



Dove c'è perfezione non c'è evoluzione

La storia naturale è un catalogo di imperfezioni e di aggiustamenti dell'esistente

“La nascita imperfetta delle cose” intitola un libro del fisico Guido Tonelli sulla genesi del cosmo. Siamo quindi frutto di un'imperfezione, di un errore casuale?



Intervista a
Telmo Pievani
Filosofo delle scienze
biologiche
Università di Padova



Telmo Pievani
Imperfezione.
Una storia naturale
Milano: Raffaello Cortina
Editore, 2019

Straordinariamente Tonelli cerca di dare una impostazione evolutiva alla storia del cosmo. Nel suo libro racconta di come l'Universo sia nato da un processo guidato non solo ed esclusivamente dalle leggi deterministiche della fisica ma anche da una piccola asimmetria primordiale nel vuoto quantistico, un evento imprevedibile a priori, che ha fatto deragliare la strada dell'evoluzione del cosmo in una direzione inaspettata. Il

che non significa che siamo figli del caso e che è tutto un lancio di dadi. Le leggi fisiche esistono e sono molto importanti, esattamente come lo sono le regolarità nel processo evolutivo che però non sono così potenti da rendere il processo deterministico, cioè scritto fin dall'inizio e incanalato in un unico percorso. Esistono infatti anche le contingenze. Charles Darwin, in una serie di lettere a un suo collega americano, scriveva di essere preoccupato di capire quanto ci fosse di determinato e di casuale nell'evoluzione per arrivare poi a concludere che è tutto un gioco di leggi e caso, una dialettica tra elementi normativi ed elementi idiosincratici casuali. Qualche volta prevalgono di più gli aspetti normativi, e allora il processo è abbastanza direzionato; qualche altra volta invece prevalgono gli aspetti casuali che fanno cambiare rotta, sono un punto di svolta. Questa intuizione di Darwin è stata confermata da tutto ciò che abbiamo imparato nel secolo e mezzo che seguì. Oggi possiamo affermare che l'evoluzione biologica così come quella del cosmo hanno un elemento di contingenza e che noi siamo figli di quelle svolte, di quelle piccole imperfezioni.

Perché l'imperfezione è così onnipresente in natura?

Spesso quando si parla di evoluzione biologica tutti sanno che c'è una imperfezione, che ci sono strutture subottimali. Di solito l'interpretazione canonica, che è valsa fino a qualche tempo fa, considerava l'imperfezione come un errore, un incidente di percorso, o anche come una torta che ha tutti gli ingredienti giusti ma, per qualche ragione, non lievita quanto dovrebbe, oppure ancora come la maionese che impazzisce. In realtà non è così. L'imperfezione è connaturata al processo evolutivo ed è bene che ci sia: è proprio quello che dobbiamo aspettarci se l'evoluzione funziona come sappiamo, ossia attraverso variazioni genetiche casuali e processi selettivi. Soprattutto va capito che la selezione naturale non può ogni volta partire da zero, non può esservi un adattamento ad hoc per ogni cambiamento ambientale, perché questo richiederebbe troppo tempo e troppe energie. Pertanto la natura cosa fa? Cerca la via più breve ed economica, perché altrimenti l'alternativa è l'estinzione. Così accade che parte dall'esistente, riutilizza il materiale a disposizione, lo modifica e lo converte per nuove funzioni. Fa di necessità virtù. Data la situazione l'esito non sarà perfetto ma sarà il migliore possibile. Questa è la ragione per cui noi siamo così imperfetti ma anche così creativi e potenti.

Paradossalmente come racconta nel suo libro "Imperfezione" anche il cervello e il genoma, due tra i sistemi più complessi, sono "palesamente imperfetti". Li definisce "inutilmente complicati, aggiustamenti, accrocchi e compensazioni".

