

fonte di energia esterna che fu recuperata dalle sorgenti calde vulcaniche che emettevano vapore, anidride carbonica, acido solfidrico, dalle scariche elettriche dei fulmini o dalla luce. Dalle reazioni chimiche si originarono glucosio, carboidrati e altre sostanze semplici come gli aminoacidi che furono utilizzati per generare energia o elementi costitutivi. Vennero liberati anche residui secondari come lo zolfo che si accumulò nell'ambiente andando a formare dei giacimenti dei quali abbiamo ancora traccia. Queste nuove cellule autototrofe, dal greco "autos" - stesso, proprio e "trophos" - nutrimento o produttrici primarie, rappresentarono quello che noi oggi, ipoteticamente a distanza di tre miliardi e ottocento milioni di anni, possiamo considerare i progenitori del mondo vegetale.

Fece così la sua prima comparsa un nuovo modello di catena alimentare molto più complessa, formata da cellule autosufficienti che diventarono a loro volta preda delle eterotrofe. Il processo avvenne in modo anaerobico, cioè in assenza di ossigeno, che continuava ad essere presente solo in tracce nell'acqua e nell'atmosfera.

I discendenti di questi organismi anaerobici vivono tutt'oggi in alcune nicchie ecologiche, quali le sorgenti oceaniche profonde, le acque termali vulcaniche, le paludi o i laghi stagnanti dove l'ossigeno è carente e vi è abbondanza di solfuri.

La fotosintesi

Come accadde per il brodo primordiale, anche l'acido solfidrico cominciò a scarseggiare perché gli autotrofi, che erano aumentati numericamente, lo stavano esaurendo mentre contemporaneamente diminuiva l'attività vulcanica e il numero delle fumarole che lo emettevano. L'equilibrio dell'ecosistema entrò quindi in crisi e le cellule autotrofe dovettero procurarsi l'idrogeno da un'altra fonte per continuare a riprodursi e a rimanere in vita. In quella fase dell'evoluzione la temperatura della terra stava cominciando a decrescere e di conseguenza la concentrazione di vapore acqueo nell'aria iniziava a ridursi, lasciando passare maggiori quantità di luce che poteva colpire la superficie dell'acqua e delle terre emerse.

Fu proprio in questo periodo che si formarono i pigmenti fotosintetici, nuove molecole fondamentali, che permisero di sfruttare la luce solare per rompere il legame chimico che unisce idrogeno e ossigeno nell'acqua e richiede molta energia per essere spezzato. Si originò la fotosintesi che trasforma l'energia luminosa in chimica convertendo attraverso una serie di passaggi l'anidride carbonica e l'acqua in glucosio. Esso è uno zucchero che costituisce il vero elemento centrale perché è la molecola di base per

l'elaborazione di tutte le sostanze cellulari e per il mantenimento e lo sviluppo delle funzioni vitali.

Il processo descritto prevede che si ottenga anche come residuo l'ossigeno che non viene direttamente coinvolto nella reazione ed è disperso nell'ambiente come gas libero. È chimicamente molto attivo, si combina facilmente, ma a elevate concentrazioni è altamente tossico e può facilmente devitalizzare le cellule.

La sua presenza rivoluzionò la vita sulla terra e fu la chiave che aprì le porte al nuovo mondo, causando però una catastrofe biologica poiché la maggioranza delle forme viventi era ancora inadatta a svilupparsi in presenza di questo elemento.

Finò a quel momento infatti l'atmosfera era composta da metano, ammoniaca, acido solfidrico e altri gas e piccole quantità di idrogeno che poteva essere considerato il centro motore dell'esistenza.

Gli individui che sopravvissero erano dotati di particolari enzimi, le ossidasi, che riuscirono a rendere inattivo e innocuo l'ossigeno. Erano portatori di una mutazione che permise l'affermarsi di questo specifico carattere genetico. Una mutazione è un cambiamento nella normale composizione di un gene, può essere considerata come un errore che accade durante la trascrizione delle istruzioni racchiuse nel DNA ed è causata sia da fattori interni che esterni, come radiazioni, calore, o particolari sostanze chimiche.

Un gene mutato contiene messaggi diversi rispetto a quelli originali e, quando questi raggiungono il sito cellulare di loro pertinenza, producono nuove molecole che possono causare alterazioni spesso letali.

Alcune volte però risultano utili per potenziare attività alternative che permettono di affrontare più agevolmente i cambiamenti ambientali. Coloro che sfuggirono alla morte in presenza di ossigeno, gli aerobici, superarono quindi la selezione naturale permettendo al pianeta di trasformarsi nel tempo. Furono dunque le cellule "vegetali" a permettere che la terra si evolvesse nella miriade di forme di vita che ci circondano, adattandosi a un tasso di ossigeno sconosciuto negli altri corpi celesti dominati invece dall'idrogeno. Ebbe luogo la diffusione del carattere resistenza alle ossidasi, la cui frequenza fino a quel momento era stata molto bassa nelle popolazioni e i fotosintetizzatori aerobici, i cianobatteri, divennero i dominatori del sistema (Figg. 4 e 5).

Essi sono stati ritrovati per la prima volta all'interno di selci nere australiane datate tre miliardi e mezzo di anni.

