

L'EVOLUZIONE DEL VIVENTE

A cent'anni dalla morte di Charles Darwin

di Ennio Brovedani

Sono trascorsi 100 anni dalla morte di Charles Darwin (12 febbraio 1809 - 19 aprile 1882) e 123 dalla pubblicazione della prima edizione della sua opera principale, "On the Origin of by means of Natural Selection" (London 1859). Il mondo accademico universitario, gli ambienti culturali e la comunità scientifica internazionale, in diverso modo, tramite simposi, convegni, conferenze, pubblicazioni di vario genere, celebreranno il centenario e non mancheranno dei tentativi di bilancio e di valutazione critica del darwinismo.

Sembra che nella storia del pensiero scientifico moderno nessuna teoria sia stata così gravida di implicazioni filosofiche, ideologiche e politiche, e abbia così diviso la comunità scientifica, suscitando continue critiche e accesi dibattiti. Spesso e quasi unanimemente si attribuisce a Darwin il merito o la responsabilità di aver operato "la più grande rivoluzione della storia del pensiero": non solo una rivoluzione scientifica, un nuovo modo di interpretare e spiegare l'origine e l'emergenza delle "specie biologiche", ma anche una rivoluzione ideologica, in quanto ha modificato la visione del mondo, compresa la posizione dell'uomo rispetto all'universo. L'impatto ideologico è stato decisamente rilevante, dando origine ad ideologie quali il "darwinismo sociale", che crede di poter applicare alla vita sociale il principio della selezione naturale, e divenendo una moda culturale, e a volte anche un sostituto della religione, una vera e propria "religione laica".

La teoria dell'evoluzionismo elaborata da Darwin viene considerata come il primo tentativo di proporre un meccanismo esplicativo dell'evoluzione biologica, secondo i criteri della scienza moderna post-galileiana. Con il progredire della ricerca, lo stesso "darwinismo" si è poi evoluto, includendo nella sua teoria originale degli elementi nuovi e dando origine, tra gli anni 1930 e 1950, alla moderna "teoria sintetica dell'evoluzione". Quest'ultima è il risultato dell'integrazione, sintesi ed assimilazione di nuovi importanti dati della zoologia, della paleontologia, della genetica e della biochimica. È una teoria più comprensiva, più vasta, ma nella sua struttura logica sostanzialmente identica alla teoria dell'evoluzione proposta da Darwin.

La maggioranza dei biologi moderni, come anche delle persone di cultura, sono unanimi nel riconoscere l'importanza e la validità della teoria dell'evoluzione. Essa occupa indubbiamente un posto centrale nel "paradigma" scientifico moderno, e, in quanto visione del mondo, per le sue implicazioni di carattere filosofico e politico (si

pensi all'odierna sociobiologia, che pretende di estendere ai fenomeni sociali il potere esplicativo del neodarwinismo, e di essere pure in grado di svelare il senso della vita umana e sociale), può essere considerata anche l'ideologia dominante della comunità scientifica internazionale. Tuttavia a giudicare dalla recente letteratura apparsa in proposito, la teoria dell'evoluzione biologica ("teoria sintetica dell'evoluzione" o "neo-darwinismo"), malgrado la sua seria e complessa impalcatura logica e i considerevoli progressi che ha fatto compiere alla biologia, è l'oggetto, da almeno un ventina di anni, di numerose critiche e fondate opposizioni. Nell'ambito della scienza "ufficiale" sembrano esserci dibattiti tecnici estremamente delicati, dove spesso l'ideologia occupa un posto non trascurabile, condizionando in misura rilevante le speculazioni teoriche.

Nell'ampio e articolato dibattito bisogna fundamentalmente distinguere tra coloro che accettano l'evoluzione come un "fatto" - e che rappresentano la maggioranza -, ma sono divisi quanto alla validità dei meccanismi esplicativi proposti, e coloro che negano radicalmente l'evoluzione biologica, considerata come un "mito", o come la più grande infatuazione o illusione che la storia del pensiero abbia mai registrato. Tra i "non-evoluzionisti" bisogna aggiungere anche il recente movimento, prevalentemente nord-americano (California), dei "creazionisti", per i quali non solo il darwinismo è falso, ma l'evoluzione stessa non ha avuto luogo. Secondo i creazionisti l'evoluzionismo non è altro che una "religione secolare" che non vuole lasciarsi smascherare come tale. Essi rivendicano al creazionismo lo statuto di teoria scientifica ("teoria creazionista") basandosi su una interpretazione letterale del racconto biblico della Genesi.

Nell'ambito di tale quadro, sommariamente tracciato, si impongono numerosi interrogativi che è nostra intenzione affrontare per prendere almeno coscienza della problematicità dell'evoluzionismo, anche se non sarà sempre possibile dare delle risposte esaurienti ed esauritive.

