



*Humani generis*, DH 3896-3897; Giovanni Paolo II: *Discorso al Congresso "Fede cristiana e teoria dell'evoluzione"*, 26.4.1985, *Insegnamenti VIII,1* (1985), pp. 1127-1133; *Catechesi del mercoledì*, 16.4.1986, *Insegnamenti IX,1* (1986), pp. 1038-1041; *Messaggio alla Pontificia Accademia delle Scienze*, 22.10.1996, EV 15, 1346-1354.

I. Chiarimenti terminologici - II. Dall'ipotesi fissista al pensiero evolutivo: l'opera di Lamarck - III. La conferma dell'ipotesi evolutiva e la sua diffusione: la selezione naturale di Darwin e Wallace ed il conseguente dibattito filosofico-teologico - IV. Le conferme e le novità del XX secolo - V. Il dibattito odierno: il pluralismo dei meccanismi evolutivi - VI. Riflessioni filosofiche e teologiche.

### I. Chiarimenti terminologici

Pur trattandosi di un termine ormai universalmente conosciuto e usato sia dal linguaggio scientifico che dalla cultura in genere, al parlare di evoluzione si impongono alcuni brevi chiarimenti iniziali, in quanto proprio il suo largo uso conduce non di rado ad una certa confusione terminologica. Occorre innanzitutto chiarire che la dizione «evoluzione» nasce storicamente nell'ambito delle scienze naturali, in particolare quello della zoologia e della → biologia, e si riferisce ad una teoria scientifica che considera le varie specie oggi viventi come il risultato di un lungo processo di trasformazione e diversificazione avvenuto nel tempo. Inoltre, gli esseri viventi del presente derivano da antenati vissuti in epoche passate, anch'essi collegati tra loro da relazioni di discendenza. La vita può dunque essere inquadrata in un'unica ampia relazione di parentela e discendenza comune. In senso stretto, «evoluzione» è pertanto un termine puramente scientifico che sta ad indicare una precisa teoria e non implica di per sé, se la teoria stessa non viene inserita all'interno di una sintesi di pensiero che la inglobi, una visione "filosofica" del mondo.

In questa accezione, il termine evoluzione è stato in passato contrapposto a quello di «fissismo». Con quest'ultimo vocabolo si intendeva una teoria scientifica che sosteneva che le specie (o comunque gruppi di esse) si fossero originate indipendentemente le une dalle altre, mantenendosi poi inalterate nel tempo, rendendo così impossibile, in questa prospettiva, tracciare relazioni di parentela tra i viventi. Le specie potevano essersi originate in vario modo, ad esempio anche per generazione spontanea. Oggi, la teoria fissista può considerarsi superata, essendo stato definitivamente risolto l'interrogativo circa la loro supposta immutabilità. Come vedremo, nella loro reciproca contrapposizione queste due teorie scientifiche sono state influenzate e hanno anch'esse influenzato il pensiero filosofico e la discussione teologica.

La nozione di evoluzione si incontra però anche in contesti talvolta diversi. Sempre in ambito biologico, è frequente riferirsi all'espressione «evoluzione della vita» per indicare lo studio della sua origine sulla terra o nel cosmo, intendendo così porre l'attenzione sulla dimensione di "trasformazione" che il concetto di evoluzione reca con sé; in questo caso, ci si riferisce alla trasformazione di elementi semplici e primordiali in strutture complesse e successivamente organizzate. È ancora sulla "trasformazione" che si pone l'accento quando si parla di «evoluzione chimica», volendo con questo segnalare la sintesi dei differenti elementi chimici e dei loro composti avvenuta durante la storia del cosmo. Non siamo di fronte ad una "parentela" come nel caso della vita, ma alla possibilità di ricostruire la sequenza dei vari elementi chimici secondo il loro numero atomico crescente: mediante reazioni nucleari di fusione (come quelle che avvengono nelle stelle; → ASTRONOMIA , III), è infatti possibile generare elementi chimici più pesanti partendo da quelli più leggeri. In questo quadro si inserisce anche la nozione di «evoluzione cosmica», con la quale si indica la lunga storia attraverso la quale l'universo, partendo da uno stato originario relativamente semplice e poco diversificato, ha visto successivamente formarsi non solo le diverse particelle elementari e poi i vari elementi chimici, ma anche quelle aggregazioni di materia, ben più complesse e diversificate (galassie, ammassi di galassie, stelle, pianeti, ecc.), che costituiscono oggi la sua struttura (→ COSMOLOGIA ). In ambito fisico, il ricorso alla nozione di evoluzione denota in genere la presenza di una dimensione temporale, come quando si parla ad esempio dell'evoluzione di un sistema dinamico, volendo indicare con ciò lo studio delle configurazioni che un certo sistema assumerà nel corso del tempo in base alle leggi fisiche che lo governano.

Il suo legame con i concetti di trasformazione e di → tempo ha fatto sì che il termine evoluzione assumesse nel corso degli ultimi due secoli una notevole valenza filosofica, all'origine invece assente. Con esso, infatti, si esprime anche una visione filosofica totalizzante che descrive la natura

come un "mondo in evoluzione", cioè come un sistema in continuo sviluppo dinamico, ereditando così buona parte di quei contenuti che il pensiero classico, almeno da Eraclito in poi, associava tradizionalmente al "divenire" come prospettiva filosofica interpretativa di tutto il reale, in certa contrapposizione dialettica con l'essere. A questo riguardo, uno degli influssi più importanti della scienza moderna e contemporanea sulla nozione "filosofica" di evoluzione è stato quello che il "divenire" non indica più solo crescita o sviluppo (come quello di un seme rispetto alla pianta), ma anche trasformazione e apertura sulla storia. Con → Bergson (1859-1941) si giungerà così all'idea di una «evoluzione creatrice», prospettiva poi implicitamente ripresa da vari autori, anche scienziati, interessati a mettere in luce l'emergenza di "novità" nella storia, cioè nell'evoluzione, dei sistemi fisici o biologici. Dal punto di vista filosofico, ma anche teologico, l'epoca moderna ha dapprima riletto la dialettica fra essere e divenire in termini di un confronto fra creazione ed evoluzione, per poi dirigersi verso la ricerca di sintesi tanto di indole materialista come teista. È alle prime che corrisponde l'introduzione del termine «evoluzionismo», di solito usato nel senso di "sistema filosofico", mentre le sintesi di pensiero aperte alla trascendenza e alla vita dello → spirito hanno gradatamente inglobato l'idea dell'evoluzione - biologica e cosmica - come "modalità" della creazione divina, pur segnalando al riguardo opportune precisazioni (→ CREAZIONE, V ).

Un ulteriore, importante chiarimento terminologico riguarda il senso da attribuire al termine «teoria». Quando oggi parliamo in ambito scientifico di «teoria», o anche di «teorie dell'evoluzione», ci riferiamo ad un preciso e solido quadro interpretativo, nel quale sono certamente possibili approfondimenti e chiarimenti, ma che nel suo insieme si presenta come una sicura ricostruzione storico-scientifica e non come semplice ipotesi. Volendo fare un parallelo, possiamo affermare che la teoria dell'evoluzione è il risultato di una ricerca di tipo storico sorretta da prove quanto può esserlo l'esistenza dell'impero romano. Questo parallelo ci permette ancora due riflessioni: la prima è che si tratta, almeno in parte, di un evento storico che viene indagato anche con i metodi della ricerca storica. Infatti se ne studiano i reperti dell'epoca, nel caso particolare i fossili e le successioni delle flore e delle faune, ed anche le conseguenze giunte fino al presente, cioè la distribuzione attuale delle faune e delle flore, nonché i collegamenti che si possono ricostruire tra le varie specie viventi e fossili. Lo stesso è avvenuto, in fondo, anche per l'impero romano di cui abbiamo potuto studiare i reperti e le conseguenze giunte fino al presente, come ad esempio la diffusione delle lingue neolatine. La seconda, è che se esiste pur sempre una probabilità, anche se assai bassa, di errore, questa dipenderebbe allora da un errore di ricostruzione; ma se così fosse, ciò varrebbe anche per l'impero romano, che magari potrebbe essere in futuro considerato come un'errata interpretazione dei testi degli scrittori latini o dei reperti e testimonianze giunte fino a noi. Capiamo tuttavia che questa probabilità è talmente bassa da poter essere considerata nulla, e dunque, analogamente, il fatto storico dell'evoluzione è degno di essere preso in seria considerazione: esso entra a far parte delle nostre conoscenze, di cui anche la filosofia e la teologia devono tener conto.

Ma alla nozione scientifica di evoluzione, come risultato di una ricerca di tipo storico ormai praticamente accertata, si sono poi sommati, più o meno correttamente, una serie di significati che superano il dato empirico e che quindi vanno affrontati e discussi anche in sede filosofica, inclusa una prospettiva di sintesi tra scienza e fede. In questo contributo cercheremo di ripercorrere alcune delle sue linee essenziali, occupandoci direttamente di evoluzione solo in ambito biologico, e lo faremo partendo da un approccio di tipo storico.

