correlata sembra abbia avuto una parte importante, cosicché quando una parte si è modificata altre parti si sono necessariamente modificate. Sia nelle varietà, sia nelle specie si verifica occasionalmente la ricomparsa di caratteri da lungo tempo perduti. Com'è inesplicabile, in base alla teoria della creazione, l'occasionale comparsa di strisce sulle spalle e sulle zampe delle diverse specie del genere cavallo e dei suoi ibridi! Com'è semplicemente spiegato questo fatto, se si ammette che queste specie derivano tutte da un progenitore striato, allo stesso modo come le diverse razze domestiche del colombo derivano dal colombo torraio azzurro e striato!

Secondo l'ipotesi ordinaria della creazione indipendente di ciascuna specie, perché i caratteri specifici, ovvero quelli mediante i quali le specie dello stesso genere differiscono l'una dall'altra, dovrebbero essere

BOLLATI BORINGHIERI

più variabili dei caratteri generici, nei quali tutte concordano? Perché, ad esempio, il colore di un fiore, in una qualunque specie di un genere, dovrebbe essere più soggetto a variare se altre specie posseggono fiori di colori differenti, che se tutte posseggono fiori dello stesso colore? Questo fatto si può comprendere se le specie sono soltanto varietà ben marcate, i cui caratteri sono diventati in alto grado permanenti; poiché esse sono già variate, da quando si distaccarono dal comune progenitore, in certi caratteri, a cagione dei quali giunsero a essere specificamente distinte le une dalle altre; perciò questi stessi caratteri sarebbero soggetti ancora a variare più di quelli generici che sono stati ereditati senza modificazione per un immenso periodo. È inesplicabile, in base alla teoria della creazione, perché una parte sviluppata in maniera molto insolita in una sola specie di un genere e perciò, come possiamo naturalmente dedurre, di grande importanza per quella specie, debba essere particolarmente suscettibile di variazione; ma, secondo la nostra ipotesi, questa parte ha subito, da quando le diverse specie si sono distaccate dal comune progenitore, una insolita quantità di variabilità e modificazioni, e perciò ci si può aspettare in generale che essa sia ancora variabile. Ma una parte può svilupparsi nel modo più insolito, come l'ala del pipistrello, eppure può non essere più variabile di qualunque altra struttura, se la parte è comune a molte forme subordinate, cioè se è stata ereditata per un periodo molto lungo; poiché in questo caso essa sarà diventata costante per l'azione prolungata della selezione naturale.

Passando agli istinti, per quanto alcuni di essi siano meravigliosi, essi non offrono maggiori difficoltà delle strutture corporee in base alla teoria della selezione naturale di modificazioni successive, lievi ma vantaggiose. Possiamo così comprendere perché la natura procede per passi gradualmente nel dotare differenti animali della stessa classe dei loro vari istinti. Ho tentato di dimostrare quanta luce il principio della gradualità getti sulle meravigliose capacità architettoniche dell'ape domestica. Senza dubbio l'abitudine spesso interviene nella modificazione degli istinti; ma certamente non è indispensabile, come vediamo nel caso degli insetti neutri, che non lasciano alcuna progenie a ereditare gli effetti di abitudini lungamente protratte. Nell'ipotesi che tutte le specie di uno stesso genere discendano da un comune progenitore e che abbiano ereditato molto in comune, possiamo comprendere perché le specie affini, se poste in condizioni di vita molto differenti, hanno press'a poco gli stessi istinti; perché i tordi dell'America meridionale tempera-

BOLLATI BORINGHIERI

ta e tropicale, ad esempio, tappezzano il loro nido con fango come le nostre specie inglesi. In base alla teoria che gli istinti siano stati lentamente acquisiti attraverso la selezione naturale, non abbiamo da meravigliarci che certi istinti siano imperfetti e soggetti a errori, e che molti istinti siano causa di sofferenza per altri animali.

Se le specie sono soltanto varietà ben marcate e permanenti, possiamo immediatamente vedere perché i loro discendenti ibridi seguono le stesse complesse leggi nel grado e nel tipo di somiglianza coi loro progenitori, nell'essere assorbiti l'uno nell'altro mediante successivi incroci, e in altre simili particolarità, così come avviene per i discendenti degli incroci fra varietà riconosciute. Questa somiglianza sarebbe un fatto strano, se le specie fossero state create indipendentemente e se le varietà fossero state prodotte per l'azione di leggi secondarie.

Se ammettiamo che i documenti geologici sono estremamente imperfetti, allora i fatti che essi ci presentano appoggiano fortemente la teoria della discendenza con modificazione. Nuove specie sono apparse sulla scena lentamente e a intervalli successivi; e la somma dei cambiamenti, dopo uguali intervalli di tempo, è largamente differente nei diversi gruppi. L'estinzione di specie e di interi gruppi di specie, che ha avuto una parte così importante nella storia del mondo organico, quasi inevitabilmente discende dal principio della selezione naturale; infatti le forme antiche sono soppiantate da forme nuove e perfezionate. Una volta rotta la catena dell'ordinaria generazione, né singole specie né gruppi di specie ricompaiono. La diffusione graduale delle forme dominanti, con la lenta modificazione dei loro discendenti, fa sì che le forme viventi, dopo lunghi intervalli di tempo, sembrino essere cambiate simultaneamente nel mondo intero. Il fatto che i resti fossili di ciascuna formazione siano, in una qualche misura, intermedi nei caratteri fra i fossili delle formazioni superiori e inferiori, si spiega semplicemente con la loro posizione intermedia nella catena della discendenza. Il grande fatto che tutti gli esseri estinti possono essere classificati con tutti gli esseri viventi, è la naturale conseguenza della discendenza degli esseri estinti e degli esseri viventi da comuni progenitori. Poiché le specie si sono generalmente diversificate nei caratteri durante il lungo corso della discendenza e della modificazione, possiamo comprendere perché le forme più antiche, o gli antichi progenitori di ciascun gruppo, così spesso occupano una posizione in qualche misura intermedia fra gruppi attuali. Le forme recenti sono considerate, nell'insieme, superiori alle forme antiche nella scala dell'organizzazione; e devono

BOLLATI BORINGHIERI

essere superiori, in quanto le forme più recenti e migliorate hanno sopraffatto le forme più vecchie e meno perfette nella lotta per l'esistenza; esse hanno avuto altresì organi più specializzati per le diverse funzioni. Questo fatto è perfettamente compatibile con il fatto che numerosi esseri tuttora conservano una struttura semplice e appena migliorata, adatta a semplici condizioni di vita; è parimenti compatibile con il fatto che alcune forme siano retrocesse nell'organizzazione, con l'essere divenute, in ciascuno stadio della discendenza, meglio adatte a nuove e degradate abitudini di vita. Infine, la meravigliosa legge della lunga persistenza di forme affini sullo stesso continente – marsupiali in Australia, sdentati in America, e altri casi analoghi – è comprensibile, poiché nello stesso paese il vivente e l'estinto sono in stretta relazione di discendenza.

Considerando la distribuzione geografica, se ammettiamo che nel lungo corso del tempo v'è stata molta migrazione da una parte all'altra del globo, a causa di precedenti cambiamenti climatici e geografici e di molti occasionali e sconosciuti mezzi di dispersione, possiamo comprendere, secondo la teoria della discendenza con modificazione, la maggior parte dei principali fatti relativi alla distribuzione. Possiamo vedere perché vi debba essere un parallelismo così sorprendente nella distribuzione degli esseri viventi nello spazio, e nella loro successione geologica nel tempo; in entrambi i casi, infatti, gli esseri sono stati collegati gli uni agli altri dal legame della generazione ordinaria, e i mezzi di modificazione sono stati gli stessi. Vediamo il pieno significato del fatto meraviglioso che ha colpito ogni viaggiatore, che cioè nello stesso continente, nelle condizioni più diverse, al caldo e al freddo, in montagna e in pianura, nei deserti e nelle paludi, la maggioranza degli abitanti di ciascuna grande classe sono chiaramente collegati tra loro; poiché essi discendono dagli stessi progenitori e primi colonizzatori. Sulla base dello stesso principio dell'antica migrazione, nella maggior parte dei casi connessa con la modificazione, possiamo comprendere, con l'aiuto del periodo glaciale, l'identità di alcune piante e la stretta affinità di molte altre sulle montagne più distanti e nelle zone temperate del nord e del sud; e parimenti la stretta affinità di alcuni degli abitanti del mare alle latitudini temperate del nord e del sud, benché separate dall'intero oceano intertropicale. Sebbene due regioni possano presentare condizioni fisiche tanto strettamente simili quanto la stessa specie esige, non ci dobbiamo meravigliare che i loro abitanti siano largamente differenti, se sono stati completamente separati l'u-

BOLLATI BORINGHIERI

no dall'altro per un periodo molto lungo; infatti – essendo il rapporto tra organismo e organismo il più importante di tutti i rapporti, e avendo le due regioni ricevuto in vari periodi e in differenti proporzioni colonizzatori provenienti da altre regioni o ciascuna di loro dall'altra – il corso della modificazione nelle due zone sarà stato inevitabilmente differente.

Dal punto di vista della migrazione, con susseguente modificazione, comprendiamo perché le isole oceaniche sono abitate solo da poche specie, e anche perché molte di queste sono forme peculiari o endemiche. Vediamo chiaramente perché specie appartenenti a quei gruppi di animali che non possono attraversare vasti spazi di oceano, come le rane e i mammiferi terrestri, non abitano le isole oceaniche; e perché, d'altra parte, nuove e peculiari specie di pipistrelli, animali che possono attraversare l'oceano, così sovente si trovano su isole molto distanti dal continente. Casi come l'esistenza di peculiari specie di pipistrelli nelle isole oceaniche e l'assenza di tutti gli altri mammiferi terrestri, sono del tutto inspiegabili in base alla teoria degli atti indipendenti di creazione.

L'esistenza di specie strettamente affini o rappresentative in due qualsiasi regioni implica, secondo la teoria della discendenza con modificazione, che le stesse forme progenitrici abbiano in passato abitato entrambe le regioni: e constatiamo quasi invariabilmente che, ogni qual volta molte specie strettamente affini abitano due regioni, alcune identiche specie sono tuttora comuni a entrambe. Ovunque esistano molte specie strettamente affini, eppure distinte, esistono anche forme dubbie e varietà appartenenti agli stessi gruppi. È regola molto generale che gli abitanti di ciascuna area siano collegati con gli abitanti del più vicino luogo d'origine, donde gli immigranti possono essere derivati. Osserviamo questo nei sorprendenti legami di quasi tutte le piante e gli animali dell'arcipelago delle Galápagos, di Juan Fernandez, e delle altre isole americane, con le piante e gli animali del vicino continente americano; e di quelli dell'arcipelago del Capo Verde e delle altre isole africane con il continente africano. Si deve ammettere che in base alla teoria della creazione questi fatti non ricevono spiegazione alcuna.

Il fatto, come abbiamo visto, che tutti gli esseri viventi passati e presenti possono essere classificati in poche grandi classi, in gruppi subordinati ad altri gruppi, e con i gruppi estinti, che sovente si situano fra quelli recenti, è comprensibile in base alla teoria della selezione natu-

BOLLATI BORINGHIERI

rale con le sue vicende di estinzione e divergenza dei caratteri. In base a questi stessi princìpi, vediamo perché le reciproche affinità delle forme, entro ciascuna classe, sono così complesse e indirette. Vediamo perché certi caratteri sono molto più utili di altri per la classificazione; perché i caratteri adattativi, sebbene di straordinaria importanza per gli organismi, quasi non hanno importanza per la classificazione; perché i caratteri derivati da parti rudimentali, sebbene senza utilità per gli esseri, spesso hanno un grande valore classificatorio; e perché i caratteri embriologici sovente siano i più importanti di tutti. Le reali affinità di tutti gli esseri viventi, che contraddistinguono le loro somiglianze adattative, sono dovute all'eredità o comunanza di discendenza. Il sistema naturale è una disposizione genealogica, con gli acquisiti gradi di differenza indicati con i termini di varietà, specie, generi, famiglie ecc.; e noi dobbiamo scoprire le linee della discendenza per mezzo di caratteri più permanenti, quali essi siano e per quanto sia lieve la loro importanza vitale.

La disposizione simile delle ossa nella mano dell'uomo, nell'ala del pipistrello, nella pinna del delfino, nella zampa del cavallo; lo stesso numero di vertebre nel collo della giraffa e in quello dell'elefante, e innumerevoli altri fatti simili, immediatamente si spiegano in base alla teoria della discendenza con lente e lievi modificazioni successive. La somiglianza di modello nell'ala e nella zampa del pipistrello, sebbene usate per scopi così diversi; nelle mascelle e nelle zampe di un granchio; nei petali, stami e pistilli di un fiore, è anch'essa in larga misura comprensibile in base alla teoria della modificazione graduale di parti e di organi che erano originariamente simili in un antico progenitore in ciascuna di queste classi. In base al principio che le variazioni successive non sopravvengono sempre a un'età precoce e sono ereditate in un corrispondente non precoce periodo di vita, vediamo chiaramente perché gli embrioni dei mammiferi, degli uccelli, dei rettili e dei pesci siano tanto strettamente simili, e tanto dissimili siano le forme adulte. Possiamo cessare di meravigliarci che l'embrione di un mammifero o di un uccello a respirazione aerea abbia le fessure branchiali e gli archi branchiali e le arterie foggiate ad anse, simili a quelli di un pesce che deve respirare l'aria disciolta nell'acqua con l'aiuto di branchie ben sviluppate.

Il non uso, talvolta aiutato dalla selezione naturale, avrà spesso ridotto organi diventati inutili a causa di mutate abitudini o condizioni di vita; e su questa base possiamo capire il significato degli organi

rudimentali. Ma il non uso e la selezione generalmente agiranno su ciascuna creatura quando essa è giunta a maturità e deve prendere in pieno la sua parte nella lotta per l'esistenza, e pertanto avranno poco potere su un organo nei primi periodi della sua vita; di conseguenza l'organo non sarà ridotto o reso rudimentale in questa prima età. Il vitello, ad esempio, da un primitivo progenitore avente denti ben sviluppati ha ereditato denti che mai forano le gengive della mascella superiore; e possiamo credere che i denti nell'animale adulto fossero in precedenza ridotti per il non uso, a causa del fatto che la lingua e il palato, o le labbra, erano perfettamente adatti per selezione naturale a brucare senza il loro aiuto; mentre nel vitello i denti sono rimasti inalterati e, in base al principio dell'eredità alle età corrispondenti, sono stati trasmessi da un'epoca remota fino ai giorni nostri. Nell'ipotesi che ciascun organismo con tutte le sue parti separate sia stato specificamente creato, com'è del tutto inspiegabile che organi i quali portano il segno evidente dell'inutilità, come i denti del vitello allo stato embrionale, o le ali ripiegate sotto le elitre di molti coleotteri, ricorrono così frequentemente! Possiamo dire che la natura si è sforzata di rivelare per mezzo di organi rudimentali, di strutture embrionali e omologhe, il suo schema di modificazione, ma noi siamo troppo ciechi per comprenderne il significato.

Fin qui ho ricapitolato i fatti e le considerazioni che mi hanno profondamente convinto che le specie si sono modificate in un lungo corso di discendenza. Ciò ha avuto luogo soprattutto per mezzo della selezione naturale di numerose variazioni, lievi e vantaggiose, con l'aiuto assai importante degli effetti ereditati dall'uso e non uso delle parti; e in seconda linea, cioè in relazione alle strutture adattative, passate o presenti, con l'aiuto dell'azione diretta delle condizioni ambientali e con le variazioni che a noi, nella nostra ignoranza, sembra che sorgano spontaneamente. Sembra che io abbia in precedenza sottovalutato la frequenza e il valore di queste ultime forme di variazione, come conducenti a permanenti modificazioni della struttura indipendentemente dalla selezione naturale. Ma poiché le mie conclusioni sono state di recente molto travisate, e si è affermato che io attribuisco la modificazione delle specie esclusivamente alla selezione naturale, mi si permetterà di far notare che nella prima edizione di quest'opera e successivamente ho posto nella posizione più evidente – cioè alla fine dell'introduzione – le seguenti parole: «Sono convinto che la selezione naturale è stato l'agente principale, ma non unico, della modi-

BOLLATI BORINGHIERI

ficazione». Ciò non ha valso. Grande è la forza di un'interpretazione pertinacemente erronea; ma la storia della scienza dimostra che fortunatamente tale forza non persiste a lungo.

È difficile immaginare che una falsa teoria possa spiegare, in maniera così soddisfacente come fa la teoria della selezione naturale, le varie ampie classi di fatti sopra specificati. Recentemente è stata sollevata l'obiezione che questo è un metodo sbagliato di ragionamento; ma è il metodo usato per giudicare i comuni eventi della vita, ed è stato spesso usato dai più grandi filosofi della natura. Con questo metodo si è arrivati alla teoria ondulatoria della luce; e la credenza nella rotazione della terra intorno al suo asse fino ai tempi recenti non era appoggiata da prove dirette. Non è obiezione valida il fatto che la scienza non ha finora fatto luce sul problema di gran lunga superiore dell'essenza o dell'origine della vita. Chi può spiegare qual è l'essenza della forza di gravità? Nessuno oggi rifiuta di accettare i risultati conseguenti a questo ignoto elemento della forza, nonostante che Leibniz abbia in passato accusato Newton di introdurre «qualità occulte e miracoli nella filosofia».

