

Le nubi galattiche (16/04/08)

Dopo la formazione delle galassie, si formano le prime generazioni di stelle che contengono già “metalli” (ricordiamo: in astrofisica qualsiasi elemento differente dall'idrogeno e dall'elio viene definito metallo) anche se in quantità molto bassa: tipicamente, le stelle galattiche più antiche, rarissime, possono contenere solo un millesimo dei metalli presenti nel Sole, o anche meno. Le stelle che vediamo negli Ammassi Globulari sono, in parte, già inquinate da una seconda generazione di supernove (la prima fu quella che precedette la nascita delle galassie) che si formarono nei proto-Ammassi Globulari stessi. Poi, via via che il gas e le polveri costituenti la galassia continuavano a contrarsi e appiattirsi nel disco, la densità di gas in quest'ultimo aumentò notevolmente, e prese il via il ciclo che vede la formazione di stelle anche di grande massa che poi esplodono come supernove, riversano nelle nubi il loro contenuto metallico, e quindi dalle nubi si creano altre stelle e supernove, e il contenuto metallico del disco galattico aumenta col tempo. Quando si formò il Sole, la metallicità del disco era attorno al 2%, oggi è circa il doppio, anche se le regioni in cui si formano nuove stelle non sono chimicamente omogenee tra loro. Ma continuiamo a mantenere il discorso centrato sulle nubi di gas e polveri che oggi si trovano sul disco della galassia. In questo campo, io sono un esordiente totale, e quindi racconterò solo poche bestialità introduttive lasciando che Paolo Saraceno ci dica poi come vanno veramente le cose.

Uno dei problemi interessanti della ricerca nell'infrarosso, è la determinazione della composizione chimica di queste nubi. Infatti, come risulta immediatamente intuibile, se ci sono tanti elementi chimici, ed essendo la temperatura bassa, in una nube possono essere stabili molecole anche complesse. In percentuale, la loro abbondanza sarà minuscola, poiché la stragrande maggioranza del materiale è comunque elio e idrogeno ma, essendo la massa delle nubi molto grande, la quantità assoluta di molecole potrebbe essere anch'essa molto grande, se confrontata a misure “terrestri”.

Qui includo una brevissima digressione che non riguarda le nubi in sé, quanto piuttosto le sproporzioni tra le masse che s'incontrano nel mondo stellare, e la massa di un pianeta terrestre. Sappiamo tutti che il titanio è un elemento piuttosto raro, e infatti le protesi chirurgiche di titanio hanno un prezzo molto elevato. Ebbene: se calcoliamo quanto titanio c'è nel Sole arriviamo a una conclusione che, alle prime, ci sbalordisce: ci si potrebbe formare un pianeta grande una volta e mezza la Terra. Questo, per ricordare che enorme quantità di molecole a base di ossigeno e carbonio si possono trovare in una nube interstellare, considerando che questi ultimi elementi sono migliaia di volte più abbondanti del titanio.

Digressione terminata e torniamo alle molecole nelle nubi. Come si fa a trovarle? Per via spettroscopica, ovviamente. Infatti, così come ogni atomo possiede una sua “segnatura” spettrale ben precisa, anche ogni molecola ha il proprio spettro di assorbimento. Attenzione: nell'infrarosso, lo spettro di emissione non vale la pena di considerarlo, perché le temperature delle nubi sono molto basse, e la probabilità che una molecola sia urtata ed eccitata, per poi riemettere, è importante nel riuscire a far raffreddare la nube come abbiamo visto la volta scorsa, ma è irrilevante quando cerchiamo di osservarla; nel radio, come vedremo poi, la cosa può essere diversa.

Il problema grosso comincia a questo punto. Anzi: una somma di problemi molto grossi. Proviamo a elencarli.

Anzitutto, gli spettri delle molecole sono nell'infrarosso. Dunque, dalla superficie terrestre è quasi impossibile osservarli. Occorrono strumenti al Polo Sud, su pallone o nello spazio. Per di più, siccome l'infrarosso contiene poca energia, servono anche strumenti di grande apertura, pesanti e costosi, raffreddati artificialmente.