## **II. Dall'ipotesi fissista al pensiero evolutivo: l'opera di Lamarck**

*1. Due diverse visioni dell'adattamento dei viventi.* Non si può parlare di evoluzione dei viventi se non si allarga il campo al problema più ampio della biologia e della sua nascita come scienza dell'osservazione dei viventi. Fu quando i primi uomini cominciarono a guardarsi intorno, ad osservare la natura e a fare l'esperienza concreta delle sue regolarità e delle sue discontinuità che nacque la prima indagine biologica di tipo scientifico. E con essa nasce il primo concetto di «specie»: ci si accorge infatti che i viventi sono raggruppabili in entità distinguibili morfologicamente e alle quali è possibile attribuire un nome. Le caratteristiche che individuano queste entità si mantengono inalterate nel tempo e si trasmettono ai discendenti grazie alla riproduzione, cioè ciascuna mediante il proprio seme. Questo primo concetto scientifico di specie sarà anche quello utilizzato dai redattori del testo biblico, in particolare nel libro della *Genesi*, ma anche negli altri testi dell'AT ove si illustra il mondo dei viventi, in quanto essi fanno chiaramente riferimento alle descrizioni naturalistiche della scienza del loro tempo e le utilizzano. Il quadro "progettuale" che ne soggiace è apparentemente fissista, con un'origine delle specie che sembra derivare direttamente da un singolo atto creatore per ogni specie: l'osservazione scientifica descriveva infatti la stabilità delle specie nel tempo e a partire da quel dato scientifico lo scrittore

biblico trasmetteva il contenuto teologico dell'origine del creato e delle creature da parte di Dio. Paradossalmente, la lettura scientifica fissista veniva ad oscurare la grande novità della teologia biblica, cioè il senso della → storia. Rispetto ad altri racconti della creazione relativi ad altre tradizioni extra-bibliche, il racconto biblico posseduto dal popolo di Israele conteneva infatti una precisa prospettiva storica: storia di alleanza, di salvezza e di redenzione. È forse un esempio *ante litteram* di come i paradigmi della scienza condizionano a volte la libertà e la ricchezza del messaggio teologico.

Anche la scienza e la filosofia greca si confronteranno con la teologia, cioè con il discorso su Dio del loro tempo. L'osservazione naturalistica presente presso i greci non vedeva il tempo come fattore di trasformazione, almeno per quel che riguardava i viventi. Essa si poneva però il problema non solo della descrizione delle specie, ma anche della descrizione degli adattamenti dei viventi, ritenendo infatti che le specie mantenessero inalterate nel tempo le loro caratteristiche per via di adattamenti che permettevano loro, in maniera estremamente efficiente, di sopravvivere e di riprodursi. Secondo la biologia aristotelica, gli esseri viventi erano sistemi complessi, composti di varie parti che interagivano fra loro per un fine specifico. Inoltre, gli adattamenti funzionavano in maniera così mirabile perché erano frutto, come del resto tutto l'universo, dell'opera di un Demiurgo previdente e provvidente, il quale, come sostenuto da Platone, tutto aveva orientato al bene. A fianco di questa idea vi era quella derivata da Empedocle, splendidamente volgarizzata da Lucrezio (98- 54 a .C.), secondo cui i viventi, pur sempre visti come oggetti composti, erano derivati in realtà da un assemblaggio casuale di parti. Chi aveva avuto in sorte un assemblaggio tale da permettergli di sopravvivere e riprodursi aveva lasciato una discendenza, mentre gli altri si erano più o meno rapidamente estinti.

Come si vede, siamo di fronte a due diverse ipotesi necessarie per spiegare gli adattamenti. La prima, proprio perché comprendeva l'adattamento come risultato di un progetto razionale, aveva una maggiore potenza esplicativa rispetto alla seconda che, al contrario, lasciava al caso la formazione delle combinazioni giuste e, quindi, non forniva alcuna ragione razionale che spingesse ad indagare in dettaglio le strutture degli animali. In fondo, che senso aveva interrogarsi ed indagare sul significato adattativo di ogni struttura ed organo se la loro origine era frutto dell'unione causale di varie parti? Una volta che tale assemblaggio permetteva di spiegare le ragioni minime dell'adattamento, il resto poteva anche essere frutto del caso. Il Demiurgo, al contrario, non aveva fatto nulla invano e quindi aveva senso procedere ad un'indagine conoscitiva per comprendere fino in fondo il valore adattativo della morfologia e della fisiologia animale. Il grande Galeno (129- 210 d.C.) sarà ispirato da questo programma di ricerca e la sua opera sarà, anche se nell'ambiente culturale pagano, una delle più compiute di teologia naturale (cfr. Hankinson, 1988).

Per Galeno, infatti, l'ipotesi teleologica (cioè quella che assegnando un fine alle varie strutture viventi permetteva di indagarne fino in fondo le ragioni morfofunzionali) era plausibile solo se era il frutto dell'azione di un Creatore abile e benevolente. D'altra parte, se vi è un simile Creatore non vi sono allora cose superflue in natura; al contrario, se vi sono cose superflue in natura, allora l'ipotesi teleologica non sarebbe più plausibile e la ricerca del significato morfofunzionale delle strutture dei viventi perderebbe la sua ragione d'essere. Come si vede, questa forma di teologia naturale - qui intesa nel senso di una semplice teleologia - non nasce nell'ambito della teologia cristiana, o comunque biblica, ed ha per scopo fondamentale quello di creare una sorta di "substrato metafisico" ad un programma di ricerca scientifico che permetta di affrontare in maniera completa ed esauriente il problema della descrizione morfofunzionale dell'adattamento dei viventi. L'impianto teorico che sarà poi la costruzione-guida per la scienza biologica occidentale fino alla comparsa delle ipotesi evolutive, nasce quindi in un ambiente che non è propriamente quello della tradizione ebraico-cristiana.

L'incontro fra la prospettiva teleologica, già presente nel pensiero greco, e la nozione biblica di provvidenza, contribuirà a formare un paradigma robusto e difficilmente alterabile. In fondo, il Dio della Bibbia poteva essere senz'altro il garante diretto ed immediato della perfezione degli adattamenti, così come lo era stato il Demiurgo platonico. Né, d'altra parte, vi erano prove che gli adattamenti si potessero formare in maniera diversa, vuoi perché l'osservazione ne dimostrava l'estrema e raffinata precisione, vuoi perché l'ipotesi alternativa di tipo casuale, oltre che meno efficace a favorire l'analisi scientifica, era anche chiaramente collegata ad una prospettiva materialistica di carattere ateo, diffusa tra l'altro dall'opera poetica di Lucrezio (→ MATERIALISMO, I). Tranne rare eccezioni, riscontrabili ad esempio in s. Agostino (→ AGOSTINO DI IPPONA, V), l'analisi della teologia pareva maggiormente impegnata a cercare un raccordo tra il Creatore biblico ed il Demiurgo platonico che non a valorizzare la prospettiva storica della Rivelazione e l'importanza che la storia portava con sé. A favorire la necessità di acquisire una simile consapevolezza

contribuiranno le prime indagini della natura compiute dopo la rivoluzione galileiana, con le quali emergerà in tutta la sua drammatica portata l'enorme ampiezza delle epoche storiche coinvolte nella storia naturale.

2. *L'affermarsi della prospettiva storico-evolutiva.* Sarà → Niels Steensen (1638-1686), lo scienziato danese che fu a lungo attivo in Toscana (più noto con il nome latinizzato di Nicolò Stenone), ad abbozzare una prima ipotesi sulla evoluzione del paesaggio geologico, cercando di spiegare la ragione per cui alcuni resti fossili di animali marini erano stati da lui ritrovati "fuori posto", cioè inglobati nella roccia di una collina. Il punto chiave dell'ipotesi di Stenone era che il tempo entrava nell'osservazione della natura come portatore di trasformazione e di cambiamento. Come segnala Giulio Barsanti (1979), la storia naturale intesa come "racconto della natura" diverrà in Lamarck "storia della natura", intesa come trasformazione nel tempo degli eventi naturali: l'idea di storia, così profondamente presente nella teologia biblica, può cominciare a raccordarsi con le scienze della natura.

Per consentire la costruzione di un primo programma di ricerca evolutivo manca però ancora un importante elemento: la possibilità di un'estensione dell'idea di "cambiamento direzionato alla trasformazione della natura", necessaria per rendere conto di quella scala degli esseri che, da Aristotele in poi, era stata una delle strutture portanti della descrizione dei viventi e che richiedeva un'ulteriore spinta per divenire un albero genealogico (cfr. Barsanti, 1992). La terra a questo punto comincia ad avere un'età propria, determinabile con l'indagine geologica e il tempo comincia straordinariamente ad allungarsi rispetto a quei tempi relativamente piccoli che potevano calcolarsi in base ad un'interpretazione troppo letterale delle narrazioni della creazione presenti nella Sacra Scrittura (→ GEOLOGIA, VI). E, d'altra parte, anche la vita aveva una sua storia: i fossili non riguardavano soltanto resti di animali ritrovati in luoghi anomali, come i denti di squalo rintracciati da Stenone su una collina, ma anche di animali difficilmente riconducibili alle specie viventi in quel momento conosciute: vi era dunque un'estinzione delle specie o qualcosa di profondamente diverso?