Siamo un'enciclopedia di imperfezioni, un compendio di imperfezioni, scrisse una bravissima biologa sul *Nature*. E lo siamo a partire dal dna, anche quello umano, che è un macchinario biochimico formidabile, una delle più grandi invenzioni dell'evoluzione. Il nucleo di ciascuna delle 100.000 miliardi di cellule che formano il corpo umano contiene una quantità strepitosa – irraggiungibile dai microchip più potenti – di informazioni genetiche codificate nel dna per la sintesi di tutte le proteine necessarie alla vita degli organismi. Eppure per diverse ragioni anche la doppia elica non è così perfetta né onnipotente. A volte la sofisticata catena di reazioni che consente di passare dalla sequenza di nucleotidi all'assemblaggio degli aminoacidi in proteine può incepparsi. In questo caso si tratta di un semplice incidente casuale strutturale. Se poi guardiamo dentro la parte informazionale del nostro dna, da cui comincia tutto, scopriamo che contiene soltanto 22mila geni codificanti, non più del 2 per cento delle sequenze nucleotidiche che lo compongono. Inoltre c'è una grande ridondanza, molteplici sequenze ripetute, sequenze virali inflatateci dentro dai retrovirus ai quali siamo sopravvissuti in passato. Insomma una giungla, come ha detto qualcuno. Da evoluzionista aggiungo che è una fortuna perché questo è ciò che ha reso il sistema in grado di evolvere: la grande quantità di dna cosiddetto "spazzatura" ha una sua funzione che è utile per la continuità della vita. Se il dna fosse stato una macchina specializzata e perfetta fin dall'inizio non avrebbe avuto le stesse potenzialità per modificarsi ed evolversi.

Anche perché, come lei scrive, la perfezione è paradossale e in quanto tale non perfettibile. Senza imperfezione non succede nulla, non c'è progresso?

L'idea di imperfezione è una delle diverse modalità con le quali possiamo mettere in discussione la metafora suadente del progresso che caratterizza da sempre gli studi evolutivi. Dopo Darwin abbiamo imparato che la biodiversità è formata per la stragrande maggioranza da organismi unicellulari piuttosto semplici che hanno un grande successo. Ne è un esempio il virus sars-cov-2: un organismo formato da un solo filamento di ma racchiuso in una capsula di proteine, che mette in scacco organismi estremamente complessi. Il processo evolutivo non è una sorta di filigrana che deve portare a organismi sempre più complessi e che come tale, quindi, necessariamente a *Homo sapiens*. Noi siamo semplicemente uno dei possibili esiti dell'evoluzione e oltre a noi ce ne sono tanti altri con livelli molto →

→ più bassi di complessità. Il progresso si può misurare solo a posteriori: chissà se tra un milione di anni la Terra sarà piena di virus e batteri o discendenti di essere umani.

Nel "Faust" Johann Wolfgang von Goethe esclamava "Fermati, attimo, sei bello", come per rendere eterno un momento perfetto. È dunque l'imperfezione a farci percepire il senso del tempo e dell'evoluzione?

L'imperfezione ci fa apprezzare il senso del fluire del tempo, ma non l'istantanea come espresso nella bella citazione goethiana. E questo vale anche nell'evoluzione. Se studiamo la storia naturale per istantanee non avremo mai il quadro di quello che è successo, ma solo la fotografia di un processo che avviene nel momento dello scatto e di cui osserviamo solo le cause prossime. Se per esempio fotografiamo il funzionamento dell'occhio, siamo portati a pensare che sia perfetto e compiuto. Invece l'imperfezione ci permette di vedere il flusso, ossia quello che c'è dietro a ciò che stai vedendo. Per questo Darwin diceva che per capire l'evoluzione serve guardare per esempio gli organi rudimentali, come l'appendice intestinale o i denti del giudizio nell'uomo o le ali atrofizzate dei pinguini. Sono organi divenuti inutili che ci raccontano lo stato passato delle cose: per esempio le ali del pinguino in passato servivano per il volo e, in seguito a cambiamenti ambientali e comportamentali, sono state dismesse cosicché di esse oggi restano solo i rudimenti. "Potrebbero paragonarsi alle lettere di una parola, che si conservano nel compitare, ma non vengono pronunciate, le quali tuttavia ci guidano nella ricerca della sua etimologia", scriveva Darwin. Tutto in natura fa parte di un processo che è in continuo cambiamento. Questa è la ragione per cui è molto difficile in biologia trovare un criterio per definire un'entità discreta con dei confini perché tutto è in trasformazione, a partire dalla specie stessa.

Nelle ultime pagine del libro scrive che l'imperfezione, oltre a essere una caratteristica evolutiva inconfutabile, è la consapevolezza e la gestione dei nostri fragili limiti umani, primo tra tutti la caducità e la scarsa lungimiranza. Ce lo spiega?

