

OGGETTI DI HERBIG-HARO

a cura di Roberto Perenna



L'oggetto di Herbig-Haro HH49 ripreso dal Telescopio spaziale Spitzer nell'infrarosso

Sono stati catalogati ormai oltre 2.000 oggetti di Herbig-Haro (**oggetti HH**), dal nome dei due astronomi che a metà del secolo scorso li studiarono in modo approfondito indipendentemente l'uno dall'altro. Si tratta di una categoria di nebulose a emissione debolmente luminose visibili all'interno o ai margini delle regioni di formazione stellare. Si formano quando gas ionizzato (spesso allo stato di plasma), espulso sotto forma di getti in corrispondenza dei poli di stelle in fase di formazione, collide con nubi più dense di gas e polveri a velocità supersoniche.

Le onde d'urto generate dalla collisione eccitano gli atomi del gas, che si illumina per il fenomeno della **triboluminescenza**, un particolare tipo di luminescenza che si manifesta in alcuni materiali che, sottoposti a

sforzi meccanici (ad esempio schiacciandoli, graffiandoli o sfregandoli), emettono parte dell'energia assorbita sotto forma di onde elettromagnetiche. Tale fenomeno fu

scoperto già alla fine del XVIII secolo durante la raffinazione dello zucchero, quando vennero notate piccole scintille di luce visibile durante la frantumazione di grossi cristalli di zucchero.

Le osservazioni condotte dal Telescopio spaziale Hubble (HST) rivelano che gli oggetti HH si evolvono rapidamente nel giro di pochi anni, per cui la durata totale del fenomeno è relativamente breve, alcune decine o al massimo qualche centinaio di migliaia di anni, al termine dei quali si disperdono nel mezzo interstellare sotto l'azione del vento prodotto dalle stelle di nuova formazione.

La nascita di una stella avviene quando una nube molecolare in lenta rotazione collassa su sé stessa per azione della sua stessa gravità; in questo modo si forma un denso nucleo idrostatico che prende il nome di protostella.

In seguito al collasso la protostella deve aumentare la propria massa incorporando materia a partire dai gas residui della nube; ha così inizio una fase di accrescimento che va avanti ad un ritmo di circa 10^{-6} - 10^{-5} masse solari all'anno. L'accrescimento del materiale verso la protostella è mediato da una struttura discoidale allineata con l'equatore della protostella, il disco di accrescimento. Questo si forma nel momento in cui il moto di rotazione della materia in caduta (inizialmente uguale a quello della nube) viene amplificato a causa della conservazione del momento angolare; tale formazione ha anche il compito di dissipare l'eccesso di momento angolare, che altrimenti, trasferendosi sulla protostella, ne causerebbe lo smembramento.

In questa fase si formano inoltre dei flussi molecolari collimati, forse dovuti all'interazione delle regioni interne del disco, colpite dall'intensa radiazione prodotta, con le linee di forza del campo magnetico stellare; questi getti si dipartono dai poli della protostella a velocità supersonica e probabilmente contribuiscono anch'essi a disperdere l'eccesso di momento angolare. I getti, entrando in collisione con i gas circostanti della nube, vengono bruscamente frenati; si generano così onde d'urto che si propagano anche lateralmente al getto, eccitando gli atomi del gas e rendendolo luminescente (triboluminescenza). La nebulosa a emissione che si viene a formare costituisce l'oggetto di Herbig-Haro.

I getti appaiono confinati in coni estremamente sottili, che si distendono fino ad alcune unità astronomiche dalla superficie della protostella. Si ritiene che il confinamento della materia nei getti sia favorito dalle linee di forza del campo magnetico stellare, la cui deflessione e ritorsione nell'attraversare il disco di accrescimento provocherebbe una sorta di elica che incanala il plasma espulso in un getto sottile.

Si calcola che la massa dispersa dai flussi polari, che viene prelevata dal disco, corrisponda a circa 2×10^{-7} masse solari; si tratta di una perdita significativa, perché rappresenta l'1-10% della massa del disco che va a incrementare ogni anno quella della stella.

La temperatura negli oggetti HH si aggira tra 8.000 e 12.000 °K, esattamente come in altre nebulose ionizzate, quali le regioni H II e le nebulose planetarie. La densità è però nettamente maggiore ed è compresa tra alcune migliaia e alcune decine di migliaia di particelle al cm^3 , in confronto alle circa 1.000 per cm^3 nelle regioni H II e nelle nebulose planetarie.

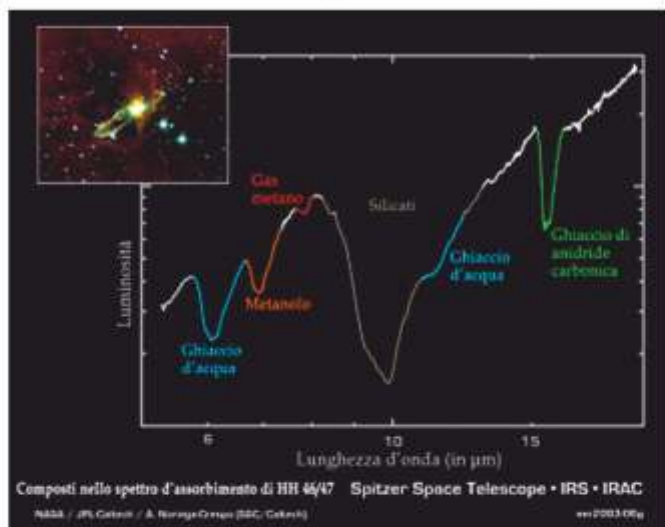


Diagramma della composizione dell'oggetto di Herbig-Haro HH 46/47

Gli oggetti HH sono costituiti principalmente da idrogeno ed elio, nelle percentuali in massa rispettivamente del 75% e 25%. Meno dell'1% è costituito da elementi più pesanti e composti, quali acqua (allo stato di ghiaccio), silicati, anidride carbonica (allo stato di ghiaccio), metano e metanolo. La composizione degli oggetti HH è stata studiata attraverso analisi spettrofotometriche, che mostrano un netto predominio delle emissioni di Balmer dell'idrogeno, con linee di emissione di ossigeno ([O I]), zolfo ([S II]), azoto ([N I]) e ferro ([Fe II]), in cui risaltano linee di [O II] e [N II] fortemente eccitati, assieme a deboli emissioni di [O III].

Gli oggetti di HH, che si trovano nelle regioni in cui è presente una certa attività di formazione stellare, si presentano nella maggior parte dei casi singolarmente; non è però raro osservarli in estese associazioni, che comprendono a volte anche dei **globuli di Bok** (nebulose oscure in cui si trovano stelle in formazione, da cui spesso si originano gli stessi oggetti HH).

Negli ultimi anni il numero degli oggetti HH scoperti è cresciuto rapidamente, ma si ritiene che gli oggetti individuati costituiscano solo una minima percentuale di quelli realmente esistenti nella Via Lattea. Le stime sostengono che siano oltre 150.000, la maggior parte dei quali sarebbero tanto lontani da non poter essere né osservati né tantomeno studiati con le attuali tecniche osservative.

Gran parte degli oggetti HH conosciuti si trova entro 0,5 parsec (pc) dalla stella che li ha originati; pochissimi, infatti, sono quelli individuati a una distanza maggiore dalla stella madre (circa 1 pc). Vi sono tuttavia delle eccezioni: ne sono stati scoperti alcuni anche a diversi parsec di distanza, forse perché il mezzo interstellare, non essendo molto denso nelle loro vicinanze, gli consente di propagarsi a distanze molto maggiori dalla stella, prima di disperdersi nello spazio interstellare.