Non vedo nessuna ragione per pensare che le opinioni esposte in questo volume debbano turbare la fede religiosa di chicchessia. È soddisfacente, come prova per dimostrare quanto transeunti siano queste impressioni, ricordare che la più grande scoperta che l'uomo abbia mai fatto, cioè la legge della forza di gravità, fu altresì attaccata da Leibniz «come sovversiva della religione naturale e conseguentemente della religione rivelata». Un celebre autore e teologo mi ha scritto di aver «gradualmente imparato a vedere che è una nobile concezione della Divinità il credere che Essa abbia creato poche forme originali, capaci di proprio sviluppo in altre e necessarie forme, così come il credere che Essa ricorse a un nuovo atto di creazione per colmare i vuoti causati dall'azione delle Sue leggi».

Ci si può chiedere perché, fino a un periodo recente, i più autorevoli naturalisti e geologi viventi non abbiano creduto nella mutabilità delle specie. Non si può sostenere che gli esseri viventi allo stato di natura non sono soggetti a variazione; non si può dimostrare che la quantità delle variazioni nel corso di lunghe epoche è limitata; una chiara distinzione non è stata, né può essere tracciata fra specie e ben definite varietà. Non si può sostenere che le specie, se incrociate, sono invariabilmente simili, e le varietà invariabilmente feconde; o che la sterilità è una speciale qualità e un segno della creazione. La credenza

che le specie fossero produzioni immutabili fu quasi inevitabile finché si ritenne che la storia del mondo fosse di breve durata; e, ora che abbiamo acquisito qualche nozione sul lasso di tempo trascorso, siamo troppo inclini ad ammettere senza prova che i documenti geologici sono talmente perfetti da fornirci la chiara dimostrazione della mutazione delle specie, se queste avessero subito mutazioni.

Ma la causa principale della nostra naturale riluttanza ad ammettere che una specie abbia dato origine ad altre e distinte specie, dipende dal fatto che siamo sempre lenti ad ammettere grandi cambiamenti di cui non vediamo i gradi. La stessa difficoltà fu avvertita da tanti geologi, quando Lyell dimostrò per la prima volta che lunghe catene di scogliere interne erano state formate e grandi vallate scavate dagli stessi agenti che ancora vediamo operanti. La mente invero non può afferrare in pieno il significato dell'espressione «un milione di anni»; non può sommare e percepire gli effetti complessivi di molte lievi variazioni, accumulatesi nel corso di una serie quasi infinita di generazioni.

Pur essendo completamente convinto della verità delle idee esposte in questo volume in forma di compendio, non nutro la minima speranza di poter convincere naturalisti sperimentati la cui mente è ingombra da una moltitudine di fatti contemplati tutti, per anni e anni, da un angolo visuale direttamente opposto al mio. È così facile nascondere la nostra ignoranza sotto espressioni quali il «piano della creazione», l'«unità di disegno» ecc., e pensare di aver dato una spiegazione, quando invece non si fa che ripetere un fatto. Chiunque sia portato ad attribuire maggiore importanza alle difficoltà non risolte che alla spiegazione di un certo numero di fatti, respingerà certamente la mia teoria. Alcuni naturalisti, dotati di notevole elasticità di mente, e che già hanno cominciato a dubitare dell'immutabilità delle specie, potranno essere influenzati da questo volume; ma io guardo con fiducia al futuro, ai giovani ed esordienti naturalisti, che potranno esaminare entrambi i lati della questione imparzialmente. Chiunque è portato a credere che le specie sono mutabili renderà un grande servizio esprimendo coscientemente la propria convinzione; perché solo in tal modo potrà essere rimosso il fardello di pregiudizi che grava su questo argomento.

Molti eminenti naturalisti hanno di recente espresso in pubblicazioni l'opinione che in ogni genere una moltitudine di specie ritenute vere non sono tali; mentre altre specie sono vere, cioè sono state create indipendentemente: questa mi sembra una conclusione davvero singolare.

BOLLATI BORINGHIERI

Costoro ammettono che una moltitudine di forme che fino a poco tempo addietro essi stessi ritenevano essere creazioni speciali – che tuttora sono considerate tali dalla maggioranza dei naturalisti, e che di conseguenza hanno tutti i lineamenti caratteristici di vere specie – costoro dunque ammettono che esse sono state prodotte per variazione, ma si rifiutano di estendere la stessa opinione ad altre forme lievemente differenti. Tuttavia essi non pretendono di poter definire, o anche congetturare, quali siano le forme di vita create e quali quelle prodotte dall'azione di leggi secondarie. Essi ammettono la variazione come una vera causa in un caso e la respingono arbitrariamente in un altro, senza stabilire distinzione alcuna nei due casi. Verrà il giorno in cui ciò sarà citato come bizzarro esempio della cecità di idee preconette. Questi autori non sembrano più compresi di meraviglia di fronte a un atto miracoloso di creazione che a una nascita ordinaria. Ma credono essi realmente che nei periodi innumerevoli della storia della terra, certi atomi elementari abbiano ricevuto l'ordine di trasformarsi repentinamente in tessuti viventi? Credono essi che ogni preteso atto creativo abbia prodotto uno o più individui? Le specie infinitamente numerose di animali e piante furono create come uova o semi, o completamente sviluppate? E i mammiferi, furono, forse, creati con le false impronte della nutrizione dal grembo materno? Indubbiamente ad alcune di queste domande non possono rispondere coloro che credono alla comparsa o creazione soltanto di alcune forme di vita o di una sola forma. Diversi autori hanno sostenuto che è ugualmente facile credere alla creazione di cento milioni di esseri come a quella di uno solo; ma l'assioma filosofico di Maupertuis «della minima azione» induce la mente ad ammettere il numero minore; e certamente non possiamo credere che innumerevoli esseri nell'ambito di ciascuna grande classe siano creati con evidenti, ma ingannevoli, segni di discendenza da un unico progenitore.

Come documento di uno stato di cose passato, ho conservato, nei precedenti paragrafi e altrove, diverse frasi che implicano che i naturalisti credono nella creazione separata di ogni specie; e sono stato molto biasimato per essermi io stesso espresso in tal modo. Ma indubbiamente quella era la generale credenza quando uscì la prima edizione di quest'opera. Precedentemente avevo discusso con molti naturalisti sul problema dell'evoluzione, ma nemmeno una volta avevo trovato comprensione e consenso da parte loro. È probabile che allora alcuni credessero nell'evoluzione, ma essi o tacevano o si esprimevano in modo

così ambiguo che non era facile capire il significato di quel che dicevano. Oggi la situazione è completamente cambiata, e il grande principio dell'evoluzione è ammesso da quasi tutti i naturalisti. Ce ne sono ancora, tuttavia, alcuni i quali credono che le specie abbiano improvvisamente generato, con mezzi del tutto inspiegati, forme nuove e totalmente differenti: ma, come ho cercato di dimostrare, all'ammissione di grandi e improvvise modificazioni si possono opporre prove schiaccianti. Da un punto di vista scientifico e come guida a ulteriori indagini, si fa poca strada col credere che forme nuove si siano improvvisamente sviluppate in modo inesplicabile da forme antiche e molto diverse, secondo l'antica credenza della creazione di specie dalla polvere della terra.

Mi si potrà domandare fin dove spingo la dottrina della modificazione delle specie. È difficile rispondere a tale domanda, perché quanto più distinte sono le forme che consideriamo, tanto più gli argomenti a favore della comune discendenza diventano meno numerosi ed efficaci. Ma alcuni argomenti di gran peso vanno molto lontano. Tutti i membri di intere classi sono collegati l'uno all'altro da una catena di affinità, e tutti possono essere classificati secondo lo stesso principio, in gruppi subordinati ad altri gruppi. I resti fossili tendono talvolta a colmare ampi intervalli fra ordini esistenti.

Gli organi in condizione rudimentale dimostrano chiaramente che un antico progenitore aveva lo stesso organo completamente sviluppato; fatto che in alcuni casi implica una straordinaria somma di modificazioni nei discendenti. Nell'ambito di intere classi varie strutture si formano secondo lo stesso modello, e in età molto precoce gli embrioni si somigliano molto gli uni agli altri. Perciò non posso dubitare che la teoria della discendenza con modificazioni abbracci tutti i membri della stessa grande classe o regno. Ritengo che gli animali derivino da quattro o cinque progenitori al massimo, e le piante da uno stesso numero o da un numero anche inferiore di progenitori.

L'analogia mi porterebbe ancora più lontano, a credere cioè che tutti gli animali e le piante derivino da un solo prototipo. Ma l'analogia può essere una guida ingannevole. Tuttavia tutti gli esseri viventi hanno molto in comune, nella loro composizione chimica, nella struttura cellulare, nelle leggi dell'accrescimento e nell'esser soggette a nocive influenze. Ciò si può osservare anche in fatti così insignificanti come quello che uno stesso veleno spesso colpisce similmente piante e animali; o che il veleno secreto dai cinipidi produce mostruose escrescen-

ze sulla rosa di macchia o sulle querce. In tutti gli esseri viventi, ad eccezione forse di alcuni fra gli organismi inferiori, la riproduzione sessuale sembra essere essenzialmente simile. In tutti, secondo l'attuale stato delle nostre conoscenze, c'è la stessa vescicola germinale; cosicché tutti gli organismi partono da una comune origine. Anche se consideriamo soltanto le due principali divisioni – cioè il regno animale e il regno vegetale – osserviamo che certe forme inferiori hanno caratteri talmente intermedi, che i naturalisti non sono d'accordo sul regno al quale attribuirle. Come ha osservato il professor Asa Gray, «le spore e altri corpi riproduttivi di molte alghe inferiori possono rivendicare un'esistenza prima tipicamente animale e poi inequivocabilmente vegetale». Perciò, secondo il principio della selezione naturale con divergenza di carattere, non sembra incredibile che da tali forme inferiori ed intermedie si siano sviluppati sia animali che piante; e se ammettiamo questo dobbiamo parimenti ammettere che tutti gli esseri viventi che siano mai vissuti su questa terra possano discendere da una sola forma primordiale. Ma questa deduzione si fonda principalmente sull'analogia, ed è perciò irrilevante che essa sia o non sia accettata. È senza dubbio possibile, come ha proposto il signor G. H. Lewes, che alle origini della vita si siano evolute molte forme diverse; ma se è stato effettivamente così, possiamo concludere che soltanto poche di esse hanno lasciato discendenti modificati. Infatti, come ho recentemente osservato relativamente ai membri di ogni grande regno, come i vertebrati, gli articolati ecc., abbiamo nelle loro strutture embriologiche, omologhe e rudimentali, la prova evidente che tutti i membri di ogni regno discendono da un unico progenitore.

Quando le opinioni esposte da me in questo volume, e da Wallace, o quando opinioni analoghe sull'origine delle specie saranno generalmente ammesse, possiamo prevedere che vi sarà una considerevole rivoluzione nella storia naturale. I sistematici saranno in grado di continuare i loro lavori come al presente; ma essi non saranno più continuamente ossessionati dal vago dubbio se questa o quella forma sia una vera specie. Questo, ne sono sicuro e parlo per esperienza, costituirà un aiuto non indifferente. Le interminabili discussioni, se una cinquantina di specie di rovi inglesi sono o no specie vere, cesseranno. I sistematici avranno solamente da decidere (e non che questo sia facile) se una forma sia sufficientemente costante e distinta da altre forme, per poter essere definita; e in caso positivo, se queste differenze siano sufficientemente importanti per meritare un nome specifico. Quest'ulti-

BOLLATI BORINGHIERI

mo punto diventerà una considerazione molto più importante di quanto non sia oggi; poiché differenze, per quanto leggere, fra due qualsiasi forme che non siano saldate da gradazioni intermedie, sono attualmente considerate dalla maggioranza dei naturalisti sufficienti a elevare ciascuna delle due forme al rango di specie.

D'ora in avanti saremo costretti a riconoscere che la sola distinzione fra specie e ben marcate varietà è che si sa, o si suppone, che queste ultime sono attualmente collegate da gradazioni intermedie, mentre le specie furono così connesse in passato. Perciò, senza respingere la considerazione dell'attuale esistenza di gradazioni intermedie tra due forme qualsiasi, saremo condotti a pesare più attentamente e a valutare maggiormente l'attuale somma di differenze tra loro. È del tutto possibile che forme, oggi generalmente riconosciute come semplici varietà, possano d'ora in poi essere ritenute degne di nomi specifici, e in questo caso il linguaggio scientifico e il linguaggio comune si metteranno d'accordo. In breve, avremo da trattare le specie alla stessa maniera in cui trattano i generi quei naturalisti i quali ammettono che i generi sono mere combinazioni artificiali fatte per comodità. Questa può non essere una prospettiva incoraggiante; ma ci saremo infine liberati della vana ricerca dell'essenza, non scoperta e non scopribile, del termine specie.

Gli altri e più generali settori della storia naturale si accresceranno grandemente d'interesse. I termini usati dai naturalisti: affinità, parentela, comunanza di tipo, paternità, morfologia, caratteri di adattamento, organi rudimentali e abortivi ecc., cesseranno di essere metaforici e avranno un chiaro significato. Quando non guardiamo più un essere organizzato come un selvaggio che in una nave vede qualcosa di assolutamente al di fuori della sua comprensione; quando consideriamo ogni produzione della natura come una produzione che ha una lunga storia; quando contempliamo ogni complessa struttura e istinto come la somma di numerosi congegni ciascuno utile al suo possessore, allo stesso modo in cui ogni grande invenzione meccanica è la somma del lavoro, dell'esperienza, della ragione e anche degli errori di numerosi lavoratori: quando così consideriamo ciascun essere organizzato, quanto più interessante diviene – e parlo per esperienza – lo studio della storia naturale!

Un grandioso e pressoché inesplorato campo di ricerca si aprirà, sulle cause e sulle leggi della variazione, sulla correlazione, sugli effetti dell'uso e del non uso, sull'azione diretta delle condizioni esterne e

BOLLATI BORINGHIERI

così via. Lo studio delle produzioni domestiche crescerà immensamente di valore. Una nuova varietà prodotta dall'uomo sarà un tema di studio più importante e interessante che una specie in più aggiunta alla infinità di specie già classificate. Le nostre classificazioni diventeranno, per quanto sarà possibile, genealogie; e indicheranno realmente quello che può essere chiamato il piano della creazione. Le regole della classificazione diventeranno senza dubbio più semplici quando avremo visto un oggetto definito. Noi non possediamo né alberi genealogici, né armi gentilizie e dobbiamo scoprire e tracciare le molte linee divergenti di discendenza nelle nostre genealogie naturali, in base ai caratteri di ogni tipo che da lungo tempo sono stati ereditati. Organi rudimentali parleranno infallibilmente riguardo alla natura di strutture da lungo tempo perdute. Specie e gruppi di specie che sono chiamati aberranti, che possono fantasiosamente esser chiamati fossili viventi, ci aiuteranno a formare un quadro delle antiche forme di vita. L'embriologia sovente ci rivelerà la struttura, in parte offuscata, dei prototipi di ciascuna grande classe.

Quando ci sentiremo certi che tutti gli individui della stessa specie, e tutte le specie strettamente affini della maggior parte dei generi, sono derivati da un solo progenitore, in un periodo non molto remoto, e sono emigrati da un solo luogo di origine; e quando conosceremo meglio i molti modi di migrazione, allora, con la luce che la geologia oggi proietta e continuerà a proiettare sui passati cambiamenti del clima e del livello della superficie terrestre, noi saremo sicuramente in grado di tracciare in modo mirabile le passate migrazioni degli abitanti di tutto il globo. Anche ora, confrontando le differenze degli abitanti del mare sulle coste opposte di un continente, e la natura dei vari abitanti del continente in relazione ai loro mezzi apparenti di migrazione, qualche luce può essere proiettata sull'antica geografia.

La nobile scienza della geologia perde gloria per l'estrema incompletezza dei documenti. La crosta terrestre, con i suoi resti sepolti, non deve essere considerata come un museo ben riempito, ma come una povera collezione fatta a caso e a rari intervalli. Si riconoscerà che l'accumulazione di ogni grande formazione fossilifera è dipesa da un eccezionale concorso di circostanze favorevoli, e che gli intervalli vuoti fra le fasi successive hanno avuto lunga durata. Ma saremo in grado di misurare con qualche certezza la durata di questi intervalli mediante un confronto tra le precedenti e le successive forme organiche. Dobbiamo essere cauti nel tentare di collegare come strettamente contemporanee

BOLLATI BORINGHIERI

due formazioni, che non includono molte specie identiche, mediante la generale successione delle forme di vita. Poiché le specie sono prodotte e sterminate da cause a lenta azione e tuttora esistenti, e non da miracolosi atti di creazione; poiché la più importante di tutte le cause dei cambiamenti organici è pressoché indipendente dalle alterate, e forse improvvisamente alterate, condizioni fisiche, cioè il reciproco rapporto tra organismo e organismo – e il miglioramento di un organismo determina il miglioramento o lo sterminio di altri – ne consegue che la somma delle modificazioni organiche nei fossili di consecutive formazioni probabilmente serve come una giusta misura del relativo intervallo di tempo, anche se non assoluto. Tuttavia, un certo numero di specie che restano unite possono conservarsi immutate per un lungo periodo, mentre nello stesso periodo parecchie di queste specie, emigrando in nuove regioni ed entrando in concorrenza con specie straniere associate, possono modificarsi; cosicché non dobbiamo sopravvalutare l'accuratezza dei cambiamenti organici come misura del tempo.

