

Grandi estinzioni e biodiversità

Pietro Greco

Le specie nascono, crescono e muoiono. Di per sé l'estinzione naturale di una specie non va interpretata come un fenomeno eccezionale, ma deve essere considerata semplicemente per ciò che è, ovvero un'espressione dell'evoluzione biologica. Un'estinzione non comporta necessariamente la scomparsa della vita; in genere si tratta della scomparsa di un gruppo limitato di organismi, a favore di un altro più agguerrito e resistente, che ne prende il posto

Cattivi geni o cattiva sorte? Dopo il Big Bang, l'esplosione del Cambriano che poco meno di 600 milioni di anni fa ha inaugurato la stagione della vita animale, la biodiversità – ovvero il numero di specie viventi sul pianeta Terra – ha avuto una crescita costante, quasi lineare.

Anche se la ricchezza delle forme di vita ha subito molte fluttuazioni, con decine di episodi di estinzione di massa che, in almeno cinque casi, sono state “grandi”, ovvero hanno visto scomparire oltre il 65% delle specie. Eppure, anche dopo una “grande estinzione di massa”, la vita si è subito ripresa e la biodiversità ha recuperato per intero la sua ricchezza. E, anzi ha continuato ad aumentare come se l'estinzione non fosse mai avvenuta.

Nel Permiano, 245 milioni di anni fa, si è estinto almeno il 96% delle specie. La vita sulla Terra ha rischiato di scomparire. Eppure, dopo quell'immane moria, la diversità biologica è ritornata ai precedenti valori e ritmi di crescita. A causa di questa specie di “stop and go”, la gran parte (il 98%) delle specie nate e vissute sulla Terra sono morte. E, dunque, la storia della vita sul nostro pianeta è una storia di continuo ricambio delle specie.

Sebbene, aggiungerebbe Stephen Jay Gould, di nessun cambio di *Phylum*, di grandi piani strutturali, il cui numero dal Cambriano in poi non è mutato. A subire il ricambio continuo sono soprattutto le specie, mentre le organizzazioni tassonomiche gerarchicamente superiori sono più stabili. Anche oggi assistiamo a un fenomeno di estinzione. Le specie muoiono a una velocità superiore a quella con cui nascono. Anzi, il ritmo di estinzione è superiore persino a quello della più vasta e rapida “grande estinzione di massa”. È il motivo per cui molti parlano di una

“sesta grande estinzione” in atto e molti sostengono che «la vita è in bilico», come recita il titolo di un libro firmato qualche anno fa da Niles Eldredge, il biologo evoluzionista autore, insieme a Stephen Jay Gould, della «teoria degli equilibri puntuati». Ma davvero la vita è in bilico? E come si spiegano le immensi morie che hanno puntuato la storia della vita? Hanno un ruolo evolutivo? E le specie che muoiono, scompaiono perché hanno “cattivi geni” e perdono la partita nella darwiniana gara per la sopravvivenza del più adatto o perché sono, semplicemente, sfortunati? Sono domande che non hanno solo un valore teorico, ma sono fondamentali anche per cercare di evitarla, questa sesta grande estinzione. Una decisione che, come umanità, abbiamo varato a Rio de Janeiro nel 1992 con la Convenzione delle Nazioni Unite sulla diversità biologica.

Iniziamo, dunque, col cercare di rispondere alla prima domanda: davvero la vita è in bilico? Subito ci imbattiamo in un problema niente affatto semplice da risolvere: non sappiamo esattamente quante specie vivano sulla Terra. Anzi, non ne conosciamo con certezza neppure l'ordine di grandezza. Le stime più attendibili oscillano tra 5 e 100 milioni di specie viventi. I tassonomisti ne hanno classificate, finora, circa 2 milioni. Due cose, però, le sappiamo abbastanza bene. Che siamo all'apice di una linea di crescita della biodiversità: mai in passato c'è stata tanta ricchezza di specie. E che mai in passato (o, almeno, mai a nostra conoscenza) la biodiversità è stata erosa in maniera così veloce come ai nostri giorni. Di questa sesta estinzione di massa – che non si consumerà in pochi giorni, ma che potrebbe consumarsi in pochi secoli