Un secondo impiccio è dato dalla natura stessa degli spettri molecolari. Aniché avere righe ben spaziate come quelle atomiche, l'enorme quantità di livelli energetici rotazionali, vibrazionali e roto-vibrazionali che s'incrociano, danno luogo ad ampie zone dello spettro in cui le righe sono così sovrapposte tra loro da simulare l'esistenza di un continuo. In questo caso si parla di “bande” più che di “righe”. Purtroppo, esistono regioni dello spettro in cui si sovrappongono bande di molecole

diverse. Per esempio il vapore acqueo, l'ossido di carbonio e l'ossido di titanio. In questi casi, bisogna osservare moltissime zone dello spettro per distinguere tra molecole, cercare di misurare l'abbondanza di una particolare, in una zona dove si mostra solo quella (se c'è), e poi sottrarre il contributo teorico di quella molecola nelle zone in cui si mostra sovrapposta ad altre, per dedurre qual è il contributo delle altre. Questo è un lavoro che comporta sia difficoltà strumentali che teoriche, e non sempre si riesce a raggiungere risultati convincenti. Perciò, in molti casi, più che determinare l'abbondanza di una certa molecola sperimentalmente, ci si limita a osservare la sua presenza e poi, sempre per mezzo di modelli teorici, si prova a calcolare quanta parte della nube sia combinata in quella molecola.

Il problema diventa ancor più complesso nel momento in cui si cerca di fare il passo successivo che, per molti versi, è anche il più interessante: rivelare l'eventuale presenza di molecole organiche in una nube interstellare. Infatti, non solo le molecole organiche sono in numero sterminato, ma ci si aspetta pure che l'abbondanza di ciascuna di esse sia molto bassa, specie se la nube è sottoposta a un flusso di luce ultravioletto, perché questa radiazione spezza irrimediabilmente i deboli legami organici. Tra l'altro, fino agli anni '70, in base a quest'ultima considerazione si pensava che nello spazio potessero esistere tutt'al più molecole biatomiche, ma non molecole più grandi. Dunque bisogna osservare spettri di assorbimento di nubi fredde, e già per loro conto scure. Siccome una parte dello spettro emesso dalle molecole è nel radio, le ricerche più importanti e più recenti sono state eseguite proprio per mezzo di radiotelescopi, stavolta non in assorbimento ma direttamente in emissione, perché nelle onde molto lunghe si riesce, con molta pazienza, a distinguere il segnale dal rumore.

Paolo ci spiegherà come fu osservata la formaldeide H_2CO , che è una molecola organica semplicissima, ma è comunque un possibile mattoncino iniziale per la catena che porta dalla materia inanimata alla vita. Poi fu la volta dell'alcol metilico CH_3OH .

Ormai sono note molte decine di molecole organiche nello spazio, e recentemente è stata cercata la glicina (NH_2CH_2COOH), che è il più semplice degli amminoacidi. Ricordo come gli amminoacidi siano una ventina, e siano i mattoni che costituiscono tutte le molecole complesse (proteine, enzimi ecc.) della materia vivente. A marzo di quest'anno, è stata annunciata la scoperta dell'amino acetonitrile (NH_2CH_2CN), che è con ogni probabilità un precursore della glicina stessa. Dunque, ormai tutti sono convinti che le nubi di gas e polvere interstellare contengano, almeno dove le condizioni lo consentono, molecole organiche anche molto complesse (si parla di zuccheri), e che queste non siano ancora state rivelate solo perché gli strumenti attuali non lo consentono. Un altro punto che sembra emergere, anche se in modo ancora non chiaro, è l'esistenza già nello spazio di una "chiralità" delle molecole organiche. Ricordiamo che alcune molecole della vita sono, per esempio, levogire, e che molecole identiche, ma destrogire, non sono metabolizzabili. Ma qui siamo ancora a livello di speculazioni teoriche.

Dovremo comunque discutere le implicazioni di queste osservazioni per quanto riguarda la diffusione della vita nell'universo.