Per l'avvenire vedo campi aperti a ricerche molto più importanti. La psicologia sarà sicuramente basata sulle fondamenta già poste da Herbert Spencer, quelle della necessaria acquisizione di ciascuna facoltà e capacità mentale per gradi. Molta luce sarà fatta sull'origine dell'uomo e sulla sua storia.

Autori della più alta autorità sembrano essere pienamente soddisfatti dell'ipotesi che ogni specie è stata indipendentemente creata. A mio parere, con quanto sappiamo delle leggi imposte dal Creatore alla materia, si accorda meglio l'ipotesi che la produzione e l'estinzione degli abitanti passati e presenti del globo siano dovute a cause secondarie, come quelle che determinano la nascita e la morte dell'individuo. Quando considero tutti gli esseri non come creazioni speciali, ma come discendenti in linea diretta di pochi esseri che vissero molto tempo prima della deposizione dei primi strati del sistema cambriano, mi sembra che essi siano nobilitati. A giudicare dal passato, possiamo con certezza dedurre che nessuna specie vivente trasmetterà la sua immutata somiglianza a un lontano futuro. E delle specie oggi viventi molto poche trasmetteranno a un futuro molto lontano progenie di qualsiasi tipo; poiché il modo in cui tutti gli esseri organizzati sono raggruppati dimostra che il maggior numero di specie in ogni genere, e tutte le specie in molti generi, non hanno lasciato discendenti, ma si sono completamente estinte. Possiamo così gettare uno sguardo profetico nell'avvenire e predire che saranno le specie più comuni e più diffuse, appartenenti ai gruppi più grandi

BOLLATI BORINGHIERI

e dominanti di ogni classe, quelle che in definitiva prevarranno e procreeranno specie nuove e dominanti. Poiché tutte le forme attuali della vita sono le discendenti in linea diretta di quelle che vissero molto tempo prima dell'età cambriana, possiamo essere sicuri che l'ordinaria successione per generazione non è mai stata spezzata e che nessun cataclisma ha devastato il mondo intero. Possiamo dunque guardare con qualche fiducia verso un sicuro avvenire di grande durata. E poiché la selezione naturale lavora esclusivamente mediante il bene e per il bene di ciascun essere, tutte le qualità del corpo e della mente tenderanno a progredire verso la perfezione.

È interessante contemplare una plaga lussureggiante, rivestita da molte piante di vari tipi, con uccelli che cantano nei cespugli, con vari insetti che ronzano intorno, e con vermi che strisciano nel terreno umido, e pensare che tutte queste forme così elaboratamente costruite, così differenti l'una dall'altra, e dipendenti l'una dall'altra in maniera così complessa, sono state prodotte da leggi che agiscono intorno a noi. Queste leggi, prese nel loro più ampio significato, sono la legge dell'accrescimento con riproduzione; l'eredità che è quasi implicita nella riproduzione; la variabilità per l'azione diretta e indiretta delle condizioni di vita, e dell'uso e non uso; il ritmo di accrescimento così elevato da condurre a una lotta per l'esistenza, e conseguentemente alla selezione naturale, che comporta la divergenza dei caratteri e l'estinzione delle forme meno perfette. Così, dalla guerra della natura, dalla carestia e dalla morte, direttamente deriva il più alto risultato che si possa concepire, cioè la produzione degli animali superiori. Vi è qualcosa di grandioso in questa concezione della vita, con le sue diverse forze, originariamente impresse dal Creatore in poche forme, o in una forma sola; e nel fatto che, mentre il nostro pianeta ha continuato a ruotare secondo l'immutabile legge della gravità, da un così semplice inizio innumerevoli forme, bellissime e meravigliose, si sono evolute e continuano a evolversi.

Glossario dei principali termini scientifici usati nel presente volume

Di questo glossario, sono debitore alla gentilezza del signor W. S. Dallas. Esso viene pubblicato perché parecchi lettori si sono lamentati con me che alcuni dei termini usati rimanevano loro incomprensibili. Il signor Dallas si è sforzato di spiegare tali termini nella forma più popolare possibile.

Aberranti. Si dicono aberranti quelle forme o gruppi di animali o piante che presentano importanti deviazioni di carattere dai loro più stretti affini, tali da non poter essere agevolmente inclusi nel loro stesso gruppo.

Aberrazione (in ottica). Nella rifrazione della luce per mezzo di lente convessa i raggi passando attraverso le diverse parti della lente si riuniscono in un fuoco a distanze leggermente differenti: questa è detta *aberrazione di sfericità*; contemporaneamente i raggi colorati vengono separati dall'azione prismatica della lente e similmente riuniti in un fuoco a differenti distanze: questa è detta *aberrazione cromatica*.

Abortito. Un organo è detto abortito quando il suo sviluppo è stato arrestato allo stadio iniziale.

Albinismo. Sono albinici gli animali nei quali le normali sostanze coloranti caratteristiche della specie non si sono prodotte nella pelle e nei suoi annessi. La condizione di albino viene chiamata albinismo.

Alge. Classe di piante tra cui le comuni erbe marine e le erbe filamentoze d'acqua dolce.

Alternanza di generazioni. Questo termine è applicato a una particolare forma di riproduzione che prevale tra parecchi animali inferiori, in cui l'uovo produce una forma vivente assolutamente diversa dal suo genitore, ma da cui la forma del genitore è riprodotta per mezzo di un processo di sviluppo o dalla divisione della sostanza del primo prodotto dell'uovo.

Ammoniti. Gruppo di conchiglie fossili a spirale suddivise in sezioni, affini al nautilo

perlaceo, ma aventi le separazioni tra le sezioni che si diramano in intricati disegni alla loro congiunzione con la parete esteriore della conchiglia.

Analogia. Quella somiglianza di strutture dipendente da funzione similare, come nelle ali di insetti e uccelli. Tali strutture si dicono *analoghe*, e *analoghe* a vicenda.

Anellidi. Classe di vermi in cui la superficie del corpo presenta una più o meno spiccata divisione in anelli o segmenti, provvisti generalmente di accessori di locomozione e di organi di respirazione. Comprende i comuni vermi marini, i lombrichi e le sanguisughe.

Antenne. Organi articolati situati sul capo negli insetti, crostacei e centopiedi, e non appartenenti alla bocca.

Antere. La cima degli stami dei fiori in cui viene prodotto il polline o polvere per fecondare.

Aplacentati. Vedi *Mammiferi*.

Aposifi. Protuberanze delle ossa, in genere per l'attaccamento di un muscolo, di un legamento ecc.

Archètipo (appartenente all'). Appartenente a un archètipo o forma primitiva ideale, sulla quale tutti gli individui di un gruppo sembrano essere modellati.

Articolati. Importante divisione del regno animale generalmente caratterizzata dall'avere la superficie del corpo suddivisa in anelli chiamati segmenti, di cui un numero più o meno grande è fornito di zampe articolate (come negli insetti, crostacei e centopiedi).

- Asimmetrico*. Avente i due lati disuguali.
- Atrofizzato*. Arrestato nella fase iniziale dello sviluppo.
- Balano*. Genere di cui fanno parte le comuni ghiande marine, che vivono in gran numero sulle rocce delle coste.
- Batraci*. Classe di animali, affini ai rettili, che subiscono una particolare metamorfosi: l'animale giovane infatti è generalmente acquatico e respira per mezzo di branchie (esempi: rane, rospi e salamandre).
- Bozzolo*. Involucro generalmente composto di sostanza serica nel quale gli insetti sono sovente avvolti durante la seconda fase, o fase di riposo (pupa), della loro esistenza. L'espressione «fase nel bozzolo» è qui usata come equivalente di stadio di «pupa».
- Brachiopodi*. Classe di molluschi marini o animali dal corpo molle munito di conchiglia bivalve, attaccata agli oggetti sottomarini tramite un peduncolo che passa attraverso l'apertura di una delle valve, e fornito di braccia per mezzo delle quali il cibo è portato alla bocca.
- Branchiale*. Concernente le branchie.
- Branchie*. Organi per la respirazione acquatica.
- Cambriano (Sistema)*. Una serie di antichissime rocce paleozoiche tra il laurenziano ed il silurico. Ancora recentemente erano considerate come le più antiche rocce fossilifere.
- Canidi*. La famiglia dei cani che comprende il cane, il lupo, la volpe, lo sciacallo ecc.
- Carapace*. Il guscio che racchiude generalmente la parte anteriore del corpo dei crostacei; si riferisce anche alle parti dure del guscio dei cirripedi.
- Carbonifero*. Questo termine si riferisce alla vasta formazione che racchiude fra altre rocce gli strati di carbone. Appartiene al paleozoico, il più antico sistema di formazioni.
- Caudale*. Della o riferentesi alla coda.
- Cefalopodi*. La classe superiore dei molluschi o animali dal corpo molle, caratterizzati dalla bocca circondata da un numero più o meno grande di braccia carnose o tentacoli, che nella maggior parte delle specie viventi sono muniti di ventose. (Esempi: seppia, nautilo.)
- Celospermi*. Termine riferentesi a quei frutti delle ombrellifere il cui seme presenta una cavità nella faccia interna.
- Cetacei*. Ordine di mammiferi comprendente le balene, i delfini ecc., aventi la forma del corpo simile a quella dei pesci, la pelle nuda e solo gli arti anteriori sviluppati.
- Cheloni*. Ordine di rettili comprendente le testuggini, tartarughe ecc.
- Cirripedi*. Gruppo di crostacei comprendente le lepadi e i balani. I loro piccoli rassomigliano nella forma a quelli di molti altri crostacei; ma quando raggiungono la maturità, essi sono attaccati ad altri oggetti, sia direttamente sia per mezzo di un peduncolo, e i loro corpi sono racchiusi da un guscio calcareo composto di diversi pezzi, due dei quali si aprono e lasciano passare un fascio di tentacoli articolati e ritorti che rappresentano gli arti.
- Coccus*. Genere di insetti comprendente la cocciniglia. In questi il maschio è un minuscolo insetto alato, e la femmina è generalmente una massa inerte simile ad una bacca.
- Coleotteri*. Ordine di insetti che hanno un apparato boccale masticatore e il primo paio di ali di sostanza più o meno cornea che fanno da astuccio per il secondo paio, e che generalmente si congiungono in una linea retta nel mezzo del dorso.
- Composite, o piante composte*. Piante nelle quali l'infiorescenza è composta di numerosi piccoli fiori densamente raccolti a mazzo, la cui base è racchiusa in un semplice involucro. (Esempi: margherita, dente di leone, ecc.)
- Conferve*. Alghe filamentose d'acqua dolce.
- Conglomerato*. Roccia composta di frammenti di roccia e ciottoli cementati insieme da altri materiali diversi.
- Corimbo*. Grappolo di fiori in cui quelli nascenti dalla parte più bassa dello stelo del fiore sono sostenuti da lunghi gambi in modo da raggiungere circa lo stesso livello di quelli superiori.
- Corolla*. Il secondo involucro di un fiore solitamente composto di organi colorati simili a una foglia (petali) che possono essere uniti alla loro estremità, sia alla base che in ogni altra parte.

- Correlazione.** La normale coincidenza di un fenomeno, carattere ecc. con un altro.
- Cotiledoni.** Foglie primitive o embrionali delle piante.
- Crostacei.** Classe di animali articolati che hanno generalmente la superficie del corpo più o meno indurita da depositi di sostanze calcaree e che respirano per mezzo di branchie. (Esempi: granchio, aragosta, gambero ecc.)
- Curculio.** Antico termine generico con il quale si indicavano quei coleotteri noti come curculioni o punteruoli, caratterizzati per avere i piedi con quattro articolazioni e la testa allungata in una specie di becco sui cui lati sono inserite le antenne.
- Cutaneo.** Della, o riferentesi alla, pelle.
- Degradazione.** Logorio del terreno per l'azione del mare o di influenze atmosferiche.
- Denudamento.** Logorio della superficie del terreno per l'azione dell'acqua.
- Devoniano (Sistema o formazione).** Serie di rocce paleozoiche comprendente quelle di antica arenaria rossa.
- Dicotiledoni, o piante dicotiledoni.** Classe di piante caratterizzate da due cotiledoni, dalla formazione di nuovo legno tra la corteccia e il vecchio legno (accrescimento esogeno) e dalla reticolazione delle nervature delle foglie. Le parti dei fiori sono generalmente un multiplo di cinque.
- Differenziazione.** La separazione o distinzione di piante o organi che in più semplici forme di vita risultano più o meno uniti.
- Dimorfismo.** La differenza di forma fra due membri della stessa specie.
- Dimorfo.** Avente due forme distinte.
- Diòiche.** Di piante che hanno gli organi sessuali su individui distinti.
- Diorite.** Una particolare qualità di roccia cristallina verdastra.
- Dorsale.** Del, o riferentesi al, dorso.
- Elite.** Le ali anteriori indurite dei coleotteri, che servono da involucro alle due ali posteriori membranose costituenti gli effettivi organi del volo.
- Embriologia.** Lo studio dello sviluppo dell'embrione.
- Embrione.** L'animale giovane che si sviluppa entro l'uovo o la matrice.
- Emitteri.** Ordine o sottordine di insetti caratterizzati da un becco o rostro articolato e aventi le ali anteriori di sostanza cornea alla base e membranosa all'estremità, dove si incrociano l'una con l'altra. Questo gruppo comprende le varie specie di cimici.
- Endemico.** Particolare a una determinata località.
- Entomostraci.** Suddivisione della classe dei crostacei aventi tutti i segmenti del corpo generalmente distinti, branchie attaccate ai piedi o agli organi della bocca, e i piedi frangiati di sottili peli. Sono in genere di piccole dimensioni.
- Eocene.** La prima delle tre divisioni dell'epoca geologica terziaria. Rocce di questo periodo contengono in piccola proporzione conchiglie identiche a specie.
- Ermafroditi.** Aventi gli organi di entrambi i sessi.
- Fauna.** La totalità degli animali che abitano naturalmente in un determinato paese o regione, o che vi sono vissuti durante un dato periodo geologico.
- Fetale.** Del feto o riferentesi a feto o embrione in corso di sviluppo.
- Fillodi.** Piccioli appiattiti, simili a foglie, che sostituiscono le vere foglie.
- Flora.** Insieme di piante che crescono naturalmente in un paese, o durante un determinato periodo geologico.
- Foraminiferi.** Classe di animali di infima organizzazione, generalmente di piccole dimensioni, con corpo gelatinoso, dalla cui superficie possono uscire delicati filamenti retrattili per la presa degli oggetti esterni. Hanno un guscio calcareo o arenoso, diviso generalmente in sezioni e perforato da piccole aperture.
- Forcella.** Osso forcutto, formato dalle clavicole, in molti uccelli tra i quali il comune pollo.
- Fossilifero.** Contenente fossili.
- Frenulo.** Piccola striscia o piega di pelle.
- Funghi.** Classe di piante cellulari di cui i comuni funghi e le muffe sono esempi noti.
- Gallinacci.** Ordine di uccelli che comprende il comune pollo, il tacchino e il fagiano.

