

Spazio e tempo nella evoluzione delle piante

SANDRO PIGNATTI

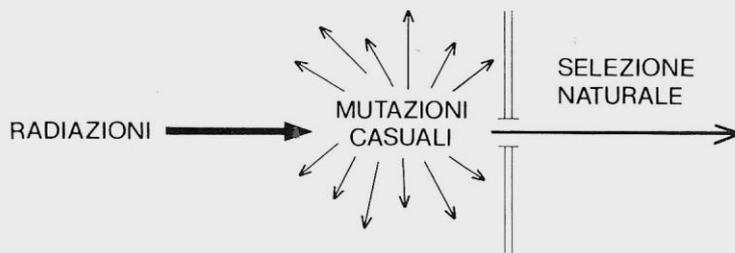
A cento anni dalla morte di Darwin il concetto di evoluzione dei viventi è ormai considerato come definitivamente acquisito, sia sul piano scientifico che su quello culturale. Tuttavia la formulazione darwiniana ha subito in questi cento anni una profonda revisione, così che oggi si parla ormai di neodarwinismo: ci possiamo quindi chiedere, quanto dell'originale pensiero darwiniano sia ancora attuale. La discussione di alcune evidenze relative all'evoluzione dei vegetali e la verifica di come queste si lascino inserire in un più generale schema spazio-temporale può darci l'occasione per un riesame del darwinismo.

La teoria darwiniana può essere sintetizzata in forma moderna come l'affermazione dell'evoluzione dei viventi come effetto di mutazioni soggette alla selezione naturale. Entrambi questi concetti: selezione naturale e mutazione, richiedono tuttavia qualche considerazione critica.

La selezione naturale infatti ci pone alcune difficoltà logiche abbastanza importanti. Che una selezione naturale esista, è un dato di fatto sul quale non c'è molto da discutere. La selezione dovrebbe portare alla sopravvivenza del più adatto, il che è assai meno certo, infatti ben raramente una singola mutazione può effettivamente portare un vantaggio selettivo, mentre nella maggioranza dei casi questo avviene solo per la concomitanza di altri fattori il cui scatenamento contemporaneo (così da rendere la mutazione effettiva) risulta sommamente improbabile. Ad es., per un insetto, che vede il mondo in

bianco-nero, la capacità di riconoscere un determinato colore potrà venire interpretata come una mutazione positiva, che tuttavia risulterà realmente vantaggiosa solo se contemporaneamente sarà comparso un fiore di quel determinato colore, in grado di venire riconosciuto e di fornire nettare all'insetto, cioè una nuova fonte di nutrimento per la sua sopravvivenza; in mancanza di un tale fiore, anche l'effetto vantaggioso della mutazione resterà latente. Già in questo breve ragionamento non può sfuggire al lettore la comparsa di concetti, come «positivo» e «vantaggioso», che sono tipici di un giudizio di valori, condizionato dalle esigenze umane. Noi, mettendoci con la fantasia nella situazione dell'insetto o del fiore, possiamo immaginare che una determinata mutazione procuri quello che, a nostro giudizio, appare un vantaggio, però non siamo affatto sicuri, che esso risulti effettivamente tale. In altre parole, non abbiamo nessuna base scientifica per affermare, che una volta in grado di riconoscere il nuovo fiore, l'insetto andrà anche a prelevarvi il nettare, oppure al contrario non farà come il bambino, che messo di fronte ad un nuovo cibo non lo accetta; gli chiediamo perché e la risposta lapidaria e definitiva è: «Perché no». In sostanza, il vantaggio per la specie non può essere identificato con quello che un rappresentante della specie *Homo sapiens* ritiene per vantaggioso, ma va accertato in modo scientificamente accettabile.

Questo può essere fatto solo attraverso prove di sopravvivenza comparando indivi-



Schema di evoluzione secondo il modello darwinistico: le mutazioni casuali vengono «filtrate» dalla selezione naturale.

