

STELLE e GALASSIE

LE STELLE

Quando alziamo gli occhi al cielo notturno, se osserviamo da un luogo buio e lontano dalle luci inquinanti delle città, riusciamo a scorgere, nelle serate favorevoli, più di 2000 stelle. Questi innumerevoli puntini luminosi non sono altro che altrettanti soli la cui luce ci giunge così fioca a causa della distanza che ci separa.

Ma come si può misurare tale distanza? Il primo a riuscirci fu il tedesco Wilhelm Bessel nel 1838.

Egli sfruttò il fenomeno della parallasse¹: se ci spostiamo lateralmente mentre osserviamo degli oggetti posti a distanze diverse quelli più vicini sembreranno spostarsi rispetto a quelli più lontani. Conoscendo lo spostamento laterale dell'osservatore (base) e l'angolo di cui si sono spostati gli oggetti si trova facilmente la distanza di questi. Bessel usò come base l'orbita della Terra e trovò che una stella (la 61 Cygni) si spostava rispetto a quelle sullo sfondo di circa 0,7 secondi d'arco (il diametro di una moneta da un euro vista da 10 km di distanza). La distanza della stella risultò essere di circa 11 anni luce (a.l.)².

Attualmente si riescono a misurare angoli così piccoli da misurare direttamente la distanza delle stelle fino a circa un migliaio di anni-luce.

Ora che ne conosciamo la distanza e la luminosità apparente riusciamo a ricavare la luminosità assoluta delle stelle. Infatti la luminosità di un oggetto diminuisce con il quadrato della distanza: se la distanza raddoppia la sua luminosità diventa un quarto. Supponiamo di avere due stelle di diverso splendore: una di magnitudine 0 (tra le più luminose della volta stellata) e l'altra di magnitudine 5 (tra le più deboli visibili ad occhio nudo). La prima è 100 volte più luminosa della seconda.

Poniamo che la loro distanza, misurata con la parallasse, risulti essere rispettivamente di 10 e 100 a.l.: la luce della stella più lontana ci appare 100 volte più debole a causa della maggior lontananza. Quindi le due stelle hanno la stessa luminosità assoluta: la stella di magnitudine 5 è 100 volte più debole semplicemente perché è 10 volte più lontana. Non tutte le stelle hanno però la stessa luminosità intrinseca. Studiando la luminosità delle stelle si è trovato che ne esistono alcune che splendono come un milione di soli e altre che sono un milione di volte più deboli della nostra stella.

Un'altra caratteristica che possiamo notare, anche ad occhio nudo, in una stella è il suo colore: ne esistono di rosse, di arancioni, di gialle, di bianche e di azzurre. Ad esempio, le due stelle più luminose della costellazione di Orione, Rigel e Betelgeuse, sono una azzurra e l'altra rossa; poco a ovest di Orione troviamo Sirio, la stella più luminosa del cielo, che ci appare bianca. La differenza nel colore si spiega con la diversa temperatura presente sulla superficie delle stelle: quelle più fredde appaiono rosse, mentre le più calde azzurro-blu. È lo stesso fenomeno che si osserva in un tostapane: il filamento diventa da rosso cupo ad arancio fino a giallo man mano che si scalda (se si potesse scaldare ulteriormente senza fondere diverrebbe bianco e poi blu).

¹ Il fenomeno della parallasse viene da noi utilizzato in ogni momento in modo automatico. Il nostro cervello infatti percepisce la distanza degli oggetti da noi usando l'informazione che giunge dai nostri occhi. Le immagini dei due occhi non sono perfettamente identiche, come possiamo facilmente verificare chiudendo alternativamente un occhio e poi l'altro. Come base della parallasse il nostro cervello usa la distanza tra i due occhi, di circa 6-7 cm.

² Il fatto che non fosse visibile il fenomeno della parallasse era stato usato, in passato, come prova della fissità della Terra. Il motivo per cui la parallasse non era rilevabile, però, non era dovuto alla mancanza del fenomeno, ma alla grandissima distanza delle stelle, che lo rendeva al di là della sensibilità dei migliori strumenti disponibili.

