
serie «on line» di antropologia

a cura di
Gianfranco Biondi e Olga Rickards
Università di L'Aquila
Università di Roma Tor Vergata

1.a

LE IDEE DELL'EVOLUZIONE

Gianfranco Biondi e Olga Rickards

Anno accademico 2004-2005

LE IDEE DELL'EVOLUZIONE

1. INTRODUZIONE

Le idee della civiltà occidentale relative ai fenomeni della vita sono state dominate, fino alla metà del secolo XIX, dalla filosofia di Platone e Aristotele, secondo la quale l'origine delle forme viventi doveva essere ricercata in cause soprannaturali o metafisiche. La trattazione più completa e chiara di questi principi fu fatta nel Settecento da Karl af Linnè (Carlo Linneo, svedese, 1707-1778), a cui si deve il dogma «ci sono tante specie quante diverse forme furono in principio create». Per la dottrina fissista, la variabilità osservata negli organismi viventi sarebbe un «accidente», un errore di copiatura, che si commetterebbe necessariamente riproducendo tante copie dello stesso modello (l'*eidōs* o idea o tipo di Platone). La realtà della vita sarebbe rappresentata, cioè, dalla immutabilità dei «tipi» e dalla discontinuità tra essi. A tale concezione se ne contrappose, fin dalle origini del pensiero greco, una dinamica che prescindeva dalla creazione. Per molti filosofi e scienziati, infatti, il mondo poteva essere interpretato semplicemente mediante cause naturali che la ricerca poteva rendere intelligibili. I più importanti rappresentanti del pensiero naturalistico furono:

Anassimandro (di Mileto, città della Caria, Turchia; circa 610-545), che introdusse il concetto di trasformazione del mondo;

Eraclito (di Efeso, città della Lidia, Turchia; circa 540-480 a.C.), che considerava il movimento come la legge universale del mondo. Dante lo pone nell'Inferno (canto IV);

Alcmeone (di Crotone; nato circa nel 560 a.C.), che introdusse il metodo sperimentale;

Anassagora (di Clazomene, città della Ionia, Turchia; circa 500-428 a.C.), che indicò nell'intelligenza la facoltà di comprendere il mondo. Dante lo pone nell'Inferno (canto IV);

Empedocle (di Agrigento; circa 490-430 a.C.), che riteneva che le piante fossero state generate dalla terra e che dai loro germogli si fossero originate le varie parti degli animali, successivamente combinatesi a caso per dare origine agli organismi. Dante lo pone nell'Inferno (canto IV);

Democrito (di Abdera, città della Tracia, Grecia; circa 460-380/360 a.C.), che «il mondo a caso pone» (Dante, La divina commedia, Inferno, canto IV);

Epicuro (di Samo, Turchia; 341-270 a.C.), che esclude dall'interpretazione del mondo le cause soprannaturali. Dante lo pone nell'Inferno (canto X) tra coloro che «l'anima col corpo morta fanno»;

Tito Lucrezio Caro (romano; 96-55 a.C.), che sostenne l'inutilità di

cercare nelle cose un fine ultimo o l'espressione della volontà degli dei e che il mondo era nato, si era sviluppato ed era destinato a morire;

Renè Descartes (Cartesio, francese; 1596-1650), che affermò che tutti i fenomeni naturali potevano essere spiegati facendo riferimento alla materia;

Gottfried Wilhelm Leibniz (tedesco; 1646-1716), che espresse l'idea della tendenza al perfezionamento;

Benoît de Millet (francese; 1656-1738), che ammise la trasformazione delle specie;

Louis Moreau de Maupertuis (francese; 1698-1759), che espresse idee evoluzionistiche che anticipavano il concetto di selezione naturale;

George-Louis Leclerc, conte di Buffon (francese; 1707-1788), che ammise che le specie si trasformavano l'una nell'altra e spostò l'origine della vita a 100-150 mila anni fa. Questa affermazione fece grande scalpore perché secondo la ricostruzione fatta, a partire dal racconto biblico, dall'ecclesiastico irlandese James Ussher (1581-1656) l'origine del mondo risale solo a circa 4 mila anni a.C.;

David Hume (inglese; 1711-1776), che espresse idee evoluzionistiche;

Denis Diderot (francese; 1713-1784), che espresse idee evoluzionistiche;

Charles Bonnet (svizzero; 1720-1793), che ammise un'evoluzione preformista (nell'uovo o nello spermio sarebbe già contenuto l'abbozzo dell'embrione) postulando l'esistenza di una tendenza al perfezionamento;

Erasmus Darwin (inglese; 1731-1802), nonno di Charles, che espresse idee evoluzionistiche;

Jean-Baptiste Robinet (francese; 1735-1820), che considerò in senso evoluzionistico il principio della scala degli esseri, già formulato da Aristotele;

Jean Baptiste Pierre Antoine de Monet, cavaliere di Lamarck (francese; 1744-1829), che enunciò la prima teoria dell'evoluzione organica, secondo la quale il meccanismo della trasformazione delle specie sarebbe l'ereditarietà dei caratteri acquisiti;

Etienne Geoffroy Saint-Hilaire (francese; 1772-1844), che sostenne le idee evoluzionistiche di Buffon e Lamarck.

2. I MITI DELLE ORIGINI

Non siamo comparsi sulla scena del mondo come umanità. Prima, senza alcuna garanzia di divenire tali, abbiamo percorso la strada dell'evoluzione organica, durante la quale i nostri più antichi progenitori sono stati primati senza

essere ominini¹ e prima ancora mammiferi senza essere primati. Grazie alle conoscenze che abbiamo accumulato studiando i fossili e le molecole, siamo stati in grado di inferire la gran parte delle fasi della storia dell'evoluzione biologica, secondo la quale alle nostre spalle non esiste alcun progetto e l'unico punto di arrivo è l'estinzione. Vale per noi, cioè, la stessa regola che vale per tutte le altre specie viventi. In quel lungo periodo che ha preceduto il raggiungimento del livello della umanizzazione, i nostri antenati hanno subito quasi completamente l'ambiente che li circondava. Un ambiente che a volte era favorevole ed offriva le condizioni per nutrirsi, perpetuarsi e trovare rifugio; a volte era sfavorevole e determinava situazioni di pericolo. Si pensi alla competizione con gli altri animali ed a quei fenomeni che oggi consideriamo naturali (la malattia, il tuono, il fulmine, l'inondazione, il terremoto, l'eruzione vulcanica, ecc.) ma che ai nostri lontani progenitori dovevano certamente apparire come fatti incomprensibili. Da questa complessa realtà hanno tratto tutti quei vantaggi che hanno permesso loro di vivere come singoli e come specie, ma anche molte paure. Ed è evidente che a quello stadio evolutivo l'unica reazione possibile alla paura non poteva che essere la fuga per cercare un nascondiglio sicuro contro le calamità. Il passo evolutivo successivo, quello che avrebbe permesso all'uomo di fronteggiare in modo razionale la realtà, era ancora lungi da venire e, comunque, i timori primordiali non sono stati completamente superati neppure dalla ragione matura.

Nel lungo viaggio della vita si sono evoluti istinti e sentimenti che, almeno in parte, sono diventati patrimonio dei nostri antenati durante il percorso sulla via della umanizzazione e le emozioni elementari che proviamo non sono altro che la riproduzione di quegli antichi stadi dello sviluppo psichico². In una fase senza dubbio recente poi, forse quando il percorso dell'umanizzazione era stato già saldamente imboccato, si sono andati formando il bisogno di sapere quale fosse il nostro posto nel mondo e l'incertezza sul nostro destino. Ma prima di poter chiarire «il nostro posto nel» fu necessario pensarlo il «mondo»: cioè, se usiamo la metafora del mondo come libro, individuare la chiave per decodificarne la scrittura³. E per un lungo periodo della nostra civiltà, non essendo ancora conosciuta l'analisi empirica della realtà, essa fu decodificata nell'unico modo che rimaneva possibile: ricorrendo al mito. Gli interrogativi «chi siamo?» (legato alla coscienza dell'esistere), «da dove veniamo?» (legato all'esperienza della nascita) e «dove andiamo?» (legato al disagio provocato dalla nostra caducità) so-

¹ L'Ordine dei Primati si divide in due Sottordini: *Strepsirhini* e *Haplorhini*. Il Sottordine degli *Haplorhini* in tre Infraordini: *Tarsii*, *Platyrrhini* e *Catarrhini*. L'Infraordine dei *Catarrhini* in due Superfamiglie: *Cercopithecoidea* e *Hominoidea*. La Superfamiglia degli *Hominoidea* in tre Famiglie: *Hylobatidae*, *Pongidae* e *Hominidae*. La Famiglia degli *Hominidae* in due Sottofamiglie: *Gorillinae* e *Homininae*. La sottofamiglia degli *Homininae* nel genere *Homo*. Gli ominini comprendono l'umanità attuale e tutti i suoi antenati fino alla separazione dallo scimpanzé.

² F.B.M. de Waal. *Good Natured*, Harvard University Press, Cambridge (Mass), 1996, trad. it., *Naturalmente buoni*, Garzanti, Milano, 1997.

