

Collana Sapienza per tutti 11

La vita sulla Terra

Origine ed evoluzione

Franco Bruno



SAPIENZA
UNIVERSITÀ EDITRICE

2024

Copyright © 2024

Sapienza Università Editrice

Piazzale Aldo Moro 5 – 00185 Roma

www.editricesapienza.it

editrice.sapienza@uniroma1.it

ISBN 978-88-9377-320-1

Iscrizione Registro Operatori Comunicazione n. 11420

Registry of Communication Workers registration n. 11420

Finito di stampare nel mese di giugno 2024 presso Sapienza Università Editrice

Printed in June 2024 by Sapienza Università Editrice

La traduzione, l'adattamento totale o parziale, la riproduzione con qualsiasi mezzo (compresi microfilm, film, fotocopie), nonché la memorizzazione elettronica, sono riservati per tutti i Paesi. L'editore è a disposizione degli aventi diritto con i quali non è stato possibile comunicare, per eventuali involontarie omissioni o inesattezze nella citazione delle fonti e/o delle foto.

All Rights Reserved. No part of this publication may be reproduced or transmitted in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopy, recording or any other information storage and retrieval system, without prior permission in writing from the publisher. All eligible parties, if not previously approached, can contact the publisher directly in case of unintentional omissions or incorrect quotes of sources and/or photos.

In copertina | *Cover image*: Immagine del DNA generata dall'intelligenza artificiale.

Indice

Premessa	7
L'inizio	11
Molecole	15
DNA e RNA	21
I virus	27
I Procarioti	29
Gli Eucarioti	35
Gli organismi superiori	41
Per concludere	47
La conquista delle terre emerse	53
Ora bisognava uscire dall'acqua	63
Esplosione cambriana	67

Premessa

È noto che la Terra è la patria dei microrganismi, termine con cui impropriamente raggruppiamo archeobatteri, batteri, cianobatteri, virus, batteriofagi (virus che infettano esclusivamente batteri) micoplasmi (detti anche PPLO, sigla di pleuropneumonia like organisms) di antica origine, alghe, funghi e animali unicellulari, più recenti ecc. Fin dai primissimi tempi di raffreddamento della crosta terrestre questi 'microbi' (termine comune omnicomprendente, ma poco scientifico) hanno colonizzato tutti gli ambienti possibili nonché, successivamente, gli organismi animali e vegetali man mano che comparivano all'orizzonte terrestre diventando addirittura cofattori della loro stabilizzazione ed evoluzione. Il nostro microbiota ne è una chiara dimostrazione.

Gli studiosi della storia geologica terrestre sanno che la nostra specie è destinata a diventare un ottimo fossile guida, cioè a scomparire dalla faccia della Terra in tempi (geologici) relativamente brevi, mentre loro, i microbi, continueranno ad abitarla fino alla fine del sistema solare, cioè per altri 5-5,5 Ga (miliardi di anni) dal presente, più o meno. La Terra con tutto quello che contiene è quindi una loro prerogativa, noi esseri umani, arrivati per ultimi, siamo ospiti temporanei non molto graditi, visti i danni che siamo stati capaci di produrre in tempi relativamente brevi. Il 'Paradiso Terrestre' è stato 'creato' per loro!

La storia degli eventi che hanno permesso la vita sul nostro Pianeta è uno degli argomenti più affascinanti di studio, eventi che si sono svolti in un periodo di tempo molto lungo, di diversi miliardi di anni, all'inizio del quale si colloca il fatidico passaggio non vivente-vivente e, successivamente, l'evoluzione che ha permesso ai primi organismi di metabolizzare, crescere, riprodursi ed evolversi, diventare cioè specie diversissime. Il punto più complesso e misterioso, direi intrigante per

l'intelligenza umana, però è sempre stato quello di stabilire il momento e le modalità in cui il non vivente chimico, si assembla e diventa vivente biologico, vivente. Comprendere quali molecole abbiano partecipato al processo, in quale tipo di ambiente sia avvenuto e quali funzioni che caratterizzano oggi i viventi si siano sviluppate per prime nell'ordine di tempo, hanno sempre rappresentato la sfida di ogni buon ricercatore di questo campo scientifico. Superato questo scoglio iniziale, anche se con tempi lunghissimi, variabili e non confrontabili con quelli di una generazione umana, l'evoluzione diventa inarrestabile e conduce dalle prime protocellule agli organismi unicellulari, i procarioti, a quelli pluricellulari, gli eucarioti, cioè piante e animali, ai quali anche la nostra specie appartiene. Il concetto di essere vivente ha da sempre stimolato l'uomo a porsi domande sulla propria origine fin dalla presa di coscienza della propria esistenza, domande alle quali però non ha saputo, né avrebbe potuto, dare risposte convincenti, se non ricorrendo al soprannaturale. Senza riferirsi ai culti esoterici delle società primitive, fuori luogo in questa sede, in quelle più evolute, la Creazione è stata ed è ancora oggi considerata dalla maggioranza dei credenti, l'atto iniziale del vivente, oltre che la genesi di tutte le cose non viventi del mondo conosciuto e non conosciuto, a partire dal famoso Big Bang. Storicamente non è stato sempre così, basterebbe guardare al recente passato della nostra colta Europa, in pieno Rinascimento, per vedere distinto nettamente l'uomo, creato da Dio, dagli esseri inferiori, cioè dai topi in giù, che potevano formarsi da fango, da materiale in putrefazione ecc. ... Tutto sommato riportare tutti gli esseri viventi sullo stesso piano è stato un bel progresso culturale!

