



CENTRO DI DOCUMENTAZIONE INTERDISCIPLINARE
DI SCIENZA E FEDE



SCUOLA INTERNAZIONALE SUPERIORE
PER LA RICERCA INTERDISCIPLINARE

Paolo TORTORA

***L'origine della vita
e le relazioni nell'organismo:
dalla chimica alla biologia***

A.A. 2021/22

TRIENNIO

***ORIGINS: Le grandi domande su cosmo, vita e intelligenza
nella scienza, nella filosofia e nelle culture***

ANNO II: Domande sulla vita e sulla complessità

30 ottobre 2021

Documento n. 32

Testo ad uso dei partecipanti al seminario

È dalla fine del XIX secolo che la scienza moderna ha iniziato a porsi l'interrogativo circa l'origine della molteplicità degli esseri viventi presenti sulla Terra, e quindi della stessa specie umana. I classici studi di Francesco Redi, nel XVII secolo, di Lazzaro Spallanzani, nel XVIII secolo, e infine, in modo conclusivo, di Louis Pasteur alla fine dell'800, dimostrarono che nessun organismo, neppure il più semplice unicellulare, può formarsi nel nostro ambiente e nella scala dei tempi delle osservazioni dirette degli esseri umani. È quindi dopo il contributo di Pasteur che il problema iniziò a essere valutato in termini realmente scientifici.

Sotto il profilo metodologico ogni approccio in tal senso dovrebbe essere iscritto entro due poli: la conoscenza delle condizioni chimico-fisiche della Terra primordiale (che rappresentano le condizioni di inizio del processo) e la natura stessa degli organismi viventi, almeno i più semplici (il punto di arrivo del processo). In questi termini va quindi formulato il problema della *abiogenesi* (cioè il fenomeno dell'origine del vivente dal non vivente); esso richiede pertanto la conoscenza della chimica e della fisica primordiali sul nostro pianeta, ma richiede una comprensione tentativamente completa dei meccanismi e delle dinamiche che sostengono lo stesso fenomeno vita.

Oggi conosciamo con ragionevole precisione la data di formazione del nostro pianeta (4,5-4,6 miliardi di anni) e con discreta approssimazione quella della comparsa dei primi semplici organismi (3,5-3,8 miliardi di anni fa). Abbiamo anche una plausibile conoscenza (sia pur con qualche incertezza) delle condizioni dell'ambiente fisico della Terra a quell'epoca, in particolare la composizione dell'atmosfera e l'esistenza già in tempi molto antichi di un oceano primordiale. È tuttavia molto più incompleta la nostra comprensione della natura stessa della vita. Essa obbedisce certamente alle condizioni imposte dalla chimica e dalla fisica, ma con il vivente emerge una logica che trascende tali condizioni. In particolare, tutti gli organismi, anche quelli unicellulari, possiedono molecole depositarie dell'informazione necessaria per la loro stessa costruzione (gli acidi nucleici, e in particolare il DNA) e molecole che costituiscono il "macchinario" che sostiene tutte o quasi tutte le funzioni, inclusa la replicazione dell'organismo medesimo: si tratta in questo caso delle proteine. I geni sono specifici tratti di DNA che contengono, mediante uno specifico sistema di codificazione, l'informazione necessaria per la sintesi delle proteine. Emerge così che le proprietà chimico-fisiche del DNA in sé stesse nulla dicono al riguardo della sua essenziale proprietà, vale a dire la capacità di contenere informazione, il cui "significato" è comprensibile solo all'interno delle funzioni complessive dell'organismo di provenienza.

