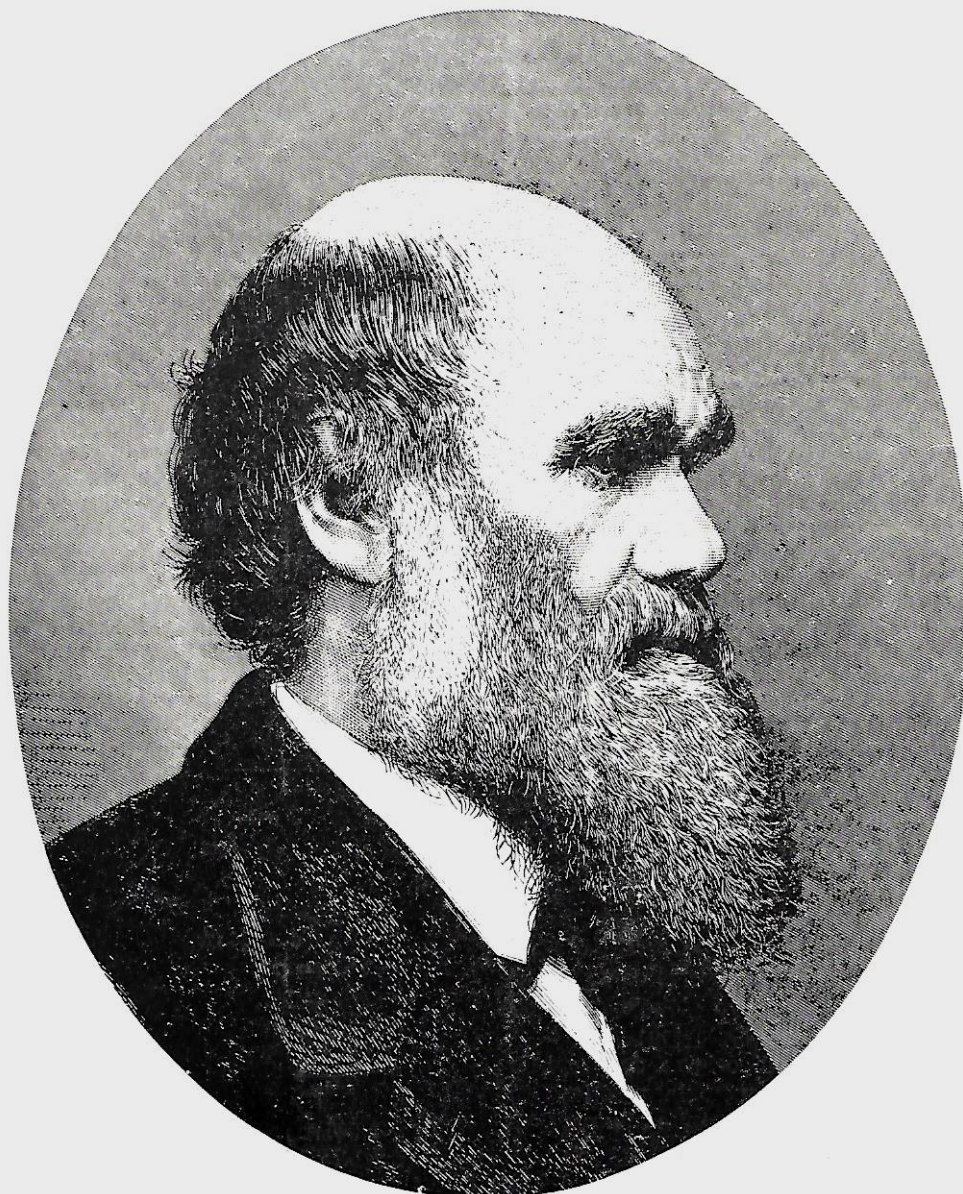


DARWINISMO E NEODARWINISMO

RENZO EDOARDO SCOSSIROLI



Il concetto di evoluzione biologica

Nella storia delle idee la concezione copernicana dell'universo ha portato una rivoluzione nella astronomia e nella concezione geometrica della organizzazione del sistema solare. La presentazione del concetto dell'evoluzione biologica intesa come la serie di cambiamenti dalle prime forme di vita a tutt'oggi, ha portato una rivoluzione ancora maggiore nella storia delle idee accumulando in un medesimo meccanismo, piante, animali ed uomo e precisando che i cambiamenti e non la stabilità rappresentano la principale regola della esistenza degli organismi.