3 conseguenze : _ GRADUALITA'
 _ NON DIREZIONALITA'
 _ MONOFILETISMO

Figura 1

dui mutati e non mutati, il che tuttavia non risolve il problema, ma rappresenta solo uno scambio tra cause ed effetti. Infatti equivale ad affermare, che si ha la sopravvivenza del più adatto, e che il più adatto si definisce come quello che ha la capacità di sopravvivenza, cioè un'affermazione tautologica, del tutto inadatta ad una spiegazione scientifica della realtà.

L'altro aspetto del modello darwiniano è rappresentato dalle mutazioni: esse evidentemente rappresentano un punto chiave della teoria e senza di queste mancherebbe un'ipotesi ragionevole per spiegare la comparsa di nuove specie; va osservato che le mutazioni non erano note a Darwin, e sono state introdotte nel pensiero scientifico solo all'inizio del nostro secolo, ma questa non è una difficoltà sostanziale: una teoria scientifica può essere integrata da nuove acquisizioni, quando queste abbiano valore corroborante e non richiedano una revisione dei concetti basilari della teoria stessa. Le mutazioni, secondo quanto ne sappiamo ora, sono l'effetto di cause esterne (come radioattività naturale, raggi cosmici etc.), quindi abbiamo buone ragioni di presumere che esse abbiano avuto modo di esplicarsi da quando esiste vita sulla Terra; oggi le mutazioni si producono anche artificialmente, sia per via fisica che attraverso l'uso di sostanze chimiche, il che ha permesso di sviluppare un imponente complesso di conoscenza in questo campo. Agli effetti dell'evoluzione tuttavia, soltanto le mutazioni derivate da cause naturali possono ritenersi rilevanti. Tenendo presente che, nel-

la storia della Terra, queste cause esterne sembra abbiano potuto mantenere un'intensità press'a poco costante (così ci dicono i fisici, anche se prove sicure non ce ne sono), ne risulterà che il modello darwiniano è applicabile soltanto se l'evoluzione viene concepita come un fenomeno graduale, con intensità poco differente nelle varie epoche. Infatti, cause costanti devono produrre effetti pure costanti. Le mutazioni possono manifestarsi a carico di un punto qualsiasi del genoma, quindi nei loro effetti risultano del tutto casuali: da una pianta pelosa per mutazione potrà derivare una pianta glabra e successivamente da quella glabra di nuovo una pianta pelosa. La casualità della mutazione implica anche la conseguenza della non direzionalità delle stesse o dei loro effetti.

La sperimentazione sulle mutazioni prodotte artificialmente ci fa infine sapere, che mutazioni positive sono un fatto estremamente raro; la probabilità che una di esse avvenga e possa venire fissata geneticamente così da produrre un effetto evolutivo è molto bassa, quindi la possibilità che la stessa mutazione positiva avvenga due volte, ripetendosi su individui differenti in luoghi e tempi diversi, risulta talmente bassa, da potersi considerare sostanzialmente un evento impossibile. Questo stabilisce una terza caratteristica del modello darwiniano, e cioè il suo carattere monofiletico, in quanto ogni linea evolutiva si sviluppa da un singolo caso di mutazione. Queste considerazioni ci permettono di fissare alcune caratteristiche del modello darwiniano: l'evoluzione risulta un

fenomeno caratterizzato da gradualità, non direzionalità e monofiletismo (fig. 1).

Lasciando irrisolto il dubbio iniziale sul significato della selezione naturale come meccanismo evolutivo, possiamo ora cercare di esaminare, se alcuni esempi recenti tratti dall'evoluzione dei vegetali, permettano o meno di verificare il modello darwiniano.