- 1) Per meglio caratterizzare e situare la problematica odierna, una retrospettiva storica sarà certamente utile in quanto dovrebbe permetterci di comprendere il pensiero di Darwin e di cogliere la genesi della sua teoria. In primo luogo bisognerà chiedersi se la teoria dell'evoluzione di Darwin rappresenta una "novità", una rivoluzione del pensiero e una rottura con una secolare tradizione naturalistica. Bisognerà poi individuare il nucleo centrale della teoria e indicare gli ostacoli e le ragioni per cui essa si è ampliata ed evoluta nella moderna "teoria sintetica dell'evoluzione".
- 2) Una seconda serie di problemi riguarda la filosofia implicita dell'evoluzionismo e soprattutto lo statuto epistemologico della teoria. È noto che ci sono varie interpretazioni del "fatto" evolutivo. Bisognerà chiedersi quanto vi è di scientifico e quanto di ideologico nei vari modelli interpretativi del processo evolutivo (per es. J. Monod, Teilhard de Chardin, P.P. Grassé). In altri termini, il finalismo fa parte della natura del vivente, oppure è una proiezione antropomorfa, cosicché la evoluzione sarebbe il risultato di una "cieca necessità"?

3) Infine, una terza serie di problemi consegue da certe implicazioni filosofiche e teologiche della teoria dell'evoluzione. Se l'evoluzione è un "fatto", che rapporto c'è tra la "genesi scientifica" e la "genesi biblica"? Sono conciliabili, in contraddizione, oppure si tratta di due approcci distinti, complementari, di natura diversa, ma necessari in quanto si riferiscono ad una medesima realtà fondamentale? In che rapporto si situa il discorso religioso con l'esigenza di individuare la struttura dell'universo fisico e biologico?

Sarebbe presuntuoso affrontare tali problemi nell'ambito di un singolo e breve articolo. Come primo approccio ci sembra indispensabile un minimo di puntualizzazione e di chiarificazione di fondo, base previa e necessaria per l'avvio di una ricerca interdisciplinare, in quanto l'evoluzionismo rappresenta ormai un "problema frontiera", che coinvolge vasti settori del sapere. Nel presente articolo prenderemo in considerazione la prima serie di problemi riguardanti il darwinismo, la sua genesi, le sue caratteristiche e la sua evoluzione, con un accenno conclusivo alla problematica attuale.

1. IL DARWINISMO: genesi e caratteristiche

Sulla teoria del Darwinismo esiste un'abbondante letteratura, e il pensiero di Darwin è ancora oggi al centro di numerose pubblicazioni scientifiche, sia nell'ambito della storia delle idee scientifiche, sia nell'ambito di ricerche sociologiche, filosofiche, letterarie e religiose.

Lo studio più completo e sistematico, anche se non privo di eccenti apologetici, sembra essere quello di Michael T. Ghiselin, "Il trionfo del metodo darwiniano". Il pregio dell'opera consiste nel suo taglio metodologico, certamente il più indicativo per valutare il carattere di scientificità del procedimento darwiniano e quindi della relativa teoria. Si tratta inoltre di un'opera molto documentata e vicinissima alle fonti: il maggior numero possibile degli scritti di Darwin vengono analizzati. Una buona introduzione al darwinismo e al contesto storico e culturale in cui è maturata la teoria di Darwin è l'opera di Loren Eiseley, "Il secolo di Darwin", e anche l'opera di John C. Green, "La morte di Adamo". Per una biografia di Darwin può essere piacevole la lettura di Irving Stones, "L'origine. Il romanzo di Charles Darwin".

Il pensiero di Darwin non è così semplice come si è soliti presentarlo nei manuali scolastici, nei testi di biologia generale e in certa divulgazione scientifica. L'originalità e il merito di Darwin non vanno ricercati nella creazione della scoperta di nuove idee, e in specie dell'idea di evoluzione. Nella prima edizione della sua opera principale, "L'origine della specie", il termine evoluzione non compare mai, e non figura nei titoli di nessuno dei suoi scritti. Ciò che distingue Darwin è l'aver elaborato una teoria dell'evoluzio-

ne utilizzando determina i modelli concettuali (il modello economico malthusiano di lotta per l'esistenza; la "selezione ufficiale" operata dagli allevatori) e raccogliendo un'ingente quantità di dati. È sua l'affermazione che "per essere buoni osservatori bisogna essere buoni teorici".

a) Genesi del darwinismo

Per cogliere la genesi e la natura del pensiero di Darwin, e anche il suo carattere di novità rispetto alla tradizione naturalistica del suo tempo, ci pare indispensabile premettere una distinzione che riteniamo essenziale, anche se a prima vista potrebbe apparire arbitraria. Non bisogna confondere l'idea di evoluzione con la relativa teoria proposta da Darwin. L'evoluzione infatti si impone prima come idea e poi come teoria, e in tal senso Darwin ha avuto dei precursori. Per idea di evoluzione si può intendere una certa immagine e concezione dinamicostorica della realtà (una realtà in divenire) che ha radici remote nello sviluppo del pensiero occidentale. Una teoria scientifica invece, secondo l'accezione della scienza moderna, è qualcosa di più di un'immagine, di una visione o contemplazione, come potrebbe suggerire l'etimologia del termine. Nella dinamica della ricerca scientifica la funzione della teoria consiste nell'ipotizzare l'esistenza di possibili "relazioni" tra i fenomeni considerati, e nel suggerire degli adeguati strumenti di controllo, sia diretti che indiretti, tramite la "verifica" di certe implicazioni di natura logica o fattuale.