Il dibattito si innesca nell'Europa che sta vivendo l'esaltante (almeno dal punto di vista scientifico) momento delle grandi scoperte geografiche e Parigi è uno dei centri di questo dibattito, grazie in particolare alla presenza di Georges Buffon (1707-1788). La capitale francese è anche uno dei luoghi in cui si stava sviluppando la riflessione dell'illuminismo, un movimento nato all'interno della cultura religiosa, ma che successivamente se ne allontanerà (→ ENCICLOPEDIISMO, I, III), causando ben presto una frattura che il pensiero cristiano avrà difficoltà a ricomporre. Nel campo delle scienze biologiche la frattura più sensibile avverrà però più tardi, preparata dall'idea che ai lunghi tempi e al problema del senso della storia della natura si aggiungeva adesso la nozione di → progresso: la storia è un muoversi verso situazioni e modi di vita sempre migliori. Questo "muoversi verso" poteva anche interessare il mondo della vita, nel quale non vi erano dunque solo trasformazioni. Il grande meccanismo naturale, che era stato fino a quel momento indagato con grande sagacia e successo nel movimento dei corpi celesti (→ ASTRONOMIA, I-II), sembrava potersi applicare anche alla vita: la scala gerarchica degli esseri poteva essere interpretata come un albero genealogico e le forme di vita più semplici (o apparentemente più semplici) erano in qualche modo le progenitrici delle forme di vita più complesse. La domanda sorta dall'osservazione dei fossili poteva ricevere ora una risposta: non si trattava di resti di specie semplicemente estinte, ma di specie che si erano poi trasformate in quelle che vediamo oggi.

Chi mette insieme tutti questi pezzi per proporre la prima teoria sulla trasformazione delle specie è Jean Baptiste Lamarck (1744-1829). Attivo in Francia a cavallo fra il XVIII e il XIX secolo, Lamarck vive i grandi cambiamenti che preparano, e poi faranno esplodere, la rivoluzione francese. L'idea di progresso, favorita dal clima politico-sociale in cui stava sorgendo, diviene pertanto un elemento fondamentale nella costruzione del programma di ricerca scientifico lamarckiano e, di conseguenza, anche quella del "muoversi verso" della vita, cioè verso forme di "complessità" sempre crescente, utilizzando un termine a noi contemporaneo. Lamarck si muove all'interno della prospettiva deista: il suo Creatore è il Dio della ragione illuminista (→ DEISMO), un Dio che mette in moto il meccanismo dell'universo, ma che poi si ritrae, lasciando che tutto proceda in maniera autonoma e disinteressandosi di quanto da lui stesso messo in funzione. Siamo di fronte ad una nuova versione del Demiurgo platonico, ma un Demiurgo che non è solo garante dell'ordine esistente, bensì anche del progresso del mondo verso il suo futuro. Questa impostazione non poteva, quando applicata alla storia della vita, non porsi il problema dei meccanismi della trasformazione e dell'adattamento. Viene qui in luce un'ulteriore sottolineatura dell'importanza dell'opera lamarckiana, ma anche dei suoi limiti. In effetti, l'adattamento è da lui compreso come il risultato di un'interazione tra il vivente e l'ambiente, e questa è una grande novità concettuale. I

limiti riguardano invece i meccanismi che seguono a questa idea generale, cioè l'uso e il disuso degli organi e l'ereditarietà dei caratteri acquisiti. Non seguiremo qui il dibattito scientifico sulle ipotesi di Lamarck, ma ci limiteremo ad alcune considerazioni circa il suo impatto sulla riflessione filosofica e teologica.

Curiosamente, lo scontro più duro avviene proprio a Parigi e il punto di partenza fu proprio il dibattito sull'idea di progresso. Con la restaurazione, l'idea di progresso ritorna ad essere considerata un "pericolo" ed ecco allora che un altro scienziato parigino, Georges Léopold Cuvier (1769-1832), incarna l'alternativa al progressismo lamarckiano recuperando il fissismo scientifico. Egli rompe idealmente quel movimento meccanicistico verso il progresso dei viventi affermando la presenza, nella storia geologica della terra, di catastrofi che avrebbero spazzato via le forme viventi da aree ampie e vaste (catastrofismo; → GEOLOGIA, V.1), successivamente ripopolate da altri animali e da altre piante che vivevano in zone diverse. In questo modo il meccanismo perfetto del Dio della ragione illuminista non può più funzionare! Ovviamente, non tutte le reazioni all'ipotesi di Lamarck furono così pesanti e drammatiche. Nel caso di Cuvier occorre inoltre sottolineare che lo scontro sul piano scientifico e filosofico aveva anche delle ragioni di concorrenza personale: entrambi insegnavano e lavoravano al Museo di Storia Naturale di Parigi, e se la rivoluzione aveva messo in primo piano le idee ed il lavoro di Lamarck, Napoleone e la restaurazione faranno prepotentemente tornare alla ribalta le tesi di Cuvier.

I primi impatti del dibattito sulla riflessione teologica, in particolare in ambito cattolico, non furono poi totalmente negativi. Il futuro cardinale Nicola Wiseman aprirà un corso di teologia tenuto nel 1835 al Collegio Inglese di Roma con alcune lezioni su "Scienza e Teologia", nel quale discuterà le idee trasformiste. Wiseman non è un entusiasta di Lamarck, ma di fatto vede un solo grosso ostacolo alla ricezione delle idee trasformiste da parte della teologia cattolica, e cioè il rischio che si possa pensare ad una origine della specie umana da differenti rami evolutivi: l'unità della specie umana è un dato irrinunciabile per la teologia. Ed è singolare che per spiegare le differenze tra le varie popolazioni umane e mantenerne l'unicità delle origini, Wiseman abbozza una teoria quasi darwiniana! In effetti, le evidenti differenze tra le varie popolazioni umane potevano per lui essere ben spiegate con l'origine casuale di variazioni ereditabili che si sarebbero poi fissate in presenza di circostanze favorevoli. «Questi esempi [...] provano che varietà sporadiche o accidentali possono non pure ingenerarsi, ma, ciò che assai più fa al caso nostro, propagarsi tra gli animali. [...] Fin qui adunque abbiamo veduto per analogia e per diretti esempi: primamente che v'ha una propensione perpetua, anzi potremmo dire un conato, nella natura a partorire nella nostra specie varietà sovente di carattere singolarissimo [...] e secondamente che queste particolarità possono comunicarsi per generazioni successive di padre in figlio. In questa guisa si ottiene una prova presuntiva, che le diverse famiglie o razze tra gli uomini possono trar l'origine loro da qualche simile avvenimento; dal nascere casuale d'una varietà, la quale per effetto di favorevoli circostanze, come a cagion d'esempio dell'isolamento della famiglia in cui cominciò, e dè susseguenti matrimoni fra gl'individui di quella, addivenne fissa e indelebile essere nelle succedentisi generazioni» (Wiseman, 1841, vol. II, p. 169).

In fondo, si trattava della fissazione di mutazioni ereditarie casuali, in piccole popolazioni isolate, uno dei casi che la "sintesi moderna" collocherà nel capitolo sulla cosiddetta deriva genetica. Dunque, non rappresentavano un problema né il trasformismo, né la fissazione casuale di varietà: perché l'opera di Darwin creerà allora così tante tensioni?

### **III. La conferma dell'ipotesi evolutiva e la sua diffusione: la selezione naturale di Darwin e Wallace ed il conseguente dibattito filosofico-teologico**

Tralasciando la biografia darwiniana ed il suo approdo verso posizioni trasformiste (→ DARWIN, I-II), cercheremo qui di capire le ragioni delle difficoltà che la sua teoria sembrerà porre alla teologia e al suo modo di interpretare il dato biblico.

1. *Le premesse della teoria dell'evoluzione per selezione naturale.* Per comprenderne le cause occorre trasferirsi in Gran Bretagna, dove due elementi nuovi erano oggetto di discussione insieme alle idee di Lamarck. Charles Lyell (1797-1875), nei tre volumi dei suoi *Principles of Geology* (1830-33), pur mantenendo le distanze dalle idee evolutive, aveva però contestato anche le idee catastrofiste di Cuvier. Nella sua prospettiva, i grandi cambiamenti geologici non erano dovuti ad eventi di grande portata, eccezionali e quindi molto rari e praticamente non indagabili con i metodi della scienza, ma si erano prodotti con il sommarsi di piccoli cambiamenti (erosione, sedimentazione, innalzamento, abbassamento) che quotidianamente il geologo osservava e poteva studiare. Era la definizione dell'attualismo (→ GEOLOGIA, V) che apriva anche una prospettiva

importante: per comprendere i meccanismi evolutivi occorre dedicarsi allo studio delle trasformazioni dei viventi che potevano essere percepite quotidianamente, e in questo senso l'opera degli allevatori offriva un punto di osservazione privilegiato. Si poteva dunque studiare la selezione artificiale, ma come trasportare questo meccanismo al livello dell'agire della natura?

