

VITA: ORIGINE & EVOLUZIONE

COLLANA DI MONOGRAFIE BIOLOGICHE
SEZIONE DIVULGATIVA

4

Direttore

Giovanni PARISI

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI NAPOLI FEDERICO II

Comitato scientifico

Antonio ARIANI

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI NAPOLI FEDERICO II

Karl J. WITTMANN

MEDIZINISCHE UNIVERSITÄT WIEN

VITA: ORIGINE & EVOLUZIONE

COLLANA DI MONOGRAFIE BIOLOGICHE
SEZIONE DIVULGATIVA

Negli ultimi decenni la Biologia ha compiuto, a seguito della scoperta della struttura e della funzione genetica del DNA, un decisivo balzo in avanti, che può ben richiamare quel movimento innovatore che si produsse nelle scienze fisiche dopo la scoperta, agli inizi dello scorso secolo, dei quanti di energia.

La moderna teoria del gene che rapidamente si è composta come un corpo di dottrina a sé, ha permesso di chiarire numerosi meccanismi molecolari che sono alla base di fondamentali processi biologici.

L'analisi dei fatti fondamentali che caratterizzano il fenomeno della vita non si esaurisce, però, nella sola indagine intorno allo studio dei meccanismi molecolari che discendono dall'attività dei geni. La prodigiosa diversità delle forme viventi, peculiare carattere del fenomeno vita, ha indotto a cogliere di volta in volta, ai vari livelli dell'organizzazione nella *gerarchia* dei sistemi biologici, fatti essenziali di portata generale comuni a tutto ciò che vive.

Questa Collana di monografie biologiche offre saggi sui temi dominanti della biologia generale, cellulare e molecolare, nonché della genetica nelle sue varie articolazioni comprendente l'ingegneria genetica e le biotecnologie. Arricchiscono la collana in oggetto particolari monografie che illustrano il dibattito scientifico e l'evoluzione delle tecnologie che hanno consentito nel tempo il progresso delle scienze biologiche. Tematiche di fondamentale importanza, uniche nella editoria italiana, che consentono al lettore di rendersi meglio conto di come sia stato possibile pervenire agli attuali livelli di conoscenze in ambito biologico.

Il Consiglio scientifico, del quale hanno accettato di far parte illustri Studiosi di varie Istituzioni accademiche nazionali e internazionali, e la procedura predisposta per la valutazione dei contributi costituiscono una garanzia di qualità e di rigore scientifico.

Riccardo Ianniciello

Lamarck non aveva tutti i torti

La teoria dell'ereditarietà dei caratteri acquisiti riveduta e corretta

Prefazione di
Tommaso Sollai





Aracne editrice

www.aracneeditrice.it
info@aracneeditrice.it

Copyright © MMXX
Giacchino Onorati editore S.r.l. – unipersonale

www.giacchinoonoratieditore.it
info@giacchinoonoratieditore.it

via Vittorio Veneto, 20
00020 Canterano (RM)
(06) 45551463

ISBN 978-88-255-3172-5

*I diritti di traduzione, di memorizzazione elettronica,
di riproduzione e di adattamento anche parziale,
con qualsiasi mezzo, sono riservati per tutti i Paesi.*

*Non sono assolutamente consentite le fotocopie
senza il permesso scritto dell'Editore.*

I edizione: marzo 2020

*A Pietro Temistocle Omodeo,
un naturalista dalle cui opere traspare,
non solo la straordinaria cultura scientifica,
ma l'entusiasmo e la profonda umanità
caratteristiche che appartengono ai grandi*

Indice

- 11 *Premessa*
- 13 *Prefazione*
di Tommaso Sollai
- 21 *Introduzione*
- 23 *Capitolo I*
Le teorie dell'evoluzione
- 39 *Capitolo II*
L'ereditabilità dei caratteri acquisiti
- 51 *Capitolo III*
Esperimenti
- 57 *Bibliografia*

Premessa

Una premessa doverosa: questo saggio è stato possibile realizzarlo grazie all’apporto dei preziosi suggerimenti e delle considerazioni di diversi studiosi a cui va il mio sentito ringraziamento, in particolare sono grato al dr. Tommaso Sollai, fondatore del sito www.darwiniano.it, eccellente consulente scientifico e al dr. Andrea Parravicini (Dipartimento di Filosofia, Università degli studi di Milano).