Prima di divenire teoria scientifica l'evoluzionismo si è sviluppato concettualmente e storicamente come ideologia, e l'antica idea di "divenire-evoluzione" è stata sorgente feconda di parametri descrittivi ed esplicativi quali i concetti di cambiamento, ordine, progresso, direzione, perfettibilità, complessità, ecc.. Darwin fu l'apice e non il punto di partenza dell'evoluzionismo del XIX secolo, e quando comparve nel 1859 "L'origine delle specie", la concezione e voluzionistica permeava già le scienze naturali e sociali.

Secondo Eiseley, storico del darwinismo, "l'esistenza, nell'Occidente, di un certo tipo di filosofia teologica ha indotto l'uomo a osservare il mondo attorno a sé in un modo, o entro una cornice, che avrebbe preparato il pensiero occidentale all'accettazione definitiva dell'evoluzione". L'ostacolo fondamentale era il superamento di una visione statica della natura e soprattutto di una "concezione fissista" della specie biologica: "Species tot sunt diversae, quot diversas formas ab initio creavit Supremum Ens" (Carlo Linneo, 1707-1778). Il "fissismo", come viene chiamata tale concezione della natura, rappresentava un ostacolo di natura epistemologica: un modo di concepire la realtà biologica che escludeva la possibilità dell'esistenza di "relazioni" reali e parentali tra le specie biologiche.

Fino all'Ottocento la "dottrina fissista" (come è più corretto chiamarla), anche se biblicamente non giustificata, era assai diffusa, e la grande maggioranza degli scienziati supponeva che ciascuna specie avesse avuto origine autonoma, per un atto speciale creativo di Dio.

Dominava la concezione della stabilità delle strutture fondamentali della natura. Secondo il teologo naturalista John Ray (1627-1707) le opere della creazione sono le "opere create da Dio in principio, e da Lui conservate fino a questo giorno nello stesso stato e condizione in cui furono fatte". Era inoltre abbastanza diffusa la concezione filosofico-teologica della "scala naturae", della "catena dell'essere", della "scala della perfezione", che, pur asserendo l'immutabilità della specie, ammetteva l'esistenza di gradazioni di complessità nelle forme viventi. E' una "scala" che, passando attraverso le forme inferiori di vita, sale con graduazione invisibili dai minerali all'uomo. Questa concezione è manifestata nelle numerose opere di teologia naturale da John Ray fino a William Paley (1743-1805), che Darwin stesso lesse con interesse e diligenza. Non bisogna dimenticare che Darwin nel 1827 aveva intrapreso a Cambridge gli studi per la carriera ecclesiastica.

La dottrina della "scala naturae" - così almeno pensa Eiseley - avrebbe stimolato quelle osservazioni di anatomia comparata che avrebbero poi condotto alla scoperta di specie estinte e all'idea di una "relazione filogenetica lungo la scala della vita", dando notevole impulso allo studio della classificazione delle specie (tassonomia) e della variabilità intraspecifica. Lo stesso Linneo, padre della classificazione moderna, per il quale la specie viventi erano fissate e immutabili come al sesto giorno della creazione, alla fine della sua vita finì per ammettere una certa creatività della natura. La fissità delle specie non gli appariva più sicura: solo le grandi suddivisioni (classi, famiglie e forse i generi) sarebbero l'opera del creatore; le specie si sarebbero differenziate in seguito, e sarebbero "l'opera del tempo".

Il problema, in realtà, era più complesso e coinvolgeva un certo modo di osservare ed interpretare la realtà e un'immagine del mondo rimasta inalterata per molti secoli, dove alla natura veniva fondamentalmente negato ogni sviluppo, e dove la scienza si era trovata alleata con la teologia cristiana, contribuendo spesso a perfezionare i dogmi e le dottrine. Con il diffondersi dell'evoluzionismo, che non a caso avviene quasi contemporaneamente alla scomparsa della scala sociale feudale nella rivoluzione francese e alla conseguente rivoluzione politico-economica, è "un'antica tradizione intellettuale, ereditata da Platone ed Aristotele" che entra in crisi. Non è facile rendersi conto di questo mutamento culturale e di questa "rottura epistemologica" con un'immagine del mondo profondamente radicata.

Il problema da risolvere era la tensione e contraddizione tra l'esigenza o la "realtà" del mutamento richiesta dall'ideologia evoluzionistica, e la fissità dei tipi (specie biologiche) rivendicata dall'idealismo platonico-aristotelico. Questo modo di concepire la specie biologica rappresenta un "ostacolo epistemologico" ad una concezione evoluzionistica del vivente, la quale si fonda sostanzialmente sull'esistenza di un legame parentale (filogenetico) tra le specie.

Come spiegare infatti il passaggio da una specie all'altra e la formazione di nuove specie, quando domina una secolare tradizione filosofica secondo la quale non sono gli organismi viventi in quanto tali ad essere oggetto di conoscenza, ma il modello, o "tipo ideale" al quale essi rimandano: solo il "tipo" ha realtà e può svelare la struttura fondamentale dell'universo; gli individui si limitano a rifletterla. Questo tipo di approccio alla realtà è stato chiamato "essenzialismo".