³ Questa metafora implica che il mondo, o realtà, si manifesti in modo intelligibile, oltre le apparenze, in modo da poter essere letto. Ma la leggibilità non significa necessariamente spiegazione totale. H. Blumenberg. *Die Lesbarkeit der Welt*, Suhrkamp, Frankfurt, 1981, trad. it., *La leggibilità del mondo*, Il Mulino, Bologna, 1984.

no stati risolti attraverso la formulazione dei miti delle origini che, basandosi esclusivamente sulla speculazione astratta, variavano nelle diverse culture, ma erano accomunati dall'idea della comparsa improvvisa di un uomo dal quale si era originato un popolo e dal tentativo di fornire una motivazione alla morte⁴. È di origine mitologica, quindi, l'idea del primo uomo, ancora oggi presente nel linguaggio comune. Ma nessuno di noi ha avuto il privilegio di vedere prima di tutti gli altri il mondo e la sua allegoria «Adamo», che la religione e l'arte ci hanno resa tanto familiare, dovrebbe scomparire dall'attuale immaginario collettivo così come è definitivamente scomparsa dal sapere scientifico un secolo e mezzo fa⁵.

Il mito, comunque, non deve essere considerato con sufficienza, ma come un principio pre-empirico per interpretare la realtà secondo un insieme di fatti tra loro collegati e dei quali è possibile rintracciare i principi regolatori.

Il mito, anche se non possiede l'universalità e la lucidità dell'affermazione teorica, non va considerato come un complesso di falsità e quindi un ostacolo alla conquista del vero. Al contrario esso ha avuto una funzione molto positiva: ha educato l'uomo a non fermarsi ai semplici fatti nella loro molteplicità disorganica, ma a considerarli connessi l'uno all'altro, cercando i principi di ciò che accade intorno a noi, e, attraverso i principi, i mezzi per agire sulla natura onde trasformarla a vantaggio dell'umanità⁶.

Quale fu allora il limite del mito? La sua essenza conservatrice che, basata sull'accettazione e perpetuazione dei luoghi comuni della nostra esperienza quotidiana, gli permetteva di dar vita ad una «realtà» tranquillizzante per l'umanità, sotto forma di immagine coerente e definitiva del mondo. Il pensiero mitologico è in netta contrapposizione con la scienza empirica che tende a «destabilizzarci» la mente distruggendo costantemente le nostre esperienze quotidiane (per esempio, percepiamo la terra ferma ed il sole in movimento attorno a noi). Inoltre, essa ci propone ipotesi scientificamente e socialmente accettabili anche se rappresentano soluzioni solo temporanee dei problemi naturali, che l'accumulo di dati e le prove sperimentali devono verificare. La scienza, insomma, «destabilizza» anche se stessa, superando le proprie ipotesi: essa cioè non ricerca la «verità ultima». Gli scienziati devono avere dubbi, essere incerti; ma possedere anche la consapevolezza che la storicizzazione della scienza ha consentito sì di riconoscerne la fallibilità e di valutarne la continua evoluzione, ma ciò non vuol dire che non ci sia nulla di certo, o di molto probabilmente vero, in ciò che essa afferma. Molti risultati sono assolutamente convincenti e molti altri assoluta-

⁴ R. Pettazzoni. *Miti e leggende*. In G. Filoramo (a cura di), *In principio. I miti delle origini*, Utet, Torino, 1990.

⁵ J.C. Greene. *The death of Adam*, The Iowa State University Press, Ames (IA), 1959, trad. it., *La morte di Adamo*, Feltrinelli, Milano, 1971.

⁶ L. Geymonat. *Cultura e civiltà dell'oriente mediterraneo*, pp. 18-19. In L. Geymonat (a cura di), *Storia del pensiero filosofico e scientifico*, Garzanti, Milano, 1973, II ed., vol. I, pp. 17-25.

mente incontrovertibili perché avvalorati da molte prove: come nel caso dell'evoluzione biologica, anche se gli scienziati non sono in grado di ricostruirla in laboratorio. I ricercatori, cioè, non possono osservare l'intero fenomeno «evoluzione biologica» in un esperimento unico, ma sono in grado di ricostruirlo per induzione attraverso la numerosissima serie di prove testimoniate dai fossili e delle informazioni contenute nel DNA. Le ipotesi possono cambiare, ma la scienza alla fine è sempre in grado di dire se l'interpretazione di un fenomeno naturale sia vera oppure no: cioè, di confermare o di smentire o semplicemente di far evolvere le ipotesi. È proprio di evoluzione dell'interpretazione dobbiamo parlare quando ci riferiamo all'evoluzione biologica: la teoria formulata da Darwin, infatti, era piuttosto diversa dalle idee che in proposito hanno gli scienziati moderni.

Alla prima umanità il mondo doveva essere apparso assolutamente privo di interesse verso di noi ed i nostri bisogni. Un mondo incapace di esserci amico ed allo stesso tempo nemico, ma non per questo più facilmente sfruttabile al fine di soddisfare le nostre esigenze. Consci di non poter fare a meno di un'alleanza con il mondo, pena la perdita della possibilità di sopravvivere, siamo ricorsi al mito per stipulare il contratto della nostra affiliazione⁷. Ma l'alleanza attraverso il mito si è dimostrata fittizia, perché non ci ha consentito di mettere in relazione la realtà del mondo con l'esperienza razionale che di esso abbiamo: ovvero, di comprendere con il pensiero l'infinita gamma di esperienze che facciamo.

Neppure le prime fasi della filosofia greca riuscirono a risolvere questo problema:

Occorreva che l'esperito venisse organizzato in modo da poter essere espresso dal nostro discorso senza incorrere in contraddizioni ed assurdità. Tutto ciò era poi la condizione per assolvere ad un altro compito fondamentale: costruire cioè una spiegazione del cosmo nella quale la funzione dell'uomo, del suo operare e del suo conoscere, fosse garantita e giustificata. Alla totalità ... l'uomo poteva soltanto accedere facendosi specchio di una rivelazione divina dell'essere; ma egli voleva ora trasformare la potenza insita nel suo pensiero ... in uno strumento di comprensione, di controllo, di trasformazione del mondo in cui viveva. Voleva un suo posto nel sistema di *fysis* [natura], che gli indicasse i suoi limiti ma anche le sue possibilità, che fondasse il suo esistere concreto e il suo destino storico⁸.

Fu principalmente nel V secolo a.C. che la filosofia della natura, rivolta in massima parte alla medicina, cui era connessa la biologia, iniziò a percorrere la strada che le avrebbe permesso di risolvere l'antitesi tra ragione ed esperienza:

⁷ L. Kolakowski. *Obeznosc mitu*, Instytut Literacki, Paris, 1972, trad. ingl., *The Presence of Myth*, University of Chicago Press, Chicago, 1989, trad. it., *Presenza del mito*, Il Mulino, Bologna, 1992.

⁸ M. Vegetti. *La filosofia della natura nel V secolo*, p. 67. In L. Geymonat (a cura di), *Storia del pensiero filosofico e scientifico*, op. cit., pp. 64-94.

senza l'esperienza il pensiero è capace solo di muoversi nella vaghezza della speculazione, ma senza la critica della ragione la percezione del mondo non si trasforma in esperienza della natura. Quei filosofi, per poter accedere alla spiegazione razionale del mondo, che assumerà nel corso del tempo consapevolezza scientifica, dovettero rifiutare l'idea che esso fosse parte di un disegno armonico o di una finalità e, pertanto, tacitamente spiegato. In tal modo essi riconobbero dignità intrinseca all'accadere materiale e la possibilità di individuarne la spiegazione attraverso una teoria meccanicistica capace, come tale, di derivare le proprie leggi esclusivamente da quelle generali della natura: le leggi cioè che sono parte stessa della materia. Il percorso di riflessione tracciato non fu, almeno all'inizio, scevro di contraddizioni. Inoltre, esso fu osteggiato durante tutti i secoli successivi ed apparentemente sconfitto dal pensiero metafisico. Dopo due millenni e mezzo, però, i limiti alla nostra conoscenza del mondo sembrano essere completamente superabili, come afferma il cosmologo Stephen William Hawking in chiusura ad un suo famoso libro:

Se però perverremo a scoprire una teoria completa, essa dovrebbe essere col tempo comprensibile a tutti nei suoi principi generali, e non solo a pochi scienziati. Noi tutti - filosofi, scienziati e gente comune - dovremmo allora essere in grado di partecipare alla discussione del problema del perché noi e l'universo esistiamo. Se riusciremo a trovare la risposta a questa domanda, decreteremo il trionfo definitivo della ragione umana: giacché allora conosceremo la mente di Dio⁹.

In quella fase arcaica del pensiero umano prese corpo anche la concezione dello sviluppo del mondo nel tempo, concepito linearmente: ossia il mondo, così come lo percepiamo, non sarebbe altro che il frutto di trasformazioni a partire dal caos che lo ha preceduto, un'idea quest'ultima che aveva caratterizzato anche l'epoca del mito. La nozione che il mondo fosse stato caratterizzato dal divenire, che nella natura ci fosse stato un susseguirsi di epoche, consentì di sviluppare nella filosofia naturale l'idea di storia e, quindi, il primo abbozzo di una «teoria dell'evoluzione»¹⁰. Si ricordi che nella sua prima formulazione, che possiamo far risalire alla scuola ionica del VI secolo, il concetto di «storia» individuava l'osservazione e la descrizione praticate nell'ambito degli studi naturalistici (da cui prende origine la nostra idea di «storia naturale») e che solo successivamente, con Erodoto, assunse il significato al quale siamo attualmente abituati¹¹. Da questi filosofi l'uomo fu considerato solo una delle parti che, con gli a-

⁹ S.W. Hawking. *A brief history of time*, Bantam Books, Des Plaines (IL), 1988, trad. it., *Dal big bang ai buchi neri*, Rizzoli, Milano, 1990.

