

Le intelligenti autocritiche di Darwin

Massimo Piattelli Palmarini¹

È indubbio che Charles Darwin è stato uno dei massimi scienziati di ogni tempo. Con il rigore e l'acume che lo contraddistinguono, aveva intuito alcuni nodi problematici della sua teoria. Intendo qui soffermarmi su tre di questi. 1) L'emergenza dell'occhio dei vertebrati, dei mammiferi in particolare; 2) i comportamenti altruistici; infine 3) il più problematico di tutti, l'emergenza di fenotipi privi di precedenti intermedi e gradualità. Vedremo, in sintesi, come questi nodi problematici si avviano oggi ad essere risolti in un quadro concettuale e sperimentale post-darwiniano.

Il “miracolo” dell'occhio

Darwin si chiede come un organo tanto complesso e mirabile possa essersi formato per cause puramente naturali. Propone, però, una soluzione. A partire dai rudimentali organelli fotosensibili delle specie più antiche, via via, attraverso invaginazioni, inglobamenti e ramificazioni di connessioni con organi di percezione, l'apparente miracolo dell'occhio non è in realtà un miracolo, bensì il frutto di tanti piccoli passi successivi, tutti premiati dai molteplici vantaggi adattativi di una percezione visiva sempre più raffinata. Una proposta molto sensata e perfino plausibile, la sua, ma oggi non sostenibile. Grazie ai possenti contributi della rivoluzione evo-devo e ad un'approfondita conoscenza dei processi genetici ed epigenetici che regolano lo sviluppo dell'occhio, la continuità evolutiva con gli assai più primordiali organi fotosensibili risulta rotta in molti punti.

Basti un esempio chiarissimo e non “miracoloso”, perché ben ricostruito nelle sue componenti genetiche e nel suo sviluppo. Una specie particolare di meduse, appartenente ai cubozoi (*Tripedalia cystophora*), del phylum dei Cnidari, apparsi circa 600 milioni di anni fa, possiede ben quattro distinti gruppi di occhi, organi terminali di appendici a forma di clava chiamate ropali. Due di questi occhi, in ciascun gruppo, sono molto simili agli occhi dei vertebrati. Un tratto inaspettato, che gli autori di questo studio definiscono bizzarro e descrivono come «tanta struttura, senza funzione». Infatti, i cubozoi hanno organi di senso, ma non hanno un sistema nervoso centrale, né un nervo ottico, niente a cui inviare le immagini, pur formate esattamente, senza aberrazioni, da questi occhi. Inoltre, il fuoco della lente, in tutto simile a quella che noi stessi abbiamo, si situa, a differenza di noi mammiferi, oltre la retina.

Come tale complesso anatomico si sia formato è stato ben ricostruito¹: una duplicazione del gene ancestrale PaxB, un regolatore della trascrizione dal DNA, ha dato luogo ai geni intermedi PaxB1 e PaxB2, i quali, a loro volta, hanno dato, rispettivamente, Pax2/5/8 e Pax6, il gene per eccellenza che regola lo sviluppo dell'occhio. Un processo interno perfettamente meccanico (se così possiamo dire), ma non guidato dalla selezione naturale.

Non sembra esservi continuità progressiva, per piccoli passi, tra questi occhi e i ben più rudimentali organelli fotosensibili delle altre specie di meduse. Certo, data la consistenza gelatinosa delle meduse, rari sono fossili, nessuno per ora appartiene al gruppo dei cubozoi,

¹ Gehring, W. J. (2004). Historical perspective on the development and evolution of eyes and photoreceptors. *International Journal of Developmental Biology*, 48 (8-9), 707-717; Piatigorsky, J., & Kozmik, Z. (2004). Cubozoan jellyfish: an Evo/Devo model for eyes and other sensory systems. *International Journal of Developmental Biology*, 48, 719-729.

quindi nessuno aiuta a ricostruire l'origine degli occhi. A mio parere, le possibili specie intermedie sarebbero comunque dovute ai singoli passi delle trasformazioni genetiche riassunte sopra; ma si tratterebbe di una storia non pilotata dalla selezione naturale.

I comportamenti altruistici

In senso biologico, un comportamento altruistico rappresenta una diminuzione della propria probabilità di riprodursi, a esclusivo (si noti bene, esclusivo) vantaggio della probabilità di altri individui. Non si capisce come la selezione naturale possa aver mantenuto un tale tratto, chiaramente svantaggioso. Come giustamente confessa Darwin, il problema dell'evoluzione di questi comportamenti «potrebbe essere fatale per l'intera mia teoria» (*could be fatal to my whole theory*).