Sarebbe certamente errato attribuire unicamente a Darwin il merito di aver rigettato questa tradizione intellettuale operando un capovolgimento di mentalità (semmai lo ha operato solo nelle scienze della vita). E' nell'ambito del pensiero economico e politico del XIX secolo, nelle scienze sociali e nella filosofia sociale, che comincia seriamente la ribellione filosofica contro l'essenzialismo, contro uno Stato pensato in termini di idea trascendente ed un'organizzazione della società giustificata su base idealistica. Si comincia con il confutare gli argomenti metafisici a sostegno del vecchio ordine e a trattare la realtà sociale non più come manifestazione di forme astratte, ma come la conseguenza delle interazioni tra gli individui. Le associazioni umane, come poi le specie biologiche, possono essere pensate in termini di popolazione di individui mai esattamente uguali tra di loro.

E' risaputo, e Darwin stesso lo riconosce, che questo modo di pensare egli lo trasse dalla lettura del saggio "Essay on the Principles of Population" dell'economista inglese e pastore anglicano Thomas Robert Malthus (1766-1834). Darwin lesse Malthus nel 1838, 15 mesi dopo il termine del suo lungo viaggio intorno al mondo, durante 5 anni, come naturalista a bordo del vascello britannico "Beagle", nel corso del quale raccolse un'enorme quantità di dati. Non bisogna però confondere la provenienza storica di un'idea o di una ipotesi, come il concetto economico malthusiano di "lotta per l'esistenza", con tutte le argomentazioni logiche a sostegno dell'ipotesi. Malthus suggerì unicamente un modello concettuale, insufficiente in se stesso a costituire una teoria, la quale deve fornire anche delle proposizioni empiriche, degli strumenti di controllo delle sue possibili implicazioni. Leggendo Malthus, Darwin fu colpito dagli effetti a lungo termine delle differenze tra individui sulla composizione della popolazione, e il principio della "selezione naturale", che aveva a lungo meditato quale analogia con la selezione artificiale operata dagli allevatori, gli sembrò essere un possibile meccanismo esplicativo della variabilità delle popolazioni e dell'origine di nuove specie, nell'arco di un lungo periodo di tempo.

Darwin giunse pertanto alla sua nuova concezione della realtà biologica utilizzando determinati strumenti concettuali, in un contesto culturale in cui era entrata in crisi l'antica tradizione culturale fondata sull'essenzialismo, e dove già da più di un secolo si era diffusa l'ideologia evolutzionistica. Munito del concetto di "lotta per l'esistenza" e dell'idea di "selezione naturale", unitamente ad un'ingente quantità di osservazioni e dati raccolti in parte du-

rante il suo viaggio sul "Beagle", Darwin è pronto ad elaborare la sua teoria dell'evoluzione, che ipotizza l'esistenza di una "relazione parentale" (di discendenza) tra la specie; tale relazione si stabilisce e si mantiene attraverso un processo di vaglio permanente ("selezione naturale") delle variazioni intraspecifiche (o "mutazioni", come verranno chiamate dalla genetica).

La rivoluzione intellettuale operata da Darwin consiste in un totale riorientamento della problematica dell'evoluzione, in un nuovo modo di considerare l'emergenza degli organismi viventi e la loro capacità di adattarsi alla realtà che li circonda.

Nel 1809, cinquant'anni prima della pubblicazione dell'"Origine delle specie" di Darwin, anche Lamarck aveva proposto una teoria coerente all'evoluzione. Benchè Lamarck venga oggi rivalutato relativamente ai problemi dell'adattamento, per cui si parla di "fattori lamarckiani" dell'evoluzione, il suo modo di interpretare il fenomeno evolutivo è radicalmente diverso.

Per Darwin, come osserva acutamente Jacob, "il rapporto tra la comparsa di un essere vivente e il suo adattamento è rovesciato: la natura favorisce solo ciò che già esiste. La realizzazione precede qualunque giudizio di valore sulla qualità di ciò che viene realizzato". L'equilibrio del mondo vivente non è prestabilito, ma si realizza attraverso una dialettica tra permanenza e variazione, fra identità e varietà. Ne consegue la funzione euristica dei concetti di "selezione naturale" e di "lotta per l'esistenza". La visione che in tal modo risultava dall'"Origine delle specie" era quella di un mondo in cui si ha un autonomo, se non automatico, passaggio dal disordine (dall'aleatorio) all'ordine, all'organizzazione vivente, quella visione della realtà comunemente detta "materialistica" o "meccanicistica", che non ha bisogno di ricorrere a delle "tendenze evolutive", e che all'epoca di Darwin contrastava con la dominante visione teleologica e teologica della natura.

b) Caratteristiche del darwinismo

Sono principalmente due le opere di Darwin nelle quali sono espliciti i fondamenti della sua teoria dell'evoluzione biologica: "L'origine delle specie per selezione naturale" (1859) e "Variazioni degli animali e delle piante allo stato domestico". I titoli stessi delle opere sono evocatori delle due nozioni che costituiscono il nucleo centrale della teoria: la "variabilità" degli individui e la "selezione naturale". I due concetti sono intimamente legati in quanto la "selezione naturale" non può operare se gli organismi non differiscono gli uni dagli altri; ed è proprio perchè gli individui variano che una popolazione può progressivamente trasformarsi in una nuova "specie". La materia prima dell'evoluzione è fornita dalle variazioni o "differenze individuali" che compaiono ad ogni nuova generazione e che gli allevatori di piante e di animali, a prescindere dalla selezione artificiale da loro operata, erano abituati a chiamare

"sports" (anomalie), in quanto ne ignoravano la causa. Dal momento che molti fatti provano che tutti gli individui, sia in natura che in allevamento, variano di generazione in generazione, l'evoluzione è continua. Che la natura non faccia "salti" e che sia impossibile "a priori" che le specie si trasformino in maniera discontinua, attraverso "salti evolutivi", era anche un postulato filosofico antico e abbastanza diffuso all'epoca di Darwin.

