

Ritorno a Darwin: perché non possiamo non dirci darwiniani

G. CRISTOFOLINI

ABSTRACT - *Back to Darwin: why we cannot but profess to be Darwinian* - The semantic differences among the terms evolution, evolutionism, Darwinism and neo-Darwinism are presented and discussed. The substantial difference between the Darwinian theory and the neo-Darwinist synthesis is stressed. It is remarked how recent achievements of molecular genetics and biology open new scenarios to the evolutionary research, rendering the present-day evolutionism somewhat more close to the original Darwinian views. It is concluded that, after a century and a half, Darwinism still proves the most fruitful research program in biology.

Keywords: Darwinism, evolution, evolutionism, neo-Darwinism, history of biology

*Ricevuto il 9 Dicembre 2009
Accettato il 26 Maggio 2010*

INTRODUZIONE

L'anno darwiniano 2009 ha visto numerose iniziative rivolte a celebrare l'opera di Charles Robert Darwin nel bicentenario della nascita, che è coinciso con i 150 anni dalla prima pubblicazione dell'*Origin of species*. C'è stato tuttavia un aspetto paradossale nelle celebrazioni darwiniane: in tutte le sedi si è sentito aleggiare, più o meno esplicitamente evocato, il "convitato di pietra", ossia quell'anti-darwinismo che, piaccia o no, continua ad esistere, anche se non gode di alcun credito nel mondo scientifico. Sarebbe impensabile una manifestazione celebrativa di Galileo in cui ci si sentisse nell'obbligo di difendere il sistema Copernicano contro quello Tolemaico. Invece, quando si parla di Darwin, pare che ancora si deva difendere l'evoluzionismo dal fissismo, per non parlare del "disegno intelligente" o di altre posizioni pseudo-scientifiche. Ora, il punto è che, secondo chi scrive, qualche errore di comunicazione (e forse non solo di comunicazione) deve essere stato fatto dai biologi, se una legge naturale così evidente e fondamentale stenta ancora ad essere universalmente accettata, e questo a prescindere dall'evidente movente ideologico e politico di un certo anti-darwinismo.

All'origine dell'incomprensione sta forse una qualche confusione nel significato dei termini, che si riscontra anche fra i biologi. Ad esempio, se si prende in esame un qualsiasi manuale di biologia, dalle scuole medie all'università, balza agli occhi l'identificazione

che sempre intercorre fra "evoluzione" ed "evoluzionismo", nonché fra "evoluzionismo" e "darwinismo". E poiché quello che viene presentato come "darwinismo" è in realtà la cosiddetta "teoria sintetica (neo-darwinista) dell'evoluzione", per la proprietà transitiva risulta infine che "evoluzione = neo-darwinismo". Questa identificazione è tanto falsa quanto fuorviante, e sta alla base di molti equivoci.

Fortunatamente, più d'una iniziativa darwiniana non si è ridotta alla celebrazione, ma ha offerto spunti di riflessione e di approfondimento su Darwin e sul darwinismo. In qualche caso la discussione ha trovato espressione in opere a stampa: si vedano ad esempio i lavori risultanti dal simposio "Il mondo dopo Darwin" pubblicati nei Rendiconti Lincei (AA.VV., 2009) ed i lavori legati al simposio "Il Giardino di Darwin", pubblicati da CRISTOFOLINI, MANAGLIA (2009); in altri casi invece solo brevi riassunti degli interventi sono rimasti agli atti. Nel contempo, la messa a disposizione in rete dell'intera opera darwiniana (WYHE, 2002) ha reso accessibili a tutti i testi originali del grande naturalista. Avendo partecipato a più di un incontro, mi è parso utile raccogliere qui qualche riflessione sul tema, poiché dalle discussioni è apparso evidente che c'è ancora molto lavoro da fare, sia sul piano storico-esegetico della comprensione del pensiero darwiniano, che sul piano teorico dell'evoluzionismo oggi e delle sue prospettive.