1) *Comparsa delle piante superiori* - Le Angiosperme costituiscono il gruppo più importante delle piante superiori, sia come numero che come diversità dei componenti. Esse sono caratterizzate dal fatto di formare fiori provvisti di ovario. È noto già dal secolo scorso, che le Angiosperme compaiono alla fine del Mesozoico, al passaggio tra Cretaceo inferiore e Cretaceo superiore. La comparsa delle Angiosperme è subitanea: nella formazione geologica precedente esse mancano del tutto, mentre nel Cretaceo superiore si presentano abbondanti e già ampiamente diversificate, come un gruppo che av-

se una lunga storia dietro di sé. Tutti i principali sottogruppi delle Angiosperme sono presenti fin dall'inizio, e l'evoluzione successiva, che abbraccia un periodo di durata abbastanza rispettabile (stimato a circa 120 milioni di anni) non ha portato alla comparsa di tipi completamente nuovi, ma solo ad una gigantesca differenziazione di quelli presenti fin dall'inizio. Neppure le scoperte più recenti hanno potuto cambiare sostanzialmente questa situazione. I reperti di Angiosperme fossili precedenti il Cretaceo superiore restano scarsi e controversi. La comparsa subitanea di un gruppo già altamente differenziato è in stridente contrasto con l'ipotesi sopra enunciata di necessaria gradualità e monofiletismo in una evoluzione che si svolga secondo il modello darwiniano. Né differenti sono le cose, se esaminiamo i casi delle Gimnosperme e delle Pteridofite (fig. 2). Tra le Gimnosperme due gruppi sono comparsi nel Devoniano ed almeno sei o sette nel Giura; per le Pteridofite la prima comparsa è nel

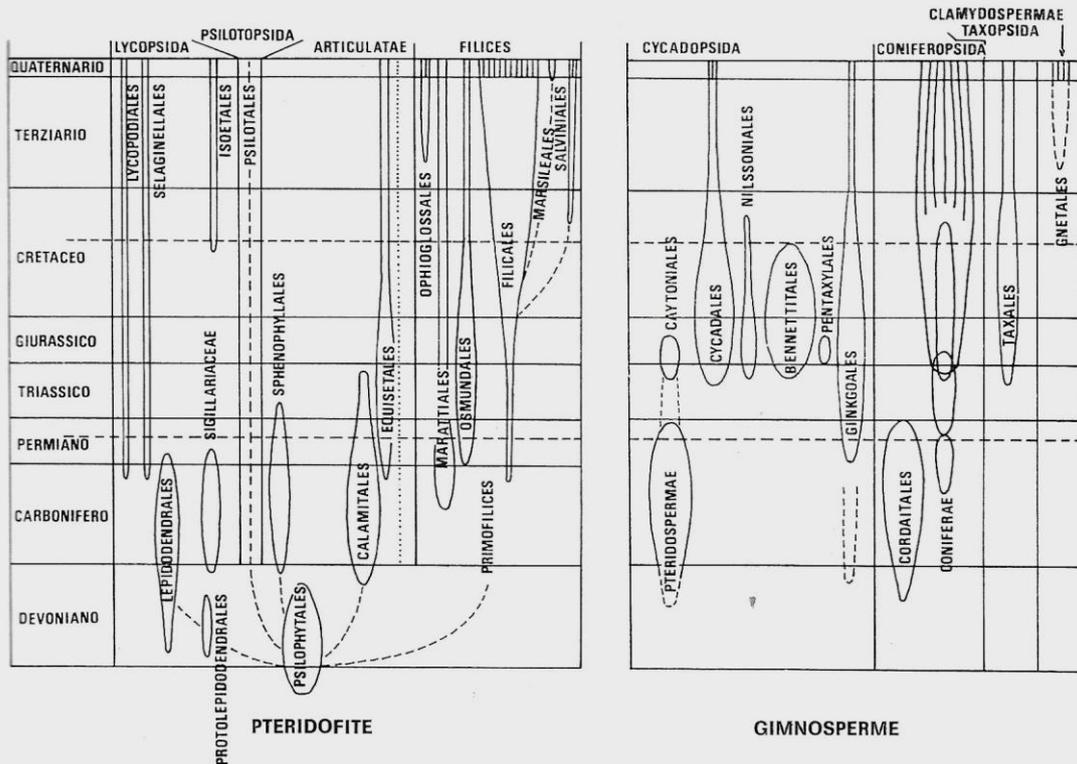


Figura 2 - Schema evolutivo della Pteridofite e Gimnosperme (da Engler, Modif.).