o addirittura in pochi decenni – dobbiamo preoccuparci. Non fosse altro perché in ogni caso noi stessi, specie sedicente sapiente, a un così radicale cambiamento saremmo chiamati a pagare un costo forse insopportabile. Per meglio comprendere ciò che è in atto e le sue possibili conseguenze conviene cercare di capire cos'è il fenomeno dell'estinzione delle specie. E, prima ancora, cos'è una specie. Non è semplice elaborare una definizione. Infatti, ce ne sono diverse. In prima approssimazione, possiamo dire che la specie è costituita da un insieme di individui che possono incrociarsi tra loro e generare una prole a sua volta feconda. Per intenderci cavalli e lumache sono specie diverse, perché non si incrociano tra loro. Ma anche cavalli e asini sono una specie diverse. Perché, pur incrociandosi tra loro generano una prole, i muli, che non è feconda.

Bene, le specie, proprio come i singoli individui, nasco-

La gran parte delle specie apparse sulla Terra si sono estinte. Tale processo si è accompagnato, alla formazione di nuove specie

no, si sviluppano e muoiono. L'estinzione delle specie è, dunque, un fenomeno normale. Che avviene con una certa ciclicità e secondo tre modalità. C'è un' "estinzione di sfondo", che si consuma in tempi per così dire normali. Modifiche dell'ambiente, apparizione di nuove specie, fenomeni di co-evoluzione portano una specie a estinguersi. In media, una specie animale vive pochi milioni di anni. Anche se vi sono innumerevoli esempi di specie che hanno vissuto molto meno e molti altri che hanno vissuto decisamente più a lungo. Le specie muoiono, pertanto, senza alterare l'equilibrio ecologico complessivo. Sia detto per inciso, ove mai dovesse verificarsi, l'eventuale scomparsa di *Homo sapiens* sarebbe del tutto normale nella vicenda della vita sulla Terra e avverrebbe, per parafrasare Jacques Monod, nell'immensità indifferente della diversità biologica. Nascita e morte sono componenti ineludibili, a ogni livello, della vita sul nostro pianeta.

Ma, tornando alle nostre domande, va detto anche che, in tempi normali, il tasso di speciazione, ovvero la nascita di nuove specie, è superiore al tasso di estinzione. Per questo, la storia a grana grossa della vita sulla Terra ha fatto regi-

strare, almeno finora, un aumento costante e addirittura quasi lineare della biodiversità.

Le “nascite di sfondo” sono generalmente superiori alle “estinzioni di sfondo”. Vi sono, però, fenomeni



Quando il numero di specie che si estingue supera il 75% di quelle viventi si parla di “grandi estinzioni”

di estinzione più acuti. Quelli che Niels Eldredge chiama “terremoti ecologici limitati” che riguardano regioni vaste, ma appunto confinate, e coinvolgono numerose specie. In questi casi, in maniera limitata nello spazio e/o nel tempo, la scomparsa delle specie supera le nuove apparizioni. La diversità biologica diminuisce. Ci sono, infine, le già citate “grandi estinzioni di massa”. Che si verificano, di tanto in tanto, e coinvolgono l’intera biosfera. Si tratta di autentici cataclismi globali. Nel corso dei quali periscono centinaia di migliaia di specie viventi (per definizione non meno del 65%). Queste grandi estinzioni di massa sono piuttosto rare: si verificano in media ogni 100 milioni di anni. La storia della vita è tuttavia costellata da numerose stragi di specie. Tra una grande estinzione di massa e l’altra, vi sono infatti estinzioni di specie di portata minore. In media ogni 10 milioni di anni, ad esempio, si verificano eventi che determinano la scomparsa del 30% delle specie. Insomma, la curva del tasso di estinzione delle specie è continua. E non c’è una cesura di principio tra “grandi estinzioni di massa”, “estinzioni intermedie” e “estinzioni di sfondo”. La perdita di biodiversità, nelle sue diverse classificazioni e nella sua sostanziale unitarietà, caratterizza la storia della vita, non meno della crescita di biodiversità.