Tutto ciò che è tipico dell'evoluzione naturale è ambiguo, ambivalente e amorale. L'imperfezione è naturale, ma non per questo essere imperfetti è sempre giusto e piacevole. Imperfezione significa anche sofferenza e disagio. La questione in fondo è che una specie imperfetta come noi, che sa di esserlo ma che comunque lo rimane, ha oggi per le mani un potere di intervento sulla natura e su sé stessa senza precedenti. Banalmente quando una specie imperfetta è molto potente aumentano le probabilità che essa utilizzi questi strumenti in modo non saggio, anzi addirittura suicida. Quindi il monito etico è quello di riflettere sulla nostra imperfezione perché siamo ospiti e non padroni di questo mondo. La pandemia ha mostrato quanto siamo vulnerabili, innanzitutto, quanto dobbiamo temere un avversario evolutivo molto più antico e molto più semplice di noi – e anche più perfetto in termini darwiniani considerato che è una macchina che fa benissimo solo una cosa, ossia moltiplicarsi e usare noi come veicolo di diffusione. E, soprattutto, la pandemia ha mostrato che siamo strettamente connessi e dipendenti dagli ecosistemi in cui siamo immersi, cosa che ci eravamo illusi di poter superare e dimenticare. Uno dei nostri grandi limiti è di non essere lungimiranti: il nostro cervello è imperfetto, alcune sue parti arcaiche ci portano a decisioni rapide e istintive che sono vitali in alcune circostanze ma che ci spingono a un pensiero teleologico, legato al qui e ora, che ci induce a impegnarci eticamente solo per ciò che è prossimo a noi nel tempo e nello spazio. Quando invece ci viene chiesto di prendere un impegno i cui effetti si proiettano nel tempo lontano, facciamo fatica. E oggi è un problema perché siamo davanti a sfide che richiedono molta lungimiranza.

Se potessimo riavvolgere il film dell'evoluzione biologica e riproiettarlo, difficilmente alla fine della proiezione riapparirebbe *Homo sapiens*, diceva Stephen Jay Gould. Se potessimo farlo avanzare velocemente e andare nel futuro cosa dovremmo aspettarci alla fine della proiezione? Dove ci sta portando la nostra imperfezione naturale e quella umana?

L'esercizio del film della vita è proprio l'esercizio della contingenza. Un processo contingente è un processo intrinsecamente imprevedibile in cui i fattori casuali e le leggi del sistema interagiscono tra di loro. Gould considerava l'evoluzione un processo contingente e pertanto affermava che ripetendo enne volte un processo evolutivo non otterremo mai enne risultati uguali. Se dovessimo riavvolgere il film dell'evoluzione biologica troveremo forme di vita simili per molti aspetti alle nostre, per esempio i batteri, ma comunque sempre un po' diverse. Lo verificheremo quando troveremo forme di vita aliene. Questo vale anche per l'evoluzione umana: è piuttosto improbabile che riapparirebbe un altro *Homo sapiens*. Allo stesso modo, se potessimo far avanzare velocemente il film della vita, dovremmo aspettarci che altri eventi contingenti porterebbero il futuro in direzioni per noi inaspettate. Il nostro futuro è aperto, come ripeteva Karl Popper, non è scritto in tutto e per tutto nel passato né nel presente. Ma noi, come *Homo sapiens*, possiamo scegliere una direzione intenzionalmente, per esempio una direzione di sostenibilità ambientale oppure di distruzione ambientale, e possiamo influenzare gli eventi per favorire un contro-futuro più desiderabile. Gli evolucionisti hanno il divieto di fare previsioni a medio e lungo termine, però sono scettico su quanti dicono che ci sarà il post-umano e una nuova specie umana. Secondo me tra migliaia di anni ci sarà ancora *Homo sapiens*, magari 2.0, però saremo sempre noi umani e saremo noi che avremo inciso sempre di più sulla nostra evoluzione. La grande scommessa è quanto saremo saggi nell'utilizzare le tecnologie per finalità eticamente e socialmente solidali. Quindi tutto dipenderà nel futuro dalle nostre scelte mentali, che dovranno essere eticamente motivate, pur sempre con un grande punto interrogativo sull'imprevedibilità, in quanto il processo evolutivo della scienza e della tecnologia è intrinsecamente serendipico. Così come negli anni sessanta non avremmo mai previsto l'arrivo del web, noi oggi nel 2020 dobbiamo essere consapevoli che non possiamo assolutamente prevedere quali invenzioni verranno create tra mezzo secolo: il motivo è che spesso nella scienza si trova ciò che non si stava cercando.

A cura di Laura Tonon

Tutto ciò che è tipico dell'evoluzione naturale è ambivalente e amorale. L'imperfezione è naturale, ma non per questo essere imperfetti è sempre giusto e piacevole.

