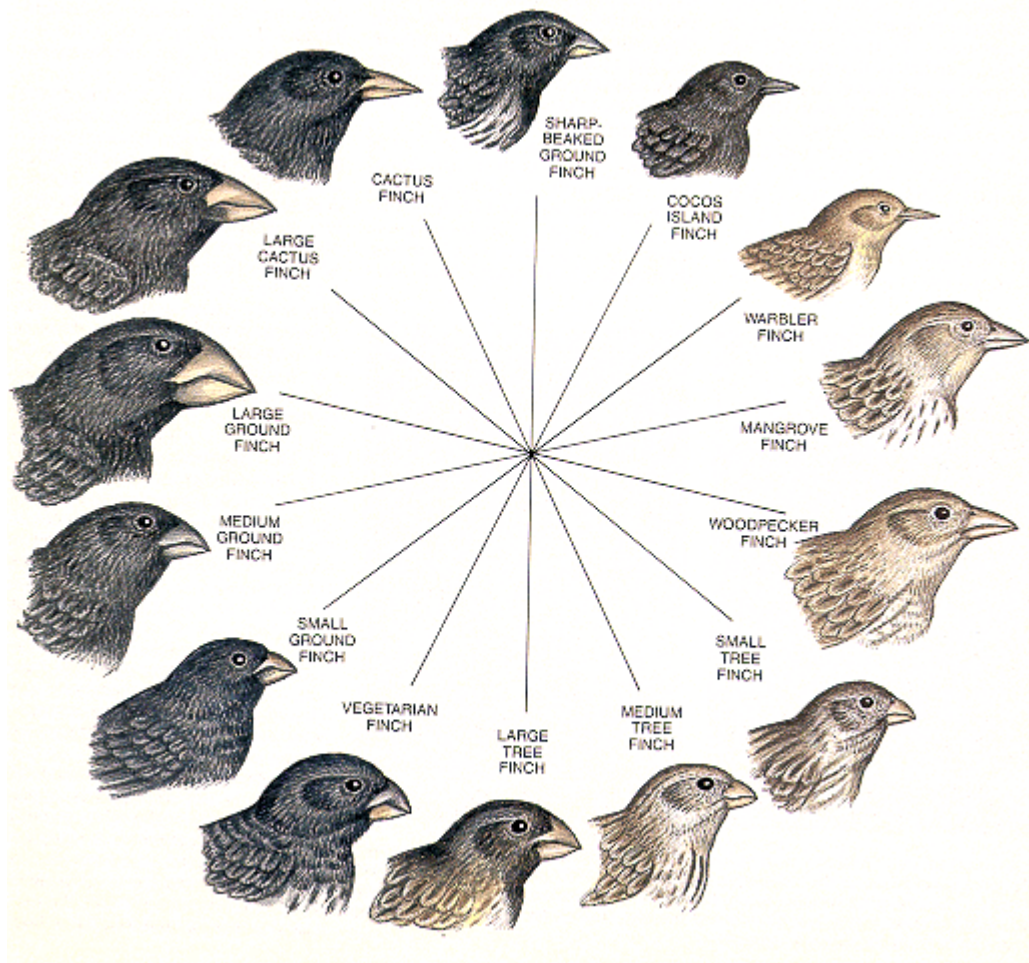


Verso una nuova teoria dell'evoluzione

MICHELE FORASTIERE



Quando si tenta di fare critica scientifica al neo-darwinismo è difficile, se non impossibile, evitare l'accusa di sostenere tout court il creazionismo (in forma più o meno camuffata) e quindi di porsi al di fuori del discorso scientifico. Nel migliore dei casi, può capitare di sentirsi dire qualcosa del genere: "Va bene la critica, ma se ci si limita a quella e non si propone un'alternativa valida... la critica rimane scientificamente lettera morta e l'alternativa alla teoria neo-darwiniana coincide, di fatto, con il creazionismo".

In realtà, questo tipo di osservazione (quando è espressa in buona fede) ha senso, se si pensa a come la critica al neo-darwinismo sia effettivamente usata da certe organizzazioni per sostenere posizioni religiose fondamentaliste, decisamente anti-scientifiche. Sennonché, alle volte ci si dimentica – o si finge di dimenticare – che non tutti i dissidenti dal neo-darwinismo sono pastori protestanti della Bible belt statunitense.