¹⁰ E. Ungerer. *Die Erkenntnisgrundlagen der Biologie. Ihre Geschichte und ihr gegenwärtiger Stand*. In *Handbuch der Biologie*, Akademische Verlagsgesellschaft Athenaion, Konstanz, 1941; *Die Wissenschaft vom Leben, Der Wandel der Problemlage der Biologie in den letzten Jahrzehnten*, Verlag Karl Alber, Fribourg-München, 1966. I due volumi sono stati riuniti nella trad. it., *Fondamenti teorici delle scienze biologiche*, Feltrinelli, Milano, 1972.

¹¹ M. Vegetti. *Le scienze della natura e dell'uomo nel V secolo*. In L. Geymonat (a cura di),

stri, gli oggetti inanimati e gli altri esseri viventi, costituiscono il mondo e che è caratterizzato da una sua propria storia.

3. IL PERCORSO DELLA RAGIONE

All'origine del periodo razionale della filosofia della natura incontriamo il pensiero di Anassimandro, che introdusse il concetto di «legge» e fu il primo filosofo ad elaborare una teoria del mondo che prevedeva delle trasformazioni per passare dalla materia primordiale ad un livello di più elevata complessità. Al centro della sua riflessione c'era il movimento, che avrebbe caratterizzato l'elemento primigenio e determinato per distacco centrifugo l'origine di tutte le cose. Si trattava, possiamo dire, del primo esempio di «teoria evolutiva», all'interno della quale l'uomo occupava il gradino più alto della scala degli animali. Alla base della vita, infatti, egli metteva i pesci e le piante, che si sarebbero distaccati dall'acqua; dai pesci poi si sarebbero separati altri animali inferiori che avrebbero a loro volta dato origine, sempre per separazione, ad altri animali e così via in direzione dell'alto, attraverso una catena di passaggi intermedi, fino a noi. A partire da questa teoria l'uomo cominciò ad intravedere razionalmente il suo posto nella natura nell'ambito di una visione unitaria degli esseri viventi.

Anche per Eraclito il movimento rappresentò la legge universale del mondo e quindi la causa della trasformazione del primo elemento in tutte le molteplici espressioni che la natura aveva acquisito. Il filosofo di Efeso identificò la realtà, o mondo, con i soli esseri viventi e in tal modo ridusse la scienza della natura a null'altro che biologia e medicina. Inoltre, riteneva che l'uomo poteva entrare in contatto e conoscere perfettamente la vita intorno a lui attraverso i sensi, ma che solo la ragione era in grado di fargli cogliere l'unitarietà delle differenze: l'unitarietà del mondo vivente. Nella filosofia eraclitea il «principio» che trasformandosi avrebbe prodotto tutte le forme animate poteva essere contraddittoriamente inteso sia in senso materialistico che idealistico, cioè nel significato di «principio» divino che avrebbe generato il mondo. Una contraddizione questa caratteristica della filosofia dell'epoca che, comunque, non contemplava l'idea di alcuna differenza ontologica dell'uomo rispetto al resto degli altri animali.

Come abbiamo appena visto, alla prima filosofia apparteneva l'idea della completa trasparenza della natura, cioè la possibilità di coglierne la realtà attraverso la semplice osservazione. A questa «illusione» pose rimedio il medico Alcmeone, che introdusse il metodo sperimentale nello studio dei fenomeni naturali. Per Alcmeone la sperimentazione era semplicemente uno strumento per fornire allo scienziato gli indizi indispensabili al fine di interpretare criticamente i fenomeni stessi. Le idee che propugnava non si basavano sul pensiero speculativo, ma sulle reali esperienze effettuate nel campo della dissezione degli animali e dell'uomo, che lo portarono ad affermare l'unitarietà dei viventi. La scoperta certamente più importante che fece fu l'identificazione della funzione coordina-

trice del cervello umano rispetto agli organi di senso. E fu proprio attraverso di essa che riuscì ad eliminare il rapporto di immediatezza fra la conoscenza e la realtà. Infatti, pur non concedendo all'uomo alcun posto speciale nella natura, gli riservò l'esclusiva capacità di prendere coscienza del mondo attraverso i sensi e di comprenderlo mediante la sintesi operata dal cervello. Al resto degli animali, invece, riconobbe solo la capacità di reazione agli stimoli esterni, cioè la sensibilità. Fu, inoltre, un convinto assertore dell'irreversibilità dei processi biologici, da cui faceva discendere la causa ineliminabile della morte.

Ad Anassagora dobbiamo due importanti riflessioni che ebbero grande peso nello sviluppo della scienza. La prima era relativa all'impossibilità di ridurre la molteplicità del mondo ad un unico principio primordiale capace di farci comprendere la realtà e di rassicurarci «dell'esistenza di un destino cosmico nel quale anche l'uomo aveva un suo ruolo e un suo significato oggettivo, scontato per sempre»¹². Questa impostazione di pensiero fu alla base della separazione delle varie scienze, in quanto ognuna di esse poteva spiegare solo la realtà del fenomeno oggetto della sua indagine: l'astronomia del cosmo, la biologia della vita, ecc. La seconda riflessione era relativa all'individuazione della facoltà umana capace di comprendere e controllare la natura rimanendo separata da essa: l'intelligenza (o *nous*). Per il filosofo di Clazomene, cioè, il mondo può essere compreso solo se la nostra intelligenza è altro rispetto ad esso.

Empedocle compediò in sé tutto lo sforzo che la filosofia greca del V secolo fece per affermare la supremazia della spiegazione razionale del mondo materiale su quella mitico-religiosa, cioè per fornire un'interpretazione immanente dell'universo e non trascendente, fisica e non metafisica. Nella grande stagione del pensiero razionale, il filosofo agrigentino fu il paladino dell'idea che la percezione della realtà naturale doveva essere elaborata razionalmente per poter divenire conoscenza:

Ora prendiamo a scrutare con ogni organo, come ciascuna cosa si manifesta,/senza dare maggiore credito ad una visione piuttosto che all'udito,/o al rimbombo di un suono più che ai sapori distinti della lingua;/non togliere credito alle altre membra, dovunque ci sia un varco/per comprendere, e comprendi ciascuna cosa nel mondo che si manifesta;/secondo il mezzo disponibile, infatti, l'intelletto si accresce negli uomini./Ma tu senti, o Pausania, figlio dell'animoso Anchita;/perché sono angusti gli organi protesi nelle membra,/e li colpiscono molte vili impressioni, che fiaccano la mente./Gli uomini, dal breve destino, scrutano solo una piccola parte della vita/con le loro esistenze, e innalzandosi come il fumo dileguano,/solo affidati a quel poco che ciascuno incontra a caso,/mentre vagano per ogni dove; e questo, che per lui è tutto, si vanta di scoprire./In tal modo la realtà non è vista né udita dagli uomini,/non è colta con la mente. Ma tu dunque, se così te ne distogli,/almeno avrai quella maggiore cono-

¹² M. Vegetti. *La filosofia della natura nel V secolo*, op. cit., p. 86.

scenza che l'umano intelletto raggiunge./Se quelle cose, infatti, dentro i saldi precordi infiggendo,/le osservi con impegno attraverso limpide prove,/tutti questi concetti ti resteranno vicini per l'intera vita¹³.

Per rendere conto della grande varietà del mondo, Empedocle ricorse a quattro principi (terra, acqua, fuoco ed aria) che combinandosi in varia maniera avrebbero dato origine a tutte le cose: il momento della mescolanza avrebbe determinato l'atto di nascita degli enti, mentre la morte sarebbe sopraggiunta con lo scioglimento della mistura. Questo sistema, però, non era sufficiente per spiegare la causa dell'unione e della divisione dei principi e per risolvere il problema il filosofo introdusse due forze, l'amicizia per attrarre e la discordia per respingere. Ma nascita e morte avevano per Empedocle un significato particolare:

E un'altra cosa ti dirò, che non esiste generazione per nessuno/di tutti i mortali, né un termine di morte che li distrugge;/esiste solo mescolanza di elementi e separazione di elementi/mischiati, ma questo gli uomini lo chiamano generazione./Quando furono mischiati gli elementi in forma d'uomo al lume etereo,/o nella specie delle fiere campestri o dei virgulti/oppure degli uccelli, questo gli uomini statuivano che è generarsi;/e quando gli elementi si dissolvono, allora questo era per loro il destino crudele¹⁴.

Ma gli uomini ... temono la morte come vindice./Questi ingenui!, non dimostrano certo un ingegno acuto con i loro affanni,/se si aspettano che si crei ciò che prima non esiste,/o che qualcosa possa perire del tutto e distruggersi totalmente¹⁵.

Così non finiscono mai questi elementi che si permutano di continuo,/a volte concorrendo tutti quanti nell'uno per la concordia,/a volte poi dalla disfida dell'astio ciascuno per vie distinte trasportato¹⁶.