Il ruolo di Carlo Darwin nella fondazione del concetto di evoluzione è stato quello di rompere con il fissismo ed il creazionismo stabiliti dalla descrizione e classificazione degli organismi compiute da Buffon, Cuvier e da Linneo e di proporre un principio unificatore in quanto qualsiasi fatto riscontrato in un gruppo di organismi poteva essere applicato ad altri, tanto che a causa del concetto di evoluzione è stato possibile coordinare sotto una stessa visione biologica l'embriologia, l'anatomia comparata, la fisiologia, la genetica, la antropologia e la paleontologia.

La applicazione dei principi dell'evoluzione ha avuto almeno negli ultimi tempi riflessi notevoli anche in medicina per comprendere tutti i processi legati alla evoluzione delle popolazioni di batteri, in agricoltura ove si applicano nella pratica del miglioramento di piante e di animali i principi di base della evoluzione, nella etologia e nello studio del comportamento che sono state coinvolte nella interpretazione del processo evolutivo che ha avuto come risultato finale l'uomo attuale.

La notevole confusione che era presente tra i naturalisti del 17° e 18° secolo, divisi tra la spiegazione delle differenze tra reperti fossili, non più ormai considerati *lusus naturae*, e le specie attuali, tra la giustificazione della scomparsa di forme di organismi che si possono conoscere solo come fossili e tra i principi della fissità delle specie come conseguenza di un atto creativo globale da parte di Dio, è stata risolta dalle ipotesi di Darwin di evoluzione e di origine delle specie per selezione naturale sotto la pressione di esigenze contingenti presentate da cambiamenti ambientali.

Charles Buffon e Carl Linnaeus che con

la loro opera monumentale avevano portato a termine la descrizione di tutti gli organismi viventi, animali e vegetali, erano convinti che tutte le specie da loro considerate fossero stabili e tali come erano state con atto unico e globale da Dio, sostenendo in tal modo attraverso il racconto biblico la ipotesi del creazionismo. Ma gli stessi Buffon e Linneo erano stati colpiti dalla variabilità presente all'interno delle diverse specie e dalle relazioni tra alcune specie che potevano indicare una derivazione da un antenato comune, rappresentando in tal caso deviazioni rispetto al concetto fissità della creazione. Buffon ad esempio sospettò che il cavallo e l'asino derivassero da un antenato comune, in quanto si potevano accoppiare e potevano produrre progenie, ma la facoltà teologica della Sorbona lo obbligò a ricredersi.

Così Linneo che inizialmente aveva sostenuto la fissità delle specie vegetali, negli ultimi anni della sua vita incominciò ad ammettere che le specie potevano variare, ma che invece i livelli di classificazione superiori, a partire dai Generi erano immutabili, una ammissione che modificava in parte l'ortodossia creazionistica dei suoi primi lavori e del suo *Sistema Naturae*.

Verso la fine del 18° secolo altri studiosi si distaccarono dal creazionismo ammettendo una evoluzione degli organismi, tra questi Erasmo Darwin, il nonno di Carlo, il quale in base alle sue osservazioni sulle diverse fasi dello sviluppo specialmente negli insetti, ed alle variazioni indotte nelle piante nel corso della coltivazione, ammise che per arrivare agli organismi attuali doveva essere avvenuta una evoluzione, che riteneva indotta da un insieme di cause poco definibili in termini precisi, come i desideri e le avversioni, il piacere ed il dolore e così via che determinavano il potere di acquisire parti nuove e così via; una spiegazione insolita dal punto di vista scientifico che non poteva certo avere fortuna.

Uno scienziato francese Bonnet de Lamarck, indipendentemente da Erasmo Darwin, propose ai primi del 1800, una teoria evolutivistica basata su fattori estrinseci ed intrinseci per cui un organismo cerca di porre