Prima di proseguire nel discorso è opportuno richiamare brevemente alcuni concetti. Innanzitutto, è chiaro che l'evoluzione (intesa come cambiamento nel tempo della struttura e della composizione della biosfera terrestre) è un fatto scientifico innegabile, suffragato da innumerevoli prove. Di norma, si usa distinguere tra macro evoluzione e micro evoluzione. Con il termine macro evoluzione si indica la comparsa nella biosfera di nuove funzioni, organi e gruppi tassonomici; la micro evoluzione si identifica invece di solito con la variabilità intra-specie (che include l'apparizione di nuove varietà o sotto-specie), ma più in generale comprende tutti i fenomeni che implicano la specializzazione o la perdita di funzioni attraverso piccole variazioni ereditabili. Per esempio, l'evoluzione dell'occhio e la comparsa dei cordati, dei tetrapodi (i vertebrati terrestri) e degli euteri (i mammiferi placentati) costituiscono tutti casi di macro evoluzione. D'altro canto, la

separazione del cane (*Canis lupus familiaris*) dal lupo (*Canis lupus lupus*) è una faccenda micro evolutiva.

Per quanto riguarda le evidenze scientifiche dell'evoluzione, quelle della macro-evoluzione sono esclusivamente paleontologiche; per la micro evoluzione, invece, esistono moltissime osservazioni “in vitro”, oltre a quelle classiche “in vivo” (come il famoso caso della *Biston betularia*). Tra le prove di laboratorio va ricordato, in particolare, lo storico esperimento sui batteri di **Lenski**, che è una splendida dimostrazione di adattamento micro-evolutivo (dovuto, nello specifico, alla perdita di una particolare funzione enzimatica).

Senza entrare nel dettaglio, ricordiamo che il neo-darwinismo (per meglio dire, la Sintesi Moderna dell'evoluzione) è quella particolare interpretazione scientifica dei fenomeni evolutivi per cui la macro evoluzione non differisce sostanzialmente dalla micro evoluzione

In altri termini, secondo la teoria neo-darwiniana dell'evoluzione gli eventi macro-evolutivi sono dovuti al lento accumularsi – nel corso di ere geologiche – di una lunga serie di cambiamenti micro-evolutivi. Niente di più, niente di meno.

Ora, il punto è questo: la Sintesi Moderna (figlia, come è noto, della teoria originaria della selezione naturale di Darwin e della genetica, sviluppata intorno alla metà del XX secolo) è in grado di spiegare in modo pienamente soddisfacente la micro evoluzione. Per fare ciò, non richiede di andare oltre la semplice interpretazione dei fenomeni biologici fornita dalla fisica e dalla chimica della fine del XIX secolo, di impianto tipicamente riduzionistico. Purtroppo, però, la spiegazione della macro evoluzione non si può affatto considerare una conseguenza immediata di tale teoria: è richiesto, per così dire, un supplemento interpretativo, un fondamento filosofico che assicuri che l'approccio riduzionistico sia davvero in grado di giustificare ogni aspetto della realtà scientificamente esplorabile. Tale fondamento (totalmente filosofico, perché non suffragato da nessuna prova scientifica) è stato stigmatizzato perfettamente da **Jacques Monod** nella sua opera più nota, *Il Caso e la Necessità*.

Caso (o politica, o chissà cos'altro) volle che nel corso del XX secolo il neo-darwinismo – vale a dire la rappresentazione monodiana dell'evoluzione – diventasse dominante tra gli specialisti del campo, assurgendo al rango di dogma indiscutibile. Questo nonostante le sempre più schiacciante evidenze del fatto che un'interpretazione riduzionistica non basti a render conto di tutti gli aspetti della realtà materiale: evidenze provenienti dalla meccanica quantistica e dalla fisica dei sistemi complessi, ma anche dalla stessa biologia.