La concreta organizzazione del ciclo vitale era immaginata da Empedocle come un susseguirsi di stadi. All'inizio dovevano essere sorte membra isolate prodotte dalle diverse unioni dei quattro principi; queste membra poi unendosi a caso avrebbero dato origine o a corpi mal congegnati insieme, e quindi incapaci di sopravvivere, o a corpi armoniosi adatti alle condizioni di vita:

Ecco che molte teste sono germinate senza collo,/e si formavano braccia nude, sprovviste di spalle,/e gli occhi singoli vagavano deserti dalla fronte./E ancora membra solitarie .../Ma dopoché maggiormente il nume con l'altro nume si abbrancava,/queste membra si combi-

¹³ Empedocle. *Poema fisico*. In Empedocle, *Poema fisico e lustrale* (a cura di C. Gallavotti), Fondazione Lorenzo Valla-Mondadori, Milano, 1975, 1:21-39.

¹⁴ Ibid, 2:1-8.

¹⁵ Ibid, 2:10-13.

¹⁶ Ibid, 4:6-8.

navano come a ciascuna capitava,/ed altre in aggiunta a quelle si producevano in grande numero continuamente;/così da generarsi molte forme con duplice volto e con duplice torace,/bovine razze di torsi umani; ed altre all'incontrario sorgere,/umane stirpi di cervici bovine, qua di maschio frammiste/e qua di femminea natura, così scolpite nelle parti ombrose¹⁷. E se ancora ti manca su questo punto la dimostrazione,/in quale modo avvenga che, mischiandosi acqua e terra ed aria e sole,/si producano le forme e i colori degli esseri mortali,/*«e le fiere e gli uccelli e gli uomini e le donne»*,/e in quale modo anche gli alberi grandi e i fuselli marini:/tutte le cose che ora nascono sono tali, perché sono congiunte da Afrodite [la forza dell'amicizia o dell'amore capace di attrarre]¹⁸.

La contraddizione materialismo-idealismo, evidenziata in Eraclito, fu superata solo in una fase più avanzata della filosofia da Democrito e dal suo epigone Epicuro. Il filosofo di Abdera sostenne l'indirizzo fisico della filosofia naturalistica a discapito del precedente orientamento biologico e, convinto che la realtà non fosse altro che materia, introdusse il concetto di atomo fisico o elemento ultimo indivisibile ed unificante delle diverse realtà naturali. In questo modo superò i problemi posti da Anassagora. Inoltre, allo stesso modo dei suoi predecessori, ricorse al moto per spiegare come gli atomi combinandosi diano origine ai diversi corpi. Il carattere meccanicistico della teoria era completato dal non aver posto all'origine del movimento degli atomi alcun intervento soprannaturale, ma solo le leggi meccaniche proprie della materia. Democrito fu il più grande rappresentante antico del pensiero razionalista e le sue idee generali sulla natura furono determinanti per la formazione della scienza moderna durante i secoli XVI e XVII. Avendo eliminato la necessità dell'intervento divino dal mondo, fu combattuto dagli idealisti di ogni epoca. Definì anche una teoria sull'origine e lo sviluppo della civiltà, secondo la quale l'umanità sarebbe potuta uscire dallo stato primitivo grazie alla formazione del linguaggio.

4. IL TRAMONTO DELLA RAZIONALITÀ

Alla fine del V secolo il pensiero razionale entrò in crisi per difficoltà intrinseche, legate all'aretratezza delle capacità tecniche di indagare il mondo, e per il mutare delle condizioni politiche nell'ambiente in cui si era formato e sviluppato: il crollo dell'esperienza democratica nella società ateniese. Quel brillante sforzo di comprensione fu spazzato via dal modello metafisico delineato da Platone (di Atene; 428/427-347 a.C.) nel *Timeo*, in cui l'origine del mondo, in tutta la sua varietà, veniva fatta risalire ad un principio universale che comportava l'idea della creazione. Ma il demiurgo non volle creare direttamente i viventi

¹⁷ Ibid, 7:1-11.

¹⁸ Ibid, 18:1-6.

mortali, ne affidò il compito agli dèi, da lui creati immortali:

Poiché, dunque, tutti gli dèi furono generati ... il Generatore dell'Universo disse a loro le seguenti parole: «Restano ancora da generare tre generi di mortali. E se questi non vengono generati, il mondo sarà incompleto: infatti non avrà in se medesimo tutti i generi di viventi. Eppure deve averli, se deve essere perfetto in maniera conveniente. Ma se questi si generassero ed avessero vita per opera mia, diventerebbero uguali agli dèi. Perché, dunque, siano mortali e questo universo sia veramente completo, occupatevi voi, secondo natura, alla costituzione dei viventi, imitando la mia potenza che attuai nella vostra generazione»¹⁹. ... [gli dei] presero a prestito dal cosmo, col patto che in seguito avrebbero dovuto restituire, particelle di fuoco, di terra, di acqua e di aria, le congiunsero insieme, non con quei legami indissolubili con i quali essi erano avvinti, ma connettendole con chiodi invisibili per la loro piccolezza, e fatto di tutte un'unità per ogni singolo corpo, legarono i circoli dell'anima che è immortale nel corpo che è soggetto ad efflussi e ad influssi²⁰.

Nel modello platonico fu riservata grande attenzione all'umanità. Nella terza parte del discorso di *Timeo*, infatti, Platone descrisse la nostra natura e la produzione dei singoli organi e delle loro funzioni.²¹ Il filosofo rivolse anche la sua attenzione all'uomo, proprio nel senso di maschio piuttosto che non di umanità:

E poiché la natura umana è duplice, il genere migliore sarebbe stato quello il quale poi si sarebbe chiamato sesso maschile²². ... i nostri artefici sapevano che dagli uomini sarebbero nate, un giorno, le donne e gli altri animali²³.

5. ARISTOTELE

Le idee naturalistiche di Aristotele (di Stagira, città della Macedonia, Grecia; 384-322 a.C.) hanno rappresentato una delle maggiori costruzioni del pensiero scientifico antico, la cui influenza sulla civiltà occidentale si è mantenuta fino alle soglie dell'era moderna: fino al Seicento. Il tratto più caratteristico della sua riflessione fu, senza alcun dubbio, la capacità di coniugare le posizioni metafisiche e trascendenti di Platone con l'esigenza empirica affermata dai razionali-

¹⁹ Platone. *Timeo*, 41 A-B-C.

²⁰ Ibid, 42 E - 43 A.

²¹ Ibid, 69 A - 77 A.

²² Ibid, 42 A.

²³ Ibid, 76 D-E.

simo filosofico del V secolo.²⁴ All'interno del suo modello di natura, infatti, era presente l'idea di un fine, del raggiungimento di un certo ordine nel mondo attraverso un piano, ma questo sarebbe stato intrinsecamente connaturato alla *physis*: il piano, cioè, si identificava con la vita stessa e non avrebbe potuto trascenderla.

Il contributo maschile al processo riproduttivo è quello della forma. Nel realizzare la riproduzione della propria forma si attua la finalità del genitore, una finalità, come si vede, intrinseca e non provvidenziale²⁵.

Allo stesso tempo, pur fuori da ogni dogmatismo, Aristotele basò il suo lavoro di studioso della natura sull'osservazione empirica, in massima parte sulla pratica della dissezione anatomica. La moderna storia della filosofia, come si vede, ci ha fornito un'interpretazione dualistica del pensiero aristotelico che risulta molto diversa da quella pervenutaci dal Medio Evo, tendente essenzialmente ad avvalorare l'immagine idealistica del filosofo.

Nella sua enciclopedia della natura, Aristotele riservò grande importanza alle scienze della vita, alla biologia, dedicandogli quasi la metà dell'intera opera. Ma non solo per questo i biologi moderni hanno un grande debito di riconoscenza verso di lui. Ancora più importante, infatti, fu la separazione che operò tra la biologia e la medicina, riconoscendo a quest'ultima solo il carattere di tecnica applicata; allo stesso tempo, però, si preoccupò di mantenere uno stretto legame tra il livello teorico della biologia e quello terapeutico della medicina. Fu anche il fondatore della zoologia come scienza e definì la prima classificazione degli animali, considerati come «serie fisse e parallele»²⁶. In verità, non ci troviamo in presenza di una classificazione zoologica secondo la concezione moderna dell'espressione, perché la tassonomia raggiunse la dignità della riflessione scientifica, divenendo una categoria del sapere biologico, molto tempo dopo, con la codificazione operata dal naturalista svedese Carlo Linneo (1707-1778). Quella di Aristotele non andava oltre il semplice raggruppamento delle specie e neppure come tale fu trattata compiutamente in qualche parte specifica del suo lavoro. La si può ricavare solo da alcuni passi delle tre più importanti opere sulla vita, in cui l'autore si servì, per ordinare gli animali, di criteri ecologici nella *Historia animalium* (la cui traduzione corretta in italiano è *Ricerche sugli animali*), morfologici nel *De partibus animalium* e fisiologici nel *De generatione animalium*:

Una parte degli animali può essere suddivisa nei seguenti generi principali: uno è quello degli uccelli, uno quello dei pesci, un altro dei cetacei ... Non vi sono grandi generi per i restanti animali: non vi è in-

²⁴ D.J. Allan. *The Philosophy of Aristotle*, Oxford University Press, Oxford, 1970, trad. it., *La filosofia di Aristotele*, Lampugnani Nigri, Milano, 1973.

²⁵ D. Lanza e M. Vegetti. *Introduzione*, p.40. In Aristotele, *Opere biologiche* (a cura di D. Lanza e M. Vegetti), Utet, Torino, 1971.

