
ATTI ACCADEMIA NAZIONALE DEI LINCEI
CLASSE SCIENZE FISICHE MATEMATICHE NATURALI

RENDICONTI

LUIGI CAVALLI-SFORZA

Risposta ad alcune critiche sul neodarwinismo

Atti della Accademia Nazionale dei Lincei. Classe di Scienze Fisiche, Matematiche e Naturali. Rendiconti, Serie 8, Vol. 32 (1962), n.1, p. 121–123.

Accademia Nazionale dei Lincei

http://www.bdim.eu/item?id=RLINA_1962_8_32_1_121_0

L'utilizzo e la stampa di questo documento digitale è consentito liberamente per motivi di ricerca e studio. Non è consentito l'utilizzo dello stesso per motivi commerciali. Tutte le copie di questo documento devono riportare questo avvertimento.

*Articolo digitalizzato nel quadro del programma
bdim (Biblioteca Digitale Italiana di Matematica)
SIMAI & UMI*

<http://www.bdim.eu/>

Biologia. — *Risposta ad alcune critiche sul neodarwinismo.* Nota di LUIGI CAVALLI-SFORZA (*), presentata (**) dal Corrisp. G. MONTALENTI.

È curioso notare come, a più di cento anni di distanza dalla pubblicazione della *Origine delle Specie* vi sia ancora una certa resistenza a comprendere il principio della selezione naturale (1,2).

P. Blandino (2) ha espresso recentemente alcune critiche a questo principio, e ha così formulato il principio stesso:

« Se supponiamo che in un dato universo casuale si formi gradualmente un primo vivente, sia pure di struttura semplicissima, e se supponiamo che la selezione operi in modo perfetto, allora diviene inevitabile l'evoluzione di numerosi viventi ».

Salvo la frase: « e se supponiamo che la selezione operi in modo perfetto » la formulazione, è almeno in prima approssimazione, valida. Penso però che se la arricchiamo di alcuni presupposti necessari, ci possiamo rendere meglio conto della inevitabilità della evoluzione, e superare meglio le difficoltà che evidentemente esistono ancora per la comprensione del principio della selezione naturale.

La difficoltà principale nasce nella definizione di « vivente », che, allo stato attuale delle conoscenze, non può essere ancora del tutto soddisfacente. Adottiamo comunque una definizione di lavoro, e chiamiamo « vivente » una struttura che contiene meccanismi atti a produrre copie di sé stessa, quando venga posta in adatte condizioni ambientali. Un problema importante, di cui qui non ci occuperemo, è quello della complessità *minima* che debba avere tale struttura.

È chiaro che, se le copie saranno sempre perfette, non vi sarà evoluzione. Ma è ragionevole postulare che nessun processo di copia è perfetto, e qualcuna delle copie sarà quindi diversa dal modello originale. Se l'errore di copia è tale da essere trasmissibile, cioè la copia errata produce copie uguali a sé, e quindi « errate » nello stesso modo, abbiamo quella che si chiama una « mutazione ».

Agli effetti della evoluzione ha fondamentale importanza se il tipo nuovo, insorto per mutazione è più o meno « adatto » all'ambiente che il tipo originale. Per « più o meno adatto » si intende se lascerà più o meno discendenti (cioè copie di sé), che il tipo originale.

Il tipo mutato ha, come dimostrato da R. A. Fisher (3), una probabilità tendente a 1/2 di essere più « adatto » all'ambiente che il tipo originale,

(*) Direttore dell'Istituto di Genetica dell'Università di Parma.

(**) Nella seduta del 13 gennaio 1962.

(1) G. COLOSI, *Sul valore logico delle teorie darwiniane*, « Rend. Acc. Naz. Lincei » (8), 30, 659-663 (1961).

(2) G. P. BLANDINO, *Osservazioni critiche sul neodarwinismo*, « Rend. Acc. Naz. Lincei », (8), 30, 960-967 (1961).

(3) R. A. FISHER, *The genetical theory of natural selection*, Second revised edition, Dover Books, pp. 41-43 (1958).

se il cambiamento dovuto alla mutazione è molto piccolo. Si veda il testo di R. A. Fisher per ulteriori chiarimenti: ci basta aggiungere, pur se è abbastanza ovvio, che la probabilità scende con l'aumentare dell'entità del cambiamento dovuto alla mutazione.

È a questo punto che possiamo dire che la selezione naturale è un processo che si instaura automaticamente, e porta ad un aumento di « adattamento » medio. Infatti, la moltiplicazione preferenziale del più « adatto », comporta un cambiamento, nelle generazioni successive, della composizione della popolazione che, arricchendosi in individui più adatti, aumenta il suo adattamento medio. Ciò scende dalla particolare definizione di « adatto » che si usa a questo scopo: il miglior « adattamento » all'ambiente definito dalla capacità riproduttiva non è necessariamente chiaro ed accessibile ai nostri occhi.

Si intuisce facilmente che, alla lunga, l'adattamento si risolve in un aumento di complessità dell'organizzazione delle strutture viventi, e della loro varietà. Infatti, l'aumento di complessità è di solito (ma non sempre) necessario per migliorare l'adattamento: quanto più perfezionati i meccanismi di controllo e regolazione, tanto più sicuro è il funzionamento di una macchina. La varietà degli organismi viventi esprime semplicemente la varietà delle soluzioni, e delle situazioni possibili.