È ormai assodato, per esempio, che la **relazione tra genotipo e fenotipo** di un organismo (vale a dire, tra l'informazione genetica e la sua espressione nel vivente) è **di carattere altamente non lineare**: le piccole variazioni fenotipiche caratteristiche della micro evoluzione coinvolgono di norma aree del genoma distanti eppure fortemente interdipendenti, mentre le mutazioni genotipiche puntiformi risultano neutre dal punto di vista macro-evolutivo o hanno effetti distruttivi sull'individuo. Secondo il premio Nobel **Barbara McClintock** il genoma è un organello reattivo che può essere spinto alla riorganizzazione da qualche “shock”, portando alla comparsa di nuovi gruppi tassonomici: dunque, il DNA non andrebbe più considerato come il semplice portatore passivo di informazione del dogma monodiano – lentamente mutante nel tempo per effetto di piccole variazioni casuali – ma come un sistema complesso, capace di reagire in modo non lineare a sollecitazioni esterne.

Inoltre, esiste ormai ampia evidenza del fatto che uno dei motori principali dei fenomeni evolutivi non sia la mutazione genetica casuale, ma il trasferimento orizzontale di geni. Con il termine “**trasferimento orizzontale di geni**” si intende un meccanismo di “scambio” di informazione genetica tra individui di una data popolazione – per esempio mediante vettori virali – alternativo alla classica “trasmissione verticale” ereditaria. Esso è attualmente un efficace “motore microevolutivo” soprattutto per batteri e piante, ma pare che nelle prime fasi dell'evoluzione della vita abbia costituito la regola più che l'eccezione.

Tutto ciò (trasferimento orizzontale di geni e risposta non-lineare del genoma, ma anche ereditarietà epigenetica e ruolo co-evolutivo della comunità microbica sussistente in ogni essere

pluricellulare) è difficile da spiegare nella prospettiva strettamente riduzionistica del neo-darwinismo. Tanto per cominciare, l'osservazione che la condivisione orizzontale del genoma possa costituire un importante meccanismo di rimescolamento genetico porta in primo luogo a **rivoluzionare la classica visione dell'Albero della Vita...** che tende a diventare, in effetti, più simile a una **"Rete della Vita"**: in sostanza, la selezione naturale agirebbe sull'intera comunità di genomi interagenti e trasmissibili, piuttosto che sul singolo individuo.

Questa considerazione chiama a gran voce (come hanno ben capito scienziati come Eldredge, Woese, Jablonka e Lamb; ma anche Goldschmidt, Schindewolf, De Vries, Løvtrup, Croizat, Lima-de-Faria) un approccio **"da fisica dei sistemi complessi"**, con – eventualmente – leggi di tipo emergente non implicite riduzionisticamente nel comportamento dei sottosistemi componenti.

Insomma, non sempre la critica al neo-darwinismo è da intendersi come strumentale a qualche sconsiderata teologia fondamentalista (così come il neo-darwinismo stesso, in quanto teoria scientifica, non dovrebbe essere strumentale a qualche altrettanto sconsiderata, e altrettanto fondamentalista, ateologia). D'altra parte, fin dalle origini il darwinismo si è cautelato da ogni tentativo di falsificazione scientifica. Il suo fondatore ebbe infatti a dichiarare:

"Se si potesse dimostrare che esista un qualsiasi organo complesso, che non possa essere stato prodotto in alcun modo mediante molte piccole modificazioni successive, la mia teoria sarebbe completamente rovesciata. Ma io non riesco a trovare nessun caso del genere." (tratto dal capitolo VI de L'origine delle specie).

In pratica, Darwin stabilì che per confermare la validità della sua teoria nella spiegazione di una data problematica evolutiva, sarebbe bastato escogitare una plausibile storia di adattamento e selezione naturale – non importa quanto improbabile, non importa se non verificabile.

Pertanto, nonostante le pressioni provenienti da ogni area della scienza, è perfettamente possibile continuare ad avere fede nella Sintesi Moderna, a patto di riuscire a trovare una spiegazione riduzionistica, una narrazione selezionista darwiniana – una just-so story, insomma – che dia conto dello specifico fenomeno biologico esaminato. Il fatto è che questo è sempre possibile: considerata l'universalità del codice genetico nella biosfera terrestre, si può sempre immaginare che si sia verificata, a un certo punto nel remoto passato, un'opportuna mutazione genetica, seguita da una determinata successione di selezioni e adattamenti micro-evolutivi che hanno prodotto l'effetto osservato.