EVOLUZIONE ED EVOLUZIONISMI

Evoluzione

Non tutti sanno che Darwin, nella prima edizione dell'*Origin of species* (DARWIN, 1859) non usa mai il termine "evolution" ma solo "descent with modification", che nelle traduzioni italiane sia di CANESTRINI (VI ediz., trad. 1875) che di PANCALDI (I ediz., trad. 2009) è resa con "discendenza con modificazioni". Si deve attendere la prima edizione dell'*Origine dell'uomo* (DARWIN, 1871, tradotta in italiano da LESSONA, 1882) per trovare per la prima volta le parole: "principle of gradual evolution"; il termine "evolution" è poi ripreso ripetutamente l'anno successivo, nelle pagine conclusive della sesta edizione dell'*Origin* (DARWIN, 1872). La parola "evoluzione" evoca l'idea di qualche cosa che si svolge ("svolgimento, sviluppo graduale e completo": DEVOTO OLI, 2009); viceversa, alla luce della terminologia originaria darwiniana, è essenziale mantenerle il semplice significato di "trasformazione delle specie nel tempo". Il termine deve essere depurato perciò da qualsiasi allusione (esplicita od implicita) a progresso, miglioramento, specializzazione, aumento di complessità, per non parlare di finalismo; appropriatamente SABATINI, COLETTI (2009) definiscono "Evoluzione: Qualunque modificazione genetica che avviene negli organismi viventi da una generazione all'altra". L'uomo è tanto evoluto quanto un batterio: l'uno e l'altro hanno alle spalle circa 4 miliardi d'anni di storia, durante i quali le rispettive stirpi si sono mano a mano adattate alle condizioni ambientali. Che poi l'uomo sia più complesso di un batterio è cosa ovvia, ma "complessità" è altro rispetto a "evoluzione". La nozione che l'evoluzione non comporti un progresso oggettivo verso una qualsiasi direzione è già presente in Darwin: "È assurdo dire di un animale che è superiore a un altro. Siamo noi che consideriamo più elevati quelli in cui la struttura cerebrale o le facoltà intellettuali sono più sviluppate" (*Darwin's Notebooks*, cit. da PANCALDI, 1977)

Correttamente intesa come "modifica dei viventi nel tempo", l'evoluzione non è né una teoria né una legge naturale, ma più semplicemente un fatto, comprovato dall'esperienza quotidiana di ognuno: perché si produce ogni anno un nuovo vaccino anti-influenzale, se non perché il virus dell'influenza si trasforma (evolve) continuamente? Perché compaiono continuamente malattie "nuove", se non perché i microrganismi che le causano cambiano (evolvono) senza sosta? La stessa genesi di razze diverse di piante ed animali in condizioni di domesticazione, da cui prese le mosse in parte la riflessione darwiniana, è una prova tangibile della potenzialità evolutiva delle specie. L'evoluzione è un fatto generale, che coinvolge l'universo a tutti i livelli: dal sole che esaurisce inesorabilmente le sue riserve di energia, alla Terra i cui continenti sono in moto permanente (i terremoti sono, purtroppo, una prova tangibile dell'evoluzione in atto).

Negare l'evoluzione e sostenere che le specie sono

rimaste invariate fin dalla loro origine non significa contrapporre una teoria ad un'altra, ma semplicemente negare un dato di fatto. E ciò a prescindere dalle teorie, di cui si parlerà in seguito.

Evoluzionismo

"Insieme delle teorie filosofiche e scientifiche che ammettono la graduale mutazione delle specie viventi escludendo da tale processo qualunque intervento creazionistico o comunque metafisico." (DEVOTO OLI, 2009). Indichiamo con "evoluzionismo" ogni teoria scientifica che vede nell'evoluzione la causa e la spiegazione della diversità delle specie viventi attuali.