Laura Fanti, Dipartimento di Biologia e Biotecnologie “Charles Darwin” (Sezione di Genetica) Università “La Sapienza” di Roma; Telmo Pievani, Dipartimento di Biologia Università degli Studi di Padova; Mauro Mandrioli (Professore associato in Genetica presso il Dipartimento di scienze della vita, Unimore, Università di Modena e Reggio Emilia); Paolo Vezzoni, Istituto di Ricerca Genetica e Biomedica — IRGB — UOS Milano; Marco Ferraguta, Professore Ordinario di Evoluzione Biologica — Università degli Studi di Milano; Rita Selvatici, U.O.L. of Medical Genetics Unit Dept. Medical Sciences & Dept. Of Reproduction and Growth University Hospital S. Anna di Ferrara.

Prefazione

TOMMASO SOLLAI*

Che cosa ci dicono gli studi sull'epigenetica in merito all'evoluzione delle specie? Dopo oltre 150 anni di darwinismo, è opportuno rivalutare il contributo di Lamarck alla definizione dei meccanismi evolutivi? Il saggio del dr. Riccardo Ianniciello si pone l'obiettivo di guidare il lettore nella comprensione di questi temi, nella speranza non solo di gettare una luce sulle direzioni future della ricerca scientifica, ma anche sulle sue implicazioni per così dire epistemologiche, legate al progresso delle nostre conoscenze.

Lo scopo più profondo, comunque, non è quello di dare risposte, di mettere la parola "fine" alla disputa. Semmai, di generare domande e aprire nuovi spunti di riflessione, invitando il lettore, sia esso già addentro a questi temi o semplicemente curioso di saperne di più, a considerare l'evoluzione con occhi diversi, formandosi un'opinione propria.

Di tutte le nuove scoperte che hanno arricchito e in parte riconfigurato il paradigma evolucionista, l'epigenetica rappresenta, infatti, quella più "di rottura". In realtà, però, le recenti evidenze offerte da questa disciplina si inseriscono all'interno di un dibattito non nuovo, e, anzi, pre-esistente le teorizzazioni dello stesso Darwin.

Come puntualmente sottolineato dal dr. Ianniciello, infatti, in epoca moderna era stato Lamarck tra i primi autori a teorizzare

* Fondatore del sito www.darwiniano.it.

un'evoluzione delle specie attuali a partire da forme di vita meno complesse, contestando l'idea che tutte le forme di vita fossero nate nello stesso momento e incrinando il cosiddetto fissismo, ovvero la convinzione, allora molto diffusa, che le specie animali e vegetali fossero stabili e uguali a sé stesse, corrispondenti ai "tipi" platonici.

Non dimentichiamoci infatti che fino a pochi secoli prima, si riteneva la Terra relativamente giovane e gli esseri viventi il prodotto di un atto di creazione divino e intenzionale, come affermato, ancora nel 1802, dal reverendo Paley. Cuvier aveva dimostrato che le specie si estinguono e questo implicava che lo scenario naturale non fosse statico e immutabile, ma soggetto a "forze" contraddittorie e non sempre benevole: tuttavia, occorre una teoria coerente in grado di spiegare in che modo e per quale motivo alcune specie mutassero nel corso del tempo.

Tra le molte ipotesi e suggestioni che iniziavano a diffondersi ai primi dell'Ottocento, giustamente quelle di Lamarck ebbero un significativo seguito. La teoria "trasformazionista" lamarckiana si basava sulla cosiddetta eredità debole, ovvero sulla conservazione dei caratteri acquisiti in vita. Nell'ipotesi del naturalista francese, l'evoluzione era un processo verticale, organizzato nel tempo in funzione di una sempre maggiore complessità e perfezione dell'organismo. Essa poteva rappresentare il prodotto delle modifiche che interessano l'organismo nel corso della vita, a loro volta indotte dalle caratteristiche ambientali. Tali modifiche morfologiche, trasferendosi alle generazioni successive, avrebbero con il tempo dato origine a specie nuove e più complesse. Ricordiamo che Lamarck elaborò una prima teoria dell'evoluzione agli inizi del XIX secolo, quasi cinquant'anni prima che Mendel iniziasse a condurre le sue ricerche sui meccanismi ereditari.