C'è un piccolo particolare, però: ogni nuova just-so story introduce un elemento sempre più pesante di fortuna nella narrazione della storia della vita. In altre parole, nella prospettiva darwiniana le cose devono essere andate "proprio così" nel corso dell'evoluzione, non perché fosse inevitabile che lo facessero, ma perché qualche imponderabile fattore contingente avrebbe tutte le volte impostato, per un puro accidente fortuito, il corso degli eventi in un certo modo. Guarda caso, questo risultava sempre essere il modo più appropriato affinché, in un lontano futuro, potessero comparire organismi di capacità cognitive e complessità crescenti.

Quest'ultima riflessione appariva particolarmente evidente a **Stephen Jay Gould**, che dedicò l'ultimo capitolo del libro *La vita meravigliosa* all'elencazione di una serie (parziale) delle "felici circostanze" che hanno portato alla comparsa della vita intelligente sulla Terra. Secondo l'analisi di Gould, se anche uno solo degli scenari descritti si fosse svolto in maniera differente, con ogni probabilità oggi il nostro pianeta non sarebbe abitato da una specie in grado di sviluppare scienza e tecnologia affidabili.

D'altra parte, il dogma monodiano non lascia via di scampo: nell'ambito di tale schema, ogni innovazione evolutiva dipende esclusivamente da particolarissimi eventi contingenti e da concomitanti mutazioni genetiche casuali, ognuna con una probabilità di verificarsi inespriabilmente piccola.

Per comprendere esattamente cosa ciò comporti, andiamo ad analizzare uno degli esempi di “onnipotenza della contingenza” esaminati da Stephen Jay Gould ne *La vita meravigliosa*, riguardante l’origine dei vertebrati terrestri (i **tetrapodi**).

Circa 370 milioni di anni fa, nel Devoniano, i pesci dominavano i mari. Si ritiene che i vertebrati terrestri moderni discendano da un piccolo gruppo di questi, l’ordine degli osteolepiformi dei pesci sarcopterigi (“dalle pinne carnose”). La maggior parte dei pesci sfoggiava, e sfoggia tuttora, pinne costituite da una serie di raggi sottili irradiantisi dall’asse dorsale. **Senza nessun motivo, invece, un oscuro antenato dei sarcopterigi sviluppò una struttura della pinna molto diversa, fissata a un robusto asse aggiuntivo perpendicolare al corpo.** Questa soluzione si sarebbe rivelata indispensabile per la conquista della terraferma... ma non aveva nessun tipo di vantaggio evolutivo evidente in ambiente subacqueo. Una recente ricerca condotta da **Stephanie Pierce, Jennifer Clack e John Hutchinson** ha in effetti evidenziato che ittiostega – un tetrapode del tardo Devoniano, per molto tempo ritenuto un antenato diretto dei vertebrati terrestri – fosse in realtà del tutto impossibilitato a compiere i movimenti necessari per camminare. Come si afferma nell’articolo:

“I primi tetrapodi, e i pesci che hanno dato loro origine, furono inizialmente interpretati come animali adatti all’ambiente terrestre con pinne o arti capaci di sopportare pesi. Fin dai primi anni ‘90, tuttavia, nuove scoperte fossili e interpretazioni anatomiche hanno dimostrato che i primi vertebrati dotati di arti avevano abitudini primariamente acquatiche e che gli arti si sono evoluti prima dell’abilità di “camminare” sulla terraferma”

La comparsa della caratteristica indispensabile per la futura evoluzione dei tetrapodi non sarebbe stata, dunque, nient’altro che un puro e semplice “**colpo di fortuna**”. Lo si può chiamare “**pre adattamento**” o “**exaptation**”, se si preferisce: **si tratta sempre e soltanto del risultato di un lancio fortuito dei dadi.** Gli sconosciuti antenati dei sarcopterigi (che in un distante futuro avrebbero dato origine alla linea filetica dei vertebrati terrestri) erano infatti solo un piccolo gruppo di pesci, senza alcun beneficio aggiuntivo in termini di “fitness” sugli altri pesci. Perciò, se dopo pochi milioni di anni dalla loro comparsa fossero incappati nelle fauci dell’onnipresente fenomeno dell’estinzione, addio futuri tetrapodi!