In linea di principio dovremmo prenderle in considerazione tutte, le estinzioni delle specie. Tuttavia, per affrontare il nostro problema – quella di una possibile sesta estinzione di massa – ci conviene prestare particolare attenzione alle “grandi estinzioni”. Quelle in cui a morire sono almeno due specie su tre. Come illustrato nella tabella sottostante, ne possia-

mo contare almeno cinque negli ultimi 600 milioni di anni. A queste cinque, dovremmo aggiungerne la (potenziale) sesta. Un’estinzione che si sta consumando oggi, sotto i nostri occhi. E, probabilmente, sotto le nostre mani. L’estinzione contemporanea non ha (ancora) raggiunto le dimensioni critiche che caratterizzano una grande estinzione: la scomparsa del 65% delle specie. Ma la velocità con la quale in questi anni stanno scomparendo le specie è, sostengono gli esperti, superiore a quella delle grandi estinzioni. Se questo ritmo dovesse restare immutato, nel giro di pochi secoli o, addirittura, di pochi decenni la nostra diventerebbe a tutti gli effetti una grande estinzione. In ogni caso, nel corso di ciascuna delle cinque grandi estinzioni effettive, a sparire per sempre sono state, ogni volta, centinaia di migliaia di specie. La biodiversità ha subito un rapido e catastrofico tracollo. Nel Permiano, 245 milioni di anni fa, nel corso della madre di tutte le estinzioni, è scomparso il 96% di tutte le specie viventi. La vita si è ritrovata davvero sull’orlo del baratro. E, come scrive un altro biologo, David Raup: «se le stime sono accurate, il mondo biologico, almeno per quanto riguarda gli organismi superiori, ha evitato per un soffio l’estinzione totale». Le “grandi estinzioni di massa” rappresentano dunque una immane tragedia. Che può portare la vita sull’orlo dell’estinzione totale. Ma finora non si sono rivelate una tragedia definitiva. Dopo ogni grande estinzione, infatti, nel breve volgere di 5 o 10 milioni di anni la precedente biodiversità è stata pienamente recuperata, e il processo di diversificazione della vita è continuato, con attori nuovi, come se nulla fosse avvenuto. Lo studio delle grandi estinzioni si presterebbe a numerose considerazioni. Ma, ai nostri fini, è importante rispondere a tre domande: qual è la causa che le scatena? Hanno un ruolo evolutivo? E perché, mentre la gran parte delle specie muoiono, alcune sopravvivono? Non sappiamo cosa scateni, di tanto in tanto, una “grande estinzione di massa”. Le ipotesi sono molte. Alcuni studiosi propongono una causa specifica per ciascuna grande estinzione. Altri una causa unica e comune, ad esempio il periodico impatto della Terra con un grosso asteroide. Non è

Tabella 1 - Le grandi estinzioni di massa

Periodo	Milioni di anni dall'era presente	Famiglie estinte (%)	Generi estinti (%)	Specie estinte (%)
Ordoviciano	440	12	50	75
Devoniano	365	12	30	65
Permiano	245	54	72	96
Triassico	210	12	40	70
Cretaceo	66	12	38	68
Quaternario	0	?	?	?

il caso di entrare nel merito di questa accesa (e interessante) discussione. Anche se occorre rilevare che all'ipotesi della causa unica sfuggirebbe in ogni caso la spiegazione della attuale (potenziale) estinzione

Le specie più esposte al pericolo, di estinzione, occupano particolari e ristrette nicchie ecologiche

di massa, provocata (anche) da un agente che non era presente nel corso delle cinque precedenti: l'uomo. Tuttavia, quello che conviene sottolineare è che la causa, sia essa unica e di diverso tipo – biologica (un'epidemia interspecifica), geofisica (una brusca variazione del clima), astrofisica (un grosso asteroide) – o sia, invece, un intreccio di cause concomitanti, costituisce comunque un evento eccezionale. Un accidente della storia di immane rilevanza biologica, capace di reindirizzare lo sviluppo della vita. Ma che nessuna legge biologica può contenere, prevedere o cercare di ammortizzare. È un accidente, decisivo per la vita, che non può rientrare in alcun algoritmo. E che non rientra nei comuni fattori che determinano la sopravvivenza delle specie per selezione naturale del più adatto. Per intenderci: nessuna specie può aver sviluppato caratteri che la rendono adatta a sopravvivere all'impatto di un grosso asteroide.