Qual è la caratteristica più importante per una stella? La sua massa. Essa ne determina ogni altro fattore: luminosità, temperatura, colore e destino evolutivo. La massa infatti determina come funzionerà e con quale potenza il motore interno alla stella, alimentato dalla fusione nucleare di elementi leggeri in altri più pesanti. Il processo è lo stesso che l'uomo ha riprodotto nelle esplosioni delle bombe all'idrogeno, dove i nuclei di idrogeno si uniscono a formare dei nuclei di elio. In questa fusione, parte della massa viene trasformata in energia, l'energia che alimenta le stelle.

Le stelle di minor massa avranno al loro interno temperature e pressioni molto basse (in paragone a quelle più massicce), quindi le loro fornaci nucleari saranno in grado di produrre poca energia e quindi le loro superfici risulteranno fredde (circa 3000 °C), rosse e poco luminose. Queste stelle, pur avendo a disposizione un quantitativo modesto di combustibile nucleare, sono quelle che vivono più a lungo (anche centinaia di miliardi di anni): infatti consumano il loro idrogeno con incredibile parsimonia. Esse, tenendo conto che il nostro universo è vecchio circa 15 miliardi di anni, sono praticamente nella loro prima infanzia.

Le stelle con massa simile a quella del Sole producono un quantitativo maggiore di energia e hanno superfici più calde (5000-10000 °C) e di color giallo o bianco. Quando, vecchie di alcuni miliardi di anni, terminano il combustibile nucleare idrogeno, il loro nucleo, non più sostenuto dalla produzione di energia, si contrae e contemporaneamente le parti più esterne si espandono dando vita allo stadio di gigante rossa. In questa fase il Sole si gonfierà a tal punto da ingoiare il nostro pianeta (dopo averlo cotto a puntino con il suo enorme calore). Stelle in questa fase evolutiva sono ad esempio Antares, l' α dello Scorpione, e Betelgeuse, l' α di Orione. Quest'ultima è talmente grande che ingloberebbe persino Giove se fosse messa al posto del Sole. A questo punto le giganti rosse cominciano a perdere massa a velocità sempre più sostenuta mediante un processo analogo al vento solare, solo molto più intenso. Soffiati via gli strati più esterni quello che rimane della stella è il nucleo nudo: una nana bianca grande quanto il nostro pianeta. La loro materia è talmente concentrata che un loro centimetro cubo ha una massa di una tonnellata (la materia delle nane bianche è circa 100.000 volte più denso del piombo). Queste stelle andranno sempre più raffreddandosi essendo venuta a mancare al loro interno qualsiasi forma di produzione di energia. Alla fine non rimarrà altro che un corpo freddo, nero. Questo sarà il destino anche del nostro Sole e di tutte le stelle con massa minore a circa 10 volte quella solare.

Una stella con decine di volte la massa del nostro sole sprigionerà dal suo interno un flusso energetico enorme e la sua superficie risulterà caldissima (più di 20000 °C), azzurro-blu e luminosissima. Queste stelle bruciano molto velocemente il loro combustibile e vivono appena pochi milioni di anni. Una volta finita la pur enorme quantità di idrogeno che hanno a disposizione esse cominciano a bruciare altri elementi più pesanti formati dall'idrogeno: elio, carbonio, azoto, ossigeno, fino ad arrivare al ferro. A questo punto il ferro combinandosi con altri elementi non produce più energia, bensì ne assorbe. Ora la pressione che grava sul nucleo della stella non è più bilanciata dall'energia in esso prodotta: la stella collassa improvvisamente e gli strati superiori precipitano sul nucleo. Ne consegue una immane esplosione: la stella diventa una supernova: per alcune settimane brillerà come miliardi di soli, eguagliando la luminosità di tutta la galassia di cui fa parte. E' durante queste esplosioni che si formano gli elementi più pesanti del ferro: l'oro dei nostri gioielli è nato in uno di questi straordinari eventi (e anche gli elementi che costituiscono il nostro corpo un tempo si formarono nei nuclei di stelle esplose miliardi di anni fa). Alla fine la supernova diventa una stella di neutroni: un oggetto nel quale, a causa dell'enorme pressione, gli elettroni e i protoni, unitisi, hanno dato luogo a una materia

estremamente compatta e densa: miliardi di volte più densa di quella già densissima delle nane bianche. Una massa di alcune volte maggiore di quella solare viene confinata in una palla di una decina di km di diametro.

Se la massa della stella di neutroni è maggiore a circa 4-5 volte quella del Sole la gravità sulla sua superficie sarà tale che nemmeno la luce riuscirà più a sfuggirle: la stella è diventata un buco nero.