Un secondo punto di rilievo è dovuto all'opera di Thomas Malthus (1766-1834), che nel suo *Saggio sul principio della popolazione* (1798) prospetta una teoria dinamica delle popolazioni umane che si rivelerà importante per lo sviluppo dell'ipotesi della «selezione naturale». Per Malthus, una popolazione umana che potesse svilupparsi con risorse praticamente illimitate crescerebbe secondo una progressione geometrica e quindi in maniera esponenziale. Egli aveva in mente l'esplosione demografica delle colonie inglesi dell'America del Nord, che si sviluppavano in terre ricche di risorse e praticamente senza competitori (indubbiamente un'indagine simile condotta sui nativi americani avrebbe dato risultati ben diversi!). Al contrario, pur con fluttuazioni più o meno ampie, le popolazioni europee si mantenevano stabili perché decimate da malattie, guerre, carestie. Ma il punto chiave sta nel fatto che queste situazioni drammatiche erano fondamentalmente collegate ad una sostanziale mancanza di risorse, le quali crescerebbero infatti solo secondo una progressione aritmetica: ciò diventerebbe causa di una vera e propria "lotta per la sopravvivenza" (*struggle for life*) che abbandona alla fame, alla malattia e poi alla morte i più deboli e inetti (→ DEMOGRAFIA, IV.2). La condizione umana è quindi decisamente drammatica e in effetti Malthus indicava questa situazione con il termine chiarificatore di «*misery*», ovvero stato di miseria, miserabilità (cfr. Poursin e Dupuy, 1974, p. 25). Si tratterebbe di una situazione terribile, insita nella natura stessa delle società umane, e che riguarda appunto l'uomo come tale: di fronte ad una natura ordinata e armoniosa, la miserabilità della condizione umana era, secondo l'interpretazione più facile e immediata, pur sempre la prova della colpa di Adamo. Non era la natura ad essere corrotta, ma l'umanità che aveva peccato.

La teoria darwiniana della selezione naturale nascerà quindi da queste due premesse: da una parte l'attualismo e la sua conseguente connessione con il gradualismo, cioè con il fatto che i meccanismi evolutivi avvenivano per lento accumulo di variazioni che originavano conseguenze importanti (la grande diversificazione dei viventi) in tempi lunghi; dall'altra, l'importanza tributata ad un meccanismo indagabile, quello della competizione delle risorse e della selezione dei più adatti, che in qualche modo poteva essere controllato studiando il lavoro degli allevatori alle prese con la selezione artificiale. I tempi erano dunque maturi per la formulazione di una nuova teoria, al punto che la selezione naturale sarà proposta indipendentemente da due autori: Charles Robert Darwin (1809-1882) e Alfred Russel Wallace (1823-1913).

2. *Il dibattito successivo alla teoria darwiniana: prospettive scientifiche, filosofiche e teologiche.* Tralasciando qui gli aspetti storici, ci interessa solo sottolineare che non vi fu un passaggio automatico dalla teoria della selezione naturale ad una visione atea della natura. Wallace non era infatti un materialista, anche se ci riesce difficile definirlo un credente: negli ultimi anni della sua vita egli arriverà infatti ad un fumoso teosofismo, fino al punto di vedere un universo di fantasmi e di spiriti interagire con l'azione della selezione naturale. Egli difenderà comunque, anche se in maniera superficiale (le sue conoscenze teologiche erano, come si è detto, scarse e bizzarre), l'accettabilità della teoria da parte di una teologia naturale di ispirazione cristiana: in fondo anche la selezione naturale poteva essere inserita all'interno dell'armonia dell'universo. In un suo scritto in risposta alle obiezioni del duca di Argylls, egli pone la selezione naturale all'interno di un insieme di leggi chiare e semplici che manifestano l'equilibrio e l'ordine della natura (cfr. Wallace, 1891). Tuttavia, se ne riassumiamo anche solo rapidamente i principali meccanismi, ci accorgeremo che la teoria della trasformazione dei viventi per selezione naturale poneva in realtà dei problemi che non potevano essere risolti semplicemente, e che anzi porranno termine a qualunque tentativo di "teologia naturale", qui intesa come tentativo di dimostrare l'esistenza di Dio volendola ingenuamente fondare sull'osservazione delle funzioni e delle morfologie dei viventi (per l'accezione del termine, → METAFISICA, I.1 e V.2). Ma, d'altra parte, le critiche a queste forme di apologetica apriranno la stagione, a nostro parere ben più feconda, di una più matura "teologia della natura" (→ SCIENZE NATURALI, UTILIZZO IN TEOLOGIA, IV.2).

I meccanismi della selezione naturale sono riassunti da Julian Huxley (1887-1975) come schematizzabili in tre osservazioni e in due deduzioni, queste ultime derivate dalle prime. La prima osservazione è che, in ogni specie, i figli sono sempre più numerosi dei genitori; la seconda è che il numero degli individui di una specie, di generazione in generazione, rimane pressoché costante. Questi due fatti conducono ad una prima deduzione, di derivazione evidentemente malthusiana: deve esistere una lotta per la sopravvivenza, dato che solo un numero limitato di figli sopravvive. Ma come trasportare a livello di eventi naturali quanto Malthus descriveva per la specie umana? Si

giunge qui alla terza osservazione, quella che gli individui di una specie variano apprezzabilmente uno dall'altro, e che questa variabilità è ereditaria. Ne deriva allora la seconda deduzione: se gli individui variano apprezzabilmente, l'ambiente e comunque qualsiasi fattore esterno sceglierà di generazione in generazione quegli individui con le caratteristiche che meglio garantiscono la sopravvivenza e la riproduzione in quelle determinate circostanze. Questa scelta di alcuni individui rispetto ad altri è la «selezione naturale». In fondo, non si tratterebbe che di riportare al livello più generale dell'azione della natura ciò che era deducibile dalla quotidiana attività degli allevatori.

Ma è qui ove emergeranno problemi seri e duraturi, che non riguardano tanto l'origine dell'uomo, quanto la selezione naturale stessa, e che non potranno risolversi semplicemente, come cercherà di fare Wallace, con un generico riferimento all'armonia della natura. La selezione, infatti, poteva agire su una variabilità preesistente che si era formata con meccanismi propri, ma che non era assolutamente collegata da un rapporto causa-effetto con i vari fattori che su di essa dovevano agire. Questo punto fu chiaramente sviluppato da Darwin con la metafora dell'architetto: la selezione naturale può essere paragonata ad un architetto che deve costruire una casa utilizzando le pietre formatesi a causa di una frana. Si può affermare che le pietre si sono formate a caso? No, certamente: esse si sono formate per precise cause collegate alle forze di erosione che hanno agito sulla roccia dalla quale sono precipitate, dagli urti che hanno subito cadendo al suolo e infine dalla loro composizione chimica. Ma non sono collegate da un rapporto causa-effetto con l'uso che ne farà l'architetto. La catena delle cause viene quindi ad interrompersi e viene introdotto un elemento di aleatorietà. L'altro aspetto fondamentale è che la natura sembra usare anche dei metodi violenti, tipici degli allevatori, e comunque quegli stessi meccanismi che Malthus definiva col termine di *miseria*: la "miserabilità" della natura umana si estendeva dunque a tutta la creazione. Non c'è da sorprendersi dunque dell'insorgere di nuove difficoltà, anche se vi fu chi cercò di affrontarle subito e seriamente.

Un autore che assume un ruolo fondamentale in questa discussione è St. George Mivart (1827-1900), zoologo di origine anglicana, che approderà al cattolicesimo con un percorso simile a quello di → John Henry Newman. Egli accetterà il fatto storico dell'evoluzione, anche se non si dichiarerà soddisfatto di quelli che allora erano considerati i suoi presunti meccanismi (suscitando così i sospetti dei darwinisti più ortodossi, quali ad esempio Thomas Huxley), e cercherà al tempo stesso di indagare in maniera più fondata di Wallace quali potessero essere i rapporti tra selezione naturale e teologia. Nel 1871 Mivart pubblica un libro, *On the Genesis of Species*, la cui parte principale è dedicata ad un'accettazione critica della selezione naturale. Egli ne mette in evidenza i limiti esplicativi in relazione all'evento storico dell'evoluzione dei viventi e ritiene, pertanto, che la selezione naturale debba essere affiancata da altri meccanismi, scientificamente fondati. Ma proprio nell'ultimo capitolo della sua opera, egli discute le gravi implicazioni teologiche dei meccanismi della selezione naturale. Pur essendo uno zoologo, le sue conoscenze del dibattito erano molto più approfondite di quelle di Wallace, come può notarsi dai suoi riferimenti ad autori importanti dell'ambiente culturale inglese quali Baden Powell e John Henry Newman, quest'ultimo protagonista anch'egli della discussione suscitata dal darwinismo (→ NEWMAN, VI).

Mivart distingue innanzitutto i diversi significati del termine «creazione» affermando che quando con esso si intende l'origine assoluta di qualcosa dal nulla, si tratta di un atto soprannaturale, completamente al di fuori del campo delle scienze della natura (→ CREAZIONE, I). Vi è poi un significato secondario, quello che si riferisce al potere che Dio dà alla materia e alla natura di evolvere (come si vede siamo entro una prospettiva ormai evolutiva). All'interno di questo secondo significato, è chiaro che i meccanismi evolutivi interpellano la teologia, in quanto manifestano modi particolari di creare, anche se attraverso cause seconde (→ AUTONOMIA, II.1). Ha dunque ragione Mivart quando pone il problema della valenza metafisica della selezione naturale e basterebbe questo per sottolineare l'importanza della sua opera.