²⁶ *Ibid*, p. 39.

fatti una specie che ne abbracci molte altre, ma in qualche caso la specie è semplice e non presenta differenze (per esempio l'uomo) ... Del genere degli animali quadrupedi e vivipari vi sono molte specie, ... sicché questi animali vengono per così dire denominati uno per uno, come nel caso dell'uomo²⁷.

È anche indispensabile aggiungere che la nomenclatura usata per definire i raggruppamenti fu semplicemente mutuata dalla terminologia presente nel linguaggio comune. Ecco perché di tutte le specie è stato riportato il nome, mentre per molti raggruppamenti superiori, assolutamente privi di senso per i non addetti ai lavori, esso manca ed Aristotele non si preoccupò affatto di assegnarglielo.

Come si può osservare nel passo appena citato dalla *Historia animalium*, la nostra specie fu considerata da Aristotele unitaria, «in qualche caso la specie è semplice e non presenta differenze», e fu sempre analizzata insieme a tutte le altre forme animali, tanto che l'intero libro VII della stessa *Historia* è dedicato al nostro sviluppo. Avendo, però, posto l'uomo al vertice di una gerarchia statica, gli riconobbe una qualche peculiarità, sia di natura anatomica, «a parità di dimensioni, l'uomo ha il cervello più grande»²⁸, che psichica:

Soltanto l'uomo, fra gli animali, ha la capacità di deliberare. Molti animali partecipano della memoria e della capacità di apprendere, ma nessun altro tranne l'uomo è in grado di effettuare il richiamo alla memoria²⁹.

E nel *De partibus animalium* affermò:

Fra gli animali a noi noti, l'uomo è o il solo a partecipare del divino, o quello che ne partecipa in maggior misura. ... Innanzi tutto in esso soltanto le parti naturali seguono l'ordine della natura, e la sua parte superiore è orientata verso la parte superiore dell'universo: l'uomo cioè è il solo degli animali ad avere posizione eretta³⁰.

Ma le differenze psichiche che pure osservò non gli parvero, precorrendo

²⁷ Aristotele. *Historia animalium*, 490b.

²⁸ Ibid, 494b.

²⁹ Ibid, 488b.

³⁰ Aristotele. *De partibus animalium*, 656a. Sul significato della partecipazione del divino, cfr. la nota 81: «L'elemento divino dell'uomo è il *nous*, l'intelligenza, che gli consente di «valorizzare la vita», cioè di trasferire il suo rapporto con l'ambiente dal puro problema della sopravvivenza a livelli più alti (conoscitivi ed etico-politici). Interessante in questo senso l'attenuazione del carattere esclusivo della partecipazione umana al divino: tale partecipazione è infatti riconosciuta in qualche misura anche alle api, evidentemente sulla base della loro attitudine ad organizzarsi in società. Partecipare al divino vuol dunque semplicemente dire, in questo contesto, essere in grado di instaurare un rapporto mediato e articolato fra gli individui della specie e l'ambiente».

una visione assolutamente moderna, di dimensioni tali da fargli ritenere l'uomo ontologicamente diverso da tutti gli altri animali. Aristotele, infatti, nega ogni salto di continuità tra la psiche animale e la nostra:

È presente infatti anche nella maggior parte degli altri animali una traccia di quelle modalità psichiche che nell'uomo sono più manifestamente differenziate. In effetti, mansuetudine e selvatichezza, mitezza e aggressività, coraggio e viltà, paure e sicurezza, impetuosità e furberia, e una certa capacità di comprensione intellettuale, rappresentano in molti animali delle similarità con l'uomo ... così scienza, sapere, intelligenza stanno all'uomo, come questa o quella facoltà naturale dello stesso genere stanno ai vari animali. Ciò risulta chiarissimo dall'osservazione dell'età infantile. Nei bambini infatti è dato scorgere come delle tracce e dei germi di quelli che diventeranno in futuro i tratti del loro carattere, benché la loro anima in questo periodo si può dire non differisca affatto da quella delle bestie: dunque non v'è nulla di assurdo se i caratteri psichici degli altri animali sono ora identici ora prossimi ora analoghi a quelli dell'uomo³¹.

Un altro elemento caratteristico della riflessione aristotelica era inerente al riconoscimento della base somatica delle funzioni psichiche. Tale rapporto soma-psiche, concepito come rapporto di causa-effetto, rappresentò il punto di riferimento della fisiognomica e dell'antropologia positivista, che ebbe in Cesare Lombroso l'esponente più rappresentativo e la massima degenerazione.

La parte sottostante al cranio è denominata «viso» solo nel caso dell'uomo ... La parte del viso che sta sotto il bregma³² e tra gli occhi è la fronte. Chi ha fronte ampia è piuttosto lento, chi l'ha piccola è rapido; chi ha fronte larga è eccitabile, chi l'ha prominente è collerico³³.

6. IL RAGIONARE HA FINE PER DECRETO

Un'estrema difficoltà alla ricerca razionale della spiegazione della natura fu causata formalmente dall'imperatore Costantino all'inizio del IV secolo, quando diede alla Chiesa la veste di istituzione pubblica per la cristianizzazione dell'impero. Da quel momento la Chiesa avanzò la pretesa di essere la depositaria dell'autorità religiosa ed impose l'interpretazione del mondo secondo i testi cristiani. Per l'uomo occidentale era finito il tempo in cui poteva «baloccarsi» nello sforzo di interpretare attraverso il ragionamento la natura che osservava.

³¹ Aristotele. *Historia animalium*, 588a - 588b.

³² Punto atropometrico relativo al cranio che giace all'incontro tra le suture coronale (la sutura che separa l'osso frontale dai due parietali) e sagittale (la sutura che separa tra loro, quindi in alto, le due ossa parietali).

³³ Aristotele. *Historia animalium*, 491b.

Non c'era nulla da capire ma solo da disvelare; il pensiero di dio e il suo atto creativo per portare all'esistenza il mondo e con esso l'uomo era stato descritto in ogni dettaglio nella Genesi. Le preziose energie umane non dovevano essere «sperperate» attraverso la facoltà raziocinante, ma profuse per mantenere il dono della fede o per riuscire a conquistarla³⁴. Pensiamo che tutto ciò non possa che essere considerato l'umiliazione dell'uomo.

Dopo il grande rigoglio dell'epoca classica, quindi, il sapere scientifico subì il fondamentalismo cristiano, dal quale cominciò a liberarsi solo con la «rivoluzione scientifica» del XVI secolo. Ma la stasi nell'interpretazione razionale della natura non deve essere considerata sinonimo di completa assenza di ricerca; semplicemente, la ricerca si rivolse verso campi di indagine dominati dallo spiritualismo: la magia, l'alchimia e l'astrologia. L'ortodossia cristiana, tuttavia, non riuscì ad evitare l'aspro confronto che si sviluppò tra coloro che si rifacevano all'interpretazione letterale della Genesi e coloro che cercavano di trasformare il racconto delle origini in una teoria sostenibile a livello intellettuale. Insomma, nonostante gli sforzi compiuti dalla gerarchia ecclesiastica (e dal potere politico) per conquistare l'umanità alla sapienza cristiana contro le spiegazioni laiche o razionali, la tarda antichità fu un'epoca di intensa antitesi tra la spiegazione neoplatonica del mondo, la scienza aristotelica e il fondamentalismo cristiano.³⁵

7. DAL TIPO ALLA POPOLAZIONE: I PRINCIPI DELL'EVOLUZIONE

L'ostacolo all'interpretazione scientifica della natura, rappresentato dalle idee creazioniste, è stato rimosso da Charles Robert Darwin (inglese; 1809-1882) che ha avuto il merito di formulare la prima teoria in grado di spiegare il meccanismo dell'evoluzione. I concetti fondamentali della teoria:

- l'evoluzione è un processo graduale,
- tutte le specie discendono da un unico antenato,
- le specie si affermano o scompaiono come conseguenza della selezione operata dall'ambiente,

sono stati esposti brevemente nel 1842 e nel 1844 e, successivamente, nel libro *On the Origin of Species by Means of Natural Selection, or the Preservation of Favoured Races in the Struggle for Life*, pubblicato nel novembre 1859 dall'editore John Murray di Londra. Alcuni di questi concetti si ritrovano anche negli evoluzionisti che hanno preceduto Darwin, ma la sua originalità consiste nell'aver intuito la funzione selezionatrice dell'ambiente. Agli stessi risultati era giunto, in modo del tutto indipendente, anche Alfred Russel Wallace (1823-1913), un naturalista

³⁴ Paolo. *Prima lettera ai Corinzi*.

³⁵ G. Micheli. *Il declinare dello spirito scientifico*. In L. Geymonat (a cura di), *Storia del pensiero filosofico e scientifico*, op. cit., pp. 344-351; A. Cameron. *La provvidenza divina nella tarda antichità*. In L. Howe e A. Wain (a cura di), *Predire il futuro: dall'oracolo al computer*, Dedalo, Bari, 1994, pp. 109-129.

inglese che lavorava in Indonesia e che nel giugno 1858 aveva sottoposto a Darwin un manoscritto intitolato *On the Tendency of Varieties to Depart Indefinitely from the Original Type*. Entrambi gli studiosi furono influenzati dal libro dell'economista inglese Thomas Robert Malthus (1766-1834) *Essay on the Principles of Population as It Affects the Future Improvement of Society*, pubblicato nel 1798, secondo cui l'aumento numerico delle società umane sarebbe eccessivo rispetto alla disponibilità di cibo ed altre risorse e ciò causerebbe indigenza. Darwin e Wallace hanno esteso le idee di Malthus a tutti gli organismi viventi che producono, di solito, più prole di quanta ne possa sopravvivere e ciò determinerebbe una competizione per accaparrarsi le risorse.

