

I biologi lo chiamano il «Big Bang della vita». Charles Darwin lo considerava la più seria minaccia alla sua teoria dell'evoluzione delle specie. Un evento improvviso, grandioso e soprattutto inspiegabile. Un'autentica esplosione di complessità e di diversità biologica, che nel giro di una decina di milioni di anni, tra il Vendiano e il Cambriano, trasformò la Terra da un (apparente) deserto a un giardino pullulante di vita. Perché fu allora, nel corso di quel breve batter di ciglio, che esplose la vita nella sua forma pluricellulare e sulla Terra apparvero i progenitori di quasi tutte le piante e di tutti gli animali.

Perché ci fu, improvvisamente, l'esplosione del Cambriano? Perché la vita, dopo aver sonnecchiato pressoché immutata, nelle sue dimensioni monocellulari, per 2500 milioni di anni, in appena 10 o 15 milioni di anni ha prodotto oltre 600 generi e migliaia di specie diverse con una velocità di incremento della diversità biologica almeno 20 volte superiore a quella dei periodi «normali»? Perché i *phyla*, i grandi progetti anatomici, degli animali nacquero tutti allora e nessun nuovo *phylum* animale è nato nei 520 milioni di anni successivi?

L'esplosione del Cambriano è uno dei più grandi eventi nella storia della vita. E uno dei più misteriosi. Difficile da spiegare, come riteneva lo stesso Darwin, con una interpretazione gradualista della teoria dell'evoluzione delle specie per lenti mutamenti e selezione del più adatto. E, infatti, pochi avevano azzardato ipotesi sulle cause di quel grande evento che ha regalato l'esistenza a tutte le forme di vita complesse presenti oggi sulla Terra. Uomo compreso.

Ieri la rivista scientifica *Science* ha pubblicato l'articolo con cui tre ricercatori americani, Joseph Kirschvink e David Evans, della divisione scienze geologiche e planetarie del *California Institute of Technology*, e Robert Ripperdan, della divisione scienze chimiche e analitiche degli *Oak Ridge National Laboratories*, annunciano un'importante scoperta e propongono un'ipotesi, plausibile anche se certo non definitiva, per spiegare il «Big Bang della vita».

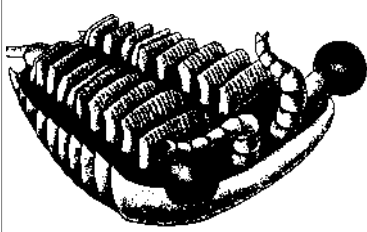
A provocare lo straordinario evento biologico fu uno straordinario evento geologico. Il ribaltamento della Terra. Un *polar wander event*, una migrazione dei poli che ha fatto ruotare di 90 gradi la litosfera e il mantello, gli strati esterni del pianeta, catapultando i poli all'equatore e, naturalmente, l'equatore ai poli. Il ribaltamento della Terra sarebbe consumato in appena 15 milioni di anni. E, soprattutto, sarebbe stato contemporaneo all'«esplosione del Cambriano».

Prima di dire quale nesso di causalità possa mai legare quei due eventi straordinari e contestuali, vediamo come e perché, secondo Kirschvink e colleghi, si è verificato, tra 530 e 515 milioni di anni fa, il ribaltamento della Terra.