Il debito di Darwin nei confronti di Lamarck è ampiamente dibattuto e da non tutti ritenuto significativo. Darwin era cresciuto a stretto contatto con le ipotesi evoluzioniste, essendo stato suo nonno Erasmus un evoluzionista ante litteram. Anche le teorie la-

marckiane non gli erano estranee. Tuttavia, il naturalista vittoriano era interessato soprattutto ai meccanismi empirici dell'evoluzione, ai fattori che determinano, innescano e modulano tale processo. È probabile che, nel percorso di elaborazione dei nuclei concettuali della teoria dell'evoluzione per selezione naturale, un "lungo ragionamento" che richiese decenni di studi teorici ed empirici, un ruolo centrale sia stato svolto dalle ricerche geologiche di Lyell, dall'opera di Malthus sul problema dell'incremento demografico e dall'osservazione dei sistemi di allevamento e di "selezione artificiale" di cani e piccioni adottati dagli allevatori, oltre che dal viaggio intorno al mondo a bordo del brigantino Beagle.

Darwin non rifiutò mai completamente il lamarckismo, ovvero la conservazione dei caratteri acquisiti, ma d'altra parte non riuscì mai a fare chiarezza sugli effettivi meccanismi ereditari in atto in natura. Di Lamarck rigettò implicitamente il finalismo, ritenendo che l'evoluzione fosse un processo orizzontale, cieco, determinato da leggi solo naturali e non orientate, intenzionalmente, al raggiungimento di una sempre maggiore complessità e perfezione, culminante nella specie umana.

Nei 150 anni trascorsi dalla pubblicazione de *L'origine delle specie*, il darwinismo è andato incontro a molte trasformazioni: la teoria dell'evoluzione si è essa stessa evoluta. Con Weismann è nato il neodarwinismo, con l'obiettivo di sgombrare il campo dalle ipotesi lamarckiane (da Darwin mai del tutto confutate) sull'eredità debole. In seguito, darwinismo e genetica si sono integrati nella cosiddetta "sintesi moderna". Ancora dopo, il principale oggetto di dibattito era rappresentato dai tempi dell'evoluzione, con la contrapposizione tra i "gradualisti", sostenitori di un'evoluzione lenta e cumulativa, e i teorici degli equilibri punteggiati, secondo i quali viceversa l'evoluzione procede a strappi, tramite improvvise e profonde riconfigurazioni.

Il dogma centrale della biologia molecolare, enunciato da Francis Crick, co-scopritore del DNA insieme a John Watson, sembrava aver inferto un colpo mortale all'eredità debole lamarckiana. L'ipo-

tesi che i geni stessi, e non gli individui e le specie, rappresentino la prima unità di selezione, ha poi fatto il resto. Finché, la scoperta di alcune eccezioni al dogma centrale e in particolare dei meccanismi di retrotrascrizione, non ha di nuovo messo in discussione tutto.

Oggi si assiste, in alcuni contesti, a una sopravvalutazione dei poteri e delle implicazioni dell'epigenetica, mentre altri autori, più conservatori, tendono a guardarla con apprensione, se non con aperto scetticismo. Il rischio è quindi duplice: da un lato si potrebbe essere tentati di ridurre i meccanismi epigenetici ad "aneddoti" che poca o nulla influenza hanno sui processi macro-evolutivi; dall'altro lato, il pericolo è di trasformarla nell'"unica via" dell'evoluzione. Ricordiamo che questa confusione è anche dettata dalla relativa novità di questi studi.

Volendo adottare una posizione mediana, aperta a più vie e multidisciplinare, la stessa proposta dal saggio del dr. Ianniciello, è più plausibile ritenere che l'epigenetica si affianchi, influenzandoli, ai meccanismi genetici tradizionalmente rilevati dai ricercatori. Senza dubbio, però, gli studi di epigenetica avranno come effetto, sul lungo periodo, quello di rilavorare alcuni cardini del paradigma evoluzionista, primo tra tutti l'idea che l'organismo sia solo un contenitore passivo dei propri geni, un mero tramite tra questi ultimi e l'ambiente che li seleziona.