È certo però che, pur sfuggendo al normale tran tran della vita, anche le grandi estinzioni hanno un ruolo evolutivo. Oggi sulla Terra non ci sarebbe l'egemonia (e la biodiversità) dei mammiferi se un asteroide o, forse, una costellazione di cause non avesse determinato 65 milioni di anni fa l'estinzione dei dinosauri. O meglio, l'estinzione di gran parte dei dinosauri e l'evoluzione di una parte minore di quei sauri nella nuova classe di animali che chiamiamo uccelli.

Cosa sarebbe stato della vita, senza le grandi estinzioni? La biodiversità avrebbe probabilmente raggiunto un livello di saturazione. In una condizione di saturazione la selezione naturale avrebbe continuato a operare, ma con adattamenti sempre più marginali. Insomma, si sarebbe arrivati a una condizione

di sostanziale stabilità. Non avremmo avuto forme davvero nuove e abitudini di vita davvero innovative. Senza l'estinzione (e parziale evoluzione) dei dinosauri, noi uomini, per esempio, non saremmo, con ogni probabilità, mai apparsi sulla faccia della Terra. Le grandi estinzioni, insomma, hanno avuto storicamente un ruolo evolutivo eccezionale. Hanno eliminato molti di quegli «accidenti congelati» che la selezione naturale non avrebbe saputo eliminare, aprendo così nuovi e inattesi spazi evolutivi.

Veniamo, dunque, alla terza domanda. Perché, nel corso di una “grande estinzione di massa” la gran parte delle specie muore, mentre alcune sopravvivono? Si tratta di buoni geni o solo di buona sorte? La domanda è davvero complicata. Certo, la selezione naturale non può aver allevato geni in grado di resistere all'impatto di un asteroide, all'esplosione concomitante di mille vulcani o alla furia devastatrice dell'uomo. Quindi il caso, o la fortuna, contano. Tuttavia, come rileva ancora David Raup, è anche vero che «gli organismi hanno illimitate caratteristiche potenzialmente rilevanti: anatomiche, comportamentali, fisiologiche, geografiche, ecologiche e, addirittura, tassonomiche». Queste potenzialità nascoste possono diventare utili e addirittura determinanti in una nuova situazione. I buoni geni (o meglio, i geni previdenti), dunque, contano. Ma quanto? È difficile dirlo. Probabilmente, sostiene ancora David Raup, nel corso di una grande evento di estinzione «l'effettivo livello di selettività non è mai molto alto». Il segreto per sopravvivere a quelle immani catastrofi, quindi, è possedere buoni geni, ma soprattutto buona sorte.

La contingenza di cui parlava Stephen Jay Gould – ovvero quella concatenazione irripetibile di cause favorevoli, che non sono mero caso – è quindi determinante in questi episodi decisivi e ricorrenti della storia della vita. Ma la contingenza è, per definizione, irriducibile a qualsiasi algoritmo. Strutturalmente imprevedibile. Le “grandi estinzioni di massa” sono dunque lì ad ammonire chiunque cerchi di forzare la storia della vita in un percorso necessario disegnato da una legge universale. Se anche esistesse, un design

più o meno intelligente, se anche esistesse un “secondo principio della complessità crescente”, immagine speculare e opposta del secondo principio della termodinamica che (in un sistema isolato) impone la crescita ineluttabile del disordine, dovrebbe non solo scendere a patti, ma inchinarsi di fronte alla contingenza della storia.

E, tuttavia, in questa incipiente sesta estinzione di massa anche la contingenza di Gould dovrebbe piegarsi di fronte a una novità evolutiva: l'“enorme coscienza” di *Homo sapiens*. Intesa come inedita capacità di una specie di saper prevedere – non con il determinismo delle previsioni magiche, ma con il probabilismo delle previsioni scientifiche – la catastrofe incipiente. E intesa anche come lucida volontà di evitarla. Perché il futuro della nostra specie e delle altre specie, sebbene con tanti vincoli, è anche nelle nostre stesse mani. La vita è in bilico, anche a causa nostra. Ma noi lo sappiamo. E possiamo allontanarla dall'orlo del baratro dove l'abbiamo portata. Rappresentiamo un fattore nuovo e impreveduto e paradossale nella storia della vita. Siamo la prima causa di una catastrofe che può agire su se stessa. Anzi, che può agire preventivamente su se stessa ed evitare la catastrofe di cui è causa.