Il concetto di «selezione naturale» ha l'inconveniente di non eliminare completamente la possibilità di un intervento trascendente. Infatti, dal confronto con il lavoro dell'allevatore e del coltivatore, che selezionano con opportuni incroci gli animali e le piante più rispondenti a particolari esigenze, si potrebbe ritenere che la selezione naturale, che permette la sopravvivenza e quindi la riproduzione degli individui più adatti in un certo ambiente, sia guidata da un ente estraneo alla natura. Darwin ha avvertito il dubbio insito nella sua teoria ed ha introdotto il concetto di «lotta per l'esistenza», mettendo in evidenza che il motore dei processi evolutivi è la competizione che l'individuo di una specie deve sostenere con i suoi simili, con le altre specie e con le caratteristiche abiotiche dell'ambiente. Questo concetto è stato mutuato dal principio della «sopravvivenza del più adatto» formulato dal filosofo Herbert Spencer (inglese; 1820-1903), ed è tanto ovvio da essere tautologico, a meno di ammettere che l'identificazione del «più adatto» possa essere fatta solo a posteriori. Altrimenti si incorre nella tautologia: il più adatto è quello che sopravvive e quello che sopravvive è il più adatto. Il meccanismo della selezione naturale può essere riassunto in tre punti:

- il numero degli esseri viventi aumenta geometricamente,
- gli esseri viventi lottano per l'esistenza,
- solo un piccolo numero di esseri viventi sopravvive.

In un libro successivo, *The Descent of Man and Selection in Relation to Sex*, pubblicato nel 1871 dall'editore John Murray di Londra, Darwin affrontò il problema dell'origine dell'uomo applicando lo stesso principio della selezione naturale utilizzato per spiegare l'evoluzione delle altre specie. L'uomo non è più il capolavoro della «creazione», concezione che aveva dominato per secoli la teologia e la filosofia; egli spartisce con le altre scimmie antropomorfe antenati comuni. Quindi, non più un «angelo corrotto» ma un «bruto perfezionato».

Il passaggio dall'interpretazione fissista dei fenomeni della vita a quella dinamica ha modificato radicalmente l'idea del ruolo della variabilità: non più un «accidente» ma elemento che caratterizza gli esseri viventi e che è indispensabile per l'evoluzione. Senza variabilità non ci può essere evoluzione perché l'ambiente non potrebbe selezionare. Cioè, se rispetto ad un ambiente e ad un periodo dati tutti gli individui di un gruppo fossero uguali, una modificazione

ambientale comporterebbe, verosimilmente, l'estinzione del gruppo. Ma è pur vero che l'evoluzione non si limita ad operare sulla variabilità, allo stesso tempo essa la produce, specialmente per quanto riguarda i cambiamenti di maggiore entità sui lunghi periodi di tempo, perché è responsabile della diversificazione delle specie e quindi dell'aumento della variabilità. L'evoluzione è causa ed effetto della variazione.

All'epoca in cui fu elaborata la teoria dell'evoluzione per selezione naturale non si conoscevano ancora le modalità con cui le variazioni ereditarie insorgono e persistono. Infatti, le leggi dell'ereditarietà furono presentate dal monaco fra Gregorio, al secolo Johann Mendel (boemo; 1822-1884), alla Società di Storia naturale di Brno (Boemia) nel febbraio 1865, per essere pubblicate nel 1866 con il titolo *Esperimenti nella ibridazione delle piante* negli Atti della medesima società, ma furono poi neglette fino al 1900, anno in cui sono state riscoperte indipendentemente da Carl Correns in Germania, Erich von Tschermak in Austria e Hugo de Vries in Olanda, il quale ha poi definito la «teoria della mutazione» nel 1901. La riscoperta delle leggi di Mendel ha determinato la nascita di una nuova disciplina scientifica, per la quale l'inglese William Bateson ha proposto nel 1906, in occasione dell'*International Conference on Hybridization and Plant Breeding*, il nome di «genetica» e questa disciplina è diventata la base della teoria relativa ai meccanismi del cambiamento evolutivo.

Un ulteriore sviluppo del pensiero evoluzionistico si è avuto nel corso dei primi decenni del secolo XX, quando è stata applicata l'analisi statistico-matematica allo studio della genetica. Il nuovo indirizzo, definito «genetica di popolazione», considera i geni non soltanto come i fattori ereditari che danno origine ad un singolo individuo, ma i fattori ereditari comuni ad un gruppo di individui, cioè ad una popolazione, e capaci di distribuirsi e ricombinarsi tra questi. I primi importanti sviluppi teorici di questa materia si devono a Ronald Aylmer Fisher e John Burdon Sanderson Haldane in Inghilterra e a Sewall Wright negli Stati Uniti. Altri scienziati hanno avuto il merito di aver suffragato sperimentalmente i modelli matematici proposti e i più importanti sono stati gli americani Theodosius Dobzhansky, Ernst Mayr, George Gaylord Simpson e George Ledyard Stebbins. L'insieme di questi studi ha consentito una nuova interpretazione della teoria dell'evoluzione organica, una teoria neo-darwiniana che nel 1942 l'inglese Julian Sorell Huxley chiamò la «sintesi moderna», o «teoria sintetica», come si evince dal suo libro *Evolution: the Modern Synthesis*³⁶. La sintesi moderna descriveva l'evoluzione come un processo a due fasi:

| -produzione e redistribuzione della variabilità, |

i cui meccanismi sono stati chiariti dalla genetica, e

| -azione della selezione naturale sulla variabilità, |

³⁶ J. Huxley. *Evolution: the Modern Synthesis*, George Allen & Unwin, London, 1942, trad. it., *Evoluzione la sintesi moderna*, Ubaldini, Roma, 1966.

come postulato da Darwin. Per Darwin il processo evolutivo consisteva nella comparsa, su lunghi periodi di tempo, di nuove forme di vita da forme preesistenti (macroevoluzione). Una tale visione dell'evoluzione descrive il risultato del processo evolutivo, ma esso può essere raggiunto solo mediante l'accumulo di tanti piccoli cambiamenti che si realizzano ad ogni generazione, ecco perché per capire l'evoluzione dobbiamo studiare i piccoli eventi che avvengono nel breve periodo (microevoluzione). Darwin, avendo lavorato prima che la genetica si affermasse, non è stato in grado di comprendere a fondo i meccanismi del cambiamento evolutivo. Oggi, invece, possiamo studiare i cambiamenti che in tutti gli organismi viventi intervengono tra una generazione e l'altra e dimostrare come opera l'evoluzione. Lo sviluppo della genetica ha consentito di definire l'evoluzione anche come:

un cambiamento nella frequenza genica di una popolazione da una generazione alla successiva.

La nuova concezione dell'evoluzione sottolinea il ruolo della popolazione e della sua struttura nello sviluppo di nuove specie. Nel libro *Animal Species and Evolution*, pubblicato nel 1963, Mayr ha scritto³⁷:

Le tesi di coloro che pensano in termini di popolazione sono diametralmente opposte a quelle dei tipologisti. Il popolazionista sottolinea l'unicità di ogni fatto del mondo organico. Ciò che è vero per la specie umana, e cioè che non vi sono due individui uguali l'uno all'altro, è altrettanto vero per tutte le altre specie di animali e piante ... Tutti gli organismi ed i fenomeni organici sono individuati da caratteri unici e possono essere descritti collettivamente solo in termini statistici. Gli individui, o gli esseri organici di qualunque specie, formano popolazioni di cui possiamo determinare il significato aritmetico e le variazioni statistiche. Le medie sono semplici astrazioni statistiche; soltanto gli individui di cui sono composte le popolazioni hanno realtà. Le conclusioni ultime del popolazionista e del tipologista sono assolutamente opposte. Per il tipologista il tipo è reale, mentre la variazione è illusoria; per il popolazionista il tipo (la media) è un'astrazione e solo la variazione è reale. I due modi di considerare la natura non potrebbero essere più diversi ... La sostituzione della concezione tipologica con quella popolazionistica è stata forse la più grande rivoluzione concettuale nel campo della biologia. Molti dei concetti fondamentali della teoria sintetica, come il concetto di selezione naturale e quello di popolazione, sono privi di significato per il

³⁷ Mayr E. *Animal Species and Evolution*, The Belknap Press of Harvard University Press, Cambridge (Mass.), 1963, trad. it., *L'evoluzione delle specie animali*, Giulio Einaudi, Torino, 1970, pp. 7-8.

tipologista. In ultima analisi, ogni grande controversia nel campo dell'evoluzione è stata una controversia fra un tipologista ed un popolazionista. Persino Darwin, che diede il maggior contributo all'introduzione del concetto di popolazione in biologia, ricadde spesso nel modo di pensare tipologico, per esempio nelle sue discussioni sulle varietà e sulle specie.