Per meglio comprendere questi diversi aspetti, che potrebbero apparire complessi per i lettori meno addentro alla materia, si rimanda direttamente al primo capitolo del presente saggio, che offre una rassegna puntuale, aggiornata e dettagliata di tutti gli snodi, sia passati che presenti, del paradigma evoluzionista, permettendo al lettore di formarsi un'opinione informata prima di procedere ad affrontare più nel dettaglio le implicazioni dei meccanismi epigenetici.

Quello che ora ci preme di sottolineare è l'estrema variabilità della teoria dell'evoluzione nel corso del tempo. Sembra che questa caratteristica abbia accompagnato l'evoluzionismo fin da prima che esso si diffondesse attraverso il lavoro di Darwin e Wallace e

non abbia affatto smesso di caratterizzarlo anche in seguito. Non dimentichiamoci che, malgrado i molti e autorevoli sostenitori di Darwin considerassero centrale il meccanismo della selezione naturale, le loro idee su come esso si verificasse, su quali caratteristiche individuali e di specie venissero premiate e in che modo, cambiavano da testa a testa.

Viene fatto notare che l'epigenetica incrinerebbe uno dei capisaldi della teoria darwiniana: l'idea che la selezione sia cieca e che il singolo individuo abbia poco o nullo potere su di essa. Questo perché l'individuo, nascendo già con un bagaglio predeterminato di caratteristiche, più o meno vantaggiose, rappresenterebbe un mero prodotto dei suoi geni e non avrebbe un grande margine di intervento.

Oggi sappiamo che le specie più complesse sono in grado, in una certa misura, di apprendere. Sappiamo anche che il comportamento non è risultato diretto di specifici geni, ma dell'interazione, complessa e stratificata, tra geni e ambiente. Ancora, l'epigenetica ci indica che le azioni e le esperienze dell'individuo, in una certa misura, contribuiscono a decretare non solo il suo successo riproduttivo, ma anche le probabilità di sopravvivenza della prole, nella misura in cui alcune informazioni vengono trasferite, per via appunto epigenetica e sempre reversibile, ai discendenti.

Darwin aveva dunque torto? L'evoluzione non è un processo del tutto casuale e accidentale? O, al contrario, l'epigenetica aggiunge un margine di contingenza ancora superiore al processo? È interessante notare come la selezione naturale abbia finora mantenuto la sua importanza nella comprensione dei meccanismi evolutivi, sebbene affiancata anche da altri fattori. Attualmente, è oggetto di dibattito se l'epigenetica possa incrinare la centralità della selezione naturale nel processo evolutivo o se, piuttosto, anche i risultati della conservazione dei caratteri acquisiti siano soggetti al vaglio (cieco e spesso spietato) della selezione naturale.

In altre parole, la sopravvivenza del più adatto sarebbe comunque in ultima analisi "stabilita" dall'ambiente, sebbene cambino le armi a

disposizione dell'individuo e della specie per adattarsi ad esso. Non è difficile ipotizzare che gli stessi meccanismi epigenetici possano essere stati favoriti dalla selezione naturale, proprio perché in grado di dotare l'individuo di un maggior vantaggio in termini di fitness, sia nella competizione intraspecifica che in quella interspecifica. In questo senso occorre comunque ricordare che l'evoluzione non è considerata da tutti un processo necessariamente funzionale alla sopravvivenza: molte specie sono rimaste le stesse per milioni di anni ed è lecito presumere che gli individui portatori di variazioni significative non abbiano tratto, nella maggior parte dei casi, alcun vantaggio da esse.

In ogni caso, nel valutare le nuove prospettive aperte dall'epigenetica, è sempre bene ricordare che l'evoluzionismo ha solo 160 anni. La maggior parte delle discipline scientifiche ha avuto il tempo di svilupparsi nell'arco di molti più secoli. La storia della vita sulla Terra e delle sue evoluzioni, una delle storie più affascinanti e complesse, anche a causa delle evidenti resistenze che il concetto stesso di "evoluzione" e di "emergenza spontanea della vita dalla materia abiotica" incontrano, è stata indagata solo nell'ultimo secolo. Molti progressi si sono compiuti, specialmente in seguito agli studi di biologia molecolare, ma ancora molto resta da fare.