- Gallus.** Genere degli uccelli comprendente il pollo.
- Ganglio.** Nodo o protuberanza da cui i nervi si dipartono come da un centro.
- Ganoidi.** Pesci ricoperti di peculiari scaglie ossee smaltate. La maggior parte è estinta.
- Glaciale (Periodo).** Periodo di freddo intenso con vasta estensione di ghiaccio sulla superficie della terra. Si ritiene che i periodi glaciali si siano spesso ripetuti durante la storia geologica della terra, ma il termine si riferisce generalmente alla fine dell'epoca terziaria quando quasi tutta l'Europa era soggetta a un clima artico.
- Glandola.** Organo che secerne o separa alcune particolari sostanze dal sangue o dalla linfa degli animali o delle piante.
- Glottide.** Comunicazione fra la trachea e l'esofago.
- Gneiss.** Roccia che nella composizione si avvicina al granito. Più o meno laminata, è in realtà prodotta da alterazione di un deposito sedimentario dopo il suo consolidamento.
- Gralle.** I così detti trampolieri (cicogne, aironi, beccaccini ecc.) generalmente muniti di lunghe zampe senza piume al di sopra del piede, e sprovvisti di membrane tra le dita.
- Granito.** Roccia composta esclusivamente di cristalli di feldspato e mica in una massa di quarzo.
- Habitat.** Luogo in cui una pianta o un animale vive in condizioni naturali.
- Ibrido.** La prole dell'unione di due specie distinte.
- Ichneumoni.** Famiglia di insetti imenotteri i cui membri depongono le uova nel corpo o sulle uova di altri insetti.
- Immagine.** Lo stadio perfetto (generalmente con le ali) di un insetto; è lo stadio in cui l'insetto si riproduce.
- Imenotteri.** Ordine di insetti muniti di mascelle masticatorie, e generalmente di quattro ali membranose con alcune venature. Le api e le vespe sono comuni esempi di questo gruppo.
- Indigeni.** Animali o vegetali aborigeni abitanti un paese o una regione.
- Infiorescenza.** Disposizione che prendono i fiori, sulle piante.
- Infusori.** Classe di animali microscopici, così chiamati per essere stati originariamente notati in soluzioni di materie vegetali. Sono composti di una sostanza gelatinosa racchiusa in una sottile membrana, interamente o parzialmente coperta di corti filamenti vibratili chiamati ciglia per mezzo dei quali questi minuscoli animali nuotano, o portano le particelle di cibo alla bocca.
- Inselvaticchio.** Che è diventato selvatico da uno stato di cultura o domesticazione.
- Insettivoro.** Che si nutre di insetti.
- Invertebrati o animali invertebrati.** Animali sprovvisti di colonna vertebrale.
- Ipertroffizzato.** Eccessivamente sviluppato.
- Lacune.** Spazi aperti fra i tessuti in alcuni animali inferiori, che servono in luogo dei vasi per la circolazione dei liquidi del corpo.
- Lamellato.** Munito di lamine o scaglie.
- Laringe.** La parte superiore della trachea, che conduce all'esofago.
- Larva.** Lo stato primitivo di un insetto all'uscita dall'uovo, quando ha generalmente forma di baco, bruco ecc.
- Laurenziano.** Gruppo di antichissime rocce fortemente metamorfiche che si trovano lungo il corso del San Lorenzo, da cui derivano il nome. In queste si sono trovate le tracce dei più antichi corpi organici.
- Leguminose.** Ordine di piante, rappresentato dai comuni piselli e fagioli, aventi un fiore irregolare in cui un petalo si erge simile a un'ala e gli stami e pistilli sono racchiusi in un involucre formato da due altri petali. Il frutto è un baccello (o legume).
- Lemuridi.** Gruppo di animali distinti dalle scimmie e che, per alcuni caratteri e abitudini, si avvicinano agli insettivori. Gli appartenenti a questo gruppo hanno narici curve o ritorte e un artiglio in luogo dell'unghia sul primo dito dei piedi.
- Lepidotteri.** Ordine di insetti caratterizzati da una proboscide a spirale e da quattro grandi ali più o meno squamose. Fanno parte di questo ordine le comuni farfalle e le tarme.

BOLLATI BORINGHIERI

Litorale. Relativo alle coste marine.

Löss. Deposito marnoso di recente data (post-terziaria) che occupa gran parte della valle del Reno.

Malacostraci. La più elevata divisione di crostacei che comprende i comuni granchi, aragoste, gamberi ecc.

Mammiferi. La più alta classe di animali, che comprende i comuni quadrupedi dal corpo peloso, le balene e l'uomo, ed è caratterizzata dalla prole nutrita dopo la nascita con latte per mezzo del capezzolo materno (*mammelle*, *ghiandole mammarie*). Una straordinaria differenza nello sviluppo embrionale ha portato alla divisione di questa classe in due grandi gruppi; in uno di questi, allorché l'embrione ha raggiunto un certo stadio, si forma un collegamento vascolare, chiamato *placenta*, tra l'embrione stesso e la madre; nell'altro gruppo questo collegamento è assente ed i piccoli vengono partoriti in stato incompleto. I primi, che comprendono la maggior parte di questa classe, sono detti *Mammiferi placentati*, mentre i secondi, i *Mammiferi aplacentati*, comprendono i marsupiali e i monotremi (ornitorinco).

Mammifero. Avente mammelle o capezzoli (vedi *Mammiferi*).

Mandibole (negli insetti). Il primo paio di appendici boccali. Sono in genere organi masticatori solidi e cornei. Negli uccelli il termine si riferisce a entrambe le mascelle e alla materia cornea che le ricopre. Nei quadrupedi la mandibola è più esattamente la mascella inferiore.

Marsupiali. Ordine di mammiferi in cui i piccoli nascono in una condizione di sviluppo assai incompleta, e vengono portati dalla madre, allo stato di lattanti, in una borsa ventrale (*marsupium*): esempio i canguri, opossum ecc. (vedi *Mammiferi*).

Mascelle (negli insetti). Il secondo paio di appendici boccali, composte di alcune articolazioni e munite di peculiari appendici articolate dette palpi o antenne.

Massi. Grandi blocchi di pietra trasportati e generalmente incassati nell'argilla o nella ghiaia.

Melanismo. Il contrario di albinismo. Anormale sviluppo della colorazione della pelle e suoi annessi.

Membrana nittitante. Membrana semitrasparente negli occhi degli uccelli e dei rettili che può essere abbassata sull'occhio, sia per moderare gli effetti di una luce forte che per togliere particelle di polvere ecc. dalla superficie dell'occhio.

Metamorfiche (rocce). Rocce sedimentarie che hanno subito cambiamenti generalmente causati dall'azione del calore, dopo il loro assestamento e consolidamento.

Molluschi. Grande divisione del regno animale, comprendente animali dal corpo molle, muniti generalmente di un guscio e nei quali i centri nervosi non presentano un definito assetto generale. Sono comunque noti con la denominazione di «conchiglie». La seppia, la comune lumaca, il buccino, l'ostrica, il mitilo e il cardo possono essere indicati quali esempi.

Monocotiledoni o piante monocotiledoni. Piante in cui il seme emette un unico cotiledone; caratterizzate dall'assenza di strati consecutivi di legno nel fusto (accrescimento endogeno), dalle nervature delle foglie generalmente diritte e dalle parti del fiore in numero multiplo di tre. (Esempi: graminacee, gigli, orchidacee, palme, ecc.)

Morena. Deposito di frammenti rocciosi trasportati in basso dai ghiacciai.

Morfologia. La legge della forma o struttura indipendentemente dalla funzione.

Mysis. Fase di sviluppo in certi crostacei (affini ai palemonidi), in cui essi sono straordinariamente somiglianti agli adulti di un genere (*Mysis*) appartenente a un gruppo lievemente inferiore.

Natatorio. Atto al nuoto.

Nauplius. Il primitivo stadio dello sviluppo di numerosi crostacei, appartenenti specialmente ai gruppi inferiori. In questa fase l'animale ha un corpo breve, con accenni indistinti di una divisione in segmenti, e tre paia di arti frangiati. Questa forma del comune ciclope d'acqua dolce venne descritta come un genere distinto sotto il nome di *Nauplius*.

- Neutri.** Femmine non perfettamente sviluppate di certi insetti viventi in comunità (api, formiche) che compiono le fatiche della comunità. Perciò sono anche denominate operaie.
- Ocelli.** Gli occhi semplici di insetti, generalmente situati sull'alto del capo tra i grandi occhi composti.
- Ombrellifere.** Ordine di piante i cui fiori, contenenti cinque stami e un pistillo con due stili, sono sostenuti da peduncoli inseriti sulla cima dello stelo del fiore, che si irradiano come le stecche di un ombrello, radunando in tal modo tutti i fiori in uno stesso mazzo, e circa allo stesso livello. (Esempi: prezzemolo e carota.)
- Omologia.** La relazione tra le parti che risulta dal loro sviluppo dalle corrispondenti parti embrionali sia in animali differenti, come nel caso del braccio dell'uomo, della zampa anteriore del quadrupede, e l'ala di un uccello; sia nello stesso individuo, come nel caso delle zampe anteriori e posteriori nei quadrupedi, e dei segmenti o anelli e loro appendici di cui è composto il corpo di un verme, di un miriapode ecc. Quest'ultima viene chiamata *omologia seriale*. Le parti che hanno tali relazioni reciproche si dicono *omologhe* e una di tali parti, o organo, è detta *omologa* all'altra. In piante differenti le parti del fiore sono omologhe e in genere tali parti sono considerate omologhe alle foglie.
- Omotteri.** Ordine o sottordine di insetti aventi (come gli emitteri) una proboscide articolata, ma con le ali anteriori completamente membranose o completamente coriacee. Le cicale, gli insetti parassiti delle piante, gli afidi ecc. sono gli esempi più noti.
- Oolitico.** Grande ordine di rocce secondarie così chiamato dalla struttura di alcuni suoi componenti che risultano composti da una massa di piccoli corpi calcarei simili a uova.
- Operaie.** Vedi *Neutri*.
- Opercolo.** Piastra calcarea usata da molti molluschi per chiudere l'apertura della conchiglia. Le valve opercolari nei cirripeidi sono quelle che chiudono l'apertura del guscio.
- Orbita.** Cavità ossea che contiene l'occhio.
- Organismo.** Un essere organizzato, pianta o animale.
- Ortospermi.** Termine che si riferisce a quei frutti delle ombrellifere aventi il seme diritto.
- Ovario** (nelle piante). La parte inferiore del pistillo o organo femminile del fiore, contenente gli ovuli o semi incipienti; dopo che gli altri organi del fiore sono caduti, si trasforma normalmente in frutto.
- Ovigero.** Che produce ovuli.
- Ovuli** (di piante). I semi nello stato primario.
- Pachidermi.** Gruppo di mammiferi, così denominati per la loro pelle spessa, che comprende l'elefante, il rinoceronte, l'ippopotamo ecc.
- Paleozoico.** Il più antico sistema di rocce fossilifere.
- Palpi.** Appendici articolate in alcuni organi della bocca degli insetti e nei crostacei.
- Papilionacee.** Ordine di piante (vedi *Leguminose*). I fiori di queste piante si chiamano *papilionacei* per la somiglianza dei petali superiori allargati con le ali di una farfalla.
- Parassita.** Animale o pianta vivente a spese di un altro organismo, sopra o dentro di esso.
- Partenogenesi.** Produzione di organismi viventi da uova o semi non fecondati.
- Pedunculati.** Sostenuti da uno stelo o gambo. La quercia pedunculata ha le ghiande sostenute da un peduncolo.
- Peloria.** La struttura regolare nei fiori di piante che normalmente producono fiori irregolari.
- Pelvi o bacino.** L'arco osseo al quale sono articolate le membra posteriori degli animali vertebrati.
- Pennato.** Che porta foglioline disposte su ciascun lato di un gambo centrale.
- Petali.** Le foglie della corolla, ossia il secondo cerchio di organi in un fiore.
- Pigmento.** Sostanza colorante generalmente prodotta nelle parti superficiali degli animali. Le cellule che la secernono sono dette *cellule pigmentarie*.
- Pistilli.** Organi femminili del fiore che occupano una posizione al centro di altri organi del fiore. Il pistillo è generalmente divisibile in ovario o germe, stilo e stimma.

Piumetta. Minuscola gemma che si trova tra i cotiledoni dell'embrione vegetale.

Placentati. Vedi *Mammiferi*.

Plantigradi. Quadrupedi che camminano sull'intera base del piede, come gli orsi.

Plastico. Avente la capacità di subire cambiamenti.

Pleistocene. Periodo più recente dell'epoca terziaria.

Plutoniche (Rocce). Rocce che si ritiene siano prodotte da azione ignea nelle profondità della terra.

Poliandri. Fiori aventi molti stami.

Poligame. Piante nelle quali alcuni fiori hanno un solo sesso e altri sono ermafroditi. I fiori aventi un solo sesso (maschile o femminile) possono trovarsi sulla stessa o su differenti piante.

Polimorfico. Che può assumere forme diverse.

Polline. Elemento maschile nelle piante fiorifere; finissima polvere prodotta dalle antere che al contatto con lo stamma effettua la fecondazione dei semi. Questa fecondazione avviene per mezzo di condotti che escono dalle particelle di polline, aderenti allo stamma, e penetrano attraverso i tessuti fino a raggiungere l'ovario.

Prensile. Avente la capacità di afferrare.

Primarie. Penne formanti l'estremità dell'ala dell'uccello e inserite sulla parte che corrisponde alla mano dell'uomo.

Propoli. Sostanza resinosa raccolta dalle api nei germogli schiusi di alcuni alberi.

Proteiforme. Che è straordinariamente variabile.

Protozoi. La più bassa grande divisione del regno animale. Questi animali sono composti di sostanza gelatinosa e non mostrano quasi tracce di organi distinti. Gli infusori, i foraminiferi, le spugne e alcune altre forme appartengono a questa divisione.

Pupa. La seconda fase nello sviluppo di un insetto, dalla quale esso emerge alato nella forma riproduttiva perfetta. La maggior parte degli insetti trascorre questo stadio in perfetta immobilità. La *crisalide* è la farfalla allo stato di pupa.

Radichetta. Minuscola radice di una pianta embrionale.

Retina. Sottile rivestimento interno dell'occhio formato da filamenti nervosi che si

propagano dal nervo ottico e servono a percepire le impressioni prodotte dalla luce.

Retrogressione. Involuzione. Quando un animale, nel raggiungere la maturità dimostra una costituzione meno perfetta di quanto ci si poteva aspettare dallo sviluppo delle prime fasi e dalle parentele note, subisce allora una *sviluppo retrogrado* o *metamorfosi*.

Rizopodi. Classe di animali (protozoi) di struttura inferiore aventi corpo gelatinoso la cui superficie può sporgere con appendici o filamenti simili a radici, che servono quali organi di locomozione e per afferrare il cibo. L'ordine più importante è quello dei foraminiferi.

Roditori. Mammiferi roscanti quali i topi, i conigli, gli scoiattoli. Sono specialmente caratterizzati per essere muniti di un paio di denti incisivi taglienti in ogni mascella. Tra questi e i denti masticatori vi è un intervallo.

Rudimentale. Di sviluppo imperfetto.

Ruminanti. Gruppo di quadrupedi che ruminano (buoi, pecore e cervi). Sono muniti di zoccoli divisi, e mancano dei denti frontali nella mascella superiore.

Sacrale. Riferentesi all'osso sacro, o osso composto generalmente di due o più vertebre unite, a cui sono attaccate le parti della pelvi degli animali vertebrati.

Sarcòde. La sostanza gelatinosa di cui sono composti i corpi degli animali infimi (protozoi).

Scavatore. Avente la capacità di scavare. Gli imenotteri scavatori sono un gruppo di insetti simili a vespe che scavano i terreni sabbiosi per preparare le tane per i piccoli.

Sdentati. Ordine particolare di quadrupedi caratterizzati dall'assenza di almeno un dente incisivo mediano (frontale) in entrambe le mascelle. (Esempi: i tardigradi e gli armadilli.)

Sedimentarie (formazioni). Sedimenti rocciosi depositati dall'acqua.

Segmenti. Anelli trasversali di cui è composto il corpo di un animale articolato o anellide.

Sepali. Foglie o segmenti del calice, o involucro esterno di un fiore.

- Sessile*. Non sostenuto da stelo o peduncolo.
- Silurico*. Antichissimo sistema di rocce fossilifere appartenente al primo periodo della serie paleozoica.
- Sottocutaneo*. Situato sotto la pelle.
- Specializzazione*. Separazione di un determinato organo per lo svolgimento di una particolare funzione.
- Stami*. Gli organi maschili delle piante fiorifere, disposti in circolo entro i petali. Consistono generalmente di un filamento e di un'antera, essendo l'antera la parte essenziale dove si forma il polline.
- Sterno*. Osso pettorale.
- Stilo*. La porzione centrale del pistillo, che si innalza dall'ovario come una colonna, e sostiene lo stimma alla sommità.
- Stimma*. La parte terminale del pistillo nelle piante fiorifere.
- Stipole*. Piccoli organi simili a foglie, situate in molte piante alla base del picciolo delle foglie.
- Suture* (nel cranio). Le linee di congiungimento delle ossa di cui è composto il cranio.
- Tarso*. Il piede composto di animali articolati, come gli insetti.
- Teleostei*. Pesci del tipo più comune ai giorni nostri. Possiedono uno scheletro in genere completamente ossificato e scaglie cornee.
- Tentacoli*. Delicati organi carnosì, prensili e tattili, di cui sono muniti numerosi animali inferiori.
- Terziario*. L'epoca geologica più recente, immediatamente anteriore alla presente.
- Trachea*. Condotto di immissione dell'aria nei polmoni.
- Tridattilo*. Avente tre dita, o composto di tre parti mobili, attaccate a una base comune.
- Trimorfico*. Che presenta tre forme distinte.
- Ungulati*. Quadrupedi provvisti di zoccoli.
- Unicellulare*. Consistente di una sola cellula.
- Vascolare*. Contenente vasi sanguigni.
- Vertebrati*, o *Animali vertebrati*. La più alta divisione del regno animale, così chiamata per la presenza, nella maggior parte dei casi, di una colonna vertebrale, composta di numerose articolazioni o vertebre, che costituisce il centro dello scheletro e sostiene e protegge allo stesso tempo le parti centrali del sistema nervoso.
- Verticillo*. Disposizione a cerchio o a spirale delle parti della pianta rispetto all'asse di accrescimento.
- Zoea* (stadio di). La fase originale nello sviluppo di molti crostacei superiori, così denominata dal nome di *Zoea*, che si dava a questi animali giovani, quando si riteneva costituissero un genere particolare.
- Zooidi*. In numerosi animali inferiori (come le meduse, i coralli ecc.), la riproduzione avviene in due modi: per mezzo di uova, e da processo di gemmazione, con o senza la separazione dal genitore del prodotto, che è spesso assai diverso da quello dell'uovo. L'individualità delle specie è rappresentata dall'insieme delle forme prodotte tra due riproduzioni sessuali; queste forme, che sono apparentemente animali singoli, sono state chiamate *zooidi*.