La variabilità che si osserva tra gli individui di una popolazione è la condizione per l'esistenza di soggetti preadattati ai cambiamenti che l'ambiente subisce nel corso del tempo. Questi individui sopravviveranno alle modificazioni ambientali e lasceranno più figli, a differenza degli individui che non possiedono a priori l'adattamento e, di generazione in generazione, nella popolazione aumenterà il numero di individui più simili a quelli preadattati. La popolazione si adatta alle variazioni dell'ambiente, mentre l'individuo è adattato ad esso.

Negli anni Sessanta e Settanta del secolo XX la teoria sintetica ha subito due sfide. La prima è stata una conseguenza dello sviluppo degli studi a livello molecolare ed è collegata al nome del giapponese Motoo Kimura che, nell'articolo *Evolutionary Rate at the Molecular Level* pubblicato su *Nature* nel 1968³⁸, ha postulato la «teoria neutrale dell'evoluzione molecolare». E che poi in un libro successivo, *The Neutral Theory of Molecular Evolution* pubblicato nel 1983³⁹, e a seguito della disputa tra pan-neutralisti e pan-selezionisti, ha ridefinito come teoria della «mutazione-deriva genetica», suggerendo che la maggior parte delle mutazioni sarebbero sufficientemente neutrali dal punto di vista selettivo tanto che il loro destino nella popolazione sarebbe determinato da processi stocastici, cioè dalla «deriva genetica». La seconda sfida, basata su nuove interpretazioni dei resti fossili, ha postulato che l'evoluzione non fosse un processo continuo, come voleva il «gradualismo filetico», ma procedesse irregolarmente. Questa teoria è nota come «evoluzione per equilibri punteggiati» ed è stata formulata nel 1972 dagli americani Niles Eldredge e Stephen Jay Gould nel saggio *Punctuated Equilibria: an Alternative to Phyletic Gradualism*⁴⁰; ed è stata rielaborata cinque anni più tardi nell'articolo *Punctuated Equilibria: the Tempo and Mode of Evolution Reconsidered* pubblicato su *Paleobiology*⁴¹. Essa riprendeva un'idea espressa da Simpson negli anni Cinquanta, secondo la quale i principali cambiamenti evolutivi potrebbero avvenire attraverso *quantum of evolution*.

Le due teorie, della «mutazione-deriva genetica» e dell'«evoluzione per equilibri punteggiati», non negavano, a differenza delle critiche mosse dai creazionisti, che i mutamenti evolutivi avessero luogo, che le specie attuali derivassero da antenati comuni o che la selezione naturale darwiniana svolgesse un

³⁸ M. Kimura. *Evolutionary Rate at the Molecular Level*, Nature, vol. 217, pp. 624-626, 1968.

³⁹ M. Kimura. *The Neutral Theory of Molecular Evolution*, Cambridge University Press, Cambridge, 1983.

⁴⁰ Il saggio è apparso nel libro di T.J.M. Schopf (a cura di). *Models in Paleobiology*, Freeman Cooper, San Francisco, 1972, pp. 82-115.

⁴¹ S.J. Gould & N. Eldredge. *Punctuated Equilibria: the Tempo and Mode of Evolution Reconsidered*, Paleobiology, III, pp. 115-151.

ruolo nel processo evolutivo. La disputa era all'interno del pensiero evoluzionistico e la revisione delle concezioni tradizionali ha consentito alle idee della neutralità e dell'evoluzione punteggiata di trovare posto in una visione globale dell'evoluzione organica.

8. L'INFLUENZA DI DARWIN SULLA CULTURA OCCIDENTALE

Il pensiero di Darwin influenzò profondamente non solo le idee scientifiche a cui più immediatamente si rifaceva, quelle relative alla biologia, ma anche le concezioni filosofiche proprie della cultura occidentale del suo tempo, secondo le quali un disegno prestabilito governava il mondo dei viventi. Darwin ha introdotto nella filosofia naturale due nuovi concetti: il tempo e l'interazione. Gli organismi viventi, infatti, sono il prodotto di interazioni complesse e casuali che si realizzano nel corso di lunghi periodi. Ma per «caso» non si intende l'assenza di leggi che regolino i processi naturali, quanto il raggiungimento di un livello di organizzazione a prescindere da un piano generale di creazione. La visione della realtà naturale che si ricava dall'opera di Darwin è materialistica e si ricollega alla concezione storica della natura formulata dagli illuministi ed al materialismo scientifico sorto in Germania negli anni Cinquanta del XIX secolo tra fisiologi e medici. Il filosofo tedesco Heinrich Karl Marx (1818-1883), infatti, chiese a Darwin nel 1880 il permesso di dedicargli il secondo libro de *Il capitale*, ma Darwin glielo negò preoccupato, forse, della risonanza che la dedica poteva avere nell'ambiente ecclesiastico.

Diversi pensatori, tra cui il tedesco Friedrich Engels (1820-1895), applicarono lo schema darwiniano dell'evoluzione per selezione naturale alla società umana e ne nacque il «darwinismo sociale», che ha avuto un certo sviluppo nei paesi anglosassoni. La teoria si basava sull'idea errata che fosse possibile applicare il principio della selezione naturale all'organizzazione sociale dell'uomo. Quei pensatori non consideravano che la trasmissione dei caratteri culturali e l'evoluzione culturale avvengono secondo leggi diverse da quelle biologiche e, pertanto, che la struttura culturale di una popolazione deve essere indagata con metodi adeguati e diversi da quelli della biologia.

Uno dei teorici più importanti del darwinismo sociale, l'economista americano William Graham Sumner (1840-1910), ha sostenuto che i ricchi sarebbero il prodotto della selezione naturale che sceglierebbe i loro requisiti e li avvantaggerebbe e l'industriale americano John Davison Rockefeller senior (1839-1937) ha sostenuto che lo sviluppo delle grandi aziende non sarebbe altro che la sopravvivenza dei più adatti secondo una legge di natura. Per il darwinismo sociale, quindi, le classi sociali ed il capitalismo sarebbero eventi naturali e come tali pienamente legittimi. Anche le teorie razziste di Joseph-Arthur de Gobineau (francese; 1816-1882) e di altri hanno cercato in Darwin la giustificazione scientifica per affermare la superiorità di una «razza» sulle altre e, quindi, la legittimazione dell'idea che una «razza» sarebbe destinata a dominare le altre: ovviamente, la dominante sarebbe quella «bianca». Sia Darwin che la maggior parte dei

biologi non sono caduti in questa contraddizione e si sono limitati ad utilizzare la selezione naturale per spiegare i fenomeni della natura senza sconfinare in altri campi.

Tra i grandi detrattori del pensiero darwiniano dobbiamo inserire il filosofo italiano Benedetto Croce (1866-1952), che nel saggio *La natura come storia, senza storia da noi scritta*, pubblicato su *La Critica* nel 1939, scriveva:

L'animo, il quale alla storia chiede la nobile visione delle lotte umane e nuovo alimento all'entusiasmo morale e riceve invece l'immagine di fantastiche origini animalesche e meccaniche dell'umanità e con esse un senso di sconforto e di depressione, quasi di vergogna, a trovarci noi discendenti da quegli antenati e sostanzialmente a loro simili.

Una posizione non troppo diversa da quella sostenuta dal vescovo anglicano di Oxford Samuel Wilberforce (1805-1873), che nel 1860 in una riunione pubblica chiese a Thomas Henry Huxley (1825-1895), il paladino dell'evoluzionismo darwiniano, se riteneva di discendere da una scimmia per parte di nonno o per parte di nonna.

Secondo quanto ha scritto Lyon Sprague De Camp nell'articolo *The End of the Monkey War*, pubblicato sul numero di febbraio del 1969 di *Scientific American*, nello stato americano del Tennessee il divieto di insegnare la teoria dell'evoluzione a scuola è stato abrogato nel 1967 e nell'Arkansas solo nel 1968. Ma la guerra contro la teoria dell'evoluzione non è ancora finita se, come ha riportato il quotidiano *S. Francisco Chronicle* del 16 novembre 1969, il ministero della pubblica istruzione della California, lo *State Board of Education*, ha votato in quello stesso anno una disposizione che consentiva l'insegnamento della teoria evoluzionistica solo se essa era messa a confronto con le idee espresse nel primo libro della Genesi e se nel 1973, come ha riferito *Science*, si è costituita una società chiamata *Creation's Research Society*.

In Italia, il ministro Letizia Moratti ha cancellato dai programmi della scuola media l'insegnamento dell'evoluzione con un decreto legislativo datato 19 febbraio 2004 e solo a seguito di una forte protesta, che ha coinvolto molti settori della società civile, il ministro ha nominato una commissione di «saggi» (composta da Rita Levi Montalcini, Carlo Rubbia, Roberto Colombo e Vittorio Sgarbetta) che, come ha informato *la Repubblica* del 23 febbraio 2005, ha chiesto il reintegro dello studio dell'evoluzione nei programmi scolastici.

