



Scultura nel deserto.  
Foto di Thomas Höpker

# Alla ricerca del brodo primordiale

LUCA TANCREDI BARONE

**C**inquanta anni fa Stanley Miller dimostrò in un esperimento fondamentale la possibilità di costruire naturalmente molecole organiche a partire da molecole inorganiche (il cosiddetto brodo primordiale). Ma ciò non ha risolto il grattacapo più complicato che affligge i biologi. In fondo un mucchietto di aminoacidi non fa la vita, anche se senza di questi la vita non può esserci. Ancora oggi il mistero della nascita della vita è sostanzialmente irrisolto: i biologi hanno capito più o meno cosa c'era prima della vita - circa 4 miliardi e mezzo di anni fa - e subito dopo, ma non è chiaro come sia avvenuto il passaggio.

Alla VII conferenza sull'evoluzione chimica e sull'origine della vita, che si è chiusa venerdì all'«International centre for theoretical physics» di Trieste, partecipavano molti ricercatori con approcci diversi. Secondo Enzo Gallori, genetista del dipartimento di biologia animale e genetica dell'università di Firenze, il mezzo attraverso il quale la vita ha potuto muovere i suoi primi passi è stata l'argilla. Con ovvie implicazioni bibliche. L'idea venne per primo a John Bernal, brillante fisico irlandese che fu uno dei fondatori della cristallografia a raggi X, e che era noto per essere un marxista convinto. Dal suo laboratorio uscirono fra i molti Rosalind Franklin, che ebbe un ruolo chiave nel lavoro di Crick e Watson sul Dna, e il Nobel Max Perutz.

«Nel suo libro *Physical bases for life* - sostiene Gallori - Bernal diceva che per la nascita della vita era necessario qualcosa in grado non solo di concentrare i composti di partenza, ma anche di fornire energia e proteggerli dalla distruzione dei raggi ultravioletti. Sulla terra infatti non c'era ossigeno, e di conseguenza neppure l'ozono. Ed era quindi bombardata in continuazione da radiazione, che oltretutto gli astronomi ritengono fosse più intensa di oggi».

**E perché Bernal propose le argille?**  
Perché hanno caratteristiche chimico-fisiche

**Per Enzo Galloni** l'origine della vita fu facilitata dall'argilla.

Renato Fari: «Proviamo però a ricostruire in laboratorio anche i primi geni».

Parlano due genetisti ospiti alla conferenza internazionale organizzata a Trieste dall'«International centre for theoretical physics»

particolari: un grande sviluppo superficiale, la capacità di poter assorbire l'energia e soprattutto hanno la capacità di catalizzare, cioè facilitare, le reazioni chimiche. E poi l'argilla è ricoperta da uno strato acquoso, e l'acqua è un costituente fondamentale degli organismi necessari per le reazioni chimiche.

**E voi come avete verificato l'ipotesi di Bernal?**  
Al tempo studiavamo la persistenza dell'informazione genetica negli ambienti naturali. Come genetista, credo che la caratteristica che maggiormente coglie l'essenza della vita sia la capacità di trasferire l'informazione. Per la na-

scita della vita era dunque necessaria una molecola informazionale capace di resistere, replicare e mutare in senso darwiniano.

Abbiamo trovato che il Dna non veniva distrutto al di fuori di un contesto cellulare, ma riusciva a persistere se associato con particelle argillose. L'ipotesi che abbiamo fatto è che il Dna si associ alla superficie dell'argilla, anche per ragioni pratiche: un batterio altrimenti non sarebbe in grado di utilizzarlo. E poi abbiamo visto che il Dna assorbito dall'argilla è più resistente ai raggi ultravioletti.

Ma ormai l'ipotesi che va per la maggiore è che la vita all'inizio fosse basata sull'Rna (il mondo di Rna) e non sul Dna.

Questo perché sono state scoperte molecole di Rna (i ribozimi) che hanno contemporaneamente capacità informazionali (che negli organismi attuali vengono svolte dagli acidi nucleici) e catalitiche (che oggi vengono svolte dalle proteine codificate dagli acidi nucleici). Noi stiamo verificando se una molecola di Rna assorbita nell'argilla possa mantenere intatte queste capacità. Il risultato dei nostri esperimenti su un virus Rna che fa ammalare le pian-

te è che resiste. Il passo successivo sarà vedere se una struttura minerale (come l'argilla) promuova o meno la formazione di una struttura tipo ribozima.

Appena nate, le prime cellule viventi sulla terra dovettero come tutti procacciarsi il cibo. Ma per loro era tutto sommato facile, ci spiega Renato Fani, anche lui genetista a Firenze. «Come ci ha dimostrato l'esperimento di Miller, le cellule avevano già a portata di mano tutto ciò che serviva per la loro sopravvivenza e non avevano necessità di sintetizzare nulla. Quindi il loro genoma doveva contenere pochissimi geni (diciamo intorno ai 4-500, come i più piccoli genomi di organismi conosciuti) e soprattutto geni molto semplici.

**E quand'è che le cose per loro si sono fatte più difficili?**

Quando si sono trovate a dover combattere con la mancanza di sostanza nutritiva. L'apporto esterno era lo stesso, ma aumentava il numero di cellule, cosa che ha creato una pressione selettiva che ha favorito quelle cellule che sapevano cavarsela da sole, cioè sapevano farsi da sole quelle sostanze che cominciavano a diminuire.

**Sembra facile a dirsi...**

Infatti in pratica la cosa è molto più complessa. Vuol dire che per passare dalla sostanza A alla sostanza B prima devo passare per tutte le sostanze intermedie - la 'via metabolica' -, e ciascuno di questi passaggi ha bisogno di un enzima, e cioè di un gene specifico che lo codifichi. Se all'inizio la cellula ha solo un numero limitato di geni, ci deve essere per forza un'espansione del genoma per costruire una via metabolica.

**E se i geni fossero stati capaci di codificare per più proteine?**

Questa è una possibilità. La seconda ipotesi, quella del *patchwork*, è che potesse esserci un gene che codificava per un enzima solo, ma in grado di fare più cose, ovviamente a scapito della velocità e dell'efficienza della reazione. L'unico modo di aumentare l'efficienza del genoma è quella di duplicare i geni. Una volta duplicato, uno dei due continua a fare quello che faceva prima e l'altro può mutare e acquisire una abilità metabolica diversa.

**Come si fa a studiare come si sono evolute queste vie metaboliche?**

Ci sono due approcci. Il primo è teorico: studiando i genomi, e oggi ci sono masse enormi di dati sul sequenziamento dei genomi che fino a pochi anni fa non erano disponibili. Il secondo è un approccio sperimentale, più complesso ma più probante. Funziona così: supponiamo che ci sia stato un gene ancestrale da cui si sono evoluti per duplicazione due geni, che codificano per due enzimi con attività differenti. L'idea è quella di ricostruire il gene ancestrale in grado di codificare per un enzima in grado di catalizzare entrambe le reazioni.

Una di queste coppie di geni è quella per la sintesi dell'istidina, un aminoacido. Questa via metabolica è molto antica, e forse era presente prima dell'apparizione del *last common universal ancestor*, l'organismo antenato di tutti gli organismi viventi, nelle prime fasi dell'evoluzione molecolare.

Questi due geni hanno una sequenza nucleotidica molto simile. Noi stiamo facendo l'esperimento per ricostruire il gene ancestrale che catalizzerà i due tipi di istidina. E questo è straordinario perché potremo ripercorrere al contrario l'evoluzione.