Indice analitico

- Abeti:
distrutti dal bestiame, 146
(polline degli), 265
- Abissinia (piante dell'), 452-53
- Abitudine:
(effetti dell') allo stato domestico, 93
(effetti dell') allo stato di natura, 204
mutata in individui della stessa specie, 239-242
- Acclimazione, 208-11
- Accrescimento (compensazione dell'), 214-15
- Acqua dolce (produzioni di), 459-63
- Acqua salata:
fino a che punto non è dannosa ai semi, 440
non distrugge i molluschi terrestri, 470
- Adoxa*, 274
- Affinità delle specie estinte, 414
- Afidi, 310-11
- Agassiz, Louis:
sull' *Amblyopsis*, 208
sulle ultime forme terziarie, 389
sui gruppi di specie apparsi improvvisamente, 393, 396
sui tipi profetici, 414
sul periodo glaciale, 445
sui caratteri embriologici, 486
- Agassiz, Alexander, sulle pedicellarie, 293
- Agrifogli (sesso degli), 167
- Airone (semi trovati nello stomaco dell'), 462
- Alberi:
con sessi separati, 171
nelle isole, appartenenti a particolari ordini, 466
- Alge della Nuova Zelanda, 454
- Alberi da frutto:
(graduale miglioramento degli), 113
negli Stati Uniti, 158
(varietà di) acclimati negli Stati Uniti, 210
- Ali:
ridotte, 205
degli insetti omologhe con le branchie, 248
rudimentali, negli insetti, 517
- Alligatori, maschi combattenti, 161
- Alloro (nettare secreto dalle foglie di), 165
- Amblyopsis*, pesce cieco, 208
- America settentrionale:
produzioni simili a quelle dell'Europa, 448-449
(massi e ghiacciai dell'), 451
- America meridionale, assenza di recenti formazioni sulla costa occidentale, 382
- Ammoniti (improvvisa estinzione delle), 409
- Anagallis* (sterilità dell'), 342
- Analogia delle variazioni, 225
- Anatra:
domestica (ali dell') ridotte, 93
brachittera, 238
(becco dell'), 285
- Ancylus*, 461
- Andamane (assenza di batraci nelle), 467
- Animali:
non domestici che discendono da animali variabili, 97
domestici discendenti da diversi capostipiti, 98
(aumento di alcune specie di) frenato dai parassiti, 144-45
dell'Australia, 185
con pelliccia folta nei climi freddi, 203
ciechi nelle caverne, 206
estinti dell'Australia, 424
- Anomma*, 337

- Antechinus*, 492
- Ape:
 (pungiglione dell'), 264
 regina uccide le proprie rivali, 264
 australiana (sterminio dell'), 150
- Api:
 fecondano i fiori, 147-48
 le api domestiche non suggono il trifoglio violetto, 167
 liguri, 167
 istinto delle api domestiche di costruire celle, 324
 (cambiamento di abitudini delle), 311
 parassite, 320
- Apteryx*, 238
- Archeopteryx*, 395
- Arcipelago malese, 383
 confrontato con l'Europa, 391
 (mammiferi dell'), 469
- Ascensione (piante dell'), 464
- Asclepias* (polline dell'), 251
- Asini:
 migliorati attraverso la selezione, 117
 striati, 225
- Asparago, 440
- Ateuchus*, 205
- Aucapitaine, sui molluschi terrestri, 470
- Audubon, John James:
 sulle abitudini delle fregate, 241
 sulle variazioni nei nidi degli uccelli, 311
 sui semi mangiati dall'airono, 462
- Aumento (tasso di), 139-42
- Australia:
 (animali dell'), 185
 (cani dell'), 314-15
 (animali estinti dell'), 424
 (ghiacciai dell'), 451
 (piante europee nell'), 453
- Avvoltoio, privo di piume sulla testa, 258
- Azara, Felix de:
 sulle mosche che distruggono il bestiame, 147
 sul picchio, 240
- Azzorre (flora delle), 443
- Babington, sulle piante inglesi, 124
- Bacino della donna, 212
- Baer, Karl Ernst von (criterio di), 193
 l'ape più altamente organizzata del pesce, 422
- somiglianza degli embrioni dei vertebrati, 508
- Baker, sir S., sulla giraffa, 280
- Balene, 284-86
- Barrande, Joachim sulle «colonie» del Silurico, 403
 sulla successione delle specie, 411-12
 sul parallelismo delle formazioni paleozoiche, 413
 sull'affinità delle specie antiche, 414
- Barriere (importanza delle), 431
- Bates, Henry Walter, sulla capacità mimetica di certe farfalle, 494-96
- Batraci sulle isole, 467
- Beccaccia, con terra attaccata alle zampe, 443
- Bellezza, come è raggiunta, 252, 536
- Bentham, George:
 sulle piante inglesi, 124
 sulla classificazione, 487
- Berkeley, sui semi nell'acqua salata, 439
- Bermuda (uccelli di), 465
- Bestiame:
 distrugge gli abeti, 146
 distrutto dalle mosche nel Paraguay, 147
 (razze del) estinte localmente, 179
 fecondità degli ibridi provenienti dall'incrocio fra razze indiane ed europee, 347
 indiano, 99-100, 347
- Blatta asiatica, 150
- Blyth:
 classificazione dei bovini dell'India, 99
 sull'emione striato, 225
 sull'incrocio fra oche, 347
- Bombi (celle dei), 325, 331
- Borrow, George Henry, sul pointer spagnolo, 112
- Bory de Saint-Vincent, Georges, sui batraci, 467
- Bosquet, sul *Cbthamalus* fossile, 396
- Branchie, 247-48
 dei Crostacei, 252
- Braun, Alexander, sui semi delle fumariacee, 275
- Brent, sui colombi capitombolanti domestici, 314
- Briglie ovigere dei cirripedi, 248
- Broca, Pierre-Paul, sulla selezione naturale, 271
- Bronn, Heinrich Georg:
 sulla durata di forme specifiche, 386
 (varie obiezioni di), 271

- Brown, Robert, sulla classificazione, 484-85
- Brown-Séguard, Édouard, sulle mutilazioni ereditarie, 205
- Brughiera (cambiamento di vegetazione nella), 146
- Buceri (notevole istinto dei), 340
- Busk, George, sui polizoi, 295-96
- Buzareingues, Girou de, sulla sterilità delle varietà, 366
- Calceolaria, 345
- Canarini (sterilità degli ibridi), 346
- Candolle, Alphonse de:
 le specie molto diffuse sono molto variabili, 130
 sulla variabilità, 127-28
 sulla naturalizzazione, 184
 sui semi alati, 214
 sulle specie alpine che divengono improvvisamente rare, 233
 sulla distribuzione delle piante a semi grandi, 441
 sulla vegetazione dell'Australia, 456
 sulle piante d'acqua dolce, 461
 sulle piante insulari, 464
 sulla maggiore diffusione delle piante inferiori, 476
- Candolle, Augustin de:
 sulla lotta per l'esistenza, 138
 sulle ombrellifere, 213
 sulle affinità generali, 498
- Cane, (somiglianza della mascella del) con quella del *Thylacinus*, 493
- Cani:
 a pelo raso, con dentatura imperfetta, 94
 discendenti da diverse specie selvatiche, 100
 (istinti domestici dei), 313
 (ereditarietà degli istinti domestici dei), 313
 fecondità di razze fra di loro, 347
 fecondità degli incroci, 364
 proporzioni del corpo nelle differenti razze quando sono giovani, 512
- Capitombolanti (piccoli dei), 512-13
- Capo di Buona Speranza (piante del), 198, 464
- Capo Verde (isole di):
 (piante montane delle), 453
 (produzioni delle), 472
- Caratteri:
 (divergenze dei), 179
 sessuali, variabili, 217, 221-22
 di adattamento o analogici, 483, 492-93
- Carpenter, William Benjamin, sui foraminiferi, 421
- Carthamus*, 275
- Catsetum*, 255
- Cavalli:
 distrutti dalle mosche nel Paraguay, 147
 striati, 226
- Cavalli di razza:
 arabi, 112
 inglesi, 437
- Cavallo fossile della Plata, 406
 (proporzioni del) quando è giovane, 512
- Caverne (abitanti ciechi delle), 206-08
- Cavolo incrociato (varietà di), 171
- Cecidomia, 506-07
- Cecità, degli animali sotterranei, 206
- Cefalopodi:
 struttura degli occhi, 251-52
 (sviluppo dei), 514
- Centri di creazione, 434
- Cercopithecus* (coda del), 291
- Ceroxylus laceratus*, 284
- Cervi volanti combattenti, 161
- Cervulus*, 346
- Cetacei:
 (pelle e denti dei), 212
 sviluppo dell'osso di balena, 284-85
- Ceylon (piante di), 453-54
- Chele dei crostacei, 296
- Chironomo (sua riproduzione asessuale), 507
- Chthamalinae*, 380
- Chthamalus* (specie cretacea del), 380
- Cinciallegra, 240
- Circostanze favorevoli alla selezione dei prodotti domestici, 116
 alla selezione naturale, 172
- Cirripedi:
 capaci di incrocio, 172
 perdita del carapace, 215
 loro briglie ovigere, 248
 fossili, 395
 (larve dei), 509
- Claparède, sugli organi con cui si afferrano ai peli gli acaridi, 253
- Clarke, W. B., sugli antichi ghiacciai in Australia, 451
- Classificazione, 481
- Clift, sulla successione dei tipi, 424

- Clima:
 (effetti del) sull'aumento degli esseri, 144
 (adattamento degli organismi al), 209
- Cobites* (tubo digerente del), 246
- Coda:
 della giraffa, 257
 degli animali acquatici, 257-58
 rudimentale, 267
 prensile, 291
- Colaptes campestris*, 241
- Coleotteri:
 senza ali, a Madera, 205
 che mancano di tarsi, 204-05
- Collezioni paleontologiche (povertà delle), 379
- Colombi:
 con tallone piumato e una membrana fra le dita, 94
 (razze descritte e origine dei), 100
 (come si producono le razze dei), 114-15
 capitombolanti, non riescono a uscire dall'uovo, 159
 riacquistano il colore blu, 223-24
 istinto di capitombolare, 314
- Colore:
 influenzato dal clima, 203
 in relazione agli attacchi delle mosche, 259
- Columba livia*, parente del piccione domestico, 102
- Colymbetes*, 461
- Compensazione dell'accrescimento, 214
- Compositae:
 (fiori e semi delle), 212
 (fiori esterni e interni delle), 274-75
 (fiori maschili delle), 518
- Conchiglie:
 (colori delle), 203
 (cerniere delle), 253
 litorali, si conservano raramente, 380
 di acqua dolce, conservano a lungo la stessa forma, 421
 di Madera, 465
 terrestri (distribuzione delle), 465-66
 terrestri, resistono all'acqua salata, 470
- Condizioni (lievi mutamenti nelle) favorevoli alla fecondità, 359
- Conigli, disposizione dei piccoli, 314
- Convergenze dei caratteri, 197
- Cope, sull'accelerazione o sul ritardo del periodo di riproduzione, 248-49
- Corna rudimentali, 521
- Correnti del mare (velocità delle), 440
- Coryanthes*, 255
- Creazione (centri unici di), 434
- Crespino (fecondazione del), 170
- Crinum*, 344
- Croll:
 sulla denudazione subaerea, 376-77
 sull'età delle più antiche formazioni, 378
 sull'alternanza di periodi glaciali al nord e al sud, 450
- Crostacei:
 ciechi, 206
 (respirazione aerea dei), 252
 (chele dei), 295
 della Nuova Zelanda, 454
 Krüger, sul *Coryanthes*, 255
- Cryptocerus*, 336
- Ctenomys cieco*, 206
- Cuculo (istinto del), 308, 315
- Cunningham, sul volo dell'anatra stupida o dei piroscafi, 204
- Cuvier, F., sull'istinto, 308
- Cuvier, Georges:
 sulle condizioni di esistenza, 267
 sulle scimmie fossili, 395
- Cyclostoma*, resistenza all'acqua marina, 470
- Dana, James Dwight:
 sugli animali ciechi delle grotte, 207
 sulle relazioni dei crostacei del Giappone, 450
 sui crostacei della Nuova Zelanda, 454
- D'Archiac, sulla successione delle specie, 441
- Dawson, 381, 388
 sull'*Eozoon*, 399
- Degradazione delle rocce, 376
- Denti e peli:
 (rapporto fra), 212
 rudimentali nell'embrione del vitello, 521, 543
- Denudamento (velocità del), 375
 delle antichissime rocce, 399
 delle aree granitiche, 384
- Dianthus* (fecondità degli incroci del), 349
- Dimorfismo nelle piante, 123, 360
- Dispersione:
 (mezzi di), 437
 durante il periodo glaciale, 445
- Distribuzione geografica, 430

- Divergenza dei caratteri, 179
- Diversificazione dei mezzi per il medesimo generale vantaggio, 253
- Divisione fisiologica del lavoro, 185
- Documentazione geologica imperfetta, 373
- Downing, sugli alberi da frutto in America, 158
- Dugongo (affinità del), 483-84
- Durata delle formazioni geologiche, 375
- Dytiscus*, 461
- Earl, sull'Arcipelago malese, 468-69
- Echinodermi, loro pedicellarie, 302
- Eciton*, 336
- Economia dell'accrescimento, 214
- Egitto (produzioni dell') non si sono modificate, 270
- Elefante:
 (velocità di aumento dell'), 140
 del periodo glaciale, 210
- Embriologia, 506
- Emione striato, 228
Eozoon canadese, 398
- Equilibrio dell'accrescimento, 214
- Erbe (varietà di), 181
- Eredità:
 (leggi della), 95
 nelle età corrispondenti, 95, 159
- Ermafroditi (incroci fra), 168
- Esistenza:
 (lotta per l'), 137
 (condizioni di), 194
- Estinzione, 405-09
 delle varietà domestiche, 189
 in relazione alla selezione naturale, 192
- Fabre, Jean-Henri:
 sugli imenotteri combattenti, 161
 sugli sfecidi parassiti, 320
- Fagiani, giovani selvatici, 315
- Fagiolo (acclimazione del), 210-11
- Faglie, 377
- Falconer, Hugh:
 sulla naturalizzazione delle piante in India, 141
 sugli elefanti e sui mastodonti, 419
 e cautley, sui mammiferi degli strati subhimalayani, 425
- Falkland, isole (lupo delle), 467
- Fango:
 (nelle zampe degli uccelli), 443
 (semi nel), 462
- Fanoni, 285
- Farfalle:
 (capacità mimetica delle), 494-96
 notturne, ibride, 346
- Faune marine, 431-32
- Fecondazione (vari modi di), 254-55, 261-62
- Fecondità:
 degli ibridi, 344
 per lievi cambiamenti nelle condizioni, 359
 delle varietà incrociate, 365
- Fiori:
 (struttura dei), in relazione all'incrocio, 165
 delle composite e delle ombrellifere, 212, 274-75
 (bellezza dei), 261
 doppi, 335
- Flower, William Henry:
 sulla laringe, 293
 sullo *Halitherium*, 415
 sulla somiglianza della mascella del cane con quella del *Thylacinus*, 493
 sulla omologia dei piedi di certi marsupiali, 501-02
- Flysch (formazione del) privo di resti organici, 380
- Folaga, 241
- Forbes, D., sull'azione glaciale nelle Ande, 451
- Forbes, Edward:
 sui colori delle conchiglie, 203
 brusca interruzione delle conchiglie a una certa profondità, 233
 sulla povertà delle collezioni paleontologiche, 379
 sulla continua successione dei generi, 405
 sull'estensione dei continenti, 438
 sulla distribuzione durante il periodo glaciale, 446
 sul parallelismo nel tempo e nello spazio, 479
- Foreste (cambiamenti nelle), in America, 148
- Formazione:
 cambriana, 397-98
 laurenziana, 398
 devoniana, 418
- Formazioni:
 (spessore delle) in Gran Bretagna, 378
 intermittenti, 387