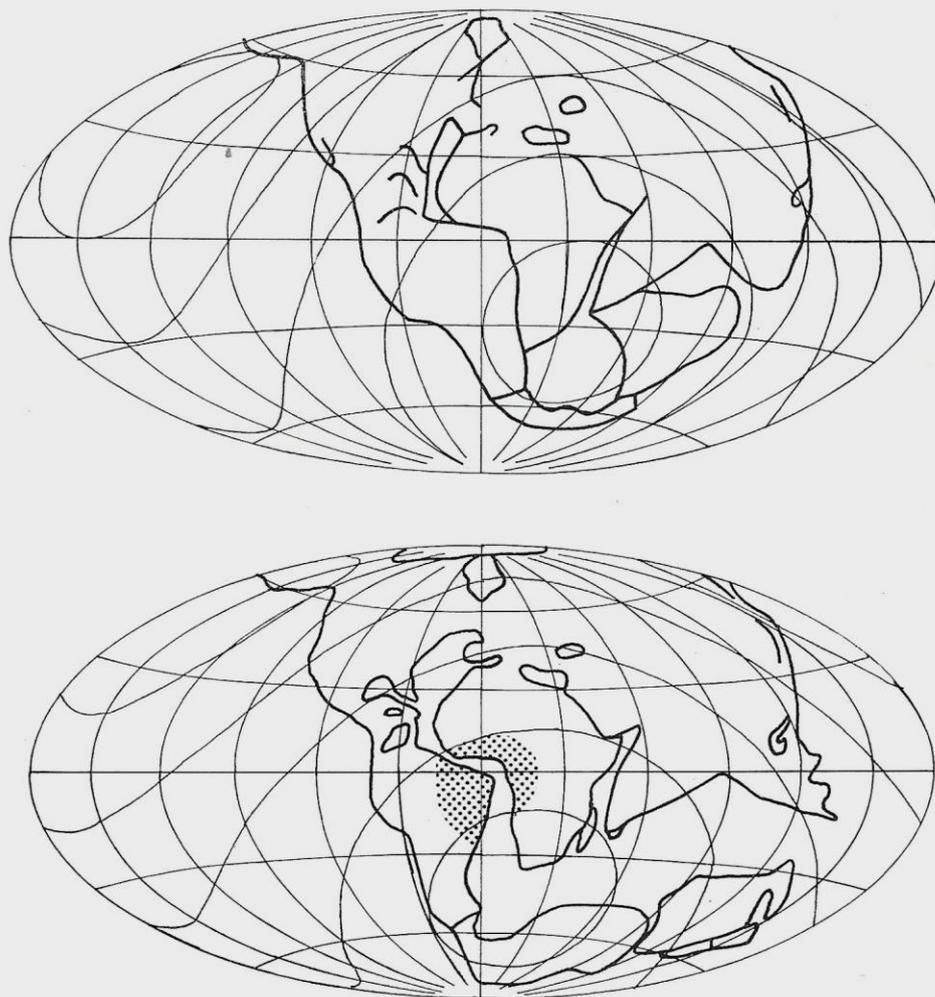


Figura 3 - Distribuzione delle terre emerse durante il Carbonifero (in alto) e di gruppi anfiatlantici dopo il distacco dei continenti all'inizio del Terziario.

Siluriano, ma la differenziazione massiccia avviene nel Carbonifero. Anche in questi due casi dunque si può assumere una comparsa più o meno subitanea della maggior parte dei componenti. Carbonifero, Giura e Cretaceo superiore appaiono tre periodi critici, nei quali i vegetali superiori hanno dato luogo ad un'evoluzione intensissima e rapida, mentre le fasi intercalate rappresentano periodi di stasi evolutiva. Il processo evolutivo appare dunque tutt'altro che graduale.

