

*Nature -25 Novembre*

*Giuseppe Bono, Consiglio Direttivo SAI*

*La stima delle distanze cosmiche.*



Conoscere le distanze degli oggetti celesti è di cruciale importanza per lo studio dell'Universo perché ci consentono di stimare la costante cosmologica  $H_0$  (legge di Hubble) e l'età dell'Universo.

La scala delle distanze cosmiche si basa su diversi indicatori di distanza (candele campione) che consentono di stimare le distanze di sistemi stellari che si trovano a notevole distanza dalla Via Lattea. In questo contesto, le Cefeidi Classiche giocano un ruolo fondamentale in virtù della relazione Periodo-Luminosità, scoperta più di un secolo fa da Miss Henrietta Leavitt.

Le proprietà evolutive e pulsazionali delle Cefeidi sono oggi ben note. Sono stelle di massa intermedia in fase di bruciamento centrale di elio che durante una particolare fase della loro vita attraversano la striscia di instabilità ed oscillano in modo radiale con periodi che vanno da pochi giorni a più di un centinaio di giorni.

Questo scenario poggia su solide basi fisiche sia dal punto di vista teorico che sperimentale. Tuttavia sul finire degli anni sessanta Bob Christy si rese conto che le masse delle Cefeidi stimate utilizzando gli osservabili pulsazionali (periodo, raggio medio) erano più piccole di quelle ottenute utilizzando gli osservabili evolutivi (magnitudine media, colore medio). La differenza era dell'ordine del 30-40% e per poterla spiegare sono state avanzate diverse ipotesi.

I meccanismi fisici che sono stati suggeriti per risolvere tale discrepanza sono: una maggiore efficienza dei fenomeni di mescolamento nelle regioni centrali, un aumento della velocità di rotazione, un aumento dell'efficienza della perdita di massa e un aumento dell'opacità. L'ultima ipotesi si è rivelata corretta ed infatti agli inizi degli anni novanta, nuove stime dell'opacità hanno consentito di ridurre la discrepanza tra masse pulsazionali e masse evolutive di un fattore due.

La difficoltà nel pervenire ad una soluzione del problema risiedeva nel fatto che non erano disponibili misure indipendenti della massa dinamica (legge di Keplero) di una Cefeide. Infatti nella nostra Galassia non sono state ancora identificate Cefeidi che facciano parte di sistemi binari ad eclisse. Questa lacuna è stata colmata di recente grazie ad uno studio fotometrico sistematico delle stelle variabili appartenenti alle Nubi di Magellano (progetto OGLE).

Le Nubi di Magellano sono due galassie nane irregolari visibili nel cielo Australe, satelliti della Via Lattea, e costituiscono un ottimo laboratorio per lo studio delle popolazioni stellari giovani.

L'uso dei moderni telescopi della classe dei 10m ha reso possibile una misura accurata delle velocità radiali del sistema binario e della Cefeide di uno di questi sistemi. Tali misure ci hanno consentito di determinare per la prima volta la massa di una