- Forme scarsamente organizzate (lunga durata delle), 195
- Formica:
rufescens, 320
sanguinea, 321-24
flava (individui neutri della), 336-37
- Formiche:
 che si occupano degli afidi, 310-11
 (istinto della schiavità nelle), 320
 neutre (struttura delle), 336
- Fregata, 242
- Fries, sulle specie appartenenti a generi più grandi, strettamente affini ad altre specie, 134
- Fruento (varietà di), 181
- Fuchi uccisi da altre api, 264
- Fucus*, incrocio, 350, 356
- Galápagos, Arcipelago:
 (uccelli delle), 464
 (produzioni delle), 471-74
- Galaxias*, sua immensa distribuzione, 459
- Galeopithecus*, 238
- Gallinella d'acqua, 241
- Gallo di brughiera:
 (colori del), 157
 inglese, specie incerta, 127
- Gärtner, Joseph:
 sulla sterilità degli ibridi, 342-43, 348
 sui reciproci incroci, 350
 sull'incrocio del granturco e del *Verbascum*, 365-66
 sul confronto degli ibridi con i meticcii, 367-369
- Gatti:
 con occhi azzurri, sordi, 93
 muovono la coda quando si preparano a scattare, 263
 (variazioni nelle abitudini dei), 312
- Gaudry, Albert, sui generi intermedi dei mammiferi fossili dell'Attica, 414
- Gazza domestica in Norvegia, 312
- Geikie, sulla degradazione subaerea, 376
- Genealogia, sua importanza nella classificazione, 488-89
- Generazioni alternate, 506
- Geoffroy Saint-Hilaire, Étienne:
 sull'equilibrio, 214
 sugli organi omologhi, 502
- Geoffroy Saint-Hilaire, Isidore:
 sulla correlazione nelle mostruosità, 93
 sulla variabilità delle parti che si ripetono, 215
 sulle malformazioni, 212
 sulle parti variabili spesso mostruose, 220
- Geografia antica, 550
- Geologia:
 (futuri progressi della), 550
 imperfezione della sua documentazione, 550
- Gervais, sul *Tyotherium*, 415
- Ghiandole mammarie, 292
- Giappone (produzione del), 450, 453
- Giava (piante di), 453
- Ginestrone, 508
- Giraffa:
 (coda della), 257
 (struttura della), 278-80
- Gmelin, sulla distribuzione, 445
- Godwin-Austen, sull'Arcipelago malese, 391
- Goethe, sulla compensazione dell'accrescimento, 214
- Gomphia*, 276
- Gould, Aug. A., sui molluschi terrestri, 470
- Gould, John:
 sui colori degli uccelli, 203
 sugli istinti del cuculo, 318
 sulla distribuzione dei generi degli uccelli, 475
- Graba, sull'*Uria lacrymans*, 164
- Gran Bretagna (mammiferi della), 469
- Granito (aree di) denudato, 384
- Granturco incrociato, 366
- Gray, Asa:
 sulla variabilità delle querce, 128
 l'uomo non è causa della variabilità, 153
 sul sesso dell'agrifoglio, 166-67
 sugli alberi degli Stati Uniti, 171, 184
 sulla rarità delle varietà intermedie, 234
 sull'estivazione, 275
 sulle piante alpine, 445
- Gray, J. E., sul mulo striato, 226-27
- Grimm, sulla riproduzione asessuale, 507
- Gruppi aberranti, 497-98
- Günther, Albert:
 sui pesci piatti, 290
 sulle code prensili, 291
 sui pesci di Panama, 431
 sulla distribuzione dei pesci di acqua dolce, 459-60
 sugli arti del *Lepidosiren*, 519

- Haast, sui ghiacciai della Nuova Zelanda, 451
- Haeckel, sulla classificazione e sulle linee di discendenza, 501
- Halitherium*, 415
- Harcourt, E. V., sugli uccelli di Madera, 465
- Hartung, sui massi nelle Azzorre, 444
- Hector, sui ghiacciai della Nuova Zelanda, 451
- Heer, Oswald:
sulle piante anticamente coltivate, 98
sulle piante di Madera, 176
- Helianthemum*, 276
- Helix pomatia*, 470
resistente all'acqua salata, 470
- Helmholtz, sull'imperfezione dell'occhio umano, 264
- Helosciadium*, 440
- Hensen, sugli occhi dei Cefalopodi, 251
- Herbert, W., 77
sulla lotta per l'esistenza, 138
sulla sterilità degli ibridi, 344-45
- Heron, sui pavoni, 162
- Heusinger, maiali bianchi avvelenati da certe piante, 93
- Hewitt, sulla sterilità dei primi incroci, 356
- Hildebrand, sulla sterilità del *Corydatis*, se fecondato dal polline della stessa pianta, 345
- Hilgendorf, sulle varietà intermedie, 385
- Himalaya:
(ghiacciai dell'), 451
(piante dell'), 453
- Hippeastrum*, 345, 353
- Hippocampus*, 292
- Hofmeister, sui movimenti delle piante, 300
- Hooker, Joseph Dalton:
l'uomo non è causa della variabilità, 153
sugli alberi della Nuova Zelanda, 171
sulle specie endemiche australiane, 198-99
sull'acclimazione degli alberi dell'Himalaya, 209
sui fiori delle ombrellifere, 213
sulla posizione degli ovuli, 273
sui ghiacciai del Libano, 450
sui ghiacciai dell'Himalaya, 451
sulle piante delle montagne di Fernando Po, 453
sulle piante della Terra del Fuoco, 452
sulle piante dell'Australia, 453, 472
sulle alghe della Nuova Zelanda, 454
sulla vegetazione ai piedi dell'Himalaya, 454
sulle relazioni della flora dell'America, 456
sulla flora delle Terre antartiche, 457, 472
sulle piante delle Galápagos, 466, 471
- Hopkins, sul denudamento dei depositi litotali e sublittorali, 383
- Huber, François, sulle celle delle api, 329-30
- Huber, Pierre:
sulla ragione unita all'istinto, 308
se gli istinti siano dovuti all'abitudine, 309
sull'istinto di schiavitù nelle formiche, 320-322
sulla *Melipona domestica*, 325-26
- Hudson:
sul picchio della Plata, 241
sul *Molotbrus*, 319
- Hunter, J., sui caratteri sessuali secondari, 217
- Hutton, sull'incrocio delle oche, 347
- Huxley, Thomas Henry:
sulla struttura degli ermafroditi, 172
sulle affinità dei sirenidi, 413
sulle forme di connessione fra uccelli e rettili, 415
sugli organi omologhi, 505
sullo sviluppo degli afidi, 510
- Hydra* (struttura dell'), 246
- Hyosieris*, 275
- Ibla*, 215
- Ibridi e meticcî (confronto fra), 367-70
- Ibridismo, 341
- Iceberg che trasportano semi, 443
- Imenotteri combattenti, 161
- Imenottero acquatico (*Proctotrupes*), 241
- Incrocio:
(importanza dell') nel mutamento delle razze, 99-100
(vantaggi dell'), 168-72, 359
sfavorevole alla selezione, 169
- Individui:
loro numero favorevole alla selezione, 172-173
numerosi, se creati simultaneamente, 437
- Inferiorità di struttura:
sua connessione con la variabilità, 215-16
sua relazione con una estesa distribuzione, 476
- Innesto (attitudine all'), 352-53
- Insetti:
(colore degli) adattato al loro ambiente, 157
viventi in vicinanza del mare (colore degli), 203

- ciechi, nelle grotte, 207
 luminosi, 251
 loro somiglianza con certi oggetti, 283
 neutri, 336-37
- Isolamento favorevole alla selezione, 174
- Isole antartiche (antica flora delle), 472
- Isole coralline (semi gettati sulle), 441
- Isole delle Indie occidentali (mammiferi delle), 469
- Isole oceaniche, 463-69
- Istinti domestici, 309-15
- Istinto, 308
 di schiavitù, 320
 non varia insieme alla struttura, 335
- Jones, J. M., sugli uccelli di Bermuda, 465
- Jourdain, sugli occhi-macchia delle stelle di mare, 243
- Jukes, sulla degradazione subaerea, 376
- Jussieu, Antoine de, sulla classificazione, 485-486
- Kentucky (caverne del), 206-07
- Kerguelen (flora di), 457, 472
- Kirby, sui tarsi mancanti in certi colcatteri, 204-05
- Knight, Andrew:
 sulla causa di variazione, 89
 sull'incrocio, 168
- Kölreuter, Josef Gottlieb:
 sull'incrocio, 168
 sul crespino, 170
 sulla sterilità degli ibridi, 342
 sugli incroci reciproci, 350
 sulle varietà incrociate di *Nicotiana*, 366-367
 sull'incrocio di fiori maschi ed ermafroditi, 518
- Lamantino (unghie rudimentali del), 521
- Lamarck, sui caratteri di adattamento, 492
- Lancetta (anfiosso), 195
- Landois, sullo sviluppo delle ali degli insetti, 248
- Lankester, E. Ray:
 sulla longevità, 269
 sulle omologie, 505
- Larve, 507-11
- Leggi della variazione, 202
- Legname galleggiante, 439-40
- Leguminose, nettare secreto dalle loro ghiandole, 165
- Leibniz, suo attacco contro Newton, 544
- Leone:
 (criniera del), 161
 (giovane del) striato, 508
- Lepidosiren*, 177, 416
- arti allo stato nascente, 519
- Lewes, G. H.:
 sul fatto che nessuna specie di animali è cambiata in Egitto, 270
 sulla *Salamandra atra*, 518
 sull'evoluzione di molte forme alle origini della vita, 548
- Libellula (tubo digerente della), 246
- Lingue (classificazione delle), 489
- Lingula* del silurico, 397
- Linneo (aforisma di), 483-85
- Lobelia fulgens*, 147, 170
 sterilità degli incroci, 344
- Lockwood, sulle uova dell'*Hippocampus*, 292
- Locuste che trasportano semi, 442
- Logan, William, sulla formazione laurenziana, 398
- Lontra (abitudini della) come le ha acquisite, 237
- Lotta per l'esistenza, 137
- Lowe, R. T., sulle locuste che invadono Madeira, 442
- Lubbock, John:
 sui nervi del *Coccus*, 122
 sui caratteri sessuali secondari, 221
 su un imenottero acquatico, 241
 sull'affinità, 390
 sulle metamorfosi, 506, 508
- Lucas, Prosper:
 sull'eredità, 94
 sulla somiglianza del figlio con il genitore, 370
- Lund e Clausen, sui fossili del Brasile, 424
- Lupo:
 incrociato col cane, 313
 delle isole Falkland, 467
- Lyell, Charles:
 sulla lotta per l'esistenza, 138
 sulle moderne trasformazioni della terra, 168
 sugli animali terrestri che non hanno avuto sviluppo nelle isole, 282
 sui molluschi terrestri scoperti negli strati carboniferi, 381

- strati sotto il silurico, 398
 sull'imperfezione della documentazione geologica, 401
 sulla comparsa delle specie, 402
 sulle «colonie» di Barrande, 403
 sulle formazioni terziarie dell'Europa e dell'America settentrionale, 410
 sul trasporto dei semi sugli iceberg, 443-444
 sui grandi cambiamenti di clima, 458
 sulla distribuzione dei molluschi d'acqua dolce, 461
 molluschi terrestri a Madera, 474
- Lyell e Dawson, sugli alberi fossili nella Nuova Scozia, 388
- Lythrum salicaria*, trimorfica, 361
- Macleay, sui caratteri analogici, 492
- Macrauchenia*, 415
- Madera:
 (piante di), 176
 (coleotteri senza ali di), 205
 (conchiglie fossili di), 424
 (uccelli di), 465
- Maiale:
 nero, su di esso non hanno nessun effetto le radici rosse, 94
 modificato dalla mancanza di esercizio, 259
- Malm, sui pesci piatti, 289-90
- Malpighiacee:
 (fiori piccoli imperfetti delle), 274, 485-86
- Mammelle:
 allargate dall'uso, 93
 rudimentali, 517
 loro sviluppo, 291
- Mammiferi:
 fossili appartenenti all'era secondaria, 395
 insulari, 467
- Mare (Aralo-Caspico), 424
- Marsupiali dell'Australia, 185
 struttura delle loro zampe, 501
 (specie fossili dei), 424
- Martens, esperimento sui semi, 440
- Martin, W. C., sui muli striati, 227
- Maschi combattenti, 161
- Massi erratici, alle Azzorre, 443-44
- Masters, sulla *Saponaria*, 276
- Matteucci, sugli organi elettrici delle razze, 249
- Matthiola* (incroci reciproci della), 350
- Maurandia*, 300
- M'donnel, R., sugli organi elettrici, 250
- Melo (innesti di), 352-53
- Melipona domestica*, 325-27, 331-32
- Merlo acquaiolo, 241
- Merrell, sul cuculo americano, 316
- Metamorfosi delle antichissime rocce, 398
- Metici:
 (fecondità e sterilità dei), 363
 loro confronto con gli ibridi, 367
- Mezzi di dispersione, 437
- Myantus*, 490
- Miller, sulle celle delle api, 326, 329
- Mimo poliglotta delle Galápagos, 474
- Milne-Edwards, Henri:
 sulla divisione fisiologica del lavoro, 185
 sulle gradazioni della struttura, 256
 sui caratteri embriologici, 486
- Mirabilis* (incroci della), 350
- Mivart, St George:
 sulla relazione fra peli e denti, 212
 sugli occhi dei cefalopodi, 251
 varie obiezioni alla selezione naturale, 277-297
 sulle modificazioni improvvise, 304-06
 sulla somiglianza fra il topo e l'*antechinus*, 492
- Molluschi terrestri:
 (distribuzione dei), 470
 naturalizzati a Madera, 474
 resistenti all'acqua salata, 470
- Molothrus* (abitudini del), 319-20
- Moltiplicazione non indefinita delle specie, 199
- Monacanthus*, 490
- Mondo (specie che cambiano simultaneamente nel), 410
- Mons, van, sull'origine degli alberi da frutto, 107
- Montagne Bianche (flora delle), 445
- Moquin-Tandon, sulle piante che vivono vicino al mare, 203
- Morfologia, 501
- Morren, sulle foglie di *Oxalis*, 300
- Mostruosità, 120
- Mozart (capacità musicale di), 309
- Muli striati, 227
- Müller, Adolf, sugli istinti del cuculo, 317
- Müller, Fritz:
 sui crostacei dimorfi, 123, 336

- sulla lancetta (anfiosso), 195
 sulla respirazione aerea dei crostacei, 252
 sulle piante rampicanti, 300
 sulla sterilità delle orchidacee fecondate dal polline della stessa pianta, 345
 sull'embriologia in relazione alla classificazione, 486
 sulle metamorfosi dei crostacei, 510, 515
 sugli organismi terrestri e d'acqua dolce che non subiscono alcuna modificazione, 514
- Murchison, Roderick:
 sulle formazioni della Russia, 381
 sull'estinzione, 406
- Murie, sulle modificazioni del cranio nella vecchiaia, 248
- Mustela vison*, 237
Myrmecocystus, 336
Myrmica (occhi della), 337
- Nägeli, Karl Wilhelm von, sui caratteri:
 morfologici, 276
- Nautilus* silurico, 397
- Nathusius, von (sui maiali), 259
- Naturalizzazione:
 delle forme diverse dalle specie indigene, 184-85
 nella Nuova Zelanda, 263-64
- Naudin:
 sulle variazioni analoghe nelle zucche, 223
 sulle zucche ibridate, 366
 sulla reversione, 368
- Nelumbium luteum*, 461
- Nettario, come è formato, 165
- Nettare delle piante, 165
- Newman, sui bombi, 148
- Newton, sulla terra attaccata a una zampa di pernice, 443
- Nicotiana*:
 (varietà incrociate della), 367
 specie molto sterili, 349
- Nidi (variazioni nei), 311-12, 336
- Nitsche, sui polizoi, 295
- Noble, sulla fecondità del rododendro, 345
- Nocciolate, 440
- Noduli fosfatici nelle rocce azoiche, 398
- Non uso (effetti del), allo stato di natura, 204
- Nuova Zelanda:
 (prodotti naturalizzati della), 423
 (uccelli fossili della), 424
 (ghiacciai della), 451
 (crostacei della), 454
 (alghe della), 454
 (numero di piante della), 464
 (flora della), 472
- Occhi:
 correzione per aberrazione, 264
 ridotti nelle talpe, 206
 (struttura degli), 242-52
- Oceano Pacifico (fauna dell'), 432
- Oche:
 loro fecondità quando vengono incrociate, 346
 che vivono quasi sempre sulla terra, ma hanno piedi palmati, 241-42
- Ombrellifere:
 (fiori e semi delle), 212-13
 (fiori esterni e interni delle), 274
- Onites apelles*, 205
- Ononis* (piccoli fiori imperfetti dell'), 274
- Orchidea:
 (fecondazione dell'), 254-55
 (lo sviluppo dei primi fiori dell'), 297-98
 (forme dell'), 490
- Orchis* (polline dell'), 251
- Orecchie, pendenti, negli animali domestici, 93
- Organi:
 di estrema perfezione, 242
 elettrici di pesci, 249-50
 di scarsa importanza, 256-57
 omologhi, 501
 rudimentali, importanti per la classificazione, 484-85
 (rudimenti degli), nascenti, 517-18
- Organizzazione (tendenza al progresso della), 193-96
- Ornitorinco, 177, 485
 (mammelle dell'), 292
- Orticoltori (selezione applicata dagli), 109
- Orso che prende insetti acquatici, 240
- Ostacoli:
 all'aumento numerico, 142
 mutui, 145
- Owen, Richard:
 sugli uccelli che non volano, 204
 sulla ripetizione vegetativa, 215-16
 sulla variabilità di parti sviluppate anormalmente, 216
 sugli occhi dei pesci, 245
 sulle vesciche natatorie dei pesci, 247
 sul cavallo fossile della Plata, 407