Dopo aver constatato il fenomeno della variabilità intraspecifica e gli effetti sulla composizione delle popolazioni biologiche causati dalla selezione artificiale, unitamente all'ingente quantità di dati raccolti durante il suo lungo viaggio sul "Beagle" e a quelli forniti dalle scienze biologiche dell'epoca (biogeografica, anatomia comparata, embriologia e soprattutto paleontologia), Darwin propone un meccanismo esplicativo di come una specie può derivare da un'altra specie.

Il processo evolutivo, almeno per quello che concerne l'origine di nuove specie, sostanzialmente dipende dalla comparsa di variazioni aleatorie (casuali) - cioè di piccole modificazioni (in seguito dette "mutazioni") che appaiono in gran numero nell'ambito di una popolazione animale o vegetale durante la riproduzione -, e da un processo di vaglio permanente, di "selezione naturale" di queste variazioni, che possono appunto essere favorevoli o sfavorevoli, e quindi conservate o rigettate. A poco a poco, nel tempo, i caratteri favorevoli si accumulano, si formano delle nuove popolazioni che sono sufficientemente differenziate da costituire delle nuove specie. È un processo automatico in cui la "selezione naturale" agisce come una specie di filtro biologico, in quel delicato rapporto di adattamento, o di equilibrio dinamico instabile, che si stabilisce tra l'organismo vivente e l'ambiente. Esistono infatti in natura numerosi sistemi di controllo perchè il numero dei discendenti vitali che un individuo produce non aumentino indefinitamente: la predazione, la limitazione del cibo, fattori fisici come il clima, le malattie, la selezione sessuale, ecc. In altri termini, la sopravvivenza dei più adatti non dipende solo dalla maniera in cui gli organismi si sono adattati all'ambiente, ma anche dal risultato di molteplici e pluriformi "lotte per l'esistenza", condotte con gli altri organismi. Quello che più conta, è che certe variazioni sono rigettate e altre sono conservate.

Nella dinamica del processo evolutivo proposto da Darwin, il fenomeno della "variazione" e il meccanismo della "selezione naturale" formano pertanto il nucleo centrale della sua teoria. Tuttavia, dietro un apparente rigore si dissimulano numerose difficoltà, non solo di carattere concettuale, ma anche reali.

Dal lato concettuale la "selezione naturale" è stata al centro di numerose contestazioni e polemiche. L'originalità di Darwin su questo punto è stata per lungo tempo e continua ancora ad essere messa in dubbio. Anche qui vale la stessa argomentazione a proposito.

del concetto malthusiano di "lotta per l'esistenza", che, come sappiamo, ha determinato una svolta nel pensiero di Darwin relativamente alla concezione della specie biologica. Quanto all'idea di "selezione naturale", o all'elaborazione del concetto, ci sono stati certamente dei predecessori, anche remoti. L'origine storica dell'idea non va però confusa con il diverso ruolo che essa assume in un contesto teorico completamente rinnovato e radicalmente diverso. Come osserva Ghiselin, "le discussioni riguardo alla priorità di Darwin non fanno che riflettere la difficoltà di comprendere la sua teoria". Nel pensiero di Darwin la "selezione naturale" assume il ruolo di spiegazione del meccanismo della speciazione: è la causa dell'evoluzione. In quanto tale, essa non è né una forza, come potrebbe essere per esempio la forza di gravità, né la personificazione di qualche intelligenza che agisce sugli organismi viventi orientandone la diversificazione, ma la risultante di una serie di meccanismi e di fattori ambientali che condizionano e controllano la riproduzione sessuale. Il termine indica il fatto della "riproduzione differenziale senza le sue cause". La moderna "teoria sintetica dell'evoluzione" chiarirà ulteriormente la natura e le implicazioni della "selezione naturale".

Dal momento che le "piccole variazioni" costituiscono la materia prima dell'evoluzione, una prima seria difficoltà a cui andò incontro Darwin riguardava l'origine delle variazioni, la loro conservazione e trasmissione ereditaria. Tale problema evidentemente richiedeva una teoria dell'ereditarietà, che all'epoca della pubblicazione dell'"Origine delle specie" non esisteva ancora. Non occupandosi della genesi delle variazioni, e suggerendo quale causa della speciazione un meccanismo di selezione tra varianti, la teoria di Darwin manifestava una pesante lacuna: c'era il rischio che divenisse un "processo autonegante" che consuma l'alimento di cui si nutre (la variazione), distruggendo in tal modo i presupposti per un'ulteriore evoluzione. A forza di vagliare i diversi varianti, prima o poi la popolazione della specie finirebbe per identificarsi uniformemente col tipo più adatto tra quelli presenti all'inizio del processo, venendo a mancare la variazione per un'ulteriore evoluzione. Inoltre, concepire l'evoluzione unicamente come selezione tra varianti che ha operato per milioni di anni e che avrebbe continuato ad operare così anche in futuro, significava sostenere implicitamente una specie di "preformismo", ammettere cioè che tutte le variazioni selezionate nella storia della vita erano potenzialmente presenti fin dalle origini. Si imponeva pertanto, la ricerca e l'accettazione di un meccanismo in grado di spiegare la produzione di nuove variazioni, altrimenti, oltre che lacunosa, la teoria avrebbe dato adito a delle assurdità. Infine, il problema non consisteva solo nell'origine delle nuove variazioni, ma bisognava rendere conto anche della trasmissione ereditaria dei nuovi caratteri selezionati da una generazione all'altra. C'era da spiegare, per esempio, il fenomeno dell'atavismo, il fatto che alcuni caratteri posseduti dagli antenati scompaiono in certe generazioni e ricompaiono in altre, e le ragioni per cui alcuni caratteri dei genitori sono inegualmente ripartiti nella discendenza.

