

Andrea Parravicini

Ringrazio Parolini per le sue domande e rispondo punto per punto.

Riguardo alla definizione biologica di specie, come ho detto durante il primo incontro, essa è una definizione molto condivisa tra i biologi ma anche molto problematica (e i biologi lo sanno). Qualsiasi definizione in biologia si scontra con la continuità dei fenomeni viventi, con la problematicità di definizioni precise e di tagli netti tra un processo continuativo di trasformazione e un altro, tra entità discrete e altre. Qualsiasi legge in biologia, si diceva anche, ha la sua eccezione, per cui oggi non si parla di leggi dei fenomeni viventi ma di regolarità, pattern, ripetizioni variate di fenomeni o tendenze nel tempo.

1- Perciò, riguardo al primo punto, sono d'accordo con Parolini, i fenomeni viventi possono certamente sfuggire alla definizione biologica di specie, non solo in laboratorio, ma di fatto anche in natura. Per questo oggi si tende a integrare la definizione biologica con altri tipi di definizioni, come quella più classica, morfologico-tipologica (basata su somiglianze tra popolazioni morfologicamente simili, localizzate in aree geografiche definite, ecc. che però naturalmente genera altri grossi problemi, tra cui la presenza di specie dette *gemelle* riproduttivamente isolate ma morfologicamente indistinguibili), ma anche con criteri ecologici di specie. Secondo la definizione ecologica di specie una specie è definita dalla sua nicchia univoca, dall'insieme dei requisiti e degli adattamenti ecologici posseduti da una popolazione che si è separata da altre. Quindi, in questo senso, anche i comportamenti degli organismi sono importanti per definire specie differenti, che utilizzano in modo diverso le risorse del loro ambiente. Che i fattori culturali, in quanto assimilabili a fattori comportamentali, possano aiutarci a definire specie diverse, potrebbe essere, anche se forse sono troppo poco diffusi (a parte *Homo sapiens*, che è una specie unica e molto omogenea dal punto di vista della variabilità genetica, dove la nozione di fattore culturale potrebbe aiutarci a definire una specie?). Insomma, io credo che si debba in questi problemi di definizione oggettiva in biologia, adottare una strategia pragmatica, non essenzialista.

Certo, sono abbastanza d'accordo con Parolini quando dice che la citata definizione biologica di specie «si configura come potenziale, ovvero tale definizione non riguarda la descrizione di un fenomeno ma il suo potenziale evolversi», in quanto abbiamo a che fare con processi continuativi di trasformazione (i processi viventi). Sul fatto che «tale potenziale risulta essere fortemente inquinato dal progredire della capacità tecnica e progettuale dell'uomo», questo non direi, perché quando si parla di essere umano si parla dell'unica specie *Homo sapiens*, che ha elaborato, a suo modo, un tipo di comportamento (tecnico-culturale-linguistico) che si differenzia dalle altre specie viventi, ma che nonostante la grande varietà culturale presente tra gli esseri umani in tutto il mondo non è un elemento che può contare come differenziante a livello di specie (per via di altre ragioni ben più forti e determinanti: è una specie troppo giovane, troppo mobile, molto poco variabile dal punto di vista genetico, ecc.).

2- Sulla seconda serie di domande, molto interessanti e stimolanti, credo di non essere la persona più qualificata a rispondere, per il loro carattere tecnico e molto specifico, più adatte a un biologo molecolare o cellulare, come Redi e Monti ad esempio. Precisato questo, se ho ben compreso la questione, Parolini si riferisce a tipi di mutazioni genomiche dette «anomalie cariotipiche», che si presentano quando un organismo ad assetto, per esempio, diploide ($2n$)¹ come il nostro, si trova a possedere cromosomi in più o in meno rispetto al normale. L'aneuploidia avviene se una parte del corredo cromosomico è in eccesso o in difetto ed è un fenomeno provocato dalla mancata disgiunzione di una o più coppie di omologhi durante la meiosi e dunque dalla non corretta segregazione dei cromosomi nei gameti. Questo determina la formazione di gameti con $n + 1$ o $n - 1$ cromosomi e, di conseguenza, di individui $2n + 1$ e $2n - 1$. Le prime ($2n + 1$), mutazioni particolarmente comuni anche nell'uomo, sono chiamate *trisomie*, in cui l'aggiunta di un cromosoma soprannumerario comporta la formazione di una tripletta di omologhi. Nel caso della trisomia 21 (sindrome di Down) l'errore nella segregazione durante la meiosi si verifica in corrispondenza del cromosoma 21 (il più piccolo cromosoma umano)

Le poliploidie sono invece quelle mutazioni genomiche che producono individui con cariotipo

¹ n si riferisce al numero dei cromosomi presenti nei gameti, perciò ogni mutazione che fa discostare il numero da $2n$ è una mutazione cromosomica.