- sulla forma generalizzata, 414
 sul rapporto fra ruminanti e pachidermi, 414
 sugli uccelli fossili della Nuova Zelanda, 424
 sulla successione dei tipi, 424
 sulle affinità del dugongo, 484
 sugli organi omologhi, 502
 sulle metamorfosi dei cefalopodi, 510
- Paley, nessun organo è formato allo scopo di procurare dolore, 263
- Pallas, sulla fecondità dei discendenti domestici di un capostipite selvatico, 347
- Palma con uncini, 258
- Papaver bracteatum*, 275
- Paraguay, bestiame distrutto dalle mosche, 147
- Parassiti, 319
- Parti molto sviluppate variabili, 216
- Parus major*, 240
- Passiflora*, 344
- Paura istintiva negli uccelli, 315
- Pecore *merinos*:
 loro selezione, 109
 due sottorazze prodotte per caso, 112
 varietà montane, 149
- Pedicellarie, 295
- Pelargonio:
 (fiori dei), 213
 (sterilità dei), 345
- Peli e dentatura (correlazione fra), 212
- Pelliccia folta nei climi freddi, 203
- Peloria, 213
- Periodo glaciale, 445
 verificatosi al nord e al sud, 450
- Pernice con zolla di terra artaccata a una zampa, 443
- Pero (innesti del), 352
- Pesce:
 volante, 239
 che mangia semi, 442, 462
- Pesche negli Stati Uniti, 151
- Pesci:
 ganoidi, attualmente limitati all'acqua dolce, 176
 (organi elettrici dei), 249-50
 ganoidi, che vivono nell'acqua dolce, 409
 dell'emisfero australe, 454
 piatti (loro struttura), 288-90
 teleostei (improvvisa comparsa dei), 396
- Phasianus*, fecondità degli ibridi, 346
- Piante:
 velenose non hanno alcun effetto su certi animali colorati, 94
 (selezione applicata alle), 113
 (graduale miglioramento delle), 113
 non migliorano nelle regioni abitate da popoli primitivi, 114
 dimorfiche, 123, 360
 distrutte dagli insetti, 143
 nella loro area di distribuzione devono lottare con le altre piante, 151
 (nettare delle), 165
 rampicanti, 247, 258, 297-301
 d'acqua dolce (distribuzione delle), 461-62
 quanto più in basso nella scala, tanto più sono diffuse, 476
- Picchio:
 (abitudine del), 240-41
 (colore verde del), 258
- Pictet:
 su gruppi di specie che appaiono improvvisamente, 393-94, 396
 sulla velocità del cambiamento organico, 403
 sulla continua successione dei generi, 405
 sul cambiamento delle più tarde forme terziarie, 369
 sulla stretta affinità dei fossili di formazioni consecutive, 419
 sui primi anelli di transizione, 394
- Piedi palmati negli uccelli acquatici, 241-42
- Pierce, sulle varietà dei lupi, 163
- Pipistrelli:
 come hanno acquistato la loro struttura, 238
 (distribuzione dei), 468
- Pistillo rudimentale, 518
- Piumaggio, leggi del cambiamento nei sessi degli uccelli, 162
- Pleuronettidi, loro struttura, 288-90
- Pointer (origine del), 111
- Polizoi (avicularie dei), 295-96
- Polli (istintiva mansuetudine dei), 315
- Polline:
 degli abeti, 265
 trasportato da vari luoghi, 254-55
- Poole, sull'emione striato, 227
- Potamogeton*, 462
- Pouchet, sui colori della sogliola, 290

- Prestwich, sulle formazioni inglesi e francesi dell'eocene, 413
- Procellarie (abitadini delle), 242
- Proctotrupes*, 241
- Produzioni d'acqua dolce (dispersione delle), 459-63
- Progressione dell'aumento, 139-41
- Proteolepas*, 215
- Proteus*, 208
- Prugne negli Stati Uniti, 158
- Pungiglione dell'ape, 264
- Pyrgoma*, 396
- Puffinuria berardi*, 241
- Quatrefages, Jean-Louis-Armand, sulle falde notturne, ibride, 346
- Querce (variabilità delle), 127
- Radcliffe, sull'organo elettrico della torpedine, 250
- Ragione e istinto, 308
- Ragni (sviluppo dei), 510
- Ralli, 241
- Ramond, sulle piante dei Pirenei, 447
- Ramsay:
sulla degradazione subaerea, 376
sullo spessore delle formazioni in Gran Bretagna, 377-78
- Ratti:
distrutti da altri ratti, 150
(acclimazione dei), 209-10
ciechi, nelle caverne, 206-07
- Razze:
aborigene di animali domestici, 99
domestiche (carattere delle), 96-97
- Reattino (nidi del), 340
- Reciprocità degli incroci, 350
- Rengger, sulle mosche che distruggono il bestiame, 147
- Reni degli uccelli, 212
- Reversione:
legge di eredità, 95-96
nei colombi dal colore blu, 223
- Rhododendron* (sterilità del), 345
- Ribes (innesto sul), 353
- Ricapitolazione generale, 525
- Richard, sull'*Aspicarpa*, 485-86
- Richardson, J.:
sulla struttura degli scoiattoli, 237
sui pesci dell'emisfero meridionale, 454
- Riproduzione (velocità della), 140
- Robinia (innesti di), 353
- Roditori, ciechi, 206
- Rogers, carta dell'America settentrionale, 384
- Rondoni (nidi dei), 333
- Rüttimeyer, sul bestiame indiano, 99, 347
- Sageret, sugli innesti, 353
- Saint-Hilaire, Auguste de:
sulla variabilità di certe piante, 275
sulla classificazione, 486
- Saint-Hilaire, Geoffroy, Étienne e Isidore,
vedi Geoffroy Saint-Hilaire:
- Salamandra atra*, 518
- Saliva usata nella costruzione dei nidi, 333
- Salmoni maschi combattenti a mascelle uncinata, 161
- Salter, sulla morte prematura degli embrioni ibridi, 356
- Salvin, sui becchi delle anitre, 286
- Sant'Elena (produzioni di), 464
- Saurophagus sulphuratus*, 240
- Saussure, de, sul *Colaptes*, 241
- Schacht, sulla fillotassi, 274
- Schiödde:
sugli insetti ciechi, 207
sui pesci piatti, 284
- Schlegel, sui serpenti, 212
- Schöbl, sulle orecchie del topo, 273
- Scimmie:
non hanno acquistato capacità intellettuale, 283
fossili, 395
- Scoiattoli (gradazione nella struttura degli), 237-38
- Scott, J.:
sulla sterilità delle orchidee quando vengono fecondate dal polline della stessa pianta, 345
sull'incrocio delle varietà di *Verbascum*, 366
- Sdentati (denti e peli degli), 212
- Sebright, J., sugli animali incrociati, 100
- Sedgwick, sui gruppi di specie improvvisamente comparse, 393
- Selezione:
dei prodotti domestici, 107
(principio di) sua origine non recente, 110
inconscia, 111
naturale, 153
sessuale, 160-62
obiezioni al termine, 154
naturale, non ha condotto alla sterilità, 354

- Semi (nutrimento nei), 151
 alati, 214
 mezzi di disseminazione, 253, 262, 439-44
 potere di resistenza all'acqua salata, 439-441
 nel gozzo e negli intestini degli uccelli, 441
 mangiati dai pesci, 442, 462
 nel fango, 461-62
 uncinati, nelle isole, 466
 di erba distrutti dagli insetti, 143
- Senape di campo, 150
- Serpente a sonagli, 263
- Sessi (relazione dei), 160
- Sfecide parassitica, 320
- Silene*, sterilità degli incroci, 349
- Silliman, sul topo cieco, 207
- Sirenidi, loro affinità, 415
- Sistema devoniano, 418
- Sistema naturale, 482
- Sitaris* (metamorfosi del), 515
- Smith, Frederik:
 sull'istinto della schiavitù delle formiche, 321
 sulle formiche neutre, 336-37
- Smith, Hamilton, sulle strisce del cavallo, 227
- Somerville, sulla selezione della pecora, 109
- Somiglianza:
 protettiva degli insetti, 283
 coi genitori, nei meticci e negli ibridi, 372
- Sorbus* (innesti del), 353
- Sorex*, 492
- Spaniel, razza del re Carlo, 112
- Specializzazione degli organi, 193
- Specie:
 polimorfiche, 122
 comuni, variabili, 129
 dominanti, 131
 variabili in grandi generi, 130
 (gruppi di), improvvisamente comparsi, 393, 397
 precedenti al silurico, 398
 comparse successivamente, 401
 cambiate simultaneamente nel mondo, 410
- Spencer, Herbert:
 sui primi passi nella differenziazione, 196
 sulla tendenza all'equilibrio in tutte le forme, 360
- Spencer, Lord, sul miglioramento del bestiame bovino, 112
- Sporting plants*, 92
- Sprengel., C. C.:
 sull'incrocio, 168
 sui fiori periferici, 213
- Squalodon*, 415
- St John, sulle abitudini dei gatti, 312
- Staffordshire (mutamenti di vegetazione nello), 147
- Stato domestico (variazione allo), 89
- Stelle di mare:
 occhi delle, 243
 loro pedicellarie, 293-95
- Sterilità:
 per le mutate condizioni di vita, 91
 degli ibridi, 341-43
 (leggi della), 347
 (cause della), 354
 non dovuta alla selezione naturale, 354-55
 per condizioni sfavorevoli, 358
- Strati (spessore degli) in Gran Bretagna, 378
- Storia naturale (futuri progressi della), 549
- Strisce sui cavalli, 226
- Strumenti di selce, provano l'antichità dell'uomo, 98
- Struttura (gradi di utilità della), 261
- Struzzo:
 incapace di volare, 282
 sua abitudine di covare promiscuamente, 320
 americano (due specie di), 432
- Successione:
 geologica, 402
 di tipi nelle stesse aree, 424
- Sviluppo delle antiche forme, 420
- Svizzera (abitazioni lacustri della), 98
- Swaysland, sulla terra rimasta attaccata alle zampe degli uccelli migratori, 443
- Tabacco (varietà incrociate di), 366-67
- Tacchino:
 ciuffo di piume sullo sterno, 162
 (giovane individuo del) istintivamente selvatICO, 315
- Talpe cieche, 206
- Tanais dimorfico, 123
- Tarsi:
 anteriori tronchi di coleotteri coprofagi, 204
 mancanti in alcuni esemplari di coleotteri, 205
- Tausch, sulle ombrellifere, 275
- Tegetmeier, sulle celle delle api, 327, 331

- Temminck, sulla distribuzione usata per la classificazione, 487
- Tempo:
 (durata del), 375
 per se stesso non è causa di modificazioni, 173
- Terra:
 semi nelle radici degli alberi, 441
 piena di semi, 443-44
- Terra del Fuoco (cani della), 314
 (piante della), 457
- Thompson, W.:
 sul consolidamento della crosta terrestre, 398
 sull'età del mondo abitabile, 531
- Thouin, sugli innesti, 353
- Thuret, sul *fucus* incrociato, 350
- Thylacinus*, 493
- Thwaites, sulla acclimazione, 209
- Tipo (unità del), 267-68
- Tipi (successione dei) nella stessa area, 424
- Tomes, sulla distribuzione dei pipistrelli, 468
- Topi:
 che distruggono i bombi, 148
 (acclimazione dei), 209-10
 (code dei), 291
- Topinambur, 210
- Toporagno, 492
- Tordo, 150
 (piccolo del) macchiato, 508
 (nidi di), 340
- Trampolieri, 461
- Transizioni nelle varietà rare, 232
- Traquair, sui pesci piatti, 290
- Trautschold, sulle varietà intermedie, 385
- Trifoglio visitato dalle api, 167
- Trifolium*:
 pratense, 148
 pratense e *incarnatum*, 167
- Trigonia*, 409
- Trilobiti, 398
 (improvvisa estinzione delle), 409
- Trimen, sulla capacità mimetica degli insetti, 496
- Trimorfismo nelle piante, 123, 360-63
- Trogodytes*, 340
- Tuco-tuco, cieco, 206
- Typotherium*, 415
- Uccelli:
 come divengono paurosi, 312
 (bellezza degli), 262
 che attraversano ogni anno l'Atlantico, 444
 loro colore nei continenti, 203
 fossili nelle grotte del Brasile, 424
 di Madera, Bermuda e Galápagos, 465-66
 canto dei maschi, 161
 che trasportano i semi, 443-44
 trampolieri, 461
 senza ali, 204-05, 238
Ulex (prime foglie dell'), 508
 Uncini delle palme, 258
 Unghie rudimentali, 521
 Uomo (origine dell'), 551
 Uova, giovani uccelli che ne escono, 159
Uria lacrymans, 164
- Uso:
 (effetti dell'), allo stato domestico, 93
 (effetti dell'), allo stato naturale, 204
- Utilità, fino a qual punto sia importante nella costruzione delle singole parti, 260-61
- Uva spina (innesti sull'), 353
- Valenciennes, sui pesci d'acqua dolce, 460
- Variabilità dei meticcici e degli ibridi, 368
- Variazione:
 allo stato domestico, 89
 causata dal sistema di riproduzione, 91
 allo stato di natura, 120
 (leggi della), 202
 correlata, 93, 211, 259
- Variazioni:
 apparse alle età corrispondenti, 95, 159
 analoghe in specie distinte, 222
- Varietà:
 naturali, 118
 (lotta fra), 149
 domestiche (estinzione delle), 178
 di transizione (rarietà delle), 232
 feconde se incrociate, 365
 sterili se incrociate, 365
 (classificazione delle), 489
- Veleni:
 non hanno alcun effetto su certi animali colorati, 93
 (simile effetto dei) su animali e piante, 547-548
- Verbascum*:
 (sterilità del), 344
 (varietà del) incrociato, 366
- Verlot, sulla violacciocca annuale doppia, 335

- Verneuil, sulla successione delle specie, 411
- Vescica natatoria nel pesce, 247
- Vibracula* dei polizoi, 296
- Viola*:
(fiori piccoli e imperfetti della), 240
tricolor, 147
- Virchow, sulla struttura delle lenti cristalline, 245
- Virginia (maiali della), 94
- Viscaccia, 432
(affinità della), 498
- Vischio (complesse relazioni del), 86-87
- Vita (lotta per la), 138
- Viticci, loro sviluppo, 298-311
- Volo (come si acquista la capacità al), 239-411
- Wagner, sulla cecidomia, 506-07
- Wagner, Moritz, sull'importanza dell'isolamento, 175
- Wallace, Alfred Russell:
sull'origine delle specie, 85
sul limite della variazione allo stato domestico, 118
sul dimorfismo dei lepidotteri, 123
sulle razze dell'Arcipelago malese, 125
sul perfezionamento degli occhi, 244
sull'insetto stecco, 284
sulle leggi della distribuzione geografica, 437
sull'Arcipelago malese, 469
sulla capacità mimetica degli animali, 496
- Walsh, B. D.:
sulle forme fitofaghe, 126
sulla variabilità analogica, 223
- Waterhouse:
sui marsupiali australiani, 185
sulle parti molto sviluppate che sono variabili, 216-17
sulle celle delle api, 325
sulle affinità generali, 498
- Watson, H. C.:
sulla acclimazione, 209
sulla convergenza, 197
sulla classificazione delle varietà delle piante di Gran Bretagna, 124, 135
sulla flora delle Azzorre, 443-44
sulla indefinita moltiplicazione delle specie, 197
- sulle piante alpine, 447
sulla rarità delle varietà intermedie, 234
- Weale, sulle locuste che trasportano semi, 442-443
- Weismann, August:
sulle cause della variabilità, 90
sugli organi rudimentali, 520
- Westwood:
sulle specie appartenenti a grandi generi simili alle altre, 134
sui tarsi degli *Engidæ*, 221
sulle antenne degli insetti imenotteri, 484
- Wichura, Max, sugli ibridi, 356, 358, 368
- Wollaston:
sulle varietà di insetti, 125
sulle varietà fossili di conchiglie a Madeira, 130
sui colori degli insetti sulla costa marina, 203
sui coleotteri senza ali, 205-06
sulla rarità delle varietà intermedie, 234
sugli insetti insulari, 464
sui molluschi terrestri naturalizzati di Madeira, 474
- Woodward:
sulla durata delle forme specifiche, 386
sul *Pyrgoma*, 396
sulla continua successione dei generi, 405
sulla successione dei tipi, 424
- Wright, Chauncey:
sulla giraffa, 280
sui mutamenti improvvisi, 306
- Wyman:
sulla correlazione dei colori e degli effetti del veleno, 93
sulle celle dell'ape, 326
- Youatt:
sulla selezione, 108
sulle sottorazze della pecora, 112
sulle corna rudimentali del bestiame giovane, 521
- Zampe di uccelli (giovani molluschi attaccati alle), 461
- Zanthoxylon*, 275
- Zebra (strisce della), 225-28
- Zeuglodon*, 415
- Zucche incrociate, 366