Per superare queste difficoltà, che appaiono evidenti anche al darwinista più dogmatico, quando si esaminano le più elementari

evidenze della paleontologia vegetale (ed esempi analoghi si potrebbero ricavare anche dall'evoluzione degli animali) è stata recentemente proposta una teoria (Axelrod), fondata sulla scoperta di polline fossile di tipo angiospermico risalente al Carbonifero: le Angiosperme esisterebbero già dal Carbonifero, rappresentando un gruppo adattato alla vita su alte montagne della fascia equatoriale; qui esse avrebbero avuto un lunghissimo periodo di evoluzione, che non avrebbe lasciato traccia, in quanto l'ambiente montano non è favorevole alla conservazione di fossili, qui ne sarebbe avvenuta la graduale differen-

ziazione, e solo con il Cretaceo superiore esse sarebbero «scese a valle», forse in concomitanza con una fase climatica favorevole oppure con l'espansione di insetti impollinatori. Tuttavia i reperti pollinici del Carbonifero restano discutibili, in quanto non si può escludere una convezione da strati più recenti, e del resto essi provano tutt'al più l'esistenza di piante, che producevano polline simile a quello delle attuali Angiosperme, il che però non implica necessariamente che dovessero esser proprio Angiosperme, e non ad es. Gimnosperme di tipo particolare oppure rappresentare qualche gruppo estinto. Il polline del Carbonifero in questo caso assume dunque il significato di un *Deus ex machina*.

2) *Distribuzioni pre-cretaciche* - Le distribuzioni di alcuni gruppi viventi (animali e vegetali) appaiono correlate in maniera evidente alla paleogeografia del Globo, schematizzata dalla teoria della deriva continentale, così come essa venne formulata originariamente (Wegener) oppure nella sua versione più recente fondata sulla tettonica a zolle. Un gruppo di Felci, che occupa territori oggi lontani, ma collegati tra loro poniamo durante il Carbonifero, non ci pone particolari difficoltà interpretative: nel Carbonifero le Felci esistevano, quindi si può ammettere che il gruppo si sia formato allora ed i suoi rappresentanti abbiano seguito lo spostamento dei blocchi continentali, adattandosi progressivamente alle mutate condizioni di vita. Il problema però si complica, quando dei gruppi di Angiosperme, comparsi in epoca relativamente recente, mostrano una distribuzione risalente ad es. al Carbonifero: come avrebbero potuto seguire lo spostamento dei blocchi, se in quell'epoca le Angiosperme ancora non esistevano? Gli esempi in questo senso sono abbondanti, soprattutto con distribuzioni sui due lati dell'Atlantico Meridionale (fig. 3) oppure del tipo India-Sudafrica-Madagascar-Australia. Non si può comprendere, come le specie attuali mantengano una sorta di memoria di fatti avvenuti molto prima della loro comparsa. Naturalmente si possono invocare migrazioni recenti, ponti intercontinentali, catene di isole etc. che avrebbero permesso il passaggio di specie dall'uno all'altro continente, ma questa ipo-



Posizione della zolla sardo-corsa nel Terziario antico (in alto) e distribuzione di *Limonium minutum* (in basso).

tesi rappresentano di nuovo una sorta di *Deus ex machina*. Bisogna invece concludere, ammettendo una discordanza tra evidenze di tipo spaziale e temporale, che può venire superata solo ipotizzando un generalizzato polifiletismo oppure un'evoluzione estremamente direzionale: di nuovo un argomento in contrasto con il modello darwiniano.

3) *Età delle specie* - Il modello darwiniano implica, come già dimostrato, un'evoluzione graduale: si può dunque pensare che esista,

almeno nell'ambito di singoli gruppi tassonomici, una sorta di età media per l'esistenza delle specie. Questo tuttavia non sembra confermato dalle evidenze riguardanti i vegetali. Si possono citare esempi di specie verosimilmente assai antiche, come quelle del blocco sardo-corso-balearico (fig. 4), la cui origine appare condizionata dalla paleogeografia dell'Olocene (circa 30 milioni di anni fa) ed altre legate alla situazione precedente le glaciazioni (1 milione di anni), infine le recentissime postglaciali (20.000 anni) o addirittura collegate all'opera dell'uomo (5-10.000 anni). La differenza di durata è nei casi estremi dell'ordine di 3×10^3 : la gradualità preconizabile in base al modello darwiniano neppure in questo caso è confermata.