Per risolvere tali problemi bisognerà attendere la nascita della genetica, con la riscoperta dei lavori del monaco agostiniano Gregor Mendel (1822-1884), che fu completamente ignorato fino al 1900, per sapere che i caratteri ereditari sono determinati da "particelle" dette "geni", le quali vengono trasmesse dai genitori ai figli secondo delle leggi statisticamente determinate: tali "geni" pur subendo delle segregazioni e ricombinazioni di generazione in generazione, essendo cioè capaci di unirsi e separarsi mediante processi aleatori, possono rimanere inalterati senza subire delle trasformazioni.

Darwin era consapevole della fondatezza e serietà di tali lacune e si è visto costretto ad integrare ed ampliare la sua teoria iniziale con delle teorie ausiliarie, tra l'altro poco originali e poco "darwiniane". Riguardo al problema dell'origine e delle variazioni Darwin sosteneva, per esempio, che l'alterazione delle condizioni ambientali poteva indurre delle variazioni specifiche negli organismi, senza essere in grado di stabilire in quale misura l'ambiente agiva direttamente nel determinare tipi particolari di variazioni. Per ragioni esclusivamente empiriche, accettò l'idea che l'uso e il disuso di certi organi poteva influenzare il corso dell'evoluzione (fattori Lamarckiani), in quanto riteneva che altrimenti una grande quantità di fatti non potevano essere spiegati. Sulla natura dell'ereditarietà, le idee di Darwin sono spesso contraddittorie.

Mancando di una teoria specifica dell'ereditarietà, le opinioni di Darwin sono poco originali e di carattere piuttosto congetturale. Formulò, per esempio, una "ipotesi provvisoria della pangenese", che sostanzialmente comportava l'idea che le cellule di tutte le parti del corpo emettevano delle minute particelle chiamate "gemme sessuali" nel sistema riproduttivo: una vera e propria congettura, "una speculazione con lo scopo di spiegare una quantità di osservazioni empiriche". Darwin arrivò anche a sostenere un'ingenua versione della teoria, abbastanza diffusa, della "commistione dei caratteri ereditari" (blending inheritance), secondo la quale i caratteri parentali si mescolano allo stesso modo in cui possono mescolarsi due liquidi? C'era infatti la tendenza a credere che la progenie sia un misto tra i caratteri dei due genitori. L'eredità intermedia comportava poi una sequela di altri problemi, come, per esempio, il sorgere di grandi variazioni e la possibilità di una graduale e lenta congelazione delle piccole variazioni.

I pochi esempi citati sono sufficienti per dare un'idea della complessità del darwinismo che non si fonda solo sulla "selezione naturale". Come osserva correttamente Thuiller, "il sistema di Darwin è pluralista, e molti suoi elementi non hanno nulla di darwiniano". Benché alla morte di Darwin, nel 1882 il nucleo centrale della sua teoria, "la selezione naturale", fosse ammesso da gran parte della comunità scientifica, permanevano ancora numerose difficoltà che vertevano soprattutto sulla poca chiarezza del meccanismo esplicativo di base. Alcune di tali difficoltà verranno in parte risolte dalla moderna "teoria sintetica dell'evoluzione", grazie ai contributi della genetica. Attualmente si ritiene che il meccanismo dell'evoluzione, almeno dei gruppi

classificatori inferiori (Ordine, Famiglia, Genere, Specie), cioè la evoluzione specializzante, diversificante ("microevoluzione"), sia più semplicemente spiegato. Per quanto riguarda invece la "tipogenesi", la formazione cioè dei "tipi", o piani fondamentali di organizzazione, per esempio, l'origine dei Vertebrati (pesci, anfibi, rettili, uccelli, mammiferi) da antenati Invertebrati, i pareri sono discordi e le passioni ancora accese. Darwin, con la sua teoria dell'evoluzione per selezione naturale, fundamentalmente ha suggerito un meccanismo di spiegazione della speciazione. Bisognerà però attendere l'inizio del XX secolo per porre il problema evuzionistico su un terreno sperimentalmente solido.