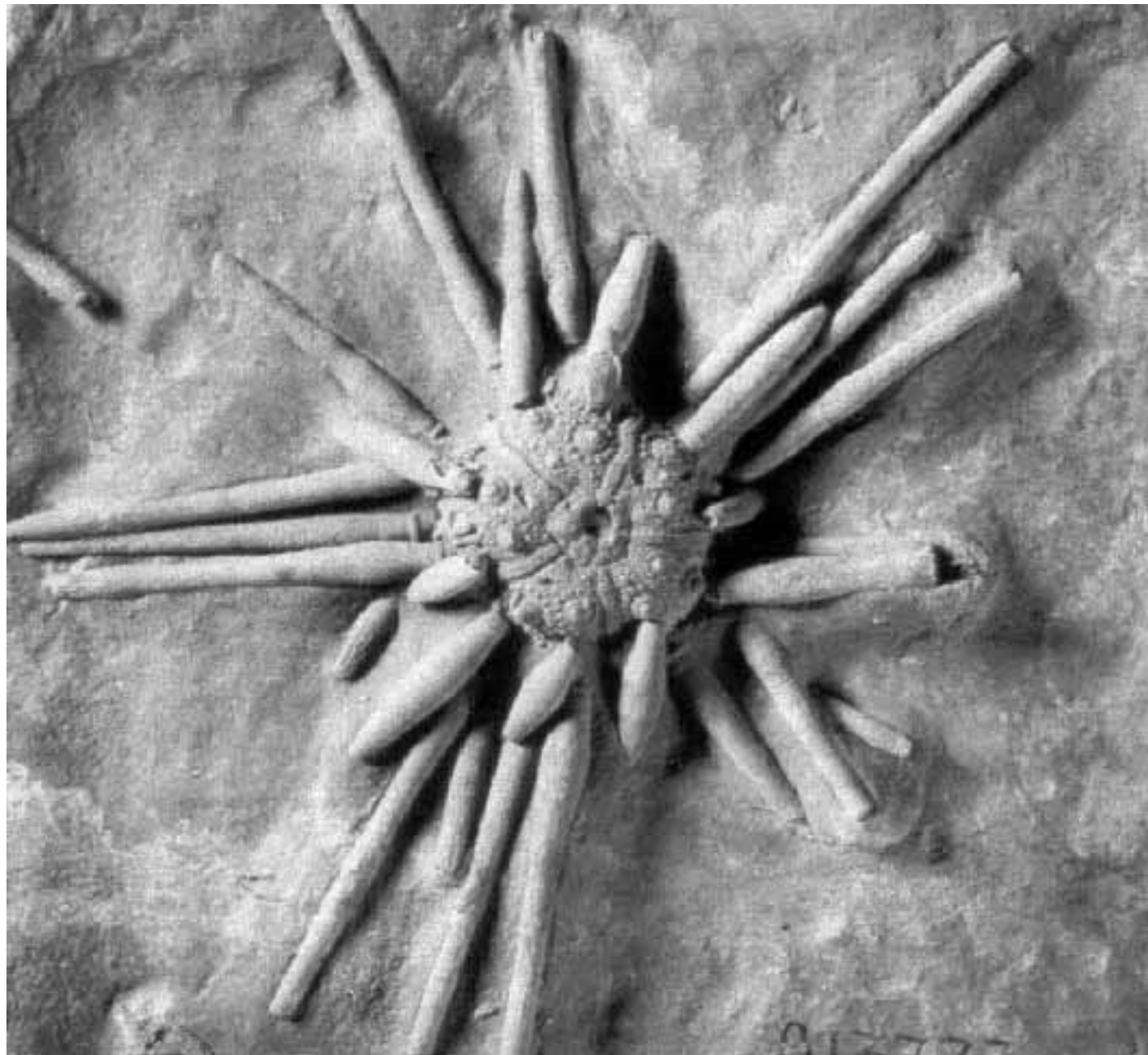
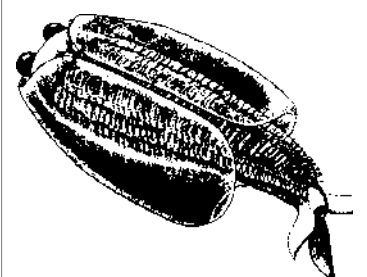
Il *polar wander event*, la migrazione dei poli, è un fenomeno geologico in apparenza analogo, ma in realtà profondamente diverso dalla *deriva dei continenti* che è il fenomeno dinamico più noto del pianeta. In realtà la migrazione dei continenti è un fenomeno abbastanza superficiale. Esso coinvolge solo la crosta, la parte solida più esterna del pianeta, profonda non più di 80 chilometri. Che, come si sa, è formata da una serie di zolle indipendenti che galleggiano su un mare semiliquido incandescente e si scontrano tra loro. La *deriva dei continenti*, ovvero la migrazione delle zolle, ha una dinamica continua, ma molto lenta. Le zattere si muovono l'una rispetto all'altra a una velocità dell'ordine di pochi centimetri l'anno.

Il *polar wander event*, la migrazione dei poli, è un fenomeno sporadico, ma molto più profondo, gigantesco e veloce. Esso coinvolge tutti gli strati che circondano il nucleo della Terra: quindi crosta, litosfera e mantello per una profondità di migliaia di chilometri. Determina lo spostamento rapido, solidale e totale della superficie, ad una velocità che è centinaia di volte maggiore di quella tipica della *deriva dei continenti*.

Causa di tutto ciò è un accumulo anomalo di massa sulla superficie del pianeta. Come se qualcuno applicasse due pesi di piombo agli antipodi di un pallone di pallacanestro che sta ruotando su se stesso. Se i pesi si ritrovano all'equatore, il pallone resterà in equilibrio e continuerà a ruotare come prima. Se i pesi applicati non sono all'equatore, l'asse di rotazione del pallone migrerà fino a quando l'equilibrio non sarà ritrovato. La Terra, che ruota intorno a un asse quasi perpendicolare rispetto al piano descritto dall'orbita intorno al Sole, non è diversa da quel pallone.