9. LA GENETICA DI POPOLAZIONE

La trattazione matematica dell'evoluzione – o «genetica di popolazione» – analizza la distribuzione dei geni nelle popolazioni, e il loro destino di generazione in generazione, in base ai principi della genetica mendeliana e mediante l'uso di modelli semplificati, cioè costruiti su pochi geni, che consentono di definire le leggi teoriche dell'evoluzione. Il processo elementare dell'evoluzione

consiste:

| nella sostituzione in un gene di un allele⁴² con un altro |

e questo processo si realizza attraverso due tipi di fattori evolutivi:

| -quelli che determinano la variazione delle frequenze dei genotipi senza che ci sia variazione delle frequenze alleliche (alla fine del processo la popolazione di partenza sarà sostituita da tante sottopopolazioni, ognuna delle quali sarà omozigote per un allele – i fattori che determinano la variazione delle frequenze genotipiche sono: la consanguineità, la suddivisione e l'accoppiamento assortativo⁴³ positivo);
-quelli che determinano la variazione delle frequenze degli alleli (che tenderanno nel corso del tempo a 1 per l'allele che si fissa e a 0 per gli alleli che sono eliminati – tali fattori sono: la deriva genica, la migrazione, l'accoppiamento assortativo negativo, la mutazione e la selezione).

Nello studio dell'evoluzione delle popolazioni, un ruolo centrale è assegnato ad alcuni parametri demo-storico-ecologici: quali la dimensione, la densità, l'incremento e la struttura per età dei gruppi; le componenti e gli eventi principali della loro storia; e le loro interazioni con altre specie. E questo approccio integrato consente di analizzare i processi biologici sia in relazione alle eterogenee influenze biotiche ed abiotiche esercitate dall'ambiente che alle relazioni genotipo-fenotipo e biologia-cultura. Come è stato appena rilevato, l'evoluzione genetica consiste nella variazione delle frequenze geniche in una popolazione da una generazione alla successiva e può essere valutata come scarto tra la frequenza che si rileva in un gruppo ad un certo tempo e quella che ci si attenderebbe dopo un arco generazionale secondo il modello teorico della stabilità del patrimonio ereditario, che garantisce la trasmissione regolare e immutabile dei geni di generazione in generazione. Questo modello è stato enunciato nel 1908 dall'inglese Godfrey Harold Hardy e dal tedesco Wilhelm Weinberg – il «modello di Hardy-Weinberg» – ed è stato definito sulla base di cinque condizioni che sono indispensabili per mantenere la stabilità genica:

| -gli accoppiamenti devono essere casuali o panmittici,
-la popolazione deve essere molto ampia,
-non ci deve essere l'azione della selezione naturale,
-non si devono verificare mutazioni,
-non ci devono essere scambi di geni tra gruppi diversi.

⁴² Una delle diverse forme che può assumere un gene e che differisce dalle altre per una mutazione nel DNA. Ogni allele segrega come un'unità mendeliana.

⁴³ L'accoppiamento assortativo consiste nella scelta non casuale del coniuge. Tale scelta è positiva se entrambi i coniugi condividono la stessa caratteristica (per esempio, entrambi alti); e negativa se i coniugi hanno caratteristiche opposte (per esempio, uno alto e uno basso).

Se le condizioni sono rispettate, è possibile predire le frequenze genotipiche della generazione filiale a partire da quelle alleliche della generazione parentale e se la differenza non è statisticamente significativa si può ritenere che la popolazione sia in equilibrio, cioè che non stia evolvendo. La relazione matematica che lega le frequenze alleliche nei genitori a quelle genotipiche nei figli può essere ricavata dall'analisi degli accoppiamenti possibili in regime di panmissia ed è di tipo quadratico:

$$(p+q)^2=p^2+2pq+q^2.$$

Cioè, se p e q sono le frequenze di due alleli codominanti di un gene (per esempio, A ed a) nella generazione dei genitori, allora le frequenze attese dei tre genotipi possibili nella generazione filiale (AA , Aa ed aa) è data dal secondo membro dell'equazione.

Nelle popolazioni finite si osservano delle oscillazioni casuali delle frequenze – e quindi indipendenti dalla selezione naturale – imputabili all'errore campionario e il fenomeno è noto con il nome di «deriva genetica». Ogni generazione, infatti, è formata solo da una piccola parte di tutti i gameti prodotti dai genitori e quindi non è altro che uno dei tanti campioni possibili di figli che si sarebbero potuti originare. Se la popolazione è molto piccola, nel giro di poche generazioni si può arrivare alla fissazione di un allele ed alla scomparsa degli altri; ma nelle popolazioni di medie, o grandi, dimensioni le frequenze alleliche si limitano a fluttuare attorno ai valori iniziali, senza giungere mai alla fissazione. Un esempio di simulazione computerizzata del fenomeno, in cui erano stati fissati sia il numero di individui per popolazione (rispettivamente: 12, 25, 250 e 2500) che la frequenza iniziale di due alleli (0,5 ciascuno), ha mostrato che nei gruppi con 12 e 25 soggetti si raggiungeva la fissazione dopo 28 e 42 generazioni, mentre negli altri le frequenze degli alleli continuavano a fluttuare attorno ai valori di partenza ancora dopo ben 150 generazioni.

Un caso particolare di «deriva genetica», che ha avuto un ruolo di rilievo nell'evoluzione umana, è costituito dall'«effetto fondatore», che si può manifestare quando un piccolo gruppo di individui lascia la popolazione cui appartiene per migrare in un territorio disabitato e dare così origine ad un'altra popolazione. La nuova comunità, infatti, potrebbe essere caratterizzata dal possedere un unico allele di un certo gene solo perché questo era quello presente nei fondatori e non già per effetto della selezione naturale. Un esempio del fenomeno in questione, noto ormai da tempo agli antropologi, riguarda le popolazioni native americane, quasi tutte di gruppo sanguigno 0 (relativamente al sistema AB0). E un simile valore non sembra dipendere affatto da un qualche vantaggio selettivo del gruppo 0 nell'ambiente del Nuovo Mondo, quanto piuttosto dalla straordinaria circostanza che solo per caso quello era il gruppo sanguigno della stragrande maggioranza dei primi uomini che circa 30.000 anni fa hanno colonizzato le Americhe.

10. IL CONCETTO ANTROPOLOGICO DI POPOLAZIONE

Ogni specie è composta da molti individui che occupano un'area geografica più o meno grande all'interno della quale si distribuiscono prevalentemente in modo disomogeneo, formando dei gruppi. L'importanza biologica di questa suddivisione della specie è legata al fatto che la probabilità che ha un individuo di un gruppo di accoppiarsi con un altro individuo, di sesso diverso, dello stesso gruppo è molto maggiore rispetto a quella che ha di accoppiarsi con individui di altri gruppi. Ogni gruppo forma una «popolazione», ma poiché questo termine è usato con molti significati è necessario specificare quello a cui i biologi fanno riferimento. Il termine a cui ci si riferisce in biologia è quello di «popolazione mendeliana o popolazione locale o deme», che identifica:

la comunità in cui tutti gli individui di un sesso hanno la stessa probabilità di accoppiarsi con qualunque altro individuo dell'altro sesso per generare prole.

Naturalmente, gli individui devono essere sessualmente maturi ed equivalenti in relazione alla selezione sessuale. La popolazione locale è solo un modello di unità «panmittica⁴⁴» e, naturalmente, le popolazioni reali deviano più o meno dal modello.

Ogni individuo di una popolazione può essere considerato in astratto come un contenitore temporaneo di una piccola parte del «pool genico» totale e contribuisce, seppure in piccolissima misura, alla eventuale variazione delle frequenze geniche. Ma come ha scritto Mayr nel libro già citato *Animal Species and Evolution* (pp. 147-148):

È la popolazione tutta intera che costituisce la temporanea incarnazione e la manifestazione visibile del pool genico; è nella popolazione che i geni interagiscono in numerose combinazioni, i genotipi; è in essa che si forma il campo di prova di nuovi geni e di inattese combinazioni geniche. La continua interazione dei geni in un pool genico fornisce un grado d'integrazione che consente alla popolazione di comportarsi come la principale unità evolutiva. ... La popolazione, oltre alla sua funzione statica come rappresentante locale della specie, ha la capacità di mutare nel tempo. Questo aspetto dinamico della popolazione ha un significato biologico ancora più grande della semplice funzione statica. L'evoluzione viene talvolta definita come un mutamento nella composizione genetica delle popolazioni. Questi mutamenti genetici si manifestano fenotipicamente⁴⁵ in vari modi e lo stu-

⁴⁴ In panmissia la scelta del coniuge è casuale.

⁴⁵ Il fenotipo non è altro che l'insieme dei tratti morfologici, fisiologici, biochimici, comportamentali ed altri ancora che un organismo manifesta durante la sua vita; ed è il prodotto dell'azione dei geni e dell'ambiente.

dio di queste trasformazioni fenotipiche è stato alla base di gran parte delle teorie evoluzionistiche e delle ipotesi di speciazione. Lo studio della variazione delle popolazioni è la condizione preliminare per la comprensione di queste teorie.

L'organizzazione sociale e culturale della nostra specie rende molto complesso il riconoscimento della popolazione locale. In alcuni casi il concetto biologico di popolazione si sovrappone a quello demografico: la popolazione di un paese o di una città. In altri, i due concetti divergono. Per esempio, se in una città convivono due gruppi tra i quali non c'è scambio matrimoniale, dal punto di vista demografico i due gruppi formano la popolazione della città, ma dal punto di vista biologico in quella città vivono due popolazioni. La popolazione biologica può corrispondere a raggruppamenti di tipo politico-amministrativo, quali la provincia, la regione e lo stato o differenziarsi da essi come nell'esempio riportato sopra. Infine, la popolazione biologica può corrispondere o meno ad aggregazioni culturali: quali l'etnia, la casta, la tribù, il gruppo linguistico e quello religioso.