2. NEODARWINISMO O TEORIA SINTETICA DELL'EVOLUZIONE

La genetica ha decisamente giocato un ruolo essenziale nell'affinamento e nell'ampliamento della teoria di Darwin. La lacuna più consistente era infatti la mancanza di una teoria dell'ereditarietà in grado di spiegare la comparsa e trasmissione da una generazione alla altra delle nuove variazioni o "mutazioni". Nei primi decenni del XX secolo il darwinismo si evolve includendo nella sua teoria originale un certo numero di elementi nuovi. Determinanti sono stati i contributi della genetica delle popolazioni, ma anche della tassonomia o sistematica (identificazione e classificazione delle specie in natura), della paleontologia, e, in quest'ultimo trentennio, della biologia molecolare. Benchè la moderna "teoria sintetica dell'evoluzione", che troverà la sua formulazione nel 1942 ad opera del biologo Julian Huxley, ricalchi fundamentalmente la struttura logica del darwinismo, l'insieme dei contributi delle varie e nuove discipline biologiche ha in parte complessificato e limitato il ruolo, sempre centrale, della "selezione naturale". Senza entrare nei dettagli tecnici, tratteremo brevemente lo sviluppo del darwinismo verso la "teoria sintetica dell'evoluzione", ritenendo solo gli elementi essenziali.

a) Genesi del neodarwinismo

Grazie ai contributi della genetica, il fenomeno della variabilità, dell'origine e trasmissione ereditaria delle "mutazioni", comincia ad essere adeguatamente spiegato, e nasce un nuovo ramo della genetica classica mendeliana, la genetica delle popolazioni. Il "gene", scoperto da Mendel, non è un'entità teorica, astratta, ma ha una sua consistenza fisica ed è localizzato nei cromosomi di ogni cellula. Esso può trasmettersi invariato da una generazione all'altra, come può subire delle "mutazioni" e dare origine a delle "varianti" del carattere che controlla. Per esempio, il colore "rosso" dell'occhio della *Drosophila* - l'ormai celebre moschino della frutta oggetto di tante sperimentazioni genetiche - è determinato da un gene detto "gene normale" in quanto è il più frequente in natura. Questo gene presenta però numerose varianti ("alleli", o "forme alleliche" in gergo tecnico) che determinano differenti colorazioni dell'occhio, come per esempio il colore "bianco", più raro. Per mutazione un gene può trasformarsi in una delle sue "forme alleliche" che lo sostituisce.

Attualmente, il meccanismo della mutazione è ulteriormente conosciuto ed approfondito nei suoi particolari grazie ai contributi della biologia molecolare, con la scoperta e la decifrazione (negli anni '50 della struttura chimico-fisica e delle proprietà funzionali del materiale ereditario, gli acidi nucleici (DNA e RNA). Oggi sappiamo che i "geni" corrispondono a dei tratti della "doppia elica" del DNA (acido DISOSSIRIBONUCLEICO) di cui la biologia molecolare ha svelato la struttura essenziale e ha proposto un modello funzionale. Il funzionamento dei geni, che contengono l'informazione relativa ad una proteina, come pure la loro mutazione nelle varie possibili "forme alleliche". Sono conosciute con notevole precisione. Inoltre, il numero delle differenti combinazioni di geni che possono formarsi alla meiosi, al momento, cioè della formazione degli elementi germinali riproduttivi (gameti: spermatozoi ed ovuli), è considerevolmente grande, e costituisce la sorgente prima di quella straordinaria variabilità genetica (polimorfismo genetico), che viene in parte conservata di generazione in generazione.

Nell'ambito di una popolazione biologica le "forme alleliche" di uno stesso gene sono variamente distribuite, secondo frequenze che garantiscono agli individui diversi gradi di adattamento. Diveniva così possibile applicare determinati modelli matematici per la determinazione delle "frequenze geniche", e quindi lo studio genetico dell'evoluzione biologica. Secondo la genetica delle popolazioni, ormai nuova disciplina biologica, l'evoluzione può essere interpretata come una modificazione progressiva della composizione genetica delle popolazioni, e spiegata con il cambiamento delle "frequenze geniche" nell'ambito delle popolazioni. Ne conseguiva la possibilità di un certo rigore nello studio del processo evolutivo, in quanto, riducendo l'evoluzione ad un cambiamento delle "frequenze geniche", la "selezione naturale" poteva essere studiata sperimentalmente, e l'evoluzione divenire misurabile.

Il contributo di altre discipline biologiche, come la tassonomia e la paleontologia, ha ulteriormente completato il quadro teorico individuando ed introducendo nuovi fattori esplicativi, e conferendo al processo evolutivo il carattere di una crescente complessità. Non solo la teoria delle "frequenze geniche" si adeguava ad una spiegazione, secondo metodi quantitativi, dei crescenti dati paleontologici, ma si chiarivano anche altri concetti e fenomeni per una migliore comprensione del processo di speciazione. Il concetto biologico di specie, ad opera soprattutto del biologo americano. E. Mayr, acquistava una sua definizione più operativa: "gruppi di popolazioni naturali effettivamente e potenzialmente capaci di riprodursi per incrocio". Così anche la variazione geografica delle specie, l'esistenza di razze poteva essere interpretata come cambiamento delle "frequenze geniche" ad opera concomitante delle differenti condizioni ambientali e della "selezione naturale".

b) Caratteristiche del neodarwinismo

La moderna "teoria sintetica dell'evoluzione" è il risultato dell'integrazione, sintesi ed assimilazione di tutti questi nuovi dati e contributi della zoologia, della paleontologia, della genetica e della biochimica. Nella sua struttura logica essa è sostanzialmente identica alla teoria dell'evoluzione proposta da Darwin, in quanto pone l'accento sullo svolgimento graduale dell'evoluzione, sul fatto che è a livello della popolazione che si osservano i processi evolutivi, cioè la comparsa delle "mutazioni", e sul ruolo essenziale giocato dalla "selezione naturale", pur ridimensionata dall'intervento di altri fattori. La natura della "selezione naturale" viene in un certo senso meglio compresa, nei suoi limiti e nelle sue caratteristiche specifiche.

