

Nubi che condensano e stelle che nascono (14/05/08)

Qualche tempo fa, Paolo Saraceno ci portò una bella immagine di una nube densa: si trattava di un campo stellare al cui centro si notava un “buco” privo di stelle, almeno in luce visibile. Andando a osservare nell’infrarosso sempre più lontano, questo buco si ripopolava di stelle a partire dai bordi, e sempre più verso il centro.

Quella nube è veramente molto densa e fredda, e nel giro di qualche milione di anni nasceranno, al suo interno, un certo numero di stelle. Per ora è impossibile dire quante; con ogni probabilità da un minimo di due a una decina come massimo. Cerchiamo di capire cosa succederà, anche aiutandoci col la figura accanto.

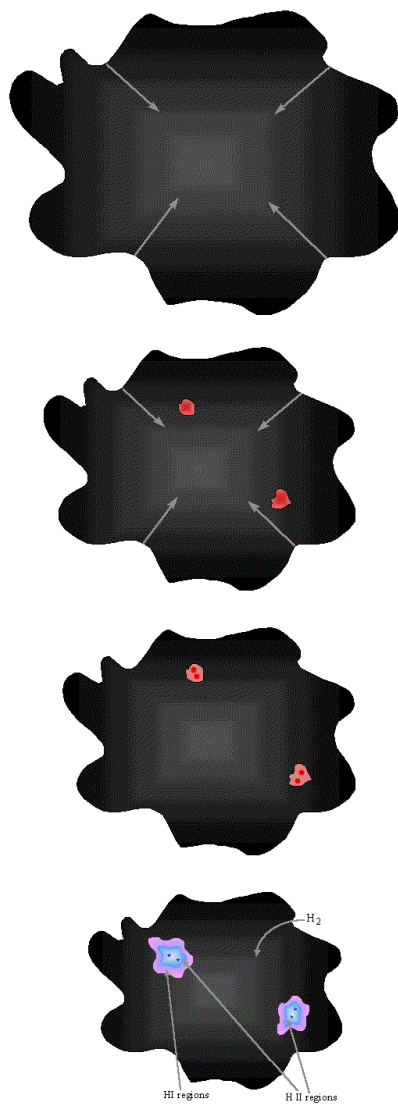
Il disegno in alto mostra la nube come è ora: sotto l’effetto della gravità sta lentamente contraendo, ma nulla dice che si tratti di una nube omogenea in contrazione simmetrica. Ci possono essere parti già più dense, e quindi più di un centro di contrazione. Attenzione, però, a un particolare non evidenziato nel disegno: la nube sta ruotando fin dall’inizio, e la sua velocità angolare cresce in proporzione all’inverso del raggio al quadrato (se non ci sono perdite di momento angolare). Il punto è fondamentale: proviamo infatti a calcolare quanto ruoterebbe velocemente una stella formata da una nube di un anno-luce di diametro, che ruotasse una sola volta nel corso di un intero anno galattico di 220 milioni di anni. Una volta giunta al raggio solare, una configurazione del genere ruoterebbe in circa 30 secondi. È chiaro che si spaccerebbe molto prima. Dunque, la rotazione gioca un ruolo molto importante nella formazione delle stelle.

Il secondo disegno dall’alto, mostra cosa succede quando cominciano a condensarsi due centri primari che, per comodità, definiremo “globuli” (ce ne possono essere più di due).

Siccome questi oggetti gravitano attorno al comune baricentro, sono lontani tra loro e condensano una grossa frazione della massa, ecco che il loro momento angolare relativo assorbe la grande maggioranza di quello della nube (è come se la nube, invece che da un anno luce a un raggio solare, si fosse condensata fino a una distanza pari alla distanza tra questi due globuli, che è comunque molto grande).

Da questo momento in poi, la parte della nube non ancora condensata diventa poco importante, perché i due globuli evolvono molto più rapidamente del resto e, quando si accenderanno le stelle relative, queste dissiperanno il resto della nube. Seguiamo ancora l’evoluzione con la terza figura dall’alto.

Il momento angolare totale è ormai la somma di quello dei due globuli uno rispetto all’altro (la stragrande maggioranza) più quello interno di ciascuno dei due globuli (una minoranza, ma ancora enormemente grande a quello che potrebbe essere sostenuto da una stella). Ciascuno dei due globuli continua a contrarre, e vediamo cosa avviene all’interno di uno qualsiasi dei due. In piccolo, si ripetono le vicende della nube grande: la condensazione avverrà non necessariamente al centro del globulo, ma attorno a due o più nuclei già da prima più densi. Questi daranno origine alle vere e proprie protostelle, e il fatto che siano distanti tra loro farà in modo, di nuovo, che la stragrande maggioranza del momento angolare del globulo sia distribuito come momento orbitale dei due nuclei protostellari uno rispetto all’altro.



Il gioco non è ancora completato; ciascun nucleo protostellare contiene comunque troppo momento angolare per potersi condensare in stella unica senza spaccarsi, ma da questo momento in poi il discorso può prescindere dalla nube iniziale. Infatti, come si vede nell'ultimo disegno, le stelle che si accendono ionizzano l'idrogeno nei loro dintorni (H_2 è l'idrogeno molecolare, freddo; $H I$ è l'idrogeno atomico, relativamente caldo, e $H II$ è l'idrogeno ionizzato, a temperatura di diverse migliaia di gradi) e questo fa evaporare il residuo di nube circostante.

Seguiamo adesso il condensarsi della stella. La rotazione violentissima del plasma che la compone produce campi magnetici molto forti che strappano via la materia e la fanno fluire verso i poli magnetici della stella stessa. Questa materia vorticosamente rotante porta via a sua volta una gran quantità di momento angolare, e la protostella centrale rallenta. In più, le linee di forza magnetiche della stella, intrecciandosi con quelle della materia residua della nube, agiscono come vero e proprio freno elettromagnetico. L'oggetto che viene fuori alla fine di queste fasi, ruota ancora alcune decine di volte troppo velocemente per quella che sarà la stella finale, ma ci stiamo avvicinando. L'ultimo passo, quello che condurrà la stella a ruotare normalmente, è la formazione del sistema planetario.

Infatti, la materia con eccesso di rotazione, si disporrà in un disco attorno alla stella nascente, e dal disco nasceranno i pianeti. Nel nostro Sistema Solare, il pianeta Giove si è succhiato il 98% del momento angolare, e dunque il Sole può permettersi di ruotare in circa 30 giorni. In caso contrario, ruoterebbe in sole 7 ore. È da notare che esistono stelle con rotazione così veloce: sono quelle di alta Sequenza Principale, con massa circa dieci volte maggiore di quella del Sole.

Quando il sistema planetario comincia a formarsi, la stella comincia a brillare non solo nell'infrarosso, ma anche nel visibile, perché a quel punto non è più circondata da nubi dense di gas e polvere.

Abbiamo dunque capito in qual modo la formazione stellare, benché abbia luogo nelle nubi, si dimentichi presto di quel che avviene nella nube e sia determinata piuttosto dalla rotazione. La necessità di distribuire il momento angolare al di fuori di una stella è il motivo per cui le stelle tendono a nascere in gruppi, in modo che il momento angolare sia quello orbitale delle stelle una rispetto all'altra.