Sono piccole cellule del diametro 0,5 millesimi di millimetro, muniti di parete cellulare e di membrane, chiamate tilacoidi, strutture specializzate e dedicate esclusivamente al processo della fotosintesi clorofilliana.

Hanno l'importantissimo compito di catturare l'energia della luce solare permettendo di avere un'efficienza molto maggiore nella produzione di sostanza organica e perciò una migliore capacità di sviluppo.



Fig. 4 Cianobatterio visto al microscopio elettronico a trasmissione. Sono ben visibili le linee nere concentriche degli elementi fotosintetizzanti.

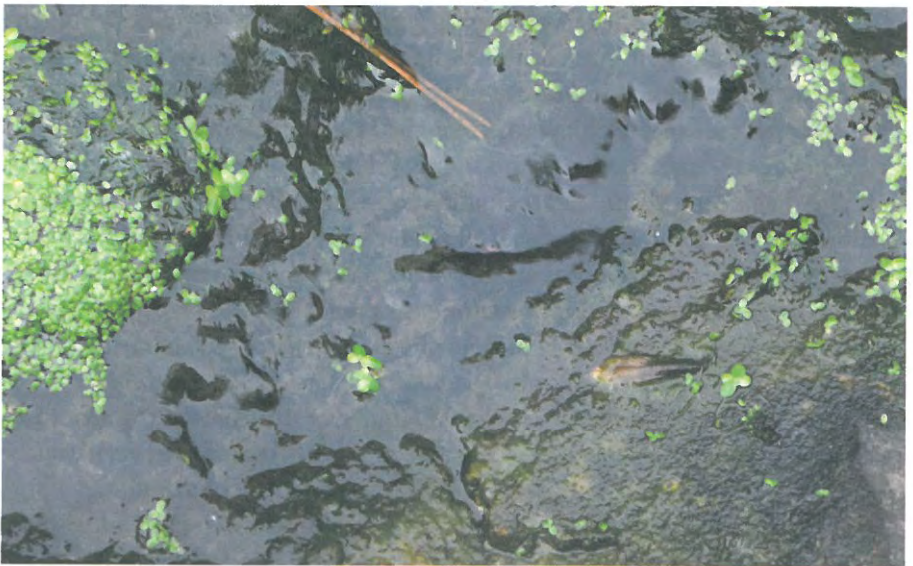


Fig. 5 Colonia di ciano batteri di colore verde scuro.

I cianobatteri si rinvennero anche ai giorni nostri praticamente immutati come leggeri fanghi mucillaginosi di colore verdastro nelle acque stagnanti o con scarso movimento e sono considerati dei fossili viventi e una parte fondamentale dell'evoluzione.

Hanno l'eccezionale facoltà di potersi riprodurre ogni venti/trenta minuti attraverso la semplice duplicazione del DNA, seguita dalla divisione cellulare e in questo modo è possibile che in circa venti ore si formino più di un miliardo di individui. È perciò ipotizzabile che, nonostante le dimensioni ridotte, i cianobatteri, con le loro caratteristiche rivoluzionarie, si siano diffusi straordinariamente e abbiano invaso le acque, creando un substrato alimentare per tutti gli altri organismi e un nuovo ecosistema. L'ossigeno si combinò con le rocce e la dimostrazione di queste reazioni chimiche si trova negli antichi sedimenti di ferro ossidato che si sono depositati nel Precambriano due miliardi di anni fa sul fondo degli oceani, noti come "orizzonti ferriferi a bande" "banded iron beds".

Terminata l'ossidazione dei settori inanimati iniziò l'accumulo dell'ossigeno nell'atmosfera e la sua concentrazione aumentò progressivamente passando dall'1‰, all'1%, fino a raggiungere l'attuale 21%.

Gli esseri che vivevano autonomamente come singole cellule, in una fase successiva si aggregarono in colonie che sono delle associazioni elementari. Potevano avere svariate configurazioni, ma gli elementi che le componevano non erano interconnessi tra loro, né specializzati a svolgere attività diversificate (Fig. 6).

Quelle periferiche, che erano le più vecchie, venivano spinte al di fuori dalla continua moltiplicazione delle più giovani all'interno.

Erano perciò maggiormente esposte all'azione degli agenti esterni e morivano regolarmente, originando però una pellicola che rendeva più stabile e sicura la posizione delle altre, riducendo così i rischi ambientali derivati ad esempio dall'incremento della temperatura o dall'abbassamento del livello dell'acqua o dalla presenza di sostanze tossiche.

Gli organismi pluricellulari

Per circa 2 miliardi di anni i viventi presenti nei mari, nei fiumi e nei laghi rimasero in queste condizioni e furono soggetti a una lunghissima stasi che, per cause ancora non note, subì una improvvisa accelerazione. Le membrane cellulari ebbero uno sviluppo fondamentale che le rese più stabili e permise che le reazioni chimiche avvenissero in comparti specializzati.

Tali modificazioni consentirono anche l'evoluzione di un vero nucleo che divenne nettamente differenziato dal resto della cellula perché era circondato da due membrane che lo proteggevano dalle interferenze esterne. Il materiale genetico fu così in grado di moltiplicarsi più efficacemente e di aumentare la sua massa.