

## La vita (12/05/10)

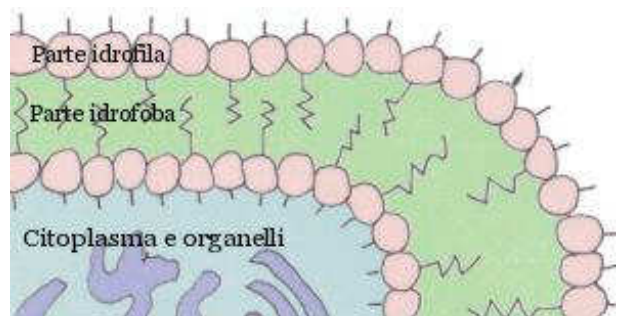
In un modo o nell'altro, circa 3,8 miliardi di anni fa siamo arrivati ad avere una Terra solida, con ogni probabilità inizialmente ricoperta da un oceano di profondità media tra 3 e 4 km. Alla base dell'oceano la crosta è molto "attiva", nel senso che la convezione nel mantello sottostante causa movimenti su larga scala, anche se già piuttosto lenti (dell'ordine dei milioni di anni) in seguito ai quali sorgeranno le terre emerse e si formeranno i più antichi scudi continentali. Che le molecole organiche siano arrivate con il materiale residuo della nube iniziale, o che si siano formati già sulla Terra (più probabile), ci troviamo di fronte al problema della nascita della vita.

Dalla conferenza di giovedì scorso abbiamo appreso che, una volta formato spontaneamente il primo segmento di RNA in grado di auto-replicarsi, è arrivato Darwin e, per mezzo della selezione naturale, ha consentito alle mutazioni più adatte di sopravvivere e proliferare, per giungere fino a noi. Oggi va di moda pensarla a questo modo, sulla scia delle celebrazioni Darwiniane dell'anno scorso durante le quali Darwin è stato spesso acclamato come il più grande genio di tutti i tempi. E di sicuro, nella storia dell'RNA, c'è molta verità, ma ci si chiede: "È davvero **tutta** la verità?".

In realtà, il problema fu espresso in termini che ancor oggi possiamo considerare corretti dal punto di vista scientifico molto tempo prima di Darwin: addirittura secoli prima. La sua formulazione attuale suona: "È nato prima l'uovo o la gallina?" In quest'ordine d'idee, l'uovo rappresenta l'informazione genetica, quella che dovrebbe auto-replicarsi. La gallina è invece l'organismo completo, con tutto il suo metabolismo, che alla fine è la condizione necessaria affinché l'informazione genetica riesca a replicarsi. Nell'ipotesi illustrata giovedì, è nato prima l'uovo. Se le cose sono veramente andate così, però, ci si chiede come abbia fatto l'uovo a replicarsi in assenza della gallina. Secondo un modo di vedere alternativo, infatti, è nata prima la gallina. Ovvero, si sono date una serie di condizioni chimico-fisiche nelle quali l'uovo trovasse, al suo sorgere, una sorta di proto-metabolismo già funzionante. Cerchiamo di approfondire questo punto di vista, richiamando alcune delle caratteristiche fondamentali della vita come le conosciamo oggi, tenendo presente che al primo sorgere della vita queste potevano essere radicalmente diverse, ma difficilmente assenti del tutto.

La prima condizione, lo sappiamo, è per l'appunto l'informazione genetica. Deve esistere una molecola abbastanza lunga e complessa da contenere le informazioni necessarie non solo alla propria replica, ma anche alla costruzione dell'ambiente adatto alla replica stessa. In questo caso, bisogna sgomberare la mente da facili analogie informatiche. È vero che gli automi cellulari auto-replicanti, su una scacchiera regolare che rappresenta lo "spazio equivalente", sono molto semplici, ma è proprio lo "spazio equivalente" a trarci in inganno. Nello spazio informatico, ogni casella è già preordinata a essere "on" o "off" a seconda di quello che succede nelle caselle adiacenti. Ma pensiamo a cosa succederebbe se cominciasimo a rendere "neutre" alcune caselle, scelte a caso. L'ovvia analogia è quella dello spazio fisico, in cui non è detto che, in ogni zona limitrofa al primo RNA replicante, si trovino tutte (si badi bene: "**TUTTE!!!**") le sostanze chimiche necessarie. Se già una sola casella su cento nel gioco "Life" di Conway fosse "sterilizzata", le configurazioni auto-replicanti minime dovrebbero essere ingigantite, in modo da contenere algoritmi di auto-correzione esattamente come avviene con la vita. E per il momento, non addentriamoci oltre nella discussione dell'informazione genetica.