L'evoluzionismo racchiude in un unico quadro la diversità sincronica (le specie oggi viventi) e la diversità diacronica (le specie vissute nel passato), collegandole per linee di discendenza (la *descent with modification* di Darwin). Tale lettura della diversità è corroborata in primo luogo dalle serie fossili, che documentano la diversità nel tempo, con forme tanto più diverse da quelle viventi oggi, quanto più sono lontane nella storia geologica; ma anche la distribuzione delle specie sulla Terra (biogeografia), l'anatomia comparata, l'embriologia, la citologia, trovano una spiegazione convincente ed unificante soltanto nella interpretazione evoluzionistica.

L'evoluzionismo, a differenza dell'evoluzione, è una teoria, ancorché solidamente corroborata, e mai confutata da osservazioni incompatibili con essa. La versione più largamente accettata assume che tutti i viventi derivino da un unico ceppo ancestrale (ipotesi del monofiletismo), idea già avanzata da Darwin, che però ammetteva esplicitamente trattarsi soltanto di un'ipotesi. Gli studi di diversità molecolare, molto numerosi negli ultimi decenni, hanno dato sostegno a questa veduta: una conferma importante è costituita dal fatto che la diversità fra gli organismi attuali, stimata in base ai caratteri molecolari, è per lo più compatibile con i tempi di divergenza dei vari gruppi come sono suggeriti dai fossili.

La forza esplicativa dell'evoluzionismo sta nel fatto che esso offre la spiegazione più lineare e parsimoniosa della diversità, perché richiede un solo assunto iniziale, ossia la trasformazione delle specie nel tempo ("evoluzione") che è, a sua volta, un dato di fatto incontrovertibile. Non è senza significato che a tutt'oggi non sia stata proposta alcuna teoria scientifica alternativa per spiegare la diversità presente e passata dei viventi¹

Questo non significa che qualche corollario, come l'ipotesi del monofiletismo, non possa in futuro essere ridiscusso: l'ipotesi monofiletica si rende necessaria se si assume che l'evoluzione sia guidata dal caso, perché appare estremamente improbabile che strutture altamente complesse come quelle delle molecole

¹ Qui ed in seguito mi riferisco esclusivamente a posizioni scientifiche, mentre non menzionerò né prenderò in considerazione posizioni che fanno riferimento alla metafisica, sia che tentino di darsi l'improbabile veste sperimentale del cosiddetto "disegno intelligente", sia che si presentino con lo stupefacente ossimoro di "creazionismo scientifico".

biologiche si siano originate ed evolute indipendentemente e casualmente più d'una volta; ma il ruolo del caso nell'evoluzione è tuttora materia di ricerca e discussione, e non si può escludere che futuri sviluppi della biologia possano suggerire come più probabile l'origine multipla (polifiletica) dei viventi.

Darwinismo

Indichiamo con questo termine la teoria formulata da Charles Darwin per spiegare come (seguendo quali leggi) avviene l'evoluzione. Il fatto che Darwin abbia sostenuto l'esistenza dell'evoluzione, abbia propugnato l'evoluzionismo come chiave di lettura della diversità dei viventi, ed abbia proposto una teoria scientifica per spiegare l'evoluzione in termini generali, sta all'origine della confusione fra i tre concetti, che da allora in poi sono sempre stati confusi.

L'idea che le specie viventi non siano immutabili era stata già formulata ben prima di Darwin. Senza ripercorrerne la storia, basterà ricordare che un riferimento ampio ed esplicito alla trasformazione delle specie nel tempo si trova già nel primo secolo a.C., nel Quinto Libro del poema "De rerum natura" del poeta e filosofo epicureo Lucrezio. Il concetto di evoluzione proposto da Darwin non rappresentava quindi una cosa nuova, ma tuttavia manifestava (e, a quanto pare, manifesta ancora) una forte carica innovativa se non rivoluzionaria.

Originale darwiniana non era neppure la visione evoluzionistica della diversità dei viventi, interpretati come generati per progressiva divergenza da un antenato comune a tutte le specie attuali, idea già sostenuta da JEAN BAPTISTE LAMARCK (1809).

La vera innovazione darwiniana risiede nella teoria esplicativa dell'evoluzione: il "darwinismo", appunto, i cui punti cardinali sono esposti chiaramente già nella prima edizione dell'*Origin* (1859), e sono riassunti schematicamente qui di seguito.