Il modello in base al quale il già citato P. Blandino ritiene dimostrato che « la selezione naturale non è capace di spiegare alcun fatto evolutivo » non ha in realtà aderenza ai fatti biologici. Il modello usato è quello di calcolare la probabilità che sia avvenuta l'evoluzione come la probabilità di una successione di n eventi, di improbabilità crescente, e *indipendenti fra loro*. Naturalmente, moltiplicando fra loro moltissime probabilità di moltissimi eventi sempre più improbabili, la probabilità composta che così si ottiene è estremamente piccola e praticamente incompatibile con qualunque universo. Ma il modello non tiene conto del fatto che ogni stato di natura al tempo t condiziona quello successivo, e perciò, per un organismo vivente, la probabilità di una struttura più complicata al tempo $t+1$ non è pari alla probabilità che tale struttura si produca, ripartendo da zero al tempo t (4). La improbabilità di generare, in un colpo solo, un organismo complesso, è sì molto

(4) L'abuso di calcolo delle probabilità è evidente anche nel libro di P. BLANDINO (*Problemi e dottrine di Biologia Teorica*, Ediz. Minerva medica, Bologna 1960, con una presentazione del prof. A. Stefanelli) in cui si nega ad esempio che un essere vivente possa generarne un altro simile, in quanto si ammette che la probabilità che nasca un figlio, simile al genitore, è pari alla probabilità che esso si formi « per caso », partendo dal disordine completo e mettendo insieme a caso i pezzetti che lo compongono (pp. 225-226). E quest'ultima probabilità è ovviamente molto piccola, fra l'altro enormemente più piccola di quella calcolata, in via sia pure esemplificativa, dal P. Blandino (10-308754); l'esponente di 10 ha, probabilmente, nove o dieci cifre intere invece di sei (vedi nota (5)).

In una teoria del genere non solo la Genetica, ma anche l'Embriologia, sono totalmente distrutte in un colpo solo. Infatti il postulato di P. Blandino equivale alla negazione della esistenza dei corpi viventi, definiti come all'inizio di questa Nota. Esso può riuscire utile solo se si desidera scacciare dalla Biologia l'impiego del metodo scientifico.

bassa, ma quella di generarlo per incrementi costanti di complessità in un tempo molto lungo è di ordine ben diverso. In realtà, un processo come quello di selezione naturale aggiunge una « quantità di improbabilità » piccola per unità di tempo: ma, continuando ad aggiungerne per un tempo molto lungo permette la formazione di organismi di estrema complessità, per piccole aggiunte successive.

Forse, parte della preoccupazione di P. Blandino e di altri, è l'eco di una perplessità che agita, inevitabilmente, molti naturalisti. Questa perplessità nasce dalla considerazione di quanto straordinariamente preciso e complesso sia l'adattamento » che gli organismi viventi mostrano al loro ambiente; dalla difficoltà di immaginare che i meccanismi così realizzati, i quali mostrano una precisione incredibile, siano nati da una lunga storia di prove cieche (con il meccanismo di *trial and error*). Questa perplessità è giustificata, in assenza di analisi specifiche, ma oggi cominciamo ad intravedere delle risposte al problema.

Ad esempio, Kimura ⁽⁵⁾ ha calcolato la « quantità d'informazione » contenuta in un organismo della complessità di un Uomo in vari modi diversi, tra cui il più convincente è quello di far uso del numero di paia di nucleotidi contenuti nei suoi cromosomi e che è al massimo dell'ordine di 10^{10} *bits* ⁽⁶⁾. È questa una misura delle « improbabilità » di generare, di colpo, un Uomo. Ha poi valutato la « quantità di informazione » che si accumula per selezione naturale per generazione, in base alla misura dell'aumento di adattamento che così si produce: e che è dell'ordine di 0,3 *bits* per generazione (ma la stima è probabilmente ancora assai grossolana). Il tempo medio di generazione di vari organismi è forse dell'ordine di un anno: il tempo a disposizione per l'evoluzione è allora dell'ordine di 10^9 generazioni o più. Naturalmente, il primo « vivente » doveva, per caso, contenere una quantità di informazione non piccola. Questi calcoli, per quanto ancora grossolani, ci assicurano sul fatto che l'ordine di grandezza del tempo, necessario perché l'evoluzione sia avvenuta attraverso il meccanismo di mutazione e selezione, non è incompatibile con quello che i dati geologici ci asseriscono essere stati a disposizione per la vita sulla Terra.

Quanto all'altro problema, quello dell'origine del primo vivente, che secondo P. Blandino non può essere stata spontanea, ogni discussione sul piano teorico è prematura; o almeno, essa sembra tanto poco produttiva quanto lo era la discussione sull'« evoluzione » oltre cento anni fa, prima che Darwin rendesse noto il suo contributo fondamentale di fatti e idee. È questo però un tempo, in cui dati sperimentali importanti per il problema stanno incominciando ad accumularsi.

(5) M. KIMURA, *A measurement of the rate of accumulation of Genetic information in adaptive evolution*, « Bull. Inst. int. Statist. », 38, 239-248 (1961); ved. anche: « Genet. Res., Camb. », 2, 127-140 (1951).

(6) La parola inglese *bit* è usata per indicare l'unità di informazione equivalente a quella contenuta nella scelta fra due alternative aventi eguale probabilità (0,5).