→

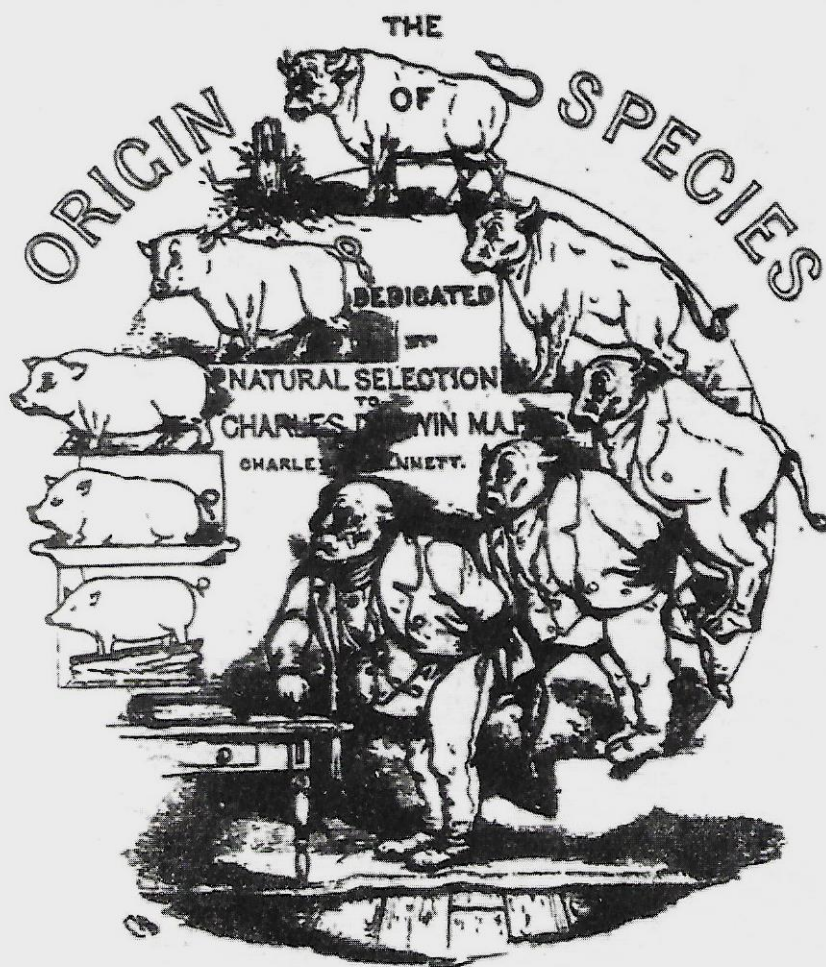
Disegno satirico del 1872 che illustra l'evoluzione dell'uomo dagli animali (un maiale e un bue).

se stesso nelle migliori condizioni di soddisfare i suoi bisogni, cioè di adattare se stesso all'ambiente in modo da approfittarne nel modo più favorevole. Sotto questa spinta interiore, condizionata peraltro da fattori esterni, si sviluppano organi che più si addicono ai bisogni dell'essere vivente e nel corso delle generazioni, perdurando le stesse cause e motivazioni, la variazione indotta non risulta più sottoposta al condizionamento delle condizioni esterne, e diventa ereditaria.

Nel 1809 Lamarck pervenne a definire la sua teoria in base a due leggi, la prima delle quali riguarda l'uso più frequente e più intenso di un organo che lo sviluppa mentre il disuso lo riduce e progressivamente lo fa sparire; la seconda riguarda la persistenza di tutto ciò che la natura ha fatto acquisire

o perdere ad un organismo attraverso le sue esperienze in quanto viene conservato attraverso le generazioni, purché la variazione sia comune nei due sensi, e diventa parte dei caratteri ereditari che vengono trasmessi da generazione a generazione.

La teoria evoluzionistica di Lamarck determinò grosse polemiche che si acquietarono solo quando Georges Cuvier condannò comunque l'evoluzione affermando che egli non conosceva nessuna forma intermedia tra quelle fossili e quelle attualmente esistenti che potessero giustificare i cambiamenti graduali cui si riferiva Lamarck e che gli animali mummificati, vecchi di 5000 anni, che la spedizione di Napoleone in Egitto aveva portato a Parigi erano identici alle forme attualmente esistenti. È nota la giustificazione di



Cuvier a proposito della presenza dei fossili nel bacino parigino; le diverse specie erano dovute alla creazione e la loro scomparsa negli strati superiori era stata determinata da catastrofi successive, anche se alcune delle forme fossili presenti negli strati superiori, presentavano aspetti più complessi, cioè più avanzati nella loro organizzazione, rispetto a quelli presenti negli strati inferiori. Questi aspetti, definiti nel loro insieme «*progressionismo*», venivano comunque lasciati senza spiegazione.

Il periodo attorno al 1830 era caratterizzato dalla partecipazione di grosse autorità scientifiche in Francia ed in Inghilterra alla discussione-polemica sulla evoluzione.