Una nuova teoria spiega l'improvvisa comparsa di milioni di forme viventi con una migrazione dei poli terrestri



Dennis Serret/Discover

Il Big Bang della vita

Lo straordinario evento geologico del Cambriano

L'accumulo studiato da Kirschvink, Ripperdan ed Evans si è verificato 540 milioni di anni fa per una fluttuazione della massa interna del pianeta. La Terra ha reagito redistribuendo velocemente il suo peso intorno al suo centro d'inerzia. Ovvero facendo ruotare l'intera sua superficie di 90 gradi intorno all'asse di rotazione. Così c'è stato, letteralmente, un'inversione tra i poli e l'equatore. Il tutto si è verificato nel breve volgere di pochi milioni di anni.



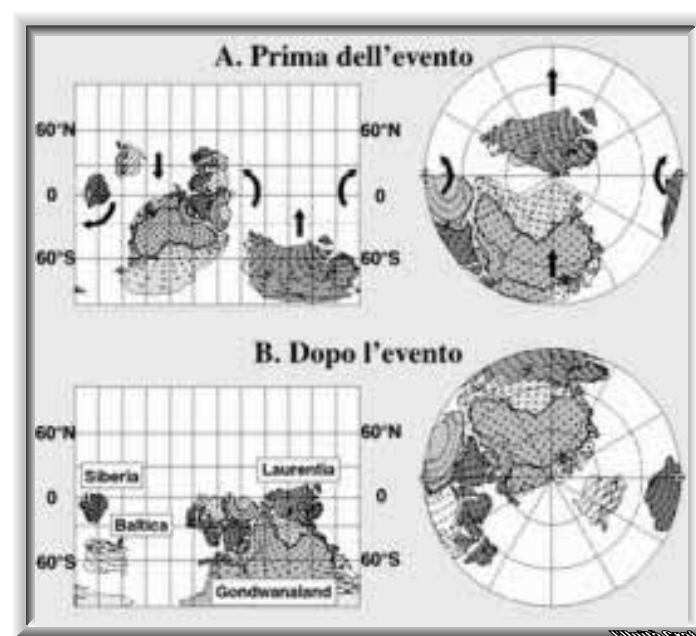
analizzando a lungo i deboli campi magnetici di una serie di rocce sparse per il pianeta e memorie di quel ciclico evento. Le tecniche utilizzate sono le più avanzate a disposizione degli scienziati che si occupano di paleomagnetismo. Così che non dovrebbero susse-

re molti dubbi sul fatto che l'evento geologico descritto si è davvero verificato nel Cambriano. Ed è stato davvero straordinario. Nulla di simile, sulla Terra, è mai avvenuto dopo di allora. E, forse, nulla di simile è mai avvenuto prima.

La scoperta geologica, dunque, ha una grande importanza intrinseca. Ma ha un'importanza ancora maggiore per gli effetti climatici e biologici che la migrazione dei poli avrebbe causato, secondo l'ipotesi che gli stessi Kirschvink, Ripperdan ed Evans avanzano su *Science*.

È facile desumere che il rapido ribaltamento del pianeta, dicono i tre ricercatori, abbia provocato una profonda modifica della circolazione oceanica. E, quindi, un completo cambiamento del clima del pianeta. Non c'è nulla che possa accelerare l'evoluzione delle specie viventi come il rapido cambiamento dell'ambiente.

Qui sopra vediamo le due ricostruzioni di come doveva presentarsi la Terra prima (fig.A) e dopo (fig.B) l'evento della migrazione dei poli. Secondo la nuova teoria, ciò che spiega l'esplosione di forme di vita che avvenne nel Cambriano è uno straordinario evento geologico: un ribaltamento della Terra che ha fatto ruotare di 90 gradi gli strati esterni del pianeta. All'epoca, come vediamo nelle figure, i continenti erano 4: Gondwanaland, Laurentia, Baltica e Siberia. La rotazione avrebbe spostato questi continenti facendoli «camminare» sulla superficie del pianeta. I poli sarebbero così arrivati all'equatore e l'equatore al posto dei poli. Tutto questo avrebbe creato effetti climatici e biologici notevoli, in grado di spiegare l'accelerazione dell'evoluzione delle specie viventi.



Gli animali che non ci sono più

Come erano fatti gli animali che, comparsi sulla Terra 550 milioni di anni fa, si sono poi estinti? In questa pagina ve ne mostriamo alcuni esemplari: in alto a sinistra un *Sarotroctes* che nuotava sul dorso, subito sotto un *Oderaia*, anch'essa abile nuotatrice sul dorso. In basso a sinistra: *Dinomischus*, un animale pedunculato dotato di bocca e di ano sulla superficie del calice. A destra: *Wiwaxia*, che probabilmente era in grado di camminare sul fondo del mare. Le immagini sono tratte dal libro «La vita meravigliosa» di Stephen J. Gould, Feltrinelli editore.