Come abbiamo visto, l'evoluzione intesa come trasformazione nel tempo dei viventi, trasformazione che poteva pur sempre realizzarsi secondo un progetto, risultava ancora teologicamente accettabile; così come non rappresentava un problema introdurre il concetto di caso e, con esso, l'interruzione di una ordinata catena di cause. In fondo, ciò poteva mettere più facilmente in discussione il dio orologiaio della teologia naturale di epoca classica (la metafora del dio orologiaio era già presente nel *De Natura Deorum* di Cicerone) o il dio della ragione illuminista. Anche il caso, compreso in termini scientifici e non filosofici, non costituiva un problema per la riflessione teologica (→ DETERMINISMO/INDETERMINISMO): interpretato come presenza di meccanismi aleatori non facilmente o non immediatamente riconducibili a precise leggi deterministiche, era sembrato, in dibattiti precedenti, perfino più consono alla libera azione di Dio e alla presenza di una Provvidenza che indirizzava liberamente la storia (→ CREAZIONE, IV.3). La

storicità dei fenomeni evolutivi, strettamente collegata alla aleatorietà dei corrispondenti meccanismi, poteva benissimo essere ricondotta all'azione di un Dio che si caratterizzava per essere il Dio della storia: «Ciò che agli occhi del non credente sembra opera del caso, agli occhi del credente è il segno dell'opera della Provvidenza che agisce liberamente e senza alcun vincolo di necessità per far compiere alla natura i passi necessari per giungere all'uomo» (Galleni, 1992, p. 104).

Può essere interessante ricordare in proposito che l'incontro della filosofia cristiana con le leggi della scienza e della filosofia greca aveva già corso il rischio di condurre ad una visione della Natura in cui gli eventi erano retti da condizioni talmente stringenti e necessarie - così obbliganti e definitive che nemmeno Dio poteva alterarle - da suggerire all'Arcivescovo di Parigi Etienne Tempier di condannare nel 1277, insieme ad altre affermazioni dell'averroismo latino, la proposizione secondo cui non esiste il caso, ma tutte le cose che accadono, accadono per necessità («quod nihil fit a casu, sed omnia de necessitate eveniunt»: P. Mandonnet, *Sigier de Brabant et l'averroïsme latin au XIII e siècle*, Louvain 1908, vol. II, p. 183, n. 102). Di fatto, nel pensiero cristiano non vi fu mai una identificazione delle leggi di natura con l'idea di un determinismo assoluto (→ LEGGI NATURALI, III.1): in una concezione di quel tipo, Dio sarebbe stato come "costretto" all'interno delle leggi di natura che la scienza scopriva (cfr. Galleni, 1992, pp. 172-173). Il problema della aleatorietà dei meccanismi evolutivi era dunque di fatto risolvibile senza troppe difficoltà, sebbene ciò richiedesse una nuova e più approfondita riflessione teologica che talvolta mal si conciliava con una certa pigrizia intellettuale, indirizzata più facilmente a difendersi che a discutere ed integrare.

Se la precedente prospettiva risultava percorribile, ciò che era invece di difficile soluzione - e lo rimane ancora oggi - riguardava il problema della selezione naturale come evento spesso violento e comunque portatore di sofferenza e di dolore. Era questo, in realtà, il punto drammatico. Quello "stato miserabile" che Malthus confinava alla condizione umana pareva infatti estendersi a tutta la natura: il contrasto tra la bontà biblica della creazione e la sofferenza, il dolore e la morte che la caratterizzerebbero invece fin dal suo inizio, diventava di difficile conciliazione. Mivart cercò una soluzione ripercorrendo alcuni argomenti con cui Leibniz, nella sua *Teodicea* (1710), aveva affrontato il problema del male nel mondo (→ LEIBNIZ, II-III). Con grande lucidità sottolineò che, dal punto di vista scientifico, la selezione naturale era solo uno dei meccanismi che permettono e determinano l'evoluzione; ma il piano generale di Dio è comunque così lontano dalla nostra capacità di comprensione, che ciò che a noi sembra drammatico può avere in fondo una spiegazione nella visione globale posseduta dal Creatore (→ ATEISMO, V). Era un tentativo interessante di spiegazione, ma che lasciava comunque insoddisfatti.

#### IV. Le conferme e le novità del XX secolo

Riprendendo il filo del dibattito scientifico, osserviamo che la fine del XIX secolo porta con sé una discussione assai aperta e vivace sulle possibilità esplicative della selezione naturale. In effetti, non erano per nulla chiari i meccanismi che sovrintendevano al sorgere e all'ereditarietà della variabilità, poiché mancava ancora l'approccio sperimentale adatto. Quell'approccio, almeno per quanto riguardava l'ereditarietà della variabilità, era stato già genialmente proposto da → Gregor Mendel (1822-1884) subito dopo l'uscita del volume di Darwin su *L'Origine delle specie* (1859), ma, paradossalmente, i suoi lavori erano rimasti praticamente sconosciuti.

1. *L'approccio riduzionista, la sintesi moderna e la biologia molecolare.* Mendel era riuscito ad applicare all'indagine sui meccanismi dell'ereditarietà un approccio matematico statistico basato sulle regolarità emergenti al trattare i grandi numeri e lo aveva potuto fare grazie ad una metodologia decisamente riduzionista. Egli aveva infatti analizzato i meccanismi ereditari di caratteri ben evidenti e qualitativi (verde o giallo, liscio o rugoso, bianco o rosso) in un sistema sperimentale, che permetteva di operare un alto numero di incroci, e in maniera controllata, tale da far avere allo sperimentatore la certezza sulla precisione degli incroci che andava programmando (cioè che il polline di una determinata pianta fecondasse l'ovulo di un'altra). Inoltre egli poteva seguire un alto numero di incroci e protrarre gli esperimenti nel tempo. In questo modo Mendel constatò la presenza di regolarità statistiche nell'ereditarietà dei caratteri, riuscendo a capire che ogni individuo possedeva due "determinanti" per uno stesso carattere, uno di provenienza del padre e uno della madre. Questi determinanti non si fondono, ma mantengono ciascuno la propria individualità e migrano poi nei gameti in maniera stocastica, in modo che i nuovi gameti ne abbiano uno solo per carattere.

Alla base di questi risultati vi era una impostazione riduzionista: ogni carattere visibile era collegato ad un carattere genetico da una relazione lineare e l'organismo era dato dalla somma dei

caratteri che venivano ereditati con regole semplici, le leggi di Mendel appunto (→ GENETICA, I, III). Paradossalmente, sarà proprio la lucidità dell'approccio riduzionista mendeliano che permetterà di far ripartire il lavoro sperimentale e teorico sulla selezione naturale. In effetti, sviluppando l'impostazione matematico-statistica si poté modellizzare il comportamento dei geni nel tempo e definire le ragioni che mantenevano in equilibrio le loro frequenze. Inoltre, si poterono stabilire i fattori che, facendo uscire le frequenze dei geni da una situazione di equilibrio, permettevano così l'evoluzione. La modellizzazione apriva anche altre prospettive: l'approccio riduzionista inaugurato da Mendel permetteva infatti di pensare che, una volta compresi i meccanismi di evoluzione nel tempo dei geni, si potesse anche comprendere tutta la ricchezza delle trasformazioni dei viventi. Una popolazione di viventi poteva essere in fondo ridotta alla semplice somma dei suoi geni e modellizzata come una nuvola di geni ed alleli (forme molecolarmente diverse di uno stesso gene) su cui agivano nel tempo forze quali la selezione, la mutazione, ecc. Si potevano dunque impiegare le stesse tecniche della meccanica statistica che servivano per modellizzare il comportamento di una nuvola di gas.

Emerge qui un altro concetto di "caso" che si sovrappone e si affianca a quello darwiniano. Se infatti, come abbiamo visto, il "caso darwiniano" era collegato alla sconnessione esistente tra il sorgere della variabilità e la selezione naturale che avrebbe agito su di essa, in ambito genetico il caso è collegato con i meccanismi stocastici dell'ereditarietà, per cui non si può esattamente conoscere come una determinata popolazione evolverà, ma si può cercare di modellizzare un sistema che indichi le probabilità che certe combinazioni di alleli si formino e vengano poi ereditate.

Ma la fecondità dell'opera di Mendel non è dovuta solo all'introduzione della modellizzazione. Il fatto che i geni si comportassero come i cromosomi fece ben presto pensare che la struttura fisica che faceva da supporto ai geni stessi fosse costituita, appunto, dai cromosomi. La nascita della citologia e della cariologia (studio della riproduzione delle cellule e della duplicazione del loro nucleo) e gli studi sul cosiddetto *Drosophila group* (dal nome del moscerino dell'aceto, *Drosophila melanogaster* che si era rivelato l'animale ideale per queste indagini) permisero di accertare che i geni erano collocati in sequenza lineare sui cromosomi ed anche la natura delle mutazioni: avendo queste ultime un supporto fisico ben preciso, tale supporto poteva cambiare in vario modo e la corrispondente variazione influenzare l'azione del gene sul fenotipo, ed essere poi ereditata. Inoltre, la variazione non aveva alcun rapporto causa-effetto con la selezione che su di essa doveva agire: mutazioni che apparivano dopo l'esposizione di animali ai raggi ultravioletti, ad esempio, non li rendevano per questo più resistenti ai raggi stessi. Questa parte importante della teoria darwiniana sembrava dunque confermata. Si giunge così alla cosiddetta «sintesi moderna», che organizza attorno ai due nuclei centrali della ereditarietà mendeliana e della selezione naturale tutte le conquiste della biologia della prima metà del XX secolo (cfr. Huxley, 1942).