Allo stato attuale delle nostre conoscenze, l'epigenetica apre più domande di quante non siano le risposte che fornisce. E questo è un bene, perché il sapere scientifico progredisce proprio attraverso gli interrogativi ancora aperti, i dubbi, le divergenze. Sottoporre a revisione un paradigma significa testarne i limiti e le contraddizioni e in questo modo permettergli di evolversi, se esso si dimostra sufficientemente flessibile da integrare i nuovi dati. Allo stesso modo, nel suo saggio Riccardo Ianniciello invita alla riflessione e all'integrazione delle prospettive, in un processo che sembra procedere in modo hegeliano, tramite la sintesi di tesi e antitesi, solo in apparenza nettamente contrapposte.

Nel primo capitolo, infatti, vengono presentati tutti i principali corollari della teoria dell'evoluzione, mentre nel secondo ne viene

approfondito uno in particolare, l'epigenetica appunto, vagliando tutte le implicazioni che questa nuova teoria apre in relazione alla micro–e, in misura comunque inferiore, alla macro–evoluzione. In questo modo, il lettore ha facoltà di formarsi una propria opinione, avendo a disposizione tutti i dati e le diverse posizioni necessarie, come tessere di un puzzle da disporre in modo coerente, ma secondo molteplici prospettive.

Ma c'è un aspetto in particolare su cui il saggio di Riccardo Ianniello invita a riflettere. È legato all'osservazione empirica del mondo naturale. Oggi l'evoluzione viene studiata in laboratorio, spesso senza neanche coinvolgere direttamente degli organismi viventi, ma attraverso simulazioni al computer che consentono di analizzare l'evolversi dei fenomeni, l'interazione di milioni di variabili, i risultati di processi che nel mondo reale richiedono migliaia di anni per verificarsi compiutamente. Questa metodologia di ricerca è essenziale per il progresso scientifico e nasce dalla constatazione, figlia proprio del darwinismo, dei limiti dell'intelletto e della sensibilità umana applicati alla comprensione dei fenomeni più complessi.

Quando l'umanità era fermamente convinta di discendere da una divinità antropomorfa e senziente, ne derivava che anche l'intelletto fosse perfetto, incapace di sbagliare. La teoria dell'evoluzione ci ha mostrato che il nostro intelletto è, almeno in parte, un prodotto della selezione naturale e, in quanto tale, risente dei limiti sensoriali del corpo, che rappresenta ancora il principale tramite della nostra conoscenza del mondo. Per questo, per quanto flessibile e in grado di apprendere dai suoi errori, il nostro pensiero ha dei limiti. Da qui l'esigenza di sottoporre a costante revisione i paradigmi scientifici e di studiare i fenomeni complessi con l'ausilio di strumenti tecnologici più affidabili dei nostri sensi.

Tuttavia, a volte questo approccio rischia di far perdere di vista la concretezza del mondo naturale, il modo in cui i meccanismi e le dinamiche descritti da Darwin, da Lamarck e dagli altri naturalisti si dipanano nella vita quotidiana delle specie viventi. Nel terzo

capitolo di questo saggio, quello che più da vicino ricorda lo spirito d'indagine dei primi evoluzionisti, impegnati nell'osservazione empirica delle interazioni tra i membri della specie, il dr. Ianniciello rende conto degli esperimenti da lui stesso condotti su conigli e galline, nel pieno rispetto di ciascun esemplare e allo stesso tempo con la curiosità critica dell'osservatore che, al variare delle condizioni ambientali, vede modificarsi anche i risultati del processo, riuscendo in questo modo a isolare alcune delle variabili intervenienti.

Il risultato complessivo colpisce perché ci riconcilia con uno dei presupposti che hanno animato i naturalisti in quasi due secoli di ricerche sull'evoluzione: quello di interrogare la natura, senza forzarla, senza applicarle schemi artificiali e precostituiti, ma anzi indagando in che modo essa organizza, ciecamente ma efficacemente, la propria struttura se appena lasciata libera di farlo. Questo procedimento empirico può essere letto come un invito anche per il lettore. Un invito a trasferire queste conoscenze al loro campo reale di applicazione. Un invito a osservare, a sperimentare, a mettere in pratica ciò che si legge e si studia, nel rispetto di tutte le forme di vita, e allo stesso tempo in onore del desiderio di conoscenza e di comprensione che contraddistingue, fin dalla sua origine, la nostra specie.