In alto, un riccio di mare fossile. Qui fianco la ricostruzione del Globo terrestre durante il Cambriano. Nelle figure piccole, alcuni animali ormai estinti.

ti. Un periodo simile, sulla Terra, non c'è mai stato in passato. E non c'è più stato in futuro. La migrazione dei poli avrebbe offerto un'opportunità unica alla vita. E la vita l'ha saputo cogliere.

La scoperta geologica di Joseph Kirschvink, Robert Ripperdan e David Evans, rende plausibile la loro ipotesi biologica. L'«esplosione del Cambriano» può essere finalmente spiegata. È spiegata all'interno della teoria dell'evoluzione di Darwin. Rende conto di perché la vita si sia sviluppata per 2,5 miliardi di anni senza grandi concessioni alla diversità e alla crescita di complessità. E poi all'improvviso abbia deflagrato. Di più: essa fornisce un chiaro, limpido esempio del ruolo che gioca il caso nella storia della vita. Si tratta quindi di un'ipotesi forte. Tuttavia resta un'ipotesi. Tutta da verificare. «L'esplosione di diversità biologica in seguito alla migrazione dei poli è un'ipotesi scientifica, che può essere verificata in molti modi. Vi sono una serie di eventi paleontologici che si sono verificati nei 200 milioni di anni successivi al Cambriano che potrebbero aver fatto scattare meccanismi simili», sostiene Joseph Kirschvink. «C'è un sacco di lavoro da fare».

Auguri, professor Kirschvink.

Pietro Greco

ARCHIVI

La vita nasce 4 miliardi di anni fa

La vita nasce, sulla Terra, 3,9 o forse addirittura 4 miliardi di anni fa. Non appena le condizioni generali lo permettono. La Terra si è formata da appena 500 milioni di anni. Nei primi tempi le eruzioni vulcaniche, enormi e continue, la rendono assolutamente inabitabile. Per molti milioni di anni, poi, il nostro pianeta è bombardato da una pioggia incessante di asteroidi e meteoriti. Il sistema solare è giovane e impiega un certo tempo per ripulirsi della sua «spazzatura». Insomma, fino a 4,1 o a 4 miliardi di anni fa non c'è possibilità che sulla Terra possa svilupparsi la vita. Ma non appena quelle condizioni si creano, in appena 100 milioni di anni, la vita nasce. Sotto forma di un semplice organismo procariote. Ovvero di una cellula priva di nucleo. Come riesca a nascere è ancora un mistero.

Poi l'immobilità per 2,5 miliardi di anni

Dopo quel salto di creatività, la complessità della vita ristagna per quasi 2,5 miliardi di anni. In tutto questo tempo, pari a quasi i due terzi della storia della vita, l'evoluzione non sperimenta alcuna nuova forma biologica. O, almeno, se qualche nuova e più complessa forma di vita viene sperimentata, nessuna ottiene il successo della sopravvivenza.

Ed ecco apparire le prime cellule eucariote

Circa 1,4 miliardi di anni fa ecco, finalmente, il nuovo salto di complessità della vita. Nascono le cellule eucariote, le grosse cellule provviste di nucleo. Probabilmente si tratta di simbiosi tra cellule procariote. La varietà della vita si è duplicata. Ma resterà, così, immobile per altri 700 milioni di anni.

Nel Precambriano i primi organismi pluricellulari

Nel Precambriano, 650 milioni di anni fa, ecco che nasce il primo organismo composto da più cellule. Si tratta del terzo salto di complessità. Finora la vita ha aumentato la complessità delle sue forme in modo straordinariamente lento. Non è certo la velocità che caratterizza l'evoluzione biologica. Nei 100 milioni di anni successivi, invece, l'incremento di complessità è straordinario. E, almeno fino a ieri, inspiegato.

500 milioni di anni vissuti pericolosamente

Negli ultimi 550 milioni di anni la vita sulla Terra ha fatto registrare due fenomeni. Gli organismi più semplici, i batteri e le alghe monocellulari, sono aumentate per numero e varietà. Riconfermando il loro successo evolutivo. Ma si è avuto anche una eccezionale sviluppo della diversità degli organismi pluricellulari. Oggi, si calcola, che sul pianeta vi sono da 30 a 100 milioni di specie diverse. Ma il processo di aumento della biodiversità, in questo 500 milioni di anni, non è stato affatto lineare. La vita ha registrato sei o forse sette grandi estinzioni di massa. Nella più radicale di queste, morì il 96% delle specie marine. La vita fu sull'orlo della scomparsa. O, almeno, del ritorno al periodo monocellulare. Dopo ogni estinzione di massa, però, una nuova esplosione creativa ha consentito l'aumento rapido di diversità biologica.

Pi. Gre.