In primo luogo esiste una variabilità all'interno di ogni specie, per cui ogni individuo è diverso dagli altri. È importante notare che Darwin prospetta alcune ipotesi sulla causa della variabilità, ma non giunge a nessuna conclusione esplicita: anzi, con il procedere degli anni diventa viepiù possibilista; ne fanno fede alcune formulazioni che troviamo nella sesta edizione (1872): "la natura agisce sull'organizzazione dei viventi causandone la variazione"; "le condizioni fisiche sembrano aver prodotto un qualche effetto diretto e definito, ma non possiamo stabilire in quale misura"; "l'uso ed il disuso sembrano aver prodotto un effetto notevole". Queste affermazioni indicano che una certa casualità nell'origine delle variazioni non è esclusa ma non è neppure postulata, e Lamarck è molto più vicino di quanto comunemente non si pensi. Molto si è parlato del "caso" ("chance") come fonte della variazione, e questa è stata una causa principale di scandalo. Sostituire il caso al Creatore parve al tempo di Darwin - e a taluno pare ancor oggi - quanto meno blasfemo. In realtà, all'inizio del quinto capitolo dell'*Origin* si trova una formulazione, mantenuta dalla prima fino alla sesta edizione, che suona: "Finora mi sono tal-

volta espresso come se le variazioni ... fossero dovute al caso. Questa è senz'altro un'espressione del tutto imprecisa, ma serve a riconoscere apertamente la nostra ignoranza circa la causa di ogni singola variazione particolare" (DARWIN, 1859, trad. PANCALDI 2009). Dunque la parola "chance" non indica in Darwin "imprevedibilità statistica" ma "imprevedibilità soggettiva" dovuta a mancanza di elementi di conoscenza.

In secondo luogo, esiste una "lotta per l'esistenza". Con questo termine Darwin non indica solo la competizione fra individui della stessa specie, ma anche - e con importanza non minore - la difficoltà di sopravvivenza di fronte alla carenza di risorse, al clima avverso ed in generale alle condizioni ambientali.

Alla lotta per l'esistenza consegue necessariamente la "selezione naturale", che Darwin vede come il vero cardine dell'intera teoria. La selezione naturale è definita come "conservazione delle variazioni favorevoli ed eliminazione delle variazioni nocive". Cionondimeno, già nella prima edizione troviamo una formulazione, ripresa alla lettera nella sesta, che suona: "Sono convinto che la selezione naturale è stato il principale ma non l'unico strumento di modificazione"; come agenti ulteriori sono evocati anche l'uso ed il disuso, nonché, "in misura limitata", l'azione diretta di condizioni esterne.

Sulle leggi della variazione Darwin ritorna diffusamente nel capitolo conclusivo ("Recapitulation and Conclusion"), manifestando un atteggiamento che si potrebbe definire eclettico: "[la trasformazione delle specie] è stata determinata soprattutto dalla selezione naturale di numerose, successive, lievi mutazioni favorevoli; coadiuvata in misura importante ("in an important manner") dagli effetti ereditari dell'uso e disuso degli organi; ed in misura poco importante ("unimportant manner") dall'azione diretta delle condizioni esterne e da variazioni che sembrano a noi, nella nostra ignoranza, sorgere spontaneamente". In questo contesto, egli si spinge fino a supporre che mutilazioni subite in vita siano ereditabili, per poi ammettere, alla fine, che "la nostra ignoranza delle leggi della variazione è profonda" e che "la variabilità è governata da molte leggi complesse: dalla correlazione della crescita, dall'uso e dal disuso, dall'azione diretta delle condizioni fisiche di vita".

A conclusione di questa concisa analisi, possiamo dire che Darwin, oltre a sostenere con forza e con convinzione il principio della "discendenza con modificazione" come unica chiave di lettura della diversità dei viventi, propone la selezione naturale come principale strumento dell'evoluzione, ma è consapevole che la conoscenza delle leggi di base della biologia è troppo limitata per consentire di fare affermazioni assolute, e mantiene la porta aperta ad ogni altra possibilità.

Teoria sintetica dell'evoluzione ("neo-darwinismo")

Negli ultimi decenni del XIX e durante il XX secolo la teoria originaria di Darwin è stata rivisitata e modificata in modo graduale ma sostanziale, inne-

stando su di essa le scoperte della biologia da Mendel in poi. Non è certo questa la sede per ripercorrere la complessa storia delle dottrine evoluzionistiche durante il secolo passato, storia trattata ampiamente ed autorevolmente da molti autori (ad esempio MAYR, 1982). Verso la metà del secolo scorso le diverse linee di pensiero si sono fuse in una nuova sintesi, da cui il nome di “teoria sintetica”. Benché si tratti di una teoria profondamente diversa dal darwinismo originale, è stata tuttavia correntemente indicata come “neodarwinista”, e spesso confusa con il darwinismo. Tale teoria, nella formulazione esposta in modo ampio ed organico da ERNST MAYR (1982), asseriva che (a) depositaria di tutta l’informazione ereditaria è la doppia elica del DNA; (b) unica fonte di variazione sono le mutazioni e gli errori di trascrizione del DNA medesimo, le quali sono rigorosamente casuali (in senso statistico, non in senso soggettivo come in Darwin); (c) il più rigido determinismo governa il flusso unidirezionale di informazione dal DNA all’espressione dei geni nel fenotipo; (d) la selezione naturale è l’unica forza che agisce sul prodotto del caso (mutazione) trasmesso ed espresso in modo deterministico nel fenotipo. Una sintesi di questa teoria, codificata quasi in forma di sillabo, è stata esposta in un libro che ha avuto molta fortuna (MONOD, 1970), dove la contrapposizione fra il *caso* (delle mutazioni) e la *necessità* (della trascrizione) acquista una nettezza quasi manichea.

Le differenze rispetto al darwinismo sono evidenti. Una differenza particolarmente importante riguarda il significato attribuito al “caso”, e questa è una differenza di sostanza. In secondo luogo, Darwin ammette sempre una pluralità di meccanismi (anche ignoti), e non uno solo: e questa è una differenza di metodo. La teoria sintetica dell’evoluzione ha costituito il paradigma (nel senso di KUHN, 1962) della ricerca biologica della seconda metà del XX secolo, ed in quanto tale ha avuto il grande merito di stimolare importanti ricerche e grandi acquisizioni di genetica evolutiva. Allo stesso tempo però ha oscurato, quando non ha escluso, ogni ricerca eterodossa, perché ha presunto che il quadro biologico generale dell’evoluzione fosse risolto definitivamente. È significativo che MAYR (1982), nel suo imponente trattato di 930 pagine, dedichi appena 30 righe a quelli che definisce “problemi irrisolti della biologia evoluzionistica”, concludendo comunque con la frase rassicurante: “Ci sono pochissime probabilità che qualsiasi nuova scoperta possa costringere a modificare in modo radicale la struttura teorica fondamentale raggiunta durante la sintesi evoluzionistica”. Su questa scia, nella diffusione e divulgazione scientifica dagli anni ‘50 in poi si è assistito ad una presentazione acritica e dogmatica del neodarwinismo, impropriamente indicato come “darwinismo”, quasi che esso contenesse la spiegazione definitiva ed esaustiva dell’evoluzione.

Recenti vedute e prospettive

Nella seconda metà del secolo passato, fuori dai riflettori della comunicazione di massa, la genetica e la biologia molecolare si sono lasciate alle spalle le

formulazioni apodittiche del neodarwinismo ortodosso. Per accennare soltanto a qualche aspetto particolarmente importante, oggi sappiamo che il DNA non va visto come una serie di “mattoncini” posti in sequenza, che possono essere sostituiti a piacere secondo i capricci del caso: il cromosoma ha una struttura integrata e dinamica, in perpetuo rimaneggiamento, dotata di complessi sistemi di controllo interni ed esterni; inoltre, grandi porzioni del DNA non codificano alcuna proteina, e le loro funzioni sono ancora oggetto di indagine.

Scoperte importantissime hanno riguardato la trasmissione dell’informazione dal DNA fino all’espressione nel fenotipo, che appare sempre meno deterministica: un nuovo campo di ricerca, l’“epigenetica”, si è sviluppato per studiare quell’insieme di processi che regolano e modificano, anche in modo ereditario, l’espressione dei geni nel fenotipo, senza che vi siano mutazioni nella sequenza del DNA. Tale si sta rivelando l’importanza di questi processi che vi è stato chi, con un’immagine efficace, ha paragonato il DNA al disco rigido di un computer e l’epigenoma all’insieme dei programmi che vi accedono e ne traggono le informazioni.

Sviluppando questa linea di pensiero, WADDINGTON (1957) ha proposto il concetto di “canalizzazione”, che si applica sia allo sviluppo individuale che all’evoluzione delle specie: il “paesaggio epigenetico” rappresentato da Waddington è simile ad un paesaggio con colline e valli; una pallina immaginaria che si trovi in alto, può scendere lungo vie diverse (“rotte evolutive”); la scelta iniziale è casuale e piccole variazioni potranno portare a diverse traiettorie anche all’interno della stessa vallata, ma una volta imboccata una rotta, il seguito è “canalizzato”.

Nell’ultimo decennio nuovi orizzonti sono stati aperti dalla “evo-devo” (dall’inglese “evolutionary developmental biology”), che focalizza l’attenzione non sull’evoluzione dei caratteri ma sull’evoluzione dello sviluppo, mettendo in luce meccanismi ed omologie prima insospettati (MINELLI, 2009).

Nel frattempo è stato messo in dubbio anche il valore generale della selezione come fattore che regola e dirige l’evoluzione: a KIMURA (1983) è dovuta la dottrina del “neutralismo”, che sostiene che la maggioranza dei cambiamenti evolutivi sono neutri dal punto di vista della selezione, perché non comportano né vantaggio né svantaggio, oppure non si manifestano affatto nel fenotipo, per cui si possono “fissare” nel genoma della specie senza aver passato il filtro della selezione naturale.

Non va dimenticata infine l’opera di Gould e di Eldredge i quali, muovendo dalla dimostrazione paleontologica che le specie sembrano comparire improvvisamente, per poi permanere sostanzialmente invariate per lunghi periodi ed infine estinguersi con la rapidità con cui sono comparse, propongono un differente modello di evoluzione, in cui lo schema darwiniano della competizione-selezione avrebbe luogo solo nei lunghi periodi di stasi, mentre i grandi cambiamenti evolutivi avverrebbero rapidamente, a seguito delle estinzioni di massa, sostan-

zialmente in assenza di competizione e selezione (ELDRIDGE, 1995; GOULD, 2002). È molto interessante che questa ipotesi fosse già stata formulata da uno dei primi darwinisti italiani, quel biologo di acuto ingegno e di grandi intuizioni che fu Federico Delpino (PANCALDI, 1983).

Questi cenni, necessariamente sintetici ed assolutamente non esaustivi, servono solo ad indicare quanto si presenti ricco, multiforme e dinamico il panorama dell'evoluzionismo all'inizio del XXI Secolo. Là dove alcuni pensavano di vedere, ancora pochi decenni fa, una pianura sgombra a vista d'occhio, che aspettava solo di essere percorsa in lungo ed in largo secondo rotte prevedibili, al dissolversi della nebbia del dogmatismo appare un paesaggio mosso e complesso di valli e boschi, dove la biologia deve ancora cercare la via che porta a trovare "il tesoro", ossia la chiave (o, probabilmente, le chiavi) dell'evoluzione.

RITORNO A DARWIN

Paradossalmente - ma non troppo - le più recenti acquisizioni della biologia ci riportano al Darwin che ammetteva di non sapere molto sull'origine delle variazioni. Il mondo scientifico si affaccia alla soglia del XXI secolo con assai meno certezze di qualche decennio fa, ma con prospettive estremamente ricche e stimolanti.

Riprendendo uno spunto proposto da BARSANTI (2005), possiamo dire che il darwinismo non è un paradigma (nel senso di KUHN, 1962) ma piuttosto un programma di ricerca nel senso di LAKATOS (LAKATOS, MUSGRAVE, 1970), dove un nucleo centrale non confutabile - l'evoluzionismo - dà l'innescò allo sviluppo di una serie di teorie-satelliti. La teoria sintetica neodarwinista è soltanto una di queste, come il neutralismo di Kimura, l'evoluzione discontinua di Gould ed Eldredge, ed altre. Se dunque il darwinismo, inteso come formulazione originaria darwiniana, è stato superato dalle scoperte successive, il darwinismo inteso come programma di ricerca è vivo e manifesta oggi più che mai tutta la sua potenzialità. Ed ancor più è viva la tradizione di ricerca (nel senso di LAUDAN, 1977) darwiniana, ossia l'insieme di indicazioni, il metodo di lavoro e la prassi che seguiamo nell'interpretare la diversità biologica e la sua storia. Darwiniana per eccellenza è la consapevolezza che non esiste, probabilmente, una sola chiave dell'evoluzione, perché un processo così complesso non si lascia ridurre ad un singolo meccanismo.

Questo aspetto andrebbe tenuto presente non tanto da parte dei ricercatori professionali, che ne sono certamente consapevoli, quanto da parte di chi insegna e divulga la conoscenza dell'evoluzione. Divulgare in modo dogmatico il neodarwinismo come se esso fosse la spiegazione unica e sufficiente dell'evoluzione non è solo improprio, ma dannoso, perché espone l'idea stessa di evoluzione a venire messa in dubbio quando, come oggi succede, è messa in discussione la capacità del neodarwinismo di spiegarla compiutamente. Tornare a Darwin significa riprendere lo spirito del programma e della tradizione dar-

winiana: non imbalsamare lui (o la sua immagine deformata), ma cercare con umiltà e spirito critico di fare luce sulle leggi che sottostanno a quel fenomeno prodigioso che è l'evoluzione; non propalare certezze che non ci sono (per questo già ci sono i propagandisti delle risposte irrazionali), ma piuttosto indicare le incertezze e le ipotesi di lavoro. In fondo, è poi questo il bello della scienza.

Ringraziamenti - L'autore è grato a coloro che hanno partecipato con relazioni e interventi ai convegni darwiniani a Bologna (21 aprile 2009) ed Urbino (18 novembre 2009) per gli stimoli ed i suggerimenti, ed in particolare a Giuliano Pancaldi per le preziose informazioni e gli utili commenti; un grazie speciale a Simonetta Milani, mia moglie, per la rilettura critica del manoscritto.

LETTERATURA CITATA

- AA.VV., 2009 – Rend. Fis. Acc. Lincei, 20 (4): 255-361.
 BARSANTI G., 2005 – *Una lunga pazienza cieca - Storia dell'evoluzionismo*. Einaudi, Torino.
 CRISTOFOLINI G., MANAGLIA A. (a cura di), 2009 – *Il giardino di Darwin - Evoluzione delle piante*. Allemandi, Torino.
 DEVOTO G., OLI G.C., 2009 – *Il Devoto - Oli 2010 - Vocabolario della lingua italiana*. Mondadori, Milano.
 DARWIN C.R., 1859 – *On the origin of species by means of natural selection, or the preservation of favoured races in the struggle for life*. John Murray, London. 1st ed. Ed. ital. a cura di G. PANCALDI, *L'origine delle specie*. Rizzoli, Milano, 2009.
 —, 1871 – *The descent of man, and selection in relation to sex*. John Murray, London. Volume 1. 1st edition. Ed. ital. a cura di M. LESSONA, *L'origine dell'uomo e la scelta in rapporto con il sesso*. UTET, Torino, 1882.
 —, 1872 – *The origin of species by means of natural selection, or the preservation of favoured races in the struggle for life*. John Murray, London. 6th ed. Ed. ital. a cura di G. CANESTRINI, *Sulla origine delle specie per elezione naturale*. UTET, Torino, 1875.
 ELDRIDGE N., 1995 – *Reinventing Darwin. The Great Debate at the High Table of Evolutionary Theory*. Wiley & Sons, New York. Trad. ital. di S. FREDIANI, *Ripensare Darwin. Il dibattito alla Tavola Alta dell'evoluzione*. Einaudi, Torino, 1999.
 GOULD S.J., 2002 – *The structure of evolutionary theory*. Harvard University Press, Cambridge, Mass.
 KIMURA M., 1983 – *The neutral theory of molecular evolution*. Cambridge University Press, Cambridge.
 KUHN T., 1962 – *The structure of scientific revolutions*. Chicago University Press, Chicago. Trad. ital. di A. CARUGO, *La struttura delle rivoluzioni scientifiche*. Einaudi, Torino, 1969.
 LAKATOS I., MUSGRAVE A.E. (Eds), 1970 – *Criticism and the Growth of Knowledge*, Cambridge University Press, Cambridge. Trad. ital.: *Critica e crescita della conoscenza*. Feltrinelli, Milano, 1986.
 LAMARCK J.-B., 1809 – *Philosophie zoologique*. F. Savy, Paris. Trad. ital. a cura di G. BARSANTI, *Filosofia zoologica*. Firenze, 1976.
 LAUDAN L., 1977 – *Progress and its problems. Toward a Theory of Scientific Growth*. University of California Press, Berkeley. Trad. ital. a cura di E. RIVERSO, *Il progresso scientifico: prospettive per una teoria*. Armando, Roma, 1979.
 LUCREZIO TITO CARO, 2005 – *De rerum natura*. Edizione a cura di A. FELLIN. UTET, Torino.

- MAYR E., 1982 – *The Growth of Biological Thought*. Harvard Univ. Press, Cambridge, Mass. Ed. ital. a cura di P. GHISLENI *et al.*, *Storia del pensiero biologico*. Bollati Boringhieri, Milano, 1990.
- MINELLI A., 2009 – *Possible forms and expected change: an evo-devo perspective on biological evolution*. Rend. Fis. Accad. Lincei, 20(4): 273 – 282.
- MONOD J., 1970 – *Le hasard et la nécessité*. Seuil, Paris. Trad. ital. di A. BUSI, *Il caso e la necessità*. Mondadori, Milano, 1974.
- PANCALDI G., 1977 – *Charles Darwin: "storia" ed "economia" della natura*. La Nuova Italia, Firenze.
- , 1983 – *Darwin in Italia*. Il Mulino, Bologna.
- SABATINI F., COLETTI V., 2009 – *Dizionario della lingua italiana*. RCS libri SpA, Milano.
- WADDINGTON C.H., 1957 – *The strategy of the genes*. Allen & Unwin, London.
- WYHE J. VAN (Ed.), 2002 – *The Complete Work of Charles Darwin Online*. <http://darwin-online.org.uk/>

RIASSUNTO - Viene discussa la distinzione semantica fra i termini: evoluzione, evoluzionismo, darwinismo e neo-darwinismo. Alla luce della lettura delle opere darwiniane, si rileva la differenza di fondo fra darwinismo e neo-darwinismo, e si evidenzia che le recenti acquisizioni della genetica e della biologia molecolare aprono all'evoluzionismo prospettive nuove, al di fuori del paradigma neodarwinista, riportandolo in qualche modo più vicino al darwinismo originario. Si conclude che il darwinismo si conferma come il più fecondo programma di ricerca della biologia.

AUTORE

Giovanni Cristofolini, Erbario ed Orto Botanico, Dipartimento di Biologia, Università di Bologna, Via Irnerio 42, 40126 Bologna; giovann.cristofolini@unibo.it