Ora, la domanda che Gould pone è la seguente: sarebbe possibile immaginare, in una Terra in cui ciò non fosse avvenuto – in un pianeta abitato cioè solo da invertebrati e vertebrati marini privi di forti arti – l’esistenza di scienziati capaci di porsi le nostre stesse domande sull’origine della vita intelligente? Secondo Gould no: gli insetti, gli unici animali forniti di buone capacità di manipolazione fine viventi in ambiente terrestre, non hanno mai mostrato una tendenza all’evoluzione di doti cognitive di alto livello, pur essendo comparsi molto prima dei mammiferi.

Si badi bene: qui non si nega la possibilità di spiegare il successo evolutivo dei discendenti del primo ignoto sarcopterigio con qualche scenario neo-darwinista di “selezione del più adatto” (ne esistono diversi di plausibili, o magari di giustificare l’origine stessa del passaggio al tetrapodismo (“evidentemente si è trattato di un evento di exaptation da strutture organiche preesistenti”)); **piuttosto, si sottolinea la casualità di importanti “innovazioni” macro-evolutive, che si sarebbero rivelate adatte alla bisogna solo molto tempo dopo la loro comparsa.** In realtà, basta pensare a quanto sia improbabile la fissazione nel genoma dell’informazione relativa a una singola proteina utile – mediante i soli meccanismi riduzionistici di mescolamento e mutazione puntiforme del DNA per capire quanto poco convincente sia ognuno dei suddetti scenari evolutivi: anche il fenomeno dell’exaptation, in fondo, conta sul riadattamento di un numero finito di strutture organiche già funzionanti, sebbene per scopi diversi.

In definitiva, bisogna rendersi conto che l’intera storia della vita sulla Terra è costellata di “**coincidenze fortunate**” di questo genere; e sebbene sia sempre possibile una spiegazione riduzionistica conforme allo schema “mutazione genetica casuale – selezione naturale”, capace di spiegare a posteriori ognuno di tali eventi, questa soluzione non si può ritenere soddisfacente dal punto di vista scientifico. Come abbiamo più volte osservato, infatti, l’assunto riduzionistico che l’evoluzione non sia in definitiva altro che una lunghissima successione di “eventi fortunati” –

ognuno, tra l'altro, con una probabilità bassissima di verificarsi, data la relazione non lineare tra genotipo e fenotipo – **conduce a una sola possibile conclusione logica: deve esistere una quantità infinita di risorse probabilistiche (casi possibili e tempo a disposizione) utilizzabili dal processo evolutivo. In altre parole, il dogma monodiano porta alla credenza nel multiverso.** Un'idea, questa, che non è affatto sostenuta dalla scienza e che entra in conflitto, più in generale, anche con la logica. **Se, dunque, l'interpretazione della realtà** fatta a partire da certe premesse assiomatiche porta a conclusioni poco sostenibili dal punto di vista logico e scientifico, che cosa ne dobbiamo dedurre? Indubbiamente che ci deve essere qualche errore – di carattere scientifico o logico – nelle premesse, oppure nelle varie ipotesi assunte nel corso dell'interpretazione successiva.

A me sembra che il dilemma si possa ricondurre a due alternative:

1. **o è sbagliato l'approccio riduzionistico al problema dell'evoluzione biologica;**
2. **o è sbagliata l'idea di un'evoluzione guidata solo dal caso.**

Si capisce che nessuna delle due alternative è in contrasto con una visione teistica, mentre solo la seconda lo è decisamente con quella ateistica (salvo che non si voglia ammettere, con **Richard Dawkins** – e lo scrittore di fantascienza **David Brin**, la possibilità di un ID alieno – .