Le scoperte della biologia molecolare contemporanea sembrano confermare ulteriormente il quadro della sintesi moderna. I geni sono in effetti costituiti da una sequenza di basi azotate che, a triplette, codificano per i relativi aminoacidi e quindi per le proteine corrispondenti. La doppia elica del DNA può aprirsi permettendo la "lettura" del codice relativo al gene e può duplicarsi permettendo la trasmissione dell'informazione genetica di cellula in cellula e quindi la sua ereditabilità (→ GENETICA, III; BIOLOGIA, IV). Inoltre, un cambiamento della sequenza di basi porta alla mutazione. Infine, l'informazione può trasmettersi dal DNA alle proteine, ma non può viaggiare in senso opposto. La biologia molecolare conferma quindi la non direzionalità della mutazione ed il meccanismo ereditario con cui può agire la selezione. Sembra inoltre anche confermato l'approccio riduzionista riassunto dall'affermazione: un gene, una proteina. Una volta conosciuti i geni di un organismo, si conoscono anche le sue proteine e si posseggono quindi tutte le informazioni necessarie per costruirne l'identità biologica: ciò che vale per il batterio vale anche per l'elefante, con la differenza che l'elefante ha solo bisogno di qualche proteina in più...

I due significati di "caso" prima ricordati, quello darwiniano di sconnessione tra causa ed effetto (e di interruzione della catena causale) e quello mendeliano di fluttuazione stocastica, vengono recuperati in pieno ed autorevolmente dalla biologia molecolare che, in vario modo, ha permesso di fare esperienza diretta della struttura del gene. Da questi due concetti di caso muove la nota teoria espressa da Jacques Monod ne *Il caso e la necessità* (1970), un lucido esempio di interpretazione dell'evoluzione in base ad una precisa griglia filosofica; proprio dal punto di vista filosofico essa diviene però problematica, per la pretesa dell'autore di avere avanzato l'unica interpretazione "scientificamente possibile". Astrarre conclusioni universali partendo dalla descrizione scientifica della biologia molecolare richiede sempre, in realtà, una griglia interpretativa, che andrebbe correttamente esplicitata, e che non può poggiarsi solo sulle scienze sperimentali, dovendo per forza di cose ricorrere a riflessioni filosoficamente più totalizzanti, riflessioni che Monod deriva

direttamente dalla sua prospettiva esistenzialista ed atea. Andrebbe in questo caso affermato con chiarezza che si tratta di una conclusione filosofica, esplicitandone e discutendone i vari passaggi, cosa che Monod non fa. Le estrapolazioni di Monod in ambito teologico sono inoltre assai superficiali, perché intendono entrare in una discussione senza far uso degli adeguati strumenti metodologici. Può essere curioso osservare che la sua posizione coincide esattamente con quanto l'Arcivescovo Tempier intendeva difendere! Nella lettura di Monod, il caso viene però radicalizzato come risposta ultima e globale, mentre in quella di Tempier l'esistenza del caso era volta a spogliare la natura dagli attributi di necessità assoluta che appartenevano solo a Dio.

2. *La biologia della complessità e la visione globale.* Occorre adesso evidenziare quali sono gli approcci, ma anche i problemi, legati all'impostazione di ciò che è comunemente noto come «sintesi moderna» dell'evoluzione darwiniana. In primo luogo va ricordato che abbiamo a che fare con un approccio di tipo riduzionista: si isola un singolo problema, lo si indaga nel modo più conveniente possibile e poi si cerca di avere una visione globale del vivente sommando i risultati delle indagini compiute isolatamente sulle singole parti (→ RIDUZIONISMO). Si tratta ovviamente di un particolare approccio metodologico che, come tale, ha come primo referente l'epistemologia, non la teologia. Si può notare incidentalmente che, delle tre figure che rivoluzionarono la biologia dell'Ottocento, Darwin, Wallace e Mendel, il primo era un agnostico che approdò verso la fine della vita a posizioni chiaramente atee, il secondo ebbe sempre posizioni più aperte dal punto di vista religioso (anche se confuse e che lo portarono ad abbracciare la teosofia) e il terzo, Mendel, per quel che ne sappiamo, fu un santo monaco. D'altra parte, il metodo impiegato da questi studiosi fu estremamente importante perché permise la nascita delle varie discipline che compongono la biologia contemporanea, dalla fisiologia alla citologia, alla morfologia. Oggi, però, questo approccio mostra i suoi limiti. Per comprendere meglio il problema, occorre recuperare la discussione collegata con l'odierna situazione dei meccanismi evolutivi, quando questi vengono rivisti nell'ottica della complessità e dell'approccio globale.

Lo studio della complessità ha in effetti mostrato, anche in fisica, la difficoltà connessa con un approccio puramente galileiano, basato sulla riduzione matematica e matematizzabile dei fenomeni naturali. I sistemi complessi sono infatti sensibili alle condizioni iniziali ed il loro comportamento non può essere previsto su una scala di tempi medio-lunga; l'imprevedibilità del sistema è inoltre collegata al numero di oggetti che interagiscono e alle loro relazioni. L'apparente difficoltà della biologia, di essere riconducibile con notevole difficoltà al paradigma scientifico galileiano e per questo definita come "scienza debole", viene fortunatamente ribaltata: la biologia diviene ora "scienza forte" perché riconosciuta più vicina alla complessità del reale, fino a proporsi come scienza-guida nel nuovo approccio dettato dal metodo della complessità. Una prospettiva di questo genere dovrebbe portare alla conclusione che i viventi (essendo oggetti composti di un alto numero di parti e di un alto numero di relazioni tra le parti) dovrebbero essere altamente imprevedibili ed altamente "instabili". Tuttavia, se ciò potrebbe essere facilmente dimostrato applicando al vivente un approccio riduzionista, con un approccio "globale" il risultato sarebbe assai diverso, perché si arriverebbe ben presto a riconoscere che le parti interagiscono mantenendo stabile il sistema. La complessità applicata ai viventi dà come risultato l'emergenza di proprietà imprevedibili sulla base dell'indagine delle semplici componenti, e queste proprietà tendono a mantenere stabile il sistema stesso (→ COMPLESSITÀ, IV-V).

Questo è particolarmente interessante se si pensa che la fine del programma riduzionista è stata decretata in biologia proprio da quel ramo che sembrava averne consacrato il successo, cioè la biologia molecolare (→ BIOLOGIA, III). In effetti, nei viventi a cellula complessa (eucarioti) una grande quantità di DNA sfuggiva al semplice schema "un gene, una proteina", in quanto esso aveva funzioni strutturali. Ciò era spiegabile solo considerando il DNA all'interno della struttura complessa in cui doveva muoversi, cioè il nucleo cellulare, e le funzioni che doveva svolgere, cioè il mantenimento della stabilità dell'organismo. Questo ci permette di introdurre la più importante innovazione nei meccanismi evolutivi, collegata con la novità più interessante emersa negli ultimi anni, quella di un pluralismo teorico non più eludibile. Cercheremo di riassumere brevemente le principali teorie che partecipano a questa visione pluralista, discutendone poi il diverso impatto nei rapporti fra scienze e teologia.

## V. Il dibattito odierno: il pluralismo dei meccanismi evolutivi

Dal punto di vista epistemologico, il problema del pluralismo delle teorie evolutive si presenta in modo abbastanza interessante. Infatti, quelle che qui descriveremo brevemente non sono teorie che si sostituiranno nel tempo, ma teorie che devono in qualche modo convivere. La migliore visualizzazione epistemologica è quella del cosiddetto triangolo dell'evoluzione (cfr. Galleni, 1998,

2001), i cui vertici sono rappresentati dalle tre teorie che possiamo chiamare: teoria gene-centrica o delle sconessioni, teoria organismo-centrica o dell'auto-organizzazione e teoria biosferocentrica o delle connessioni. In questo triangolo, l'area rappresenta un insieme di punti a differenti distanze dai vertici, a significare che le tre teorie non si presentano mai allo stato puro e che è praticamente impossibile che un evento reale possa essere spiegato in modo completo e soddisfacente da una sola di esse. Ogni interpretazione di un fatto evolutivo si colloca all'interno dell'area del triangolo, in un punto le cui differenti distanze dai vertici rappresentano quanto di una teoria viene "usato" nell'interpretazione dell'evento. Ma è anche altrettanto chiaro che ogni autore si collocherà nel triangolo a seconda della sua posizione filosofica. Questa rappresentazione ha il grande vantaggio di permettere, in linea di principio, una discussione delle tre diverse teorie "allo stato puro", anche se nell'operatività concreta del lavoro del biologo, sia teorico che sperimentale, le tre teorie convivono insieme, proprio grazie all'utilizzo del triangolo.