BOLLATI BORINGHIERI

Indice dei nomi

- Abker Khan, 106
Adler, Saul, 28 n
Agassiz, Alexander, 293-95
Agassiz, Jean-Louis-Rodolphe, 208, 389, 393, 396, 399, 401, 414, 423, 445, 486, 516
Agostino, santo, 49
Alvarez, W. C., 28 n
Archiac, Étienne-Jules-Adolphe Desmier de Saint-Simon, Vicomte de, 411
Aristotele, 75 n
Aucapitaine, Henri, 470
Audubon, John James, 241, 311, 462
Azara, Felix de, 147, 240
- Babington, Charles Cardale, 124
Baer, Karl Ernst von, 83, 193, 422, 507-08
Baker, S. sir, 280
Balbo, Lola, 39 n
Barlow, Nora, 70-71
Barrande, Joachim, 398-99, 401, 403, 406, 411-15
Barrett, P. H., 69, 71
Bartlett, Abraham Dee, 286-87
Bates, Henry Walter, 338, 475, 494-96
Beer, Gavin de sir, 69, 71
Bentham, George, 124, 487
Berg, Lev S., 49
Berkeley, Miles Joseph, 439
Birch, Samuel, 106
Blanchard, Raphaël, 47
Blyth, Edward, 33, 99, 225, 347
Bonelli, Franco Andrea, 43
Borrow, George Henry, 112
Bory de Saint-Vincent, Jean-Baptiste, 82 n, 467
Bosquet, Joseph-Augustin-Hubert, 396
- Boué, Ami, 384
Brace, Charles Loring, 77
Braun, Alexander Carl Heinrich, 275
Brehm, Alfred Edmund, 291
Brent, Bernard Peirce, 314
Broca, Pierre-Paul, 271
Bronn, Heinrich Georg, 82 n, 270-71, 273, 386, 402
Brown, Robert, 484-85
Brown-Séquard, Charles-Édouard, 205
Bruce, James, 407
Buch, Leopold von, 78
Buckland, William, 414
Buffon, Intendente del Giardino del Re, 17 e n, 23
Burdach, Karl Friedrich, 82 n
Burkhardt, Frederick, 71
Busk, George, 295-96
Buzareingues, Louis-François-Charles Girou de, 366
- Candolle, Alphonse-Louis-Pierre Pyrame de, 127-28, 130, 184, 198, 213-14, 233, 275, 441, 456, 461-62, 464, 466, 474, 476
Candolle, Augustin Pyrame de, 138, 213, 498
Canestrini, Giovanni, 46
Carpenter, William Benjamin, 421
Cartesio (René Descartes), 22
Cattaneo, Giacomo, 46
Cautley, Proby Thomas, 425
Celli, Giorgio, 71
Chiarelli, Brunetto, 27 n, 70
Claparède, René-Édouard, 253
Clarke, William Branwhite, 451, 466
Clausen, Peter, 424
Clift, William, 424

BOLLATI BORINGHIERI

- Cope, Edward Drinker, 48, 248-49
 Correns, Carl, 55
 Croce, Benedetto, 52, 53 e n, 54
 Croll, James, 376, 378, 398, 452, 454, 458
 Crüger, Hermann, 254-55
 Cunningham, Robert Oliver, 204
 Cuvier, Frédéric, 308
 Cuvier, Georges, 19-23, 31, 267, 395, 401, 414, 509
- Dana, James Wight, 207, 450, 454
 Darwin, Charles Robert, 11, 15, 17, 19, 23-25, 27 n, 28 n, 30-37, 38 e n, 39-41, 43, 45, 50-51, 55-57, 60-61, 63-64, 67-72, 283
 Darwin, Doddy, 68
 Darwin, Erasmus, 24, 31, 67, 76 n
 Darwin, Francis, 38 n, 70-71
 Darwin, Robert, 24
 Dawson, John William, 381, 388, 399
 De Filippi, Filippo, 43-44, 45 e n,
 Desmond, Adrian, 68
 Diderot, Denis, 17
 Disraeli, Benjamin, 40
 Dobzhansky, Theodosius, 57, 59
 Downing, Andrew Jackson, 158
- Earl, George Windsor, 468
 Edwards, W. W., 226
 Eimer, Theodor, 49
 Eiseley, L. C., 33 n
 Elder, Smith, 69
 Elie de Beaumont, Jean-Baptiste-Armand-Louis-Léonce, 406
 Elliot, Walter, 100
 Ekman, Paul, 70
 Engels, Friedrich, 38
 Eschwege, Wilhelm Ludwig von, 384
 Eyton, Thomas Campbell, 346
- Fabre, Jean-Henri, 161, 320, 515
 Falconer, Hugh, 141, 390, 401-02, 407, 419, 425
 Fenizia, Carlo, 43 e n
 Ferri, Enrico, 39
 Fischer, Ronald Aylmer, 59
 Flourens, Marie-Jean-Pierre, 43, 47
 Flower, William Henry, 293, 415, 493, 501
 Focher, Federico, 67
 Forbes, D., 451
- Forbes, Edward, 203, 233, 379, 381, 398, 401, 405, 437-38, 446, 450, 457, 479
 Fratini, Luciana, 24 n
 Freeman, R. B., 69
 Freke, Henry, 81
 Fries, Elias Magnus, 82 n, 134
 Frizzi, G., 64 n
- Galton, Francis, 52, 55
 Gardner, George, 452
 Gärtner, Joseph, 170, 342-45, 347-50, 355, 363-69, 526
 Gaudry, Jean-Albert, 414
 Geikie, sir Archibald, 376
 Geoffroy Saint-Hilaire, Etienne, 23, 214, 502
 Geoffroy Saint-Hilaire, Isidore, 76 e n, 81, 83, 93, 118, 212, 215, 220
 Gervais, François-Louis-Paul, 415
 Giard, Alfred, 43
 Gmelin, Johann Georg, 445
 Godron, Dominique-Alexandre, 82 n
 Godwin-Austen, Robert Alfred Cloyne, 391
 Goethe, Johann Wolfgang, 76 n, 83, 214
 Gosse, Philip Henry, 227
 Gould, Augustus Addison, 470
 Gould, John, 203, 318, 475
 Graba, Karl Julian, 164
 Grant, Robert E., 78
 Gray, Asa, 28, 128, 153, 166-67, 171, 184, 234, 275, 445, 449, 548
 Gray, John Edward, 226-27
 Grece, Clair James, 75 n
 Gruber, H. E., 71
 Günther, Albrecht Carl Ludwig Gotthilf, 290-91, 431, 459-60, 519
- Haast, Sir Johann Franz Julius von, 451
 Haeckel, Ernst, 42, 48, 501
 Haldane, John Burdon Sanderson, 59
 Haldeman, Samuel Stehman, 79
 Harcourt, Edward William Vernon, 465
 Hardy, Godfrey Harold, 58-59
 Hartung, Georg, 444
 Houghton, Samuel, 28
 Hearne, Samuel, 240
 Hector, sir James, 451
 Heer, Oswald, 98, 176
 Helmholtz, Hermann von, 264
 Hennig, Willi, 49
 Hensen, (Christian Andreas) Victor, 251
 Henslow, John Stevens, 291

- Herbert, William, 77, 82, 138, 344-45
 Heron, sir R., 162
 Herschel, John, 67, 83
 Herzen, Aleksandr, 46 e n
 Heusinger, Karl Friedrich, 93
 Hewitt, Edward, 356
 Hicks, Henry, 398
 Hildebrand, Friedrich, 170, 345
 Hilgendorf, Franz, 385
 Hofmeister, Wilhelm Friedrich Benedikt, 300
 Hooker, Joseph Dalton, 28-30, 84-86, 130, 153, 171, 198, 209, 213, 273, 450-54, 456-57, 462, 466, 471-72, 497
 Hopkins, William, 383
 Huber, François, 329
 Huber, Jean-Pierre, 308-11, 320-22, 325-26, 330
 Hudson, William Henry, 241, 319
 Humboldt, Alexander von, 67, 384, 452
 Hume, David, 19
 Hunter, John, 217
 Hutton, Frederick Wollaston, 315, 347
 Huxley, Julian, 61-62
 Huxley, Thomas Henry, 36-38, 41-42, 46, 60-61, 83, 172, 415, 505, 510
- Jones, J. M., 465
 Jukes, Joseph Beete, 376
 Jussieu, Antoine de, 274, 485-86
- Keith, Arthur, 39
 Keynes, Richard, 67
 Keyserling, Alexander von, 82
 Kirby, William Forsell, 204
 Knight, Andrew, 89, 168, 311
 Kölreuter, Joseph Gottlieb, 91, 168, 170, 342-44, 355, 366, 369, 518, 526, 350
 Krause, Ernst, 67
- Labriola, Antonio, 39
 Lacaze-Duthiers, Henri de, 47
 Lacépède, Bernard-Germain-Étienne de la Ville-sur-Ilion, comte de, 287
 Lack, David, 38 n
 Lagrange, Joseph-Louis, 11
 Lamarck, Jean-Baptiste de, 17-23, 31, 43 e n, 50, 75-76 e n, 194, 339, 492
 Lambruschini, Raffaello, 46 e n
 Landois, Hermann, 248
 Lane, Edward Wickstead, 28
- Langkester, Edwin Ray, 269, 505
 Laplace, Pierre-Simon, 111
 Lecomte du Nouÿ, Pierre, 49
 Lecoq, Henri, 83
 LeGros Clark, Wilfrid E., 64 n
 Leibniz, Gottfried Wilhelm von, 16, 544
 Lepsius, Karl Richard, 106
 Lessona, Michele, 44, 45 n, 46
 Lewes, George Henry, 270, 518, 548
 Linneo, Carlo, 16-17, 22, 34, 48, 140, 483, 485, 492
 Litchfield, H. E., 71
 Livingstone, David, 111
 Lockwood, S., 292
 Logan, sir William, 398-99
 Lombroso, Cesare, 46
 Lowe, Richard Thomas, 442, 453
 Lubbock, sir John, 122, 221, 241, 338, 390, 506, 508
 Lucas, Prosper, 94, 370
 Lund, Peter Wilhelm, 424
 Lyell, sir Charles, 26-30, 85, 138, 168, 282, 375, 381, 388, 398, 401-03, 410, 413, 437, 442-44, 457-58, 461, 474, 545
 Lysenko, Trofim Denisovic, 39 n
- M'Donnel, Robert, 250
 Macleay, William Sharp, 492
 Malm, August Wilhelm, 289-90
 Malthus, Thomas Robert, 26 e n, 32-33, 38, 87
 Mann, Gustav, 454
 Mantegazza, Paolo, 46
 Martin, William Charles Linnus, 227
 Marx, Karl, 38
 Matteucci, Carlo, 45, 249
 Matthew, Patrick, 78, 81
 Matthey, C., 43 n
 Maupertuis, Pierre Louis Moreau de, 546
 Mayr, Ernst, 69
 Meding, Karl, 76 n
 Mendel, Gregor, 55, 58
 Merrell, S. A., 316
 Miller, William Hallows, 326, 329
 Milne-Edwards, Henri, 47, 185, 193, 256, 486, 500
 Mivart, St George, 212, 251, 277, 283-85, 288-91, 293, 295, 297, 303-06, 492
 Mons, Jean-Baptiste van, 107
 Montalenti, Giuseppe, 21 n
 Moore, James, 68

- Moquin-Tandon, Alfred, 203
 Morgan, Thomas Hunt, 56
 Morren, Charles-François-Antoine, 300
 Morton, lord, 227
 Mozart, Wolfgang Amadeus, 309
 Müller, Adolf, 317
 Müller, Fritz, 42, 123, 195, 244, 249, 252-253, 264, 294, 300, 338, 345, 453, 486, 510, 514-15
 Muller, Hermann Joseph, 56
 Murchison, sir Roderick, 381, 398, 401, 406
 Murie, James, 249
 Murray, Charles Augustus, 100, 208
- Nägeli, Karl, 49, 271, 273, 276
 Napoleone I Bonaparte, 11
 Nathusius, Hermann Engelhard von, 259
 Naudin, Charles-Victor, 82, 223, 366, 368
 Newman, Henry Wenman, 148
 Newton, Alfred, 443
 Newton, Isaac, 544
 Nitsche, Hinrich, 295
- Oken, Lorenz, 82 n
 Omalius d'Halloy, Jean-Baptiste-Julien, 79
 Omodeo, Pietro, 43 n, 50 n, 69
 Orbigny, Alcide-Charles-Victor-Marie Des-salines d', 389
 Owen, Richard, 47, 80-81, 204, 215-16, 245, 247, 318, 395, 407, 414, 424, 483, 485, 502, 504, 510, 519-20
- Pacini, Filippo, 250
 Paley, William, 263
 Pallas, Pyotr Simon, 347, 364
 Pander, Christian Heinrich, 82 n
 Peckman, Morse, 69
 Perrier, Edmond, 43, 294
 Pictet de la Rive, François-Jules, 389, 393-94, 396, 401, 403, 405, 419
 Pio XII, papa, 38 n
 Piveteau, Jean, 64 n
 Plinio Secondo Gaio, detto Plinio il Vecchio, 106, 111, 113
 Poiret, Jean-Louis, 82 n
 Poole, Skeffington, 226-27
 Pouchet, Charles-Henri-Georges, 290
 Powell, Baden, 83
 Prenant, Marcel, 39 n
 Prestwich, Joseph, 413
 Puppo, Mario, 46 n
- Quatrefages, Jean-Louis-Armand de, 47 e n, 346
- Raineri, abate, 45
 Ramsay, Andrew Crombie, 317-18, 376-78
 Rengger, Johann Rudolph, 147
 Renzoni, Marcella, 17
 Richardson, sir John, 237, 454
 Rogers, Henry Darwin, 384
 Rosa, Daniele, 46, 49
 Rowley, Robert, 77
 Rütimeyer, Ludwig, 99, 347
- Saccardo, Pier Andrea, 46
 Sageret, Augustin, 353, 366
 Saint-Hilaire, Auguste de, 275-76, 486
 Salter, Thomas Bell, 356
 Salvin, Osbert, 286
 Sangiovanni, Giosuè, 43 n
 Saporta, Gaston de, 130
 Saussure, Henri Louis Frédéric de, 241
 Scavia, abate, 45
 Schaaffhausen, Hermann, 83
 Schacht, Hermann, 274
 Schiödde, Jörgen Matthias Christian, 207, 288-289
 Schlegel, Hermann, 212
 Schöbl, J., 273
 Scoresby, William, 285
 Scott, John, 345, 366
 Sebright, John Saunders, 100
 Sedgwick, Adam, 393, 401
 Seemann, Berthold Carl, 454
 Sella, Quintino, 44-46
 Sergi, Giuseppe, 46
 Seward, A. C., 71
 Silliman, Benjamin, 206-07
 Simpson, George Gaylord, 38 n, 71
 Smith, Frederick, 321, 336-37
 Smith, Hamilton, 227
 Smith, Sydney, 71
 Smitt, Frederik Adam, 295
 Somerville, lord, 109
 Spencer, lord, 112
 Spencer, Herbert, 34, 42, 60, 81, 138, 196, 360, 551
 Sprengel, Christian Konrad, 168, 170, 213
 Stauffer, R. C., 71
 Steenstrup, Johannes Japetus Smith, 490
 Stoppani, Antonio, abate, 47
 Swaysland, George, 443

- Tait, Robert Lawson, 93
 Tausch, Ignaz Friedrich, 275
 Tegetmeier, William Bernhard, 327, 331
 Temminck, Coenraad Jacob, 487
 Thompson, sir William, 398, 531
 Thouin, André, 353
 Thuret, Gustave-Adolphe, 350, 356
 Thwaites, George Henry Kendrick, 209
 Tomes, Robert Fischer, 468
 Tommaseo, Niccolò, 46 e n
 Trautschold, Hermann Adolfovich, 385
 Trimen, Roland, 496
 Tschermak, Erich von, 55
- Unger, Franz, 82 n
- Valenciennes, Achille, 460
 Verlot, Bernard, 335
 Verneuil, Philippe-Edouard Poulletier de, 411
 Vialleton, Louis, 43 e n
 Vico, Giambattista, 53
 Virchow, Rudolf, 47, 245
 Vries, Hugo de, 51, 55, 60
- Wagner, Moritz, 175
 Wallace, Alfred Russel, 27 e n, 28-31, 67, 69-70, 78, 80, 83, 85, 118, 123, 125, 244, 277-79, 284, 338, 437, 468, 496, 548
- Walsh, Benjamin Dann, 126, 223
 Waterhouse, George, 185, 216-17, 325, 498
 Watson, Hewett Cottrell, 124, 130, 135, 197, 209, 234, 444, 447, 453
 Weale, John Philip Mansel, 442
 Wedgwood, Emma, 24, 67
 Wedgwood, famiglia, 24
 Weidenreich, Franz, 64 n
 Weinberg, Wilhelm, 58-59
 Weismann, August, 50-52, 55, 64, 90, 520
 Wells, William Charles, 77, 81
 Westwood, John Obadiah, 134, 221, 484
 Whitaker, William, 376
 Wichura, Max, 356, 358, 368
 Wilbeforce, Samuel, 38 n, 42
 Wollaston, Thomas Vernon, 125, 130, 203, 205-06, 234, 464, 474
 Woodward, Samuel Pickworth, 386, 396, 405, 424
 Wright, Chauncey, 280, 306
 Wright, fratelli, 14
 Wright, Sewall, 49
 Wyman, Jeffries, 93, 326
- Yarrel, William, 290