Nel processo evolutivo l'intervento della "selezione naturale" avviene a cavallo di due tempi. Nel primo tempo, hanno un ruolo importante i processi aleatori, come il meccanismo della mutazione genica, della ricombinazione del materiale genetico al momento della meiosi, ed altri eventi aleatori responsabili della diversificazione genetica. Le variazioni che appaiono non sono sempre adattative, ma spesso accade che siano "neutre", cioè indipendenti dalle condizioni ambientali. L'efficacia della "selezione naturale" poggia sull'esistenza di una variabilità quasi infinita (polimorfismo genetico): ogni organismo biologico è unico nel suo genere, e nella biosfera non esistono due individui, due specie, due ecosistemi esattamente identici. Dato che gli individui sono raggruppati in popolazioni e in specie, e ogni individuo è parte integrante della specie in quanto ne condivide il patrimonio genetico, non è l'individuo in sé ad evolvere, ma la popolazione e la specie. In una popolazione di migliaia di milioni di individui (si pensi per esempio agli insetti) tutti differenti, certi genotipi, in determinate condizioni ecologiche, sono particolarmente avvantaggiati. Ciò significa che statisticamente hanno maggiori possibilità di altri di sopravvivere.

L'evoluzione trova il suo dinamismo ed orientamento proprio in questo secondo tempo, nel quale la selezione vera e propria agisce come agente organizzatore estrinseco, come "anticaso": in un dato momento e in un dato luogo aumentano le combinazioni di geni più favorevoli, le "frequenze geniche", si perfeziona l'adattamento della popolazione all'ambiente nel quale essa vive, appaiono delle specializzazioni e si sviluppano delle radiazioni evolutive: si realizza quello che generalmente viene indicato con il termine di "progresso evolutivo".

La "selezione naturale", secondo la "teoria sintetica dell'evoluzione", non è né un fenomeno aleatorio, né un fenomeno determinato, ma piuttosto un duplice meccanismo che accumula i vantaggi di due categorie apparentemente opposte di fenomeni. Ogni popolazione vivente è il risultato di un bilancio tra una riserva di geni ("pool genetico"), che offre alla popolazione certe possibilità e potenzialità, e una pressione ecologica, la cui azione permanente favorisce la diffusione di certi geni. Questo bilancio si chiama adattamento.

3. CONCLUSIONI

A cent'anni dalla morte di Darwin la "teoria sintetica dell'evoluzione" è ancora dominante nella comunità scientifica internazionale. Essa rappresenta un modello esplicativo e un quadro teorico di riferimento che ha fatto considerevolmente progredire le scienze biologiche. Nell'ambito delle varie discipline biologiche, in questi ultimi anni, sono però emerse delle difficoltà e contraddizioni che hanno un po' smorzato l'iniziale entusiasmo della brillante ed efficace "sintesi moderna" degli anni '40. E' in atto un delicato dibattito tecnico che coinvolge concetti e fattori esplicativi rilevanti del modello teorico neodarwiniano. Solo per fare qualche esempio, sono insorti dei dubbi sulla validità dei modelli matematici della genetica delle popolazioni, in quanto straordinaria variabilità e diversità genetica delle popolazioni, in quanto la straordinaria variabilità e diversità genetica delle popolazioni naturali rende molto precario il calcolo del "coefficiente di selezione".

La natura stessa del "gene" si è rivelata essere un'unità di interazione che agisce nell'ambito dell'intero patrimonio genetico (genoma), e ciò limita il potere esplicativo delle "frequenze geniche", che in genere si riferiscono a geni considerati isolatamente. L'esistenza di "mutazioni neutre" ha sollevato numerose questioni relativamente al preteso ruolo centrale della "selezione naturale", che viene notevolmente ridimensionato, e la significato dell'adattamento. Una più precisa conoscenza del meccanismo cromosomico della variabilità ha reso più complesso il meccanismo della speciazione, fornendo nuovi modelli esplicativi che prevedono anche la possibilità di un'evoluzione "per salti", e non solo una divergenza graduale, che è uno dei presupposti del darwinismo.

Non sembra però che queste difficoltà teoriche siano tali da mettere seriamente in dubbio il "paradigma evolutivo". Potrebbero eventualmente costituire la premessa per l'elaborazione di una nuova teoria evolutiva, che nella sua impalcatura concettuale conserverebbe ben poco di darwiniano. Benchè siano in atto dei tentativi di negazione dell'evoluzione biologica, ci pare che attualmente non sussistano fondati motivi per metterla seriamente in discussione. Si impone invece una riflessione sullo statuto epistemologico della teoria e sulla filosofia implicita dell'evoluzionismo.