Abbiamo visto come si evolvono e muoiono questi astri, ma dobbiamo ancora vedere come nascono. Questo è un capitolo della vita delle stelle ancora piuttosto misterioso, ma a grandi linee riusciamo a spiegarlo.

Nella nostra galassia si sono scoperte innumerevoli nubi di gas e polveri all'interno delle quali spesso brillano stelle di grande massa che, come abbiamo visto, sono molto giovani (qualche milione di anni di età al massimo). Presumibilmente quindi queste stelle sono ancora in prossimità del luogo dove sono nate; questo ci fa pensare che le stelle nascano proprio da nubi di gas e polveri.

Per passare da materia estremamente rarefatta quale è quella delle nebulose alla densità necessaria per accendere il fuoco nucleare occorre una forza che concentri il gas delle nubi: questa forza è l'attrazione gravitazionale.

Se una stella esplode in prossimità di una nube l'onda d'urto, colpendo il gas e le polveri della nebulosa, andrà a formare delle zone di densità maggiore alla media. Queste zone riusciranno quindi ad attrarre sempre più materia dalle vicinanze e daranno luogo a nuclei di condensazione che collasseranno poco a poco fino a formare delle protostelle. All'interno di questi oggetti la pressione e la densità cominciano ad essere sufficienti per innescare le reazioni nucleari di fusione dell'idrogeno in elio che decretano la nascita di una nuova stella.

LE GALASSIE

Le stelle non vagano sole nello spazio cosmico, anzi appartengono a famiglie piuttosto numerose: le galassie. La nostra, la Via Lattea, sembra sia costituita da circa 200 miliardi di stelle. Ma ne esistono anche di molto più massicce: M 87 nella costellazione della Vergine pare contenga tanta materia quante cento "Vie Lattee" sommate.

Altre sono invece molto più piccole, come le Nubi di Magellano che hanno una massa di circa 1/100 della Via Lattea. Oltre ad avere masse molto varie le galassie si distinguono anche per forma e composizione: abbiamo le spirali, le più famose e spettacolari (la nostra appartiene a questa categoria); le ellittiche, nelle quali non si formano più stelle per mancanza di gas interstellare; le irregolari, come le Nubi di Magellano, che normalmente sono le più piccole.

Anche le galassie, come le stelle, si raggruppano tra loro, dando luogo a degli ammassi costituiti da decine fino anche a migliaia di componenti. In questi ammassi le distanze tra le galassie non sono molto maggiori delle loro dimensioni. Ad esempio la galassia di Andromeda dista da noi circa 2.000.000 di anni luce, approssimativamente 10 volte più del suo diametro.

Questa relativa vicinanza tra di loro fa sì che nei loro moti all'interno degli ammassi le galassie spesso vengano a scontrarsi.

Non dobbiamo però pensare ad immani catastrofi cosmiche in quanto le galassie sono oggetti estremamente rarefatti (le stelle al loro interno sono lontanissime le une dalle altre) e quindi questi scontri si risolvono senza impatti tra stelle. La conseguenza principale è che le forme regolari vengono stravolte dando luogo a galassie dalle forme bizzarre.

Negli anni venti del secolo scorso l'astronomo Edwin Hubble, lavorando con il più grande telescopio di allora, il 2,5 metri di Monte Wilson, vicino a Los Angeles, scoprì



Unione Europea
P.O.N. - "Competence per lo Sviluppo" (FSE)
D.G. Occupazione, Affari Sociali e pari Opportunità



Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca
Dipartimento per la Programmazione
D.G. per gli Affari Internazionali - Ufficio IV
Programmazione e gestione dei fondi strutturali europei
e nazionali per lo sviluppo e la coesione sociale



che le galassie si allontanano le une dalle altre a velocità che dipendono dalla distanza reciproca. Più sono separate tra loro e più si allontanano velocemente; questa relazione è lineare: cioè, a distanze doppie corrispondono velocità doppie.

Questa scoperta ha portato a ipotizzare che andando indietro nel tempo si potrebbe raggiungere un istante, circa 14 miliardi di anni fa, nel quale tutta la materia e lo spazio dell' Universo dovevano essere concentrati in un punto. In quell' istante, secondo la teoria del Big Bang, si formò l' Universo.