A tale considerazione si connette un aspetto centrale della logica del vivente, che pone un interrogativo formidabile a quanti tentino di formulare ipotesi plausibili circa i meccanismi dell'abiogenesi: dato che tutti i componenti fondamentali degli organismi (anche del meno complesso) sono strettamente indispensabili per garantirne l'esistenza, si dovrebbe concepire un processo in cui classi di molecole diverse e intrinsecamente non correlate (in particolare proteine e acidi nucleici) si originino indipendentemente, ma al contempo arrivino ad interagire le une con le altre durante la loro stessa formazione. Questa considerazione metodologica è in linea con le conoscenze di cui disponiamo attualmente, che evidenziano una *netta discontinuità* tra il vivente e il non vivente. In particolare, le classiche sperimentazioni di Stanley Miller e Harold Urey (1953) dimostrarono che i semplici "ingredienti" chimici necessari per l'assemblaggio di un organismo si possono generare facilmente in laboratorio in opportune condizioni. Oltre a ciò, essi sono stati identificati in certi tipi di meteoriti e mediante analisi spettroscopiche anche negli spazi interstellari, dove sembrano essere ampiamente diffusi. Essi si formano quindi spontaneamente e con facilità. Al contrario, le evidenze scientifiche dimostrano che anche il primo e più elementare degli organismi (dal quale tutti quelli oggi esistenti si sono originati) aveva una complessità, al livello molecolare, non dissimile da quella dei più complessi.

Molti tentativi di ricostruire su base speculativa la abiogenesi sono stati messi in atto, ma nessuno ha potuto realmente chiarire come si sia svolto il processo nei suoi tratti fondamentali. In particolare, tali tentativi si sono

generalmente focalizzati su qualche specifico aspetto (come per esempio l'origine delle proteine, oppure l'origine del metabolismo) trascurando così la caratteristica essenziale del fenomeno, vale a dire la genesi di un sistema in cui le varie componenti molecolari devono necessariamente co-evolversi, in quanto la loro *cooperazione* (e quindi compresenza) è l'elemento indispensabile per garantire l'esistenza stessa di un sistema vivente. Come dato di fatto, ad oggi nessuno è riuscito a ricostruire il processo in laboratorio. Dunque, almeno dal punto di osservazione di quanti oggi la stanno investigando, l'abiogenesi appare come una *singularità*. Di conseguenza, nel porsi di fronte a questo interrogativo l'investigazione scientifica viene privata degli strumenti metodologici su cui essa necessariamente si fonda, vale a dire l'osservazione e la riproducibilità dell'esperimento.

Non è pertanto inappropriato asserire che ad oggi non abbiamo alcun modo di valutare quale sia la probabilità che la vita si sviluppi quando le condizioni chimico-fisiche al contorno sono compatibili con il processo della abiogenesi. Oltre a ciò, l'approfondirsi negli ultimi decenni delle nostre conoscenze in materia di astrofisica, di geologia e della biologia stessa ha dimostrato che i prerequisiti richiesti perché su un pianeta si produca un ambiente favorevole al verificarsi di tale processo sono inaspettatamente ed eccezionalmente numerosi. Naturalmente tutti sono prerogativa della nostra Terra, che pertanto rappresenta in questo senso una rarissima eccezione nel panorama cosmologico. Di conseguenza, è assolutamente lecito concludere che la vita nel cosmo (e tanto più le forme di vita più evolute e dotate di autocoscienza) è un evento molto raro, e neppure si può escludere che si tratti di un evento singolo.

Dopo che l'investigazione scientifica ha iniziato a interessarsi al problema dell'origine della vita sono state sviluppate investigazioni volte alla ricerca nel cosmo di forme di vita tecnologicamente avanzate. Facciamo riferimento al programma SETI (*Search for Extraterrestrial Intelligence*) avviato dagli anni '60 del secolo scorso al fine di captare emissioni radio eventualmente prodotte da altre civiltà tecnologiche presenti nella nostra galassia. Ad oggi questa ricerca non ha prodotto alcun risultato. Essa è tuttavia ancora in corso, con strumenti enormemente più potenziati rispetto a quanto attuato in passato. In particolare, grazie a un'imponente rete di radiotelescopi sarà possibile captare trasmissioni radio fino a una distanza di circa 1000 anni luce, che corrisponde a circa 1/50-1/100 del volume complessivo della nostra galassia, e che è tutto incluso entro la zona abitabile della medesima. Si tratta comunque di una frazione infinitesima del volume dell'intero universo. Ciò nondimeno, i risultati di questa ricerca, che si prevede sarà completata all'incirca in un ventennio, forniranno in ogni caso indicazioni utili, ancorché molto iniziali, in merito all'esistenza (o alla non esistenza) di civiltà tecnologiche e, nello scenario più fortunato, alla loro diffusione nel cosmo.

Paolo Tortora
Università di Milano - Bicocca,
Dipartimento di Biotecnologie e Bioscienze