Da un punto di vista strettamente scientifico, sanamente agnostico, la prima alternativa sembrerebbe dunque essere l'unica possibile. Certamente, l'abbandono di un paradigma così profondamente consolidato quale quello riduzionistico potrà sembrare a tanti un salto nell'ignoto; tanto più che molti intravedono in questa operazione il “rischio” di giungere a una forma di conoscenza della realtà materiale comunque “sporcata” da tentazioni teleologiche o neo-platoniche, che trovano francamente intollerabili. **Ma tant'è: se la scienza vorrà mantenere il suo carattere galileiano originario, dovranno essere le interpretazioni filosofiche a piegarsi all'evidenza empirica, e non viceversa.**

Potrebbe dunque valere la pena di costruire una teoria evolutiva che emerga finalmente dalle sabbie mobili della Sintesi Moderna? Secondo il famoso microbiologo **Carl Woese**, certamente sì. Si tratterebbe, in realtà, di mirare alla fondazione di una vera e propria “**Fisica dei Sistemi Viventi**” (definita così in analogia con la Fisica dei Sistemi Complessi). Insomma, si dovrebbe tentare di sottrarre la teoria dell'evoluzione dalle grinfie del Caso monodiano, allo scopo di riportarla nell'alveo della Necessità scientifica e riconciliarla così con l'evidenza empirica.

A me pare che la strada verso la costruzione di una Fisica dei Sistemi Viventi dovrà necessariamente procedere attraverso i seguenti passi:

1. **demolizione (parziale) del vecchio edificio dogmatico, attraverso argomenti epistemologici e osservazioni scientifiche (“pars destruens”);**
2. **costruzione di una possibile “impalcatura” per la futura erezione del nuovo edificio, soprattutto attraverso considerazioni epistemologiche non limitate dal paradigma riduzionista, e**
3. **graduale inserimento di vecchi e nuovi dati scientifici come “mattoni” per la costruzione del nuovo edificio (“pars construens”).**

Come sappiamo, molti scienziati e filosofi hanno lavorato e stanno lavorando al punto 1 dell'elenco precedente; pochi ai punti 2 o 3. Eva Jablonka e Marion Lamb, per esempio, hanno proposto una teoria dell'evoluzione “**a quattro dimensioni**” in cui si rigetta l'immagine dell'“Albero della Vita” di darwiniana memoria (più correttamente, alla luce di quanto si sa oggi grazie alla paleontologia, del “**Cespuglio della Vita**”) e si adotta invece quella di una “**rete**” di strette relazioni che si estendono sia nello spazio (attraverso la condivisione orizzontale dei genomi) che nel tempo (attraverso l'ereditarietà: genetica, epigenetica, comportamentale e simbolica). D'altra parte, la teoria di Jablonka e Lamb, pur rifiutando il principale caposaldo del neo-darwinismo (il gradualismo) – e giungendo perfino ad ammettere la possibilità di trasmissione ereditaria di tipo lamarckiano – non sembra ancora capace di distaccarsi da un quadro interpretativo riduzionistico: non viene infatti prospettato alcuno schema di livello superiore (una Fisica dei Sistemi Viventi, insomma) che spieghi in qualche modo i meccanismi di interazione che creano e

tengono insieme la “Rete della Vita”. **Un'altra just-so story, dunque, solo di dimensioni gigantesche**

Eppure, nell'evoluzione a quattro dimensioni fanno capolino due importanti elementi nuovi: l'ereditarietà comportamentale e simbolica. Ora, il comportamento e i simboli sono oggetti di studio tanto scientifico quanto filosofico, che fanno parte di quel mondo “mentale” che tende a sfuggire, come sappiamo, ad un'analisi riduzionistica. Insomma, si intravede nella teoria di Jablonka e Lamb un “punto cieco” che lascia probabilmente spazio a una rilettura delle scienze evolutive finalmente affrancata dal dogma monodiano.

Credo, in conclusione, che si debba e si possa fare molto di più dal punto di vista interpretativo, rispetto a questi – pur importantissimi – tentativi di rifondazione di un paradigma scientifico ormai sclerotizzato, quale è il neo-darwinismo. È evidente, infatti, che un'impresa del genere richieda, oltre a una quantità di prove sperimentali, dosi massicce di “interpretazione filosofica”. In quest'ultimo senso, ogni contributo (per quanto piccolo) può essere importante.

Penso, perciò, sia proprio arrivato il momento in cui chiunque abbia fiducia nella scienza galileiana e creda nella capacità della ragione umana di leggere la Realtà (ma soprattutto non tema di incappare in tentazioni teleologiche), cominci seriamente a darsi da fare per la realizzazione della tanto attesa “pars construens” di una nuova teoria dell'evoluzione, per la costruzione di una vera Fisica dei Sistemi Viventi.