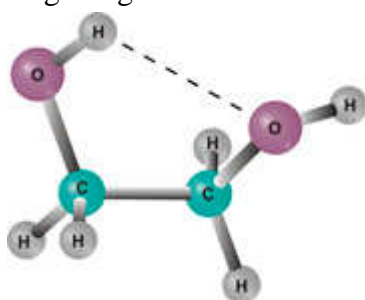
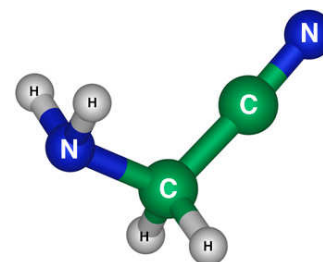


Le molecole organiche (22/04/10)

Siamo giunti finalmente alle prime molecole organiche individuate nelle nubi cosmiche. È inutile partire da quelle troppo semplici come il metano e così via. Cosa ne dite dell'aminoacetonitrile, qui a destra? In acqua, è uno dei precursori dell'Alanina che è una delle molecole più importanti per la vita, essendo uno dei 20 aminoacidi usati per costruire ogni molecola che si trova negli organismi viventi. Ancora più complessa appare la molecola del glicol etilenico, nell'immagine a sinistra.

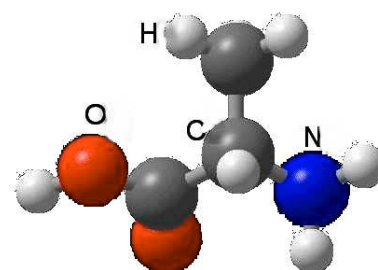


Quest'ultimo composto non è direttamente rilevante dal punto di vista biologico (anzi, è velenoso), ma serve come base per la produzione di alcuni polimeri industriali, potendo combinarsi con altre molecole analoghe per formare lunghe catene di carbonio. Allora perché ne parlo? Per diversi motivi. Il più importante in questo contesto, è che mostra come la chimica organica nelle nubi interstellari sia un affare abbastanza complicato, nel quale si possono produrre molecole di grosse



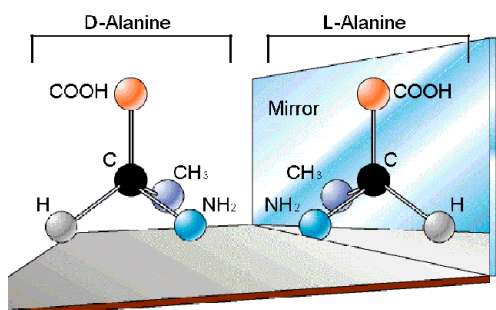
dimensioni. Tanto per dare un'idea, ricordiamo che i due aminoacidi più semplici, la Glicina e l'Alanina, sono rappresentati dalle due formule: $\text{NH}_2\text{-CH}_2\text{-COOH}$ e $\text{CH}_3\text{-CH(NH}_2\text{)-COOH}$. L'Istidina, che è uno tra i più complicati tra gli aminoacidi, ha una formula un po' più lunga, ma non troppo: $\text{NH-CH=N-CH=C-CH}_2\text{-CH(NH}_2\text{)-COOH}$. Come si vede, la Glicina è poco più complicata del Glicol Etilenico: se quest'ultimo è stato individuato nelle nubi, non potrà esserci anche della Glicina, e magari dell'Alanina, sebbene in concentrazioni così basse da risultare invisibili agli strumenti attuali? La risposta tentativa degli astrobiologi è che, in base ai calcoli approssimati che si possono eseguire nelle condizioni di una nube, e data la presenza di certe ben precise molecole utilizzate come "spia" di quel che succede, una certa quantità di aminoacidi deve sicuramente essere presente (attenzione: si tratta dell'esito di calcoli teorici, ma basati su fondamenti piuttosto attendibili, e dunque non è speculazione selvaggia), e se ne può anche determinare l'abbondanza approssimativa. Se i conti sono giusti, nel giro di una decina d'anni dovremmo poter disporre di strumenti in grado di rivelare questi primi aminoacidi semplici. Ma attenzione: possiamo anche seguire una linea di pensiero diversa, e cioè la seguente.