La teoria gene-centrica è quella più vicina all'impostazione darwiniana e della sintesi moderna. Ciò che conta è il gene, che muta e viene ereditato secondo meccanismi propri, creando il substrato grezzo sul quale agisce il fattore ordinatore costituito dalla selezione naturale. L'esponente oggi più rappresentativo di questa prima teoria è Richard Dawkins, le cui posizioni filosofiche sono quelle di un ateismo militante. Ciò che va sottolineato è che, indubbiamente, la teoria gene-centrica recupera buona parte del darwinismo classico, in particolare l'impossibilità di usare un'apologetica ingenua basata su una catena di cause intese in senso meccanicistico. Il suo impiego in chiave filosofica elimina quindi il dio orologiaio o quello della ragione illuminista (cfr. Dawkins, 1988), ma non rende per questo plausibile l'ateismo, come vorrebbe Dawkins: rimuovendo l'idea del disegno, rende però problematica la nozione di un creatore provvidente e benevolente.

La teoria organismo-centrica o dell'auto-organizzazione non fa riferimento, nella formazione delle strutture ordinate che caratterizzano la morfologia del vivente, alla selezione naturale come fattore di ordine, ma semmai alla capacità di creare strutture ordinate, presenti in oggetti dello stesso livello gerarchico che interagiscono fra loro. Varie tra le strutture geometriche quasi perfette che caratterizzano molte delle morfologie dei viventi (si pensi alla precisione dell'organizzazione a spirale della filloassi foliare o della conchiglia a spirale piana) sarebbero il risultato di fenomeni di organizzazione collegati alle relazioni che si vengono a instaurare tra molecole o cellule, così come, del resto, la perfezione geometrica di un fiocco di neve o di un cristallo sono collegati alle relazioni che si instaurano tra gli atomi. Collegato a questo aspetto vi è quello, importante, della emergenza di proprietà. In effetti, le molte simulazioni collegate alle relazioni tra oggetti (dalle più semplici come il gioco della vita di Conway, fino alle raffinate simulazioni dei sistemi NK di Kauffman) sembrano mostrare, pur con tutti i limiti delle simulazioni, che in situazioni particolari delle strutture ordinate possono emergere, e talora stabilizzarsi, da oggetti che interagiscono con regole semplici. L'ordine sembra nascere per auto-organizzazione, senza bisogno dell'azione ordinatrice della selezione naturale. Si tratta però pur sempre di un ordine geometrico. A nostro parere, nonostante certe interpretazioni apertamente finalistiche che emergono dalla riflessione filosofica di S. Kauffman (1995) - secondo le quali l'uomo sarebbe l'ovvio risultato dei meccanismi con cui l'Universo si auto-organizza - l'argomento dal Disegno che la selezione naturale estromette dalla tradizione culturale occidentale non vi può rientrare con la teoria dell'auto-organizzazione. Semmai, può essere interessante notare come una visione decisamente non riduzionista porti a conclusioni filosofiche che, partendo dall'osservazione della natura, siano diametralmente opposte a quelle di Jacques Monod.

Ricca di prospettive per una costruttiva interazione con la teologia si presenta invece la teoria biosferocentrica. Questa teoria, che annovera → Pierre Teilhard de Chardin (1881-1955) tra i suoi fondatori, costituisce il più importante tentativo di sviluppare un approccio globale al problema dell'evoluzione. Visto dalla prospettiva della complessità, l'"insieme" presenta delle proprietà che non possono essere comprese studiando separatamente le singole parti, e questo determina la crisi del programma riduzionista (→ MATERIA, VII). Un approccio non riduzionista dell'evoluzione doveva suggerire dei metodi di indagine che in qualche modo potessero affrontare a livello globale l'evoluzione stessa, per permettere di controllare l'emergenza di caratteristiche nuove che la semplice biologia di popolazione non era in grado di mettere in evidenza. Fondamentale, da questo punto di vista, resta l'approccio su larga scala. Va ricordato in proposito quello teilhardiano, che dapprima indaga l'evoluzione a livello continentale e poi, con la Geobiologia, ne estende l'interpretazione a tutta la Biosfera. Nell'interpretazione teilhardiana degli alberi evolutivi, l'emergenza di caratteri che evolvono in modo parallelo, divengono la prova della fecondità del metodo. Andando a studiare l'evoluzione a livello della Biosfera, intesa come un'unica entità complessa che evolve, vengono messe in evidenza canalizzazioni e parallelismi che sfuggono invece

all'indagine riduzionista (→ TEILHARD DE CHARDIN, VI). E questo non è senza importanza ai fini di una discussione con la teologia (vedi *infra*, VI).

La teoria dell'approccio globale ha anche una lettura più moderna, quella di James Lovelock e della cosiddetta «ipotesi Gaia» (cfr. Lovelock, 1991). Al di là delle interpretazioni superficiali che ne sono state date, l'ipotesi Gaia è una precisa ipotesi scientifica che afferma come, considerando le cose a livello planetario e quindi a livello dell'intera Biosfera, viventi e non viventi sono collegati da relazioni di tipo *feedback* negativo, il cui risultato è il mantenimento della stabilità dei parametri collegati alla sopravvivenza della Biosfera stessa. In qualche modo dunque è la Biosfera che, a livello planetario, mantiene attivamente i parametri che permettono la sopravvivenza della vita. Di fronte a quei fattori, esterni alla Biosfera, che cambiano continuamente, questa interagisce mantenendo costanti i suoi parametri fondamentali, come ad esempio la temperatura dell'atmosfera, la salinità dei mari, la concentrazione di ossigeno e quella di anidride carbonica: la vita dunque evolve per sopravvivere.

## VI. Riflessioni filosofiche e teologiche

Come abbiamo accennato, la scomposizione del fenomeno evolutivo in tre differenti teorie facilita la discussione del rapporto fra l'evoluzione e la teologia.

La prospettiva gene-centrica è quella più vicina al darwinismo. In effetti la selezione naturale non solo interrompe una catena di causalità che rimandi in modo meccanicistico ad un Disegno, ma trasporta a livello dell'intera creazione - attraverso la sua idea centrale di lotta per la sopravvivenza - la sofferenza, il dolore e la morte (→ DARWIN, VII). Da questo punto di vista, diviene più difficoltoso comprendere l'affermazione biblica che ribadisce con insistenza che Dio vede la bontà della creazione. Il problema, ricordiamo ancora, non è tanto l'apparente assenza di teleologismo o la presenza di meccanismi casuali e aleatori, quanto il fatto che questi meccanismi sono spesso portatori di sofferenza: come nel caso delle anemie mediterranee, ad esempio, ove raffinati meccanismi di adattamento risultano positivi per la specie, ma hanno un costo umano molto alto perché portano con sé la morte di vite innocenti (cfr. Galleni, 1995). Il Creatore dell'universo di Darwin è un Creatore che non ha in nessun conto le singole creature e si disinteressa dei loro patimenti. Emerge molto bene la correttezza dell'impostazione che St. George Mivart aveva dato, nel sottolineare l'importanza della valenza "metafisica" della teoria darwiniana. La filosofia naturale che ne deriva è quella, così ben rappresentata da Monod, di una vita che evolve casualmente, senza alcun progetto, e che giunge fino all'uomo solo perché questi faccia l'esperienza della solitudine, un uomo solo che deve confrontarsi con la disperata, esistenziale indifferenza dell'Universo. La teoria organismo-centrica, come abbiamo visto, aiuta poco da questo punto di vista: anche se, nell'interpretazione di Kauffman, introduce degli elementi finalistici nel movimento verso la complessità, dal momento che integra e non sostituisce la teoria gene-centrica, non risolve i problemi della drammaticità dei meccanismi evolutivi.

Ben diversa appare in tal senso la prospettiva biosferocentrica o delle connessioni. Questa interpretazione non elimina il problema di fondo, ma cerca di risolverlo, in parte seguendo la prospettiva di Mivart, all'interno di una visione globale, come globale è il metodo usato dal punto di vista scientifico. La teoria biosferocentrica porta a riflessioni filosofiche importanti. Oltre a confermare, come caratteristica generale della vita, quella dell'evoluzione intesa proprio come trasformazione irreversibile nel tempo, vi aggiunge quella dell'evoluzione come un "muoversi verso". I meccanismi evolutivi, anche se in parte collegati a meccanismi casuali, mostrano nella prospettiva globale, una direzionalità evidenziabile sperimentalmente dalla presenza di canalizzazioni e parallelismi, che individuano un movimento verso la complessità e la coscienza.