Ma le domande che l'uomo si poneva e si pone ancora oggi, in cui le conoscenze scientifiche sono certamente molto avanzate rispetto al Rinascimento, sono sempre le stesse: la vita è stata opera del caso oppure è in qualche modo legata all'origine dell'universo? è possibile la coesistenza di una creazione con la lenta, ma inarrestabile, evoluzione degli esseri viventi? Domande che spesso, secondo le discipline che le affrontano, rappresentano più un esercizio intellettuale o una ipotesi di ricerca, perché senza risposte dimostrabili. Non ci sono infatti testimoni del periodo incriminato che va dall'inizio della solidificazione della crosta terrestre (*più o meno 4,6-4,5 Ga, miliardi di anni fa*) ai primi fossili, i famosi stromatoliti della Groenlandia e dell'Australia (*4,1-3,8 Ga dal presente*), formazioni carbonatiche dovute all'attività di cianobatteri fotosintetici.



Fig. 1. A sinistra: stromatoliti nella Shark Bay, Australia. A destra: una sezione mostra le laminazioni di crescita (fonte: Wikipedia).

Anche noi proveremo quindi a darvi, sull'origine della vita, non risposte certe, ma una serie di dati da meditare molto attentamente, estratti da eventi verosimili che potrebbero essersi svolti all'origine, sulla base delle conoscenze che abbiamo oggi in Biologia, Chimica, Fisica classica, Fisica Quantistica, Astrofisica, fino alla Fisica delle particelle elementari. La Biologia, la Geologia, la Geochimica e la Paleontologia ci hanno dato invece grandissimo aiuto e supporto nella comprensione dell'evoluzione degli eventi fino alla conquista delle terre emerse da parte delle piante e degli animali.

Sulla base di tutti gli elementi che vi forniremo, potreste tentare di immaginare un quadro accettabile di possibilità in cui collocare l'origine della vita sul nostro pianeta. Compito non facile ma stimolante, la vita è infatti incredibile, con tutta la varietà di forme, di funzioni e di specializzazioni e fatta grosso modo dagli stessi atomi che sono presenti anche nelle condriti marziane. Come è possibile che atomi e molecole inerti nelle rocce si siano trasformati in roba che corre, salta, vola, si orienta, nuota, cresce, ama, odia, si eccita, ha paura, pensa, ride, piange insomma, vive? Abbiamo forse trascurato di considerare qualche scintilla vitale che anima il vivente e manca nel non vivente?

COLLANA SAPIENZA PER TUTTI

Per informazioni sui volumi precedenti della collana, consultare il sito:
www.editricesapienza.it | *For information on the previous volumes included
in the series, please visit the following website: www.editricesapienza.it*

11. La vita sulla Terra
Origine ed evoluzione
Franco Bruno
12. La Terra
Un pianeta tranquillo?
Franco Bruno
13. Le piante terrestri
Origine ed evoluzione
Franco Bruno
14. Il fiore degli dei
Desiderio dei mortali
Franco Bruno
15. Amori e inganni nelle piante
Ovvero tecniche di sopravvivenza
Franco Bruno
16. Orchid's velamen
A thousand piece puzzle
Franco Bruno
17. CO₂, una molecola assassina!
Minaccia il patrimonio forestale italiano?
Franco Bruno
18. mRNA
Lettera al popolo degli indecisi
Franco Bruno
19. La guerra dei crani
Le origini, dai primi *Ominidi* ai *Sapiens*
Franco Bruno
20. Roma città verde
Giardino d'Europa?
Franco Bruno
21. Fossili viventi
Siamo circondati!
Franco Bruno
22. Il clima che cambia
Passato e presente
Franco Bruno
23. L'albero del drago
Soqotra, paradiso di diversità
Franco Bruno e Fabio Attorre
24. Biodiversità
Animale e vegetale
Franco Bruno