multiplo esatto del cariotipo di base, ossia individui triploidi ($3n$), tetraploidi ($4n$), pentaploidi ($5n$) ecc. Tali tipi di mutazioni sono comuni nelle piante, dove spesso si associano a eventi di ibridazione tra specie diverse (molte delle piante oggi coltivate, infatti, sono in realtà specie poliploidi di origine ibrida). Il vantaggio della poliploidia, in questi casi, è di risolvere i problemi connessi alla meiosi nelle specie di origine ibrida (che presentano serie di cromosomi aploidi derivate da diverse specie parentali, e dunque mancano di cromosomi omologhi, che perciò non possono appaiarsi correttamente durante la meiosi I). Il raddoppiamento del numero cromosomico infatti ripristina la possibilità di accoppiamento a due a due da parte dei cromosomi durante la meiosi I, poiché di fatto riproduce le coppie di omologhi duplicando ogni singolo cromosoma. La poliploidia è invece molto più rara nel mondo animale, anche se si conoscono casi di animali poliploidi, i quali molto spesso si riproducono però “sopprimendo” la meiosi e producendo nuovi individui per partenogenesi (dove divisione cellulare e sviluppo dell'uovo avvengono senza fecondazione).

È interessante notare che gli eventi di poliploidizzazione sembrano aver avuto un ruolo nelle cosiddette duplicazioni genomiche (in cui si duplica l'intero complemento genico dell'individuo), molto importanti nell'evoluzione di taxa come i vertebrati o le piante dicotiledoni, ad esempio. Le duplicazioni geniche hanno permesso a larghe parti del genoma di evolversi verso nuove funzioni e sembra che alla loro base vi siano antichi eventi di poliploidizzazione, dopo i quali i genomi sarebbero tornati alla normale condizione diploide grazie a sensibili riarrangiamenti (salvo lasciare tracce dell'originaria poliploidia nell'esistenza delle ampie regioni duplicate nel genoma). I geni presenti nelle regioni duplicate hanno avuto la possibilità di evolvere poi autonomamente rispetto ai geni originari, spesso diversificando la loro funzione rispetto a questi ultimi.

Il fatto che, nonostante ogni cromosoma sia portatore di circa un migliaio di geni e nell'equazione che descrive un meccanismo vengono immesse casualmente molte variabili in più, il funzionamento del meccanismo si mantiene comunque, è dovuto alla grande robustezza, coerenza interna e stabilità dei fenomeni viventi e soprattutto attraverso il loro invariante biologico fondamentale, il DNA. La vita è un fenomeno raro (si è evoluta una volta sola, 3,75 miliardi di anni fa) ma anche molto robusto e stabile, che una volta comparso si è nel tempo sviluppato e diversificato evolutivamente in una miriade di organismi, specie e generi diversi, ogni forma con un altissimo grado di fedeltà di replicazione (invarianza) che si ripete di generazione in generazione con un'efficienza sempre più raffinata. E tutta la vita funziona, più o meno, attraverso gli stessi processi e strutture storicamente affermatasi in origine, a partire da proteine e acidi nucleici, e attraverso sequenze metaboliche universali, riadattate a diverse funzioni, come ben spiega anche Monod. Il DNA in particolare è in grado di replicare e tradurre di generazione in generazione, la sequenza nucleotidica in sequenze amminoacidiche complesse, e lo fa e lo ha fatto una miriade di volte, attraverso un sistema altamente conservativo. Interessante anche notare che nei sistemi biologici l'elemento di ordine capace di organizzare le componenti eterogenee del sistema è rappresentato da relazioni che hanno la forma di un segnale e che promuovono l'interconnessione tra le parti. Attraverso segnali le cellule di una coltura batterica o le componenti di un sistema pluricellulare coordinano i processi interni con quanto accade all'esterno di ciascuna di esse, mentre a livello degli organismi pluricellulari, il sistema costituito dal segnale e dal suo recettore assicura l'integrazione tra le varie cellule, e negli animali può anche consentire l'integrazione sociale degli individui sia attraverso l'azione degli ormoni, sia attraverso quella dei neurotrasmettitori.

Ma la complessità dei fenomeni implicati rende sempre possibili degli “errori”, mutazioni casuali, che costituiscono per così dire il combustibile dell'evoluzione, come diceva Darwin. La perturbazione è all'origine dell'evoluzione!

Per quanto riguarda le osservazioni legate a *Il caso e la necessità* di J. Monod, in particolare riguardo al suo «principio di oggettività della Natura», è certamente come dice Parolini, cioè che con Darwin è possibile parlare scientificamente della Natura come di una moltitudine continuamente cangiante di insiemi strutturati di innumerevoli «progetti finalizzati» alla propria sussistenza e riproduzione. Salvo che quel «progetti finalizzati» non va interpretato come se ci fosse un Progettista Intelligente che pone i fini. Quei processi che paiono finalizzati, dicono i biologi darwiniani, sono il frutto di processi ciechi, che non hanno in sé alcun fine, teleonomici (direbbe Monod). Perciò sono d'accordo con Parolini «il disegno di Darwin è geniale perché ci permette di parlare di progetti senza per questo dover chiamare in causa un Progettista», e Monod pensava proprio a questo, ovvero che «l'oggettività del discorso scientifico si basa sulla sottrazione dalla descrizione del mondo di una sua progettualità [...] cosciente e/o esterna al mondo» (Credo che quel e/o sia da intendersi come inclusivo).

(8 febbraio 2019)