In qualche modo dunque si reintroduce una necessità, cioè un finalismo, nei confronti dell'essere pensante, anche se il cammino che porta all'uomo è tutt'altro che deterministico. Infatti, oltre alle precedenti idee di evoluzione come trasformazione e come muoversi verso, la teoria biosferocentrica suggerisce come terza caratteristica quella della libertà. I meccanismi aleatori, e talvolta drammatici, sono il segno di processi che non possono essere strettamente deterministici, perché un determinismo stretto, avrebbe reso impossibile la nascita della creatura libera e il suo libero agire. Né, d'altra parte, il Creatore interviene nella creazione per rimuovere le cause del male fisico, perché l'intervento di Dio nei meccanismi della natura imporrebbe pur sempre, secondo tale prospettiva, dei vincoli alla libertà. Dio potrà intervenire, ma solo dopo la comparsa dell'essere pensante e quindi della Noosfera, tramite un'alleanza liberamente accettata dalla creazione stessa attraverso la creatura pensante e libera. La Noosfera diviene lo strumento con cui l'intera Biosfera stringe l'alleanza con il Creatore. La progettualità della creazione non viene dunque dimostrata dal

deterministico svolgersi di un programma, ma semmai esattamente dal contrario, cioè dal fatto che l'emergenza del pensiero non è deterministica. Il valore della creazione è la libertà. I meccanismi "a tentoni", talvolta anche drammatici, se vogliamo vederli in una prospettiva che in qualche modo si colleghi ad una teodicea di tipo leibniziano, sono in fondo i meccanismi che massimalizzano la libertà. Ed è forse proprio questa la bontà della creazione: l'emergenza della creatura pensante e libera.

Nei suoi rapporti con la teologia, la prospettiva evolutiva implica assai probabilmente anche una certa "rilettura" dei contenuti associati al peccato originale (cfr. *Gaudium et spes*, 13), specie in merito alle sue connessioni col mondo naturale (→ SCIENZE NATURALI, UTILIZZO IN TEOLOGIA, IV.2). A volte, tale dottrina può essere stata vista come una sorta di "via d'uscita" per assolvere Dio dai mali della creazione: in un universo creato già ordinato e armoniosamente organizzato direttamente da un Creatore provvidente, il male può entrare solo come errore della creatura razionale, cioè con il suo peccato. Il problema del male, in fondo, è stato sempre visto in certo contrasto con la bontà delle leggi di natura (→ LEGGI NATURALI, VI.3). Se, prima di Darwin, lo "stato di miseria" della condizione umana era determinato ancora dal peccato dell'uomo, una volta che tale stato viene esteso a tutta la creazione, la prospettiva evolutiva diverrebbe come il senso ed il cammino di un ordine che va adesso costruito. Le nozioni di ordine e di armonia non apparterrebbero dunque al passato, ma rimandano a qualcosa che andrebbe realizzato nel futuro. Come ha fatto notare Karl Schmitz Moormann (1995), l' *id verius quod prius* della tradizione classica viene sostituito, in un'ottica evolutiva, da un *id verius quod posterius*. Le conseguenze per la teologia non sono trascurabili, anche se va comunque ricordato che la Rivelazione biblica si differenzia sia dal pensiero classico (la verità e l'ordine sono solo al principio) che dallo storicismo idealista della modernità (la verità ed il senso sono solo alla fine), sostenendo invece la simultanea mediazione di un Verbo creatore, sia al principio che alla fine del tempo (→ GESÙ CRISTO, RIVELAZIONE E INCARNAZIONE DEL LOGOS, II). In ogni caso, un Dio che crea un mondo in evoluzione, che si caratterizza per l'emergenza di nuove proprietà, bene si accorda con la prospettiva storica della Rivelazione biblica. Un Dio che gioca fino in fondo la carta della libertà della creatura, fino ad accettare di essere da essa crocifisso, è il Dio della storia, dell'alleanza e della redenzione, è il Dio di una creazione la quale, secondo la nota espressione di Teilhard de Chardin, si muove verso il punto Omega. La prospettiva evolutiva ben si accorda anche con il concetto di alleanza: Dio vuole interagire con il mondo solo attraverso l'alleanza con la creatura libera, nella prospettiva di costruire una Terra ed un storia aperte sul futuro (→ AUTONOMIA, II; TEILHARD DE CHARDIN, III, VII ).

Per concludere, a parte l'accettazione ormai definitiva della prospettiva scientifica evolutiva, il pensiero teologico è chiamato a confrontarsi con una conoscenza del piano di Dio sulla creazione che, secondo la lezione galileiana, deriva anche dallo studio scientifico del libro della natura (→ SACRA SCRITTURA, V.1). Il valore di una teologia sensibile a questa istanza è quello di una teologia che guarda al futuro, che aiuta a far comprendere quelle "proposte di alleanza" che Dio continuamente offre all'uomo, perché questi si adegui al nuovo e all'imprevedibile, come caratteristiche intrinseche alla creazione in cui siamo chiamati a vivere. E, d'altra parte, solo accettando l'alleanza con il Creatore, la Noosfera può continuare il suo cammino salvaguardando anche l'integrità della Biosfera, a cui è legata da una relazione simbiotica (cfr. Galleni, 2001).

**Ludovico Galleni**

**Vedi:** AUTONOMIA; BIOLOGIA; COMPLESSITÀ; CREAZIONE; FINALITÀ; LEGGI NATURALI; UOMO, IDENTITÀ BIOLOGICA E CULTURALE; DARWIN, C.

### **Bibliografia:**

N. WISEMAN , *Conferenze sopra la connessione delle scienze colla religione rivelata* , 2 voll., Società Tipografica de' classici italiani, Milano 1841; A.R. WALLACE , *Natural Selection and Tropical Nature: Essays on Descriptive and Theoretical Biology* , Macmillan, London - New York 1891; J. HUXLEY , *Evolution, The Modern Synthesis* , G. Allen & Unwin, London 1942; P. LEONARDI , *L'evoluzione dei viventi* , Morcelliana, Brescia 1950; E. GILSON , *D'Aristotele à Darwin et retour: essai sur quelques constantes de la biophilosophie* , Vrin, Paris 1971; P.W. ANDERSON , *More is different* , "Science" 177 (1972), pp. 393-396; J.-M. POURVIN , G. DUPUY , *Malthus* , Laterza, Roma-Bari 1974; M.-J. NICOLAS , *Evoluzione e cristianesimo* , Massimo, Milano 1978; G. BARSANTI , *Dalla Storia naturale*

*alla storia della natura* , Feltrinelli, Milano 1979; E. MCMULLIN (a cura di), *Evolution and Creation* , Univ. of Notre Dame Press, Notre Dame (IN) 1985; C. SCHÖNBORN , *Catechesi della creazione e teoria dell'evoluzione* , "Communio" 100 (1988), pp. 30-46; R. DAWKINS , *L'orologio cieco* , Rizzoli, Milano 1988; R.J. HANKINSON , *Galen Explains the Elephant* , "Philosophy and Biology - Canadian Journal of Philosophy supplementary" 14 (1988), pp. 135-157; A. LA VERGATA , *L'equilibrio e la guerra della natura* , Morano, Napoli 1990; J. LOVELOCK , *Le nuove età di Gaia* , Bollati Boringhieri, Torino 1991; L. GALLENi , *Scienza e Teologia . Proposte per una sintesi feconda* , Queriniana, Brescia 1992; G. BARSANTI , *La Scala , la Mappa e l' Albero* , Sansoni, Firenze 1992; J. GAYON , *Darwin et l'après Darwin: Une histoire de l'hypothèse de sélection naturelle* , Kimé, Paris 1992; S.A. KAUFFMAN , *The Origins of Order. Self-organization and Selection in Evolution* , Oxford Univ. Press, New York 1993; F. FACCHINI , *Il cammino dell'evoluzione umana* , Jaca Book, Milano 1995 2 ; S.A . KAUFFMAN , *At home in the Universe* , Viking, London 1995; K. SCHIMTZ MOORMANN , *The future of Teilhardian Theology* , "Zygon" 30 (1995), n. 1, pp. 117-130; L. GALLENi , *Biologia evoluzionistica e problema del male* , in "Creazione e male del cosmo: Scandalo per l'Uomo e sfida per il credente", a cura di G. Colzani, Edizioni Messaggero, Padova 1995, pp. 23-41; J.M. MALDAMÉ, *Évolution et création* , "Revue Thomiste" 96 (1996), pp. 575-616; M.J. BEHE , *Darwin's Black Box: The Biochemical Challenge to Evolution*, The Free Press, New York 1996; M. RUSE , *Monad to Man. The concept of progress in evolutionary biology* , Harvard Univ. Press, Cambridge-London 1996; R.J. RUSSELL, W.R. STOEGER, F.J. AYALA (a cura di), *Evolutionary and molecular biology: scientific perspectives on divine action* , Vatican Observatory Publications and Center for Theology and the Natural Sciences, Vatican City - Berkeley (CA) 1998; L. GALLENi , *Aspetti teorici della biologia evoluzionistica* , in "Modelli matematici nelle Scienze Biologiche", a cura di P. Freguglia, Quattro Venti, Urbino 1998, pp. 11-66; J.F. HAUGHT , *God after Darwin. A Theology of Evolution* , Westview Press, Boulder (CO) 1999; H. HÄRING, B. VAN IERSEL, CH. THEOBALD (a cura di), *Evoluzione e Fede* , "Concilium" 36 (2000), n. 1; F. FACCHINI , *Evoluzione umana e cultura* , La Scuola , Brescia 1999; L. GALLENi , *Is Biosphere doing Theology?* , "Zygon" 36 (2001), n. 1, pp. 33-48.