4) *Origine politopa* - Il caso di *Ophrys sphecodes* subsp. *litigiosa*, una piccola orchidea mediterranea, che vive in tre zone ben distinte e separate (fig. 5) e cioè Francia Merid., Giura e Dalmazia viene interpretato dal monografo Nelson come un esempio di origine politopa: infatti le tre popolazioni non hanno contatti tra loro, sono caratterizzate da un carattere comune (riduzione del labello) però ciascuna di esse mantiene nella morfologia florale anche i caratteri della popolazione locale di *O. sphecodes* subsp. *sphcodes*: sembra quindi che popolazioni singole di quest'ultima sottospecie in zone diverse abbiano mutato in modo parallelo dando risultati eguali. Saremmo dunque di



Figura 5 - Distribuzione di *Ophrys sphecodes* (linea continua) e della sottospecie *litigiosa* (punteggiato).

nuovo davanti ad un caso di polifiletismo, inspiegabile secondo il modello darwiniano. Bisogna qui precisare, che anche altre spiegazioni sarebbero possibili in questo caso, ad es. la formazione della subsp. *litigiosa* secondo il modello monofiletico, la sua espansione in tutta l'Europa meridionale e successiva frammentazione per variazioni climatiche, mentre una successiva reibridazione con popolazioni non mutate avrebbe permesso l'introggressione di caratteri «locali» nelle tre popolazioni residue. Quest'ultima è comunque una spiegazione molto macchinosa, e che richiede tutta una serie di premesse ipotetiche.

5) *Ortogenesi* - Casi di evoluzione per progressiva accentuazione (oppure attenuazione) di un carattere (o di un complesso di caratteri) presumono la comparsa di serie di mutazioni tipicamente direzionali, cioè che tendono ad un risultato finale. In generale interpretazioni di questo tipo vengono facilmente liquidate con l'accusa di finalismo; esistono però anche dati di fatto, che, al di fuori di ogni considerazione finalistica, possono considerarsi come esempi di ortogenesi. Si può citare la riduzione del labello nelle *Ophrys* messa in evidenza da Nelson ed inclusa in una più generale teoria dell'evoluzione per riduzione della flora mediterranea proposta da noi stessi. Questi fatti risultano però in contrasto con la non direzionalità del modello darwiniano.

* * *

Abbiamo esposto e discusso cinque esempi che appaiono in contrasto con il modello darwiniano; naturalmente se ne potrebbero citare moltissimi, che invece risultano in accordo con questo modello. Chi ha ragione, dunque? Bisogna guardarsi da una risposta semplicistica: per decidere della validità di una teoria scientifica non basta che una maggioranza di fatti sia in accordo con essa. È invece sufficiente che un solo fatto risulti in disaccordo, perché la teoria vada abbandonata e sostituita con una nuova. Possiamo da questo concludere, che il darwinismo ha ormai fatto il suo tempo e va sostituito con una nuova teoria? Fra coloro che accettano il darwinismo (nella sua versione neodarwinistica) come fondamento del pensiero bio-

logico attuale e gli altri che ne negano la validità, forse oggi conviene mantenere una posizione intermedia.

Il darwinismo appare in linea generale adeguato alla spiegazione degli esempi di microevoluzione, sembra invece chiaramente carente per la spiegazione della macroevoluzione. Tuttavia sembra poco verosimile che micro- e macroevoluzione possano rispondere a leggi differenti; l'evoluzione è un fenomeno unitario, che, da punti di vista differenti può di volta in volta assumere il carattere micro- o macro-, tuttavia la spiegazio-

ne è e deve restare unica. Si può dunque pensare, che il modello darwiniano rappresenti la spiegazione per un caso limite (sia pure molto frequente e prevalente nel mondo in cui viviamo) comprensibile nell'ambito di una teoria più generale che ancora resta da formulare.

Testo della conversazione tenuta il 2 febbraio 1983 presso il Centro «Villa Ghigi» del Comune di Bologna.

L'autore è professore ordinario di Botanica presso l'Università di Roma.