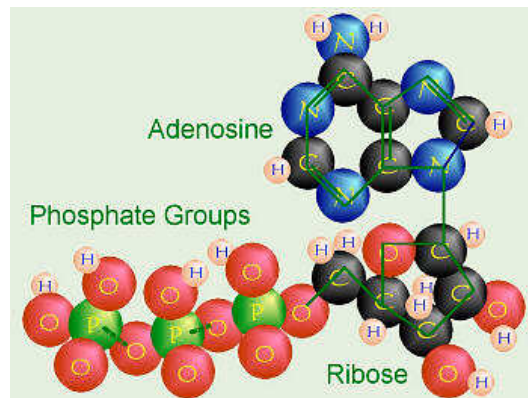
Una seconda condizione, che a noi sembra assolutamente ovvia, è quella di una struttura di contenimento. Se non ci fosse un equivalente della membrana cellulare, per fare in modo che le sostanze utili restino all'interno e quelle dannose all'esterno, e ci sia scambio ben regolato tra i due ambienti, come potrebbe durare abbastanza a lungo la molecola contenente l'informazione genetica, dato che sarebbe sottoposta a una



continua aggressione chimica da parte dell'ambiente? Non per nulla, tra il 1930 e il 1940, Oparin, il genetista sovietico di Stato, sosteneva che la prima struttura nella catena che conduce alla vita è la membrana cellulare, costituita in base a quelle bollicine, che lui chiamava "coacervati", che si generano più o meno spontaneamente quando sostanze grasse sono dissolte in acqua: queste bollicine hanno già la struttura di una membrana, con una parte idrofila rivolta verso l'esterno e l'interno, e una parte idrofoba al centro, in modo da consentire l'ingresso e l'uscita delle molecole funzionali alla vita sciolte in acqua, ma con un filtro intermedio che decida cosa deve passare davvero. Solo che, purtroppo, i coacervati finora prodotti sono ancora ben lontani dal possedere le funzionalità di una semplice membrana cellulare.

La terza condizione è meno visibile, ma rappresenta un ostacolo apparentemente insormontabile alla formazione della vita. Così insormontabile da far pensare ai biochimici che la vita sia un evento rarissimo, il cui insorgere ha richiesto una somma di eventi così improbabili, che in confronto è molto più probabile vincere i primi dieci premi della Lotteria Galattica avendo acquistato solo nove biglietti. Sto parlando della "catalisi". Infatti, la maggior parte delle reazioni chimiche d'interesse biologico non avverrebbero mai, o avverrebbero con tempi dell'ordine di miliardi di anni, se non ci fossero gli "enzimi", ovvero proteine che accelerano le reazioni di una quantità spropositata, in alcuni casi infinita. E siccome ho introdotto il termine "proteine", dirò, con una semplificazione tollerabile, che tutte le molecole che intervengono nel metabolismo prendono il nome collettivo di "proteine", e sono sempre formate da composizioni più o meno complesse dei 20 aminoacidi di base. Dunque, senza enzimi non si costruiscono i mattoni della vita. Dov'erano i primi enzimi, quelli che hanno consentito alla prima molecola di RNA auto-replicante di assemblarsi e, soprattutto, di copiarsi? C'è chi li cerca nell'argilla: se lasciamo sedimentare in forma pseudo-cristallina l'argilla, essa forma piccole regioni esagonali che hanno una leggera attività catalitica su alcune reazioni biochimiche. Sarà andata così? Chi lo sa!

Quarta condizione fondamentale: per costruire molecole biologiche occorre passare dal disordine della materia inanimata all'ordine di quella animata. Occorre, cioè, diminuire da qualche parte l'entropia, aumentandola altrove. Per fare questo, occorre spendere energia. Ovvero: qualsiasi costruzione e duplicazione di RNA auto-assemblante non ha potuto aver luogo senza liberare energia. Da dove veniva questa energia? Oggi, l'adenosintrifosfato (ATP) è il trasportatore universale di energia in tutti gli esseri viventi (comprese le piante), ma si tratta di una molecola complicata, e di sicuro non presente quando si formò la vita.



Alcuni ipotizzano perciò che la vita possa aver avuto origine nelle profondità marine, in prossimità delle bocche vulcaniche, dove oggi si trovano ancora batteri termofili (ma che non hanno nulla a che vedere con eventuali batteri primitivi, essendo il prodotto di una lunga evoluzione e adattamento). In quelle zone, infatti, vi è abbondanza di composti di zolfo in grado di rilasciare energia durante la loro scomposizione. Sarà vero anche questo? E il calore non avrebbe decomposto subito il delicatissimo RNA auto-replicante?

In sostanza, senza uovo non si ha la gallina, e senza la gallina non si ha l'uovo. Il problema rimane aperto. Chi punta tutto sull'RNA, con Darwin che si prende cura di ogni cosa, tende a pensare che la vita sia molto diffusa nell'universo. Chi è della scuola "metabolica", al contrario, ritiene che la vita sia un fenomeno estremamente raro, quasi unico. A quest'ultima scuola apparteneva, per esempio, Jacques Monod ("Il caso e la necessità"), Fred Hoyle e, ai giorni nostri, Paul Davies. A quella opposta apparteneva Carl Sagan, e oggi molti scienziati che neppure si sono posti il problema in modo esplicito, e quindi non sanno nemmeno di aver eseguito una scelta. E lo dico senza ombra di polemica, poiché è naturale immedesimarsi nel paradigma del proprio tempo.

Per quanto mi riguarda, mi dichiaro incapace di operare una scelta tra questi due paradigmi: mi mancano le basi culturali necessarie.