Sappiamo che il Sistema solare si è formato grazie alla contrazione di una nube interstellare, e che le sue regioni più esterne, fino a circa un anno luce di distanza, in quella zona che oggi chiamiamo "Nube di Oort", non sono state molto influenzate dalla formazione del Sole, e quindi mantengono traccia di come era la nube interstellare originaria. Se potessimo analizzare chimicamente gli oggetti che vi sono presenti, riusciremmo ad avere un'idea più precisa di quella che era la chimica della nube. Fortunatamente possiamo farlo, poiché di tanto in tanto le comete vengono a portarci informazioni sul luogo in cui si sono condensate, e cioè proprio la Nube di Oort. Ebbene, almeno per quanto riguarda l'Alanina, la rivelazione sperimentale è definitiva: questo composto doveva far parte della nube interstellare, ed eccone la formula di struttura a destra; tra poco ci servirà esaminarla un po' meglio. Ma c'è di più: sulla superficie terrestre si trovano frammenti di meteoriti di origine cometaria (il più famoso è quello di Murchison). In questi frammenti, si trovano aminoacidi di vario genere, non solo quelli utili alla vita, ma anche altri, e ciò conferma l'intensa attività chimica all'interno delle nubi interstellari. E conferma anche la possibilità che molti composti organici possano cadere sulla superficie terrestre senza decomporsi a causa del calore generato attraversando l'atmosfera, purché siano rinchiusi in involucri di roccia ragionevolmente grandi. Dunque, la conclusione che alcuni composti "prebiotici" ovvero precursori



della vita, sintetizzati nello spazio cosmico, siano giunti sulla Terra primordiale, è ormai una solida affermazione scientifica suffragata da prove. Però...

Però, si verifica una circostanza strana. Dobbiamo parlare un attimo della “stereoisomeria”, ovvero della struttura delle molecole nello spazio. Prendiamo per esempio proprio l’Alanina. Questa si può presentare sotto due forme solo apparentemente uguali, raffigurate nell’immagine qui sotto. Soffermiamoci sulla molecola rappresentata a sinistra, quella definita “D-Alanina”.



Se prendiamo come centro della molecola il nucleo di carbonio in nero, e immaginiamo di sistemarlo al centro di un tetraedro regolare, i quattro atomi o gruppi che si legano a questo carbonio centrale sono raffigurati come se fossero ai vertici del tetraedro. Ebbene: esiste una diversa forma di Alanina, che è quella raffigurata nello specchio, e prende il nome di: “L-Alanina”. Cosa importa tutto ciò? Moltissimo, per la vita. Supponiamo, infatti, di tirare fuori dallo specchio la L-Alanina, e di ruotarla in modo tale che essa appaia esattamente identica alla D-alanina. Non è possibile. È come

per le nostre mani: possiamo sovrapporle solo in modo speculare, ma se proviamo a ruotarle in tutti i modi per riuscire a far sì che una mano destra diventi una mano sinistra, non ci riusciamo. Dunque, esistono due forme di Alanina irriducibilmente differenti per la loro struttura spaziale. Il prefisso “D” vuol dire che, se facciamo passare della luce polarizzata attraverso una soluzione di D-Alanina, il piano di polarizzazione ruota verso destra. Se invece ripetiamo l’esperimento con la L-Alanina, il piano di polarizzazione ruota verso sinistra (“Left”). Fin qui ci sembra solo una curiosità di Fisica-Chimica, ma per la vita è determinante. Solo gli L-aminoacidi sono utilizzati nel comporre le molecole vitali; i D-aminoacidi non entrano a far parte della vita e, se vengono ingeriti, non vengono metabolizzati, e sono espulsi così com'erano. Appuntiamoci mentalmente questa curiosità, associandola a una nozione nota a chiunque: per quanto riguarda gli zuccheri, sono assimilati solo quelli D-, come il Destrosio o Glucosio. Per diminuire l’input calorico, si usa spesso il Levulosio o Fruttosio come dolcificante, poiché questo è la forma L- dello zucchero, e dunque non viene metabolizzato e non ingrassa (magari bastasse quello!). Ma nelle nubi interstellari questo non ha alcuna importanza, e infatti vengono sintetizzate uguali quantità di composti organici D- ed L-.

Ora c’è un’altra considerazione importantissima su cui riflettere. Spesso, nella speculazione selvaggia, si dice: “Sì, certo, qui sulla Terra tutta la vita si basa sulla chimica del Carbonio, ma chissà su altri pianeti? Magari può esistere vita basata sul Silicio, sullo Zolfo, sul Fosforo...” Ebbene: la chimica delle nubi interstellari ci fornisce un indizio importante per rispondere a questa domanda. Dovunque, nella Galassia, le nubi da cui si formano le stelle e i sistemi planetari, sono ricche di composti del Carbonio anche piuttosto complessi, e lungo la strada che conduce alla vita. Sebbene si possano individuare anche molecole a base di Silicio eccetera, esse sono sempre estremamente semplici, e riflettono l’impossibilità di questi elementi a costruire le lunghe catene molecolari necessarie allo sviluppo della vita. Dunque, ogni volta che si forma un sistema planetario, questo è ricco di molecole organiche complesse, e non di altre molecole neanche lontanamente paragonabili come complessità. Tutto ciò ci fa concludere in modo praticamente definitivo che dovunque, nell’universo, esista vita, questa si basi sul Carbonio. Solo la “vita artificiale” (computer pensanti ancora lontani dalle nostre possibilità tecnologiche) potrebbe essere considerata un esempio di “vita” basata sul Silicio. Ma è un discorso che ci porterebbe molto lontano, e lo riprenderemo più avanti.