Etienne Geoffroy-Saint-Hilaire nella sua opera sui rettili fossili trovati a Coen in Francia, fu il primo nel 1831 ad usare il termine di evoluzione non più come la sequenza dei cambiamenti durante lo sviluppo, ma come successione di variazioni nel tempo. Charles Lyell nel 1832 usò pure il termine evoluzione nello stesso significato, ma fu anche il fondatore della *teoria uniformitaria* che riguardava la continua influenza delle cause geologiche esistenti eliminando il catastrofismo di Cuvier, ma considerava il *progressionismo* come una situazione associata al catastrofismo.

Le idee di Darwin

In questo clima si stava formando la cultura naturalistica di Darwin. Carlo Darwin era particolarmente influenzato dalla teoria di Lyell e durante il suo viaggio con la Beagle attorno al mondo maturò la sua opposizione alla ortodossia della fissità delle specie illuminato durante la sua visita alle Galapagos dalla possibilità di interpretare in termini evolutivi i fatti che poteva osservare, che gli permettevano di riconoscere che la evoluzione è tuttora in atto. Infatti, le differenze e somiglianze tra le specie viventi nelle diverse isole dell'arcipelago delle Galapagos venivano interpretate da Darwin in funzione delle loro abitudini di vita e della loro alimentazione, per cui non potevano essere state così create, ma dovevano essere derivate da un antenato comune da cui si erano differenziate per adattamento a condizioni ambientali contingenti, soprattutto di tipo alimentare e di comportamento, in ambienti

diversificati come quelli delle varie isole dell'arcipelago. Era però necessario per Darwin trovare il meccanismo attraverso il quale potevano avvenire queste variazioni in funzione delle condizioni ambientali, sufficientemente efficace da produrre quella differenziazione di morfologie, colori, abitudini alimentari, e comportamenti, che si poteva rilevare confrontando le faune delle isole, che cioè fosse in grado di giustificare la differenziazione di tutti le specie che vivevano in isole alcune abbastanza vicine tra loro. E fu nel 1838 che Darwin, nel corso dello studio dei materiali portati in patria, pervenne alla giustificazione dell'evoluzione attraverso il processo della selezione naturale. Ma dovevano passare più di venti anni prima che Darwin si decidesse a pubblicare, nel 1859, le sue convinzioni sulla evoluzione attraverso la selezione naturale preparando nel frattempo due diversi manoscritti, nel 1842 e nel 1844, pubblicati solo nel 1909, che differiscono dalla edizione del 1859 sulla Origine delle specie per selezione naturale, per la convinzione che la evoluzione non è solo avvenuta, ma che avviene tuttora, come ha messo in evidenza Montalenti nella sua commemorazione nel 1959 del centesimo anniversario della pubblicazione dell'Origine della Specie alla Accademia dei Lincei.

Secondo Darwin l'evoluzione è una conseguenza dell'adattamento degli organismi all'ambiente. Preciso il fatto che le popolazioni di qualsiasi specie sono composte da individui tra loro diversi, l'evoluzione procede attraverso la scomparsa degli individui meno adatti alle condizioni ambientali in processo di cambiamento e la affermazione degli individui più adatti che partecipano alla formazione delle popolazioni successive. Il processo di evoluzione per selezione naturale consiste quindi nel premiare nel corso della riproduzione degli individui di una popolazione le combinazioni più adatte a svilupparsi e successivamente a moltiplicarsi in un dato ambiente nel corso del tempo.

Il concetto di selezione naturale per adattamento ha quindi due significati: uno si riferisce al processo attraverso il quale si perviene ad una popolazione che meglio si adatta alle condizioni ambientali del momento, l'altro al prodotto stesso della selezione, cioè alla popolazione che risulta più adatta a sopravvivere in quelle precise condizioni ambientali.

Questo concetto di evoluzione comporta comunque popolazioni che mantengono al loro interno una notevole variabilità di forme e genotipi i quali permettono ulteriore adattamento. Le specie di uccelli delle Galapagos nella loro dispersione per le isole dell'arcipelago hanno subito le condizioni ambientali delle varie isole, sviluppando caratteri morfologici ottimali per le possibilità di sopravvivenza nelle diverse isole per quanto riguarda alimentazione e comportamento in termini di richiamo sessuale, ma hanno di necessità attinto alla fonte di variabilità in comune già presente nella popolazione ancestrale. Questa variabilità, era rappresentata da varianti ereditarie insorte per mutazione, apparentemente senza vantaggio selettivo al momento della loro comparsa nella specie ancestrale, ma per il fatto che al momento della visita di Darwin alle Galapagos erano state fissate e diversificavano le diverse specie, dovevano invece aver assunto un sicuro vantaggio selettivo in termini di selezione naturale nei diversi ambienti durante la colonizzazione delle diverse isole, ove le popolazioni si sono differenziate raggiungendo il rango di specie.

Certamente Darwin non poteva immaginare al suo tempo il ruolo del processo di mutazione nella induzione della variabilità delle popolazioni, ma certamente ha compreso il ruolo della variabilità spontanea che doveva rappresentare il materiale fondamentale per la selezione naturale.

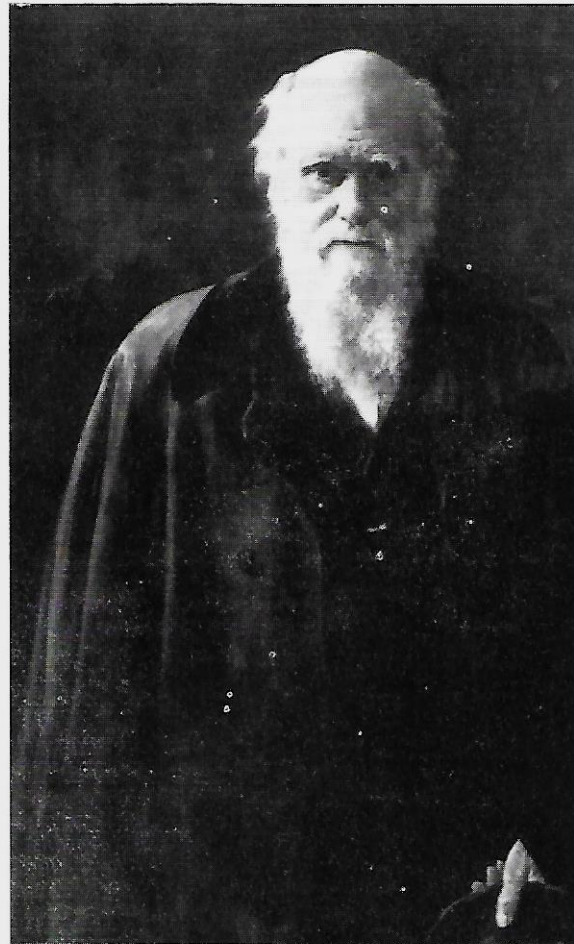
Nella teoria di Darwin è completamente mancante qualsiasi conoscenza sulle possibilità e sulla importanza dei meccanismi della ereditarietà dei caratteri, conoscenza che avrebbe potuto fornirgli il materiale per ipotesi e prove concrete per sostenere la sua teoria della selezione naturale. È importante ricordare che mentre Darwin, dopo aver preparato i suoi saggi del 1842 e 1844 non pubblicati se non più tardi per timore dell'impatto con l'ambiente scientifico e filosofico del tempo, abbia atteso fino al 1858 per pubblicare la sua teoria riguardante l'evoluzione in una comunicazione alla Società Linneana di Londra, proprio quando nella stessa seduta un altro naturalista, Alfred Russel Wallace, che lavorava nelle Indie Orientali, presentò un'altra comunicazione proprio sullo stesso argomento e con le stesse idee. La concordanza delle idee obbligò certamente Dar-

win a pubblicare nell'anno successivo il suo fondamentale lavoro sulla Origine delle Specie per selezione naturale.

Considerando ora la teoria di Darwin, basata sulle osservazioni in natura, non fornita comunque delle prove sperimentali e nemmeno suffragabile al tempo della sua formulazione dalla possibilità di una verifica in laboratorio dei supporti scientifici e filosofici, si deve certamente ammirare la preveggenza e soprattutto la profondità della idea che fornisce una base di discussione alla realtà dell'evoluzione.

Ciò nonostante Karl Popper ha definito o caratterizzato il darwinismo come una teoria non in grado di offrire elementi falsificabili e quindi da respingere. Da questo punto di

Celebre ritratto di Darwin eseguito da John Collier nel 1883, un anno cioè dopo la morte del grande naturalista.



vista la teoria evolutiva che prende le mosse dalla ipotesi darwiniana della selezione naturale non sarebbe, secondo Popper una teoria che si possa definire buona, perché pur precisando per ipotesi il meccanismo principale, la selezione naturale, attraverso il quale avverrebbe la evoluzione degli organismi viventi non è in grado di permettere una previsione o una serie di previsioni che descrivano con certezza scientifica gli eventi del futuro, cioè non è in grado di permettere una estrapolazione degli effetti del meccanismo che la condiziona. Infatti, come si può prevedere sulla base della selezione naturale la realtà di una popolazione senza conoscere gli strumenti reali attraverso i quali si realizza la selezione naturale?

È solo verso la metà del ventesimo secolo che un gruppo di studiosi con formazione genetica e biometrica hanno potuto procedere alla formazione di una teoria sintetica dell'evoluzione che va sotto il nome del neodarwinismo, in quanto propone modelli e utilizza dati sperimentali attraverso i quali si estrinseca la selezione naturale darwiniana.

Nel frattempo era stato riconosciuto il meccanismo della ereditarietà dei caratteri mediante la ipotesi di Mendel pubblicata nel 1865, ma accettata solo nel 1900 dopo la sua morte, ipotesi comprovata valida non solo per il pisello odoroso, sul quale aveva lavorato Mendel, ma per tutti gli organismi.

La presenza di variazioni ereditarie in una popolazione di una data specie diventava un fatto acquisito dal momento in cui la sperimentazione nella universalità del modello mendeliano utilizzava ceppi varianti già disponibili e veniva esteso a specie diverse vegetali ed animali, ma la origine di tale variabilità veniva identificata solo dopo che H. J. Muller nel 1926 ha dimostrato di essere in grado di indurre artificialmente le stesse varianti, le stesse mutazioni, mediante trattamenti con radiazioni ionizzanti ed Auerbach nel 1940 (ma le informazioni sono state mantenute segrete per tutto l'ultimo evento bellico) aveva riconosciuto che potevano essere indotte anche con applicazioni di prodotti chimici. Da questi momenti si è profilita la possibile origine della variabilità spontanea nelle popolazioni naturali, suffragata successivamente dalle informazioni sperimentali a livello molecolare riguardanti il re-

sponsabile della determinazione ereditaria, il DNA, l'acido desossiribonucleico.

Per lungo tempo però ci fu un aspetto contraddittorio messo in evidenza dai sostenitori della selezione darwiniana. Infatti la maggior parte delle mutazioni indotte artificialmente si dimostravano deleterie, e quindi non utili apparentemente per una evoluzione migliorativa, e le variazioni determinate dalle stesse mutazioni erano troppo grandi, troppo forti, per giustificare la gradualità del processo coinvolto nella ipotesi darwiniana della selezione naturale. Finché Ronald Fisher osservò che le mutazioni indotte erano sì responsabili di manifestazioni deleterie e recessive rispetto alle manifestazioni normali degli stessi geni, ma che erano recessive perché deleterie e che si manifestavano in tal modo poiché era stata modificata in modo estremo la condizione di interazione tra il gene mutato che controlla il carattere che si manifesta come recessivo e deleterio ed altri geni coadattati che insieme controllano una funzione complessa e che tendono a tamponare le conseguenze della mutazione deleteria la quale assume il ruolo di allele recessivo. Le combinazioni di geni di uno stesso complesso genico cambiano alla formazione dei gameti in modo probabilistico e vengono sottoposte ad uno screening da parte della selezione naturale dopo la fecondazione e la formazione degli zigoti, per cui, tra le infinite combinazioni casuali, solo quelle altamente efficienti hanno la possibilità di venire trasmesse alla generazione successiva. La comparsa di una mutazione deleteria recessiva viene tamponata nei suoi effetti proprio perché recessiva, garantendo in tal modo la sopravvivenza della combinazione di geni che altrimenti andrebbe perduta. Quando compare una mutazione deleteria dominante questa dovrebbe determinare la scomparsa del suo portatore. Una parte della progenie con il carattere dominante sfavorevole invece sopravvive a causa delle interazioni con altri geni e gradualmente conduce alla eliminazione degli effetti negativi della mutazione, per cui anche la mutazione dominante sfavorevole entra nel patrimonio ereditario della popolazione dopo aver perduto i suoi aspetti sfavorevoli, e contribuisce alla variabilità della popolazione.

Questa ipotesi, descritta come evoluzione della dominanza è stata provata sperimenta-

mente in drosofila e da E. B. Ford anche in una farfalla (*Abbraxas grossulariata*) nella quale una mutazione insorta spontaneamente è stata resa, attraverso selezione artificiale, dominante in un ceppo e recessiva in un altro ceppo.

L'ipotesi della evoluzione della dominanza, considerando la frequenza con la quale avvengono le mutazioni ed il loro mantenimento nella popolazione, più facile se recessive, rappresenta una prova che la selezione naturale non si manifesta solo a carico di un singolo gene, ma di un complesso di geni tra loro interagenti e si realizza, attraverso uno screening per sopravvivenza in una data condizione ambientale, in un processo evolutivo producendo nella sequenza di generazioni una popolazione diversificata rispetto a quelle originarie ed adattata alle condizioni ambientali contingenti.

La interpretazione di Fisher, basata sulla attività di singoli geni mendeliani, i quali manifestandosi come interazione possono avere a livello fenotipico aspetto tipicamente quantitativo, ha favorito lo sviluppo di modelli statistici riguardanti la evoluzione ipotetica di una popolazione verificabile sperimentalmente. È nato così il neodarwinismo il quale non ha più l'aspetto di teoria metafisica in termini di Popper, come la teoria evoluzionistica di Darwin, in quanto è in grado di prevedere la evoluzione nel tempo di un sistema e per di più di verificarne sperimentalmente i risultati.

La formulazione della legge sull'equilibrio genico di una popolazione da parte di Hardy e di Weinberg ha fornito i modelli verificabili con esperimenti in laboratorio ed in natura sul mantenimento e sulla evoluzione del patrimonio genetico di una popolazione attraverso gli strumenti con i quali si realizza evoluzione per selezione naturale: la mutazione, i componenti della fitness, la deriva genetica, l'isolamento riproduttivo con interruzione di flusso genico tra popolazioni diverse, iniziando un nuovo ramo della genetica che non considera solo il singolo individuo, ma una intera popolazione.

Le ricerche teoriche e sperimentali che ne sono derivate in questi ultimi trent'anni su problemi di genetica di popolazione, sviluppate anche Haldane e S. Wright, assieme alla teoria della evoluzione della dominanza di Fisher, ha fornito il corpo di dottrina e di

prove sperimentali per la cosiddetta microevoluzione, cioè per i passi evolutivi che si possono prevedere ed osservare in laboratorio ed in natura in tempi naturalmente brevi.

Le ipotesi sulla ereditarietà dei caratteri quantitativi, formulate a partire dal 1940, hanno fornito un ulteriore importante contributo alla conoscenza delle basi della microevoluzione e, per estrapolazione, della macroevoluzione. Infatti tutti i caratteri dei quali è possibile tenere conto sia attraverso la descrizione di eventi macroevolutivi, come ad esempio la evoluzione del cavallo dall'*Hyracotherium* dell'Eocene fino all'*Equus* ed al *Tapirus* recenti, sono di tipo quantitativo e la loro evoluzione per selezione naturale può essere ben interpretata in termini quantitativi, sulla base dei risultati degli esperimenti di microevoluzione in laboratorio compiuti utilizzando gli opportuni organismi come la drosofila.

Numerose sono infatti le prove sperimentali fornite attraverso uno screening per i caratteri che assieme concorrono a costituire la fitness di un individuo e di una popolazione e attraverso ricerche sugli effetti della selezione artificiale che tende a modificare la composizione genetica di una popolazione in una precisa direzione voluta dallo sperimentatore.

È ovvio che la macroevoluzione, non può essere che descrittiva, ma non è difficile una interpretazione delle modalità di realizzazione in termini di variabilità genetica disponibile e una maggiore efficienza funzionale di organi e strutture che si evolvono parallelamente al cambiamento delle condizioni ambientali.

Il neodarwinismo si presenta quindi non più ormai come una teoria, ma attraverso la genetica ed ancora più attraverso la genetica di popolazione, come una scienza sperimentale.

La teoria evoluzionistica di Darwin è quindi passata da teoria metafisica a teoria scientifica.

L'Autore:

Prof. Renzo Edoardo Scossiroli, ordinario di Genetica nell'Università di Bologna.

L'articolo contiene il testo della conversazione tenuta il 4 ottobre 1982 per iniziativa del Centro «Villa Ghigi» di Bologna.
