

La selezione naturale e le rare mutazioni, che quando recano vantaggio si diffondono rapidamente bastano però a spiegare tutta la variazione che osserviamo nel corso del tempo all'interno del patrimonio genetico. Ma c'è anche un altro fenomeno, che è interamente legato al caso: la deriva genetica, o, in inglese, drift.

Per capire di cosa si tratta, dobbiamo tenere presente che le varianti proposte dalla mutazione possono essere vantaggiose, neutre o svantaggiose. Per le vantaggiose, la selezione naturale ha una influenza sul successo o sull'insuccesso. Per le neutre, la conseguenza è che le frequenze geniche, cioè le frequenze con cui geni diversi sono presenti all'interno di una generazione, fluttuano semplicemente sotto l'effetto del caso. Il genetista giapponese Motoo Kimura, che ha definito questo fenomeno, lo ha definito come "la sopravvivenza del più fortunato". In un articolo pubblicato nel 1968, Kimura ha dimostrato che l'evoluzione molecolare (cioè l'evoluzione del DNA e delle proteine in diverse specie) è largamente determinata dalla velocità dell'evoluzione molecolare nei confronti fra specie è pari alla frequenza di mutazione.

Il drift è definito come la fluttuazione casuale delle frequenze geniche di generazione in generazione. Un esempio è quello di una popolazione che abita su un'isoletta del Pacifico, l'atollo di Pingelap, in Micronesia. Si tratta di una popolazione che fa sì che l'occhio non abbia sensibilità ai colori, ma veda solo in bianco e nero. Si tratta di uno svantaggio, perché dà forte miopia e altri disturbi della vista, ma questi non sono di entità tale da determinare l'estinzione della popolazione. Di conseguenza, la frequenza di questo gene nella popolazione potrà aumentare o diminuire, in modo casuale di generazione in generazione.

Facciamo l'ipotesi che cent'anni dopo che questa mutazione è comparsa vi siano 10 persone che la portano su una popolazione di 200 persone: si tratterà del 5% dei casi. Ora, poniamo che si verifichi una catastrofe, come un'improvviso sbarco di razziatori di una popolazione ostile. La catastrofe decima gli abitanti dell'isola e una combinazione fortuita tutti e dieci i portatori della mutazione che dà cecità ai colori si sono salvati. Passa qualche secolo e la mutazione, sempre variando di frequenza in maniera casuale, può essere divenuta più rara, ma potrà anche essere divenuta molto importante e avere raggiunto frequenze alte.

Questa ricostruzione, sia detto per inciso, è puramente dimostrativa: nei fatti, a Pingelap, la carestia che ha lasciato solo 30 sopravvissuti, uno dei quali colpito da questa forma di acromatopsia. Negli anni Sessanta la malattia (che è recessiva, per cui si manifesta solo negli omozigoti) colpiva il 5% degli abitanti di Pingelap. Oggi la frequenza della malattia genetica. L'animazione nella scheda ci permette di simulare l'influenza del caso.

In inglese, drift significa "deriva"; in italiano si parla di "deriva genetica"; è un termine preso dall'inglese, perché quando una corrente porta alla deriva una barca che non è più in grado di governarsi in un certo modo, la deriva genetica è sempre in una stessa direzione, quella della corrente, che di solito è costante, mentre la deriva genetica può essere sia ad aumentare che a diminuire di generazione in generazione, sempre agendo in maniera del tutto casuale. In altre discipline, per esempio in geografia, "deriva" viene impiegato nel senso più comune, di tendenza sistematica.

L'azione della deriva genetica è particolarmente sensibile quando i gruppi umani sono piccoli, per cui è più probabile che avvenga una deriva genetica nei periodi più antichi della storia umana. I gruppi che per primi hanno colonizzato le Americhe, tra i quali c'era la Terra di Beringia, ricoperta dai ghiacci, erano con ogni probabilità di dimensioni molto piccole. Se un gruppo sanguigno dei tipi A e B, perché questo gruppo è completamente assente nei loro gruppi (con l'eccezione di alcune tribù canadesi che hanno un'alta percentuale di A, ma nessun B), è stato portato in America, è probabile che sia stato portato in un tempo diverso, o perché vi ha avuto luogo una mutazione A che è aumentata.

Se le cose sono andate così, nella scomparsa del gruppo 0 tra la gran maggioranza degli amerindi, dev'essere fortuito, perché i gruppi A e B sono diffusi in tutto il mondo, anche in quelle zone dell'Asia non primissimi scopritori dell'America. Si parla di "effetto del fondatore", perché il corredo genetico degli indiani si trasmette ai loro discendenti: questi possono aumentare di numero enormemente nel corso del tempo dei capostipiti. È grazie a questo fenomeno che oggi possiamo ritrovare in Toscana le tracce genetiche caratteristiche dei Greci che la colonizzarono nel I millennio a.C., e fra gli abitanti delle zone montane tracce degli antichi Liguri.

Scopriamo così l'importanza del caso nella storia dell'evoluzione. È la seconda volta che lo vediamo: una mutazione è casuale, sia perché è il caso a governare la fluttuazione delle frequenze dei geni che non la selezione naturale, quindi della maggior parte dei geni.

Che il numero dei componenti di una popolazione sia elevato, come in una grande città, o minuscolo, come in un villaggio, è sempre in azione, anche se in presenza di grandi numeri i suoi effetti si manifesta molto più lentamente. Bene la selezione naturale solo quando una mutazione porta vantaggi o svantaggi veramente importanti. In popolazioni piccole la selezione naturale è troppo debole per poter essere osservata quantitativamente, sui piccoli numeri siamo in grado di studiare. Può esserci comunque, anche se magari rivelerà i suoi effetti solo su tempi lunghi, la prepotenza quando mutano le condizioni ambientali.

Possiamo prevedere bene le conseguenze della deriva, proprio perché è una forza casuale. E interviene dove dovrebbe essere per definizione imprevedibile, obbedisce a leggi precise. Può sembrare strano, ma è detta "dei grandi numeri", che si può applicare quando è possibile fare la media di molte misurazioni anche senza conoscere la matematica: se lanciamo in aria una moneta per dieci volte, potrà accadere la croce. Se però la lanciamo in aria cento volte, i numeri di teste e di croci che usciranno non saranno più casuali. Se pazienza di lanciarla in aria centomila volte e ripetessimo molte volte questo esperimento, otterremmo i risultati attesi le 50.400 volte. In media, il caso è perfettamente prevedibile.

Ciò che chiamiamo caso, in realtà, non è altro che una concatenazione di cause troppo complesse per poter essere previste, quando tiro una moneta, conta la forza con cui la tiro, il numero di volte che gira per aria, il fatto che giri, il modo e il luogo in cui cade e così via. È impossibile misurare individualmente questi fattori, i loro effetti se lanciamo la moneta un gran numero di volte.

L'animazione che segue, costruita con un programma casuale, mostra come una mutazione possa diventare una forma dello stesso gene, oppure possa scomparire completamente, nell'arco di un numero maggiore o minore sotto l'effetto della deriva genetica, cioè del caso.