In anni assai successivi, come ben noto, si è tentato di risolvere il rompicapo facendo appello alla «*fitness inclusiva*», cioè all'accresciuta probabilità di riprodursi di altri individui, apparentati con l'altruista biologico e quindi portatori degli stessi geni. L'intuizione originaria è attribuita al genetista inglese J. B. S. Haldane, che nel 1939, in una stazione ferroviaria di Londra, spiegò a un collega umanista che il comportamento dei giovani che si avviavano alla guerra, rischiando la vita, era perfettamente spiegabile se il loro sacrificio contribuiva alla sopravvivenza di almeno due fratelli, oppure di otto cugini. Questa intuizione, poi perfezionata da William Hamilton, sviluppata da Irven DeVore, Robert Trivers, Edward O. Wilson e in modo più critico e raffinato da Elliott Sober e altri, è culminata nel libro *Il gene egoista* (1976) di Richard Dawkins: gli organismi altro non sono che automi biologici, al servizio della perpetuazione dei loro geni. In quegli anni, con la sociobiologia, si pretese spiegare il comportamento dei kamikaze giapponesi con il tasso di consanguineità, che tra i giapponesi è circa sei volte più alto che tra gli americani e tra gli europei. Ma una ben netta e triste confutazione avviene oggi sotto i nostri occhi con i comportamenti dei terroristi suicidi, certo non spiegabili con la consanguineità.

La soluzione basata sul gene egoista è evitabile se si sganciano tali disposizioni comportamentali dalla selezione naturale, si ammette che tratti complessi si accompagnano spesso ad altri tratti complessi, molti dei quali non adattativi, e si prende atto dell'insospettata intelligenza perfino di piccoli cervelli come quelli degli insetti, le api in particolare. Non è un illegittimo antropomorfismo attribuire alla cognizione animale rappresentazioni mentali complesse e un qualche tipo di anticipazione delle conseguenze dei loro comportamenti su altri individui. In altre parole, i comportamenti altruistici negli animali potrebbero non essere poi così diversi da quelli umani.

E veniamo ora al nodo principale.

Niente stadi intermedi

Un brano dell'*Origine delle Specie* che (comprensibilmente) i neodarwiniani non citano volentieri è il seguente: «Se si potesse dimostrare l'esistenza di un qualsiasi organo complesso il quale non potrebbe essersi formato attraverso numerose, successive, lievi modifiche, la mia teoria collapserebbe in modo assoluto» (*If it could be demonstrated that any complex organ existed which could not possibly have been formed by numerous, successive, slight modifications, my theory would absolutely break down*).

Si noti bene, con buona pace degli "estensionisti" come Massimo Pigliucci, Gerd Müller

e gli autori dei saggi da loro raccolti², Darwin non dice che la teoria dovrebbe essere estesa, allargata, modificata o ritoccata. Dice che crollerebbe senza rimedio. Aveva perfettamente ragione. Aggiungeva subito che non aveva incontrato nessun organo di questo tipo e lasciava intendere, implicitamente, che non si aspettava che ve ne potessero essere. Ma ora ce ne sono noti molti casi. Per brevità, menziono qui solo alcuni casi lampanti e cito appena per nome quello del linguaggio, per il quale rinvio agli scritti di Noam Chomsky, Robert Berwick, Marc Hauser e miei³.

Uno di questi è il complesso organo degli occhi di quella specie di meduse di cui abbiamo detto sopra. Un altro è una specie di scolopendre scoperta in Brasile da Alessandro Minelli e collaboratori⁴. Battezzata *Scolopendropsis duplicata*, presenta quasi (il quasi è importante) il doppio di paia di arti della specie sorella *Scolopendropsis bahiensis*. Non risulta che siano state trovate specie con numeri intermedi, progressivi, di paia di arti. Come Minelli giustamente sottolinea, in tutte le circa tremila specie di chilopodi (700 nel sottogruppo degli scolopendromorfi) il numero di paia di zampe è sempre un numero dispari. È impensabile che questo tratto possa essere spiegato come un adattamento. Si tratta, quindi, di un vincolo interno, una traiettoria di sviluppo che non ammette eccezioni. Infatti, seppur duplicata, la specie in questione ha pur sempre un numero dispari di paia di zampe (39 o 43, non 42). Forse la causa può essere una piccolissima, puntiforme mutazione genetica, ma siamo in un ambito assai diverso dalle piccole modifiche fenotipiche successive a cui fa riferimento Darwin.

Un altro esempio, che posso qui solo menzionare, è quello del sistema immunitario detto “adattativo”, cioè il nostro e quello degli altri mammiferi. Il sistema immunitario detto “innato”, molto potente, ma con un repertorio molto limitato, essendo solo capace di circa duemila riconoscimenti specifici, è presente anche nel moscerino della frutta (la drososila). Quello detto adattativo, in quanto la produzione di anticorpi specifici (un repertorio di molte decine di milioni nei mammiferi) ha una dinamica complessa, legata all’esposizione agli antigeni, risulta essere emerso improvvisamente, seppur in modo ancora limitato, circa 500 milioni di anni fa con i pesci cartilaginei (come gli squali). È interamente basato sulla ricchissima, molteplice ricombinazione di centinaia di segmenti in geni distinti, in cromosomi distinti. Tale processo divenne possibile con la comparsa del gene (un trasposone) RAG (Recombination Activating Gene) probabilmente proveniente in modo orizzontale da altre specie, cioè trasportato da un qualche virus e poi

² Pigliucci, M., & Müller, G. B. (a cura di). (2010). *Evolution - The Extended Synthesis*. Cambridge, MA: MIT Press.

³ Berwick, R. C., & Chomsky, N. (2016). *Why Only Us: Language and Evolution*. Cambridge, MA: MIT Press.

Bolhuis, J., Tattersall, I., Chomsky, N., & Berwick, R. (2014). How Could Language Have Evolved? . *PLoS Biol*, 12(8). doi:e1001934. doi:10.1371/journal.pbio.1001934

Fitch, W. T., Hauser, M., & Chomsky, N. (2005). The evolution of the language faculty: Clarifications and implications. *Cognition*, 97, 179-210.

Piattelli-Palmarini, M. (2010). What is language, that it may have evolved, and what is evolution, that it may apply to language? In R. K. Larson, V. Deprez, & H. Yamakido (Eds.), *The Evolution of Human Language: Bilingual Perspectives* (pp. 148-162). Cambridge, UK: Cambridge University Press.

⁴ Minelli, A., Chagas-Junior, A., & Edgecombe, G. D. (2009). Saltational evolution of trunk segment number in centipedes. *Evolution and Development*, 11(3), 318-322.

integrato stabilmente nel genoma della specie bersaglio. Inoltre, si sono verificati due eventi di duplicazione di interi genomi: fattori squisitamente interni, microscopici e del tutto meccanici, ma discontinui. Stephen Jay Gould e Richard Lewontin hanno offerto numerosi altri esempi di evoluzione a salti.

L'autocritica di Darwin risulta essere fondata, e conferma la grandezza della sua intelligenza.

Conclusione

Da un punto di vista cognitivo, «l'idea pericolosa» (come la definisce retoricamente, ma con ammirazione, Daniel Dennett)⁵ di Darwin ha il merito di integrare tra loro due processi esplicativi fondamentali. Fa parte del nostro corredo cognitivo naturale, fin dalla più tenera età, spiegare i fenomeni o attraverso meccanismi o attraverso finalità. Paul Bloom e altri psicologi dello sviluppo hanno evidenziato l'eccesso di spiegazioni finalistiche dei bambini piccoli. A domande come: "Perché esiste la pioggia? Perché i bimbi talvolta si ammalano?" rispondono non in termini di fenomeni naturali (venti, temperature, vapori che salgono, nel primo caso), né di contagio e infezioni (nel secondo) ma piuttosto: "perché così i campi e gli alberi si bagnano" e "perché così i bimbi possono stare a letto ed essere coccolati dalla mamma".

La spiegazione delle azioni umane non riesce a fare a meno della finalità, ma le scienze dalla natura, da Galileo in poi, hanno usato solo spiegazioni fattuali, attraverso proprietà specifiche e misurabili dei corpi, leggi di correlazioni e meccanismi. Al cospetto, però, della diversità degli esseri viventi, della raffinatezza dei loro organi e dell'apparente scala progressiva dell'evoluzione, dal più semplice al più complesso, la tentazione di invocare un qualche finalismo, un progetto superiore, un qualche "disegno intelligente" è, purtroppo, molto forte. Darwin, invece, ci ha proposto di spiegare meccanicamente le proprietà del vivente, diffidandoci dalla tentazione animistica e finalistica. La diversità tra gli individui, prodotta da una cieca lotteria interna combinata con il tasso differenziale di capacità riproduttiva delle diverse varianti, spiega le proprietà dei viventi attraverso il tempo. Magnifica e irresistibile spiegazione. Questo ribaltamento esplicativo è stato certo un fattore fondamentale del successo del darwinismo.

Gli studiosi di evo-devo hanno, a mio parere, atteggiamenti tra loro un po' diversi nei confronti del darwinismo. Alcuni adottano una visione continuista, interpretando i loro mirabili dati come un'estensione della teoria di Darwin. Altri optano per una marginalizzazione crescente del ruolo della selezione naturale. Nel nostro saggio⁶, Fodor ed io citiamo testualmente brani di esperti biologi e genetisti che criticano apertamente il darwinismo tradizionale. Ne aggiungo qui uno, del noto biologo evoluzionista Michael Lynch, dell'Università dell'Indiana⁷: «E'

⁵ Dennett, D. C. (1995). *Darwin's Dangerous Idea: Evolution and the Meanings of Life*. New York: Simon & Schuster. Traduzione italiana (2015) *L'idea Pericolosa di Darwin. L'Evoluzione e i Significati della Vita*. Bollati Boringhieri.

⁶ M. Piattelli Palmarini, J. Fodor, *What Darwin Got Wrong*, New York NY: Farrar, Straus and Giroux., 2010; trad. it. di V.B. Sala, *Gli errori di Darwin*, supervisione scientifica di M. Piattelli Palmarini, Milano, Feltrinelli, 2010.

⁷ Lynch, M. (2007). The frailty of adaptive hypotheses for the origins of organismal complexity. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 104(Suppl 1), 8597-8604.

impossibile capire l'evoluzione puramente in termini di selezione naturale, e molti aspetti dell'evoluzione genomica, cellulare e di sviluppo possono unicamente essere capiti invocando un livello trascurabile di coinvolgimento adattativo».

Nessun dubbio può sussistere che la selezione naturale e l'adattamento siano ben reali. Ma nessun dubbio può altresì sussistere che il loro ruolo nell'evoluzione del vivente sia stato marginale. Casi di formazione di sottospecie e sottogruppi possono a buon diritto essere spiegati con tali fattori, ma l'evoluzione delle specie pare proprio di no. È veramente arduo, per vari motivi, lasciarsi Darwin alle spalle. Eppure, come abbiamo visto, lui precisava a quali condizioni la sua teoria sarebbe crollata. Tali condizioni si sono verificate. Ma la prudenza nel dirlo non sembra mai essere troppa. Uno degli esperti che Fodor ed io citiamo nel nostro libro, mi risulta da fonte fedegna, sarebbe rimasto allibito nell'apprendere di essere citato con approvazione. Non ha letto il libro, né, mi si dice, intende leggerlo. Sulla sola base del titolo, era persuaso che fossimo dei creazionisti. Eppure ecco il passo in questione: «[Questo libro] contribuisce significativamente alla concezione emergente secondo cui la selezione naturale è solo una delle fonti dell'ordine biologico, e forse nemmeno la più fondamentale». Sono parole di Gregory C. Gibson, professore di genetica nella North Carolina State University, e sono tratte dalla sua positiva recensione di un bel saggio del genetista ed evoluzionista Andreas Wagner su «robustezza ed evolvibilità»⁸. Spesso i critici moderati hanno in disistima i critici più radicali. La recensione più feroce del nostro saggio è stata scritta dal filosofo e biologo Massimo Pigliucci, ardente avvocato di una estensione piuttosto radicale del paradigma darwiniano⁹. Estendere sì, ma voltar pagina no.

Una concezione genuinamente moderna, genuinamente postdarwiniana e totalmente naturalistica preserva il ribaltamento naturalistico operato da Darwin, ma lo articola su più livelli, mettendo l'accento sui processi interni agli organismi: reti di regolazioni genetiche, duplicazioni di geni e di interi genomi, trasferimenti genici orizzontali, canalizzazioni nello sviluppo, singoli geni che governano strutture molto diverse, causando strette associazioni tra tratti distinti, accelerazioni o ritardi nello sviluppo in linee evolutive distinte. Il ruolo plasmante dell'ambiente esterno viene oggi analizzato nell'epigenetica, con le trasformazioni chimiche del DNA e dei complessi proteici (gli istoni) attorno ai quali il DNA si avvolge. È emersa l'idea (per ora solo un progetto) di decifrare il cosiddetto codice istonico, cioè il codice chimico della regolazione epigenetica. Siamo ben oltre la selezione naturale. Essere perfettamente naturalistici ben si combina con il soggettivo sentimento di meraviglia, espresso da Darwin e sottolineato da Sean Carroll¹⁰, su come, da origini tanto umili, sia potuta emergere la bellezza, la varietà e la complessità del vivente.

⁸ Gibson, G. (2005). Systems Biology: The Origins of Stability. *Science*, 310 (5746), 237.

⁹ Pigliucci, M. (2010). A misguided attack on evolution. *Nature*, 464 (7287), 353-354.

¹⁰ Carroll, S. B. (2005). *Forms Most Beautiful: The New Science of Evo Devo*. New York: Norton.

ⁱ Sono grato ad Alessandro Minelli per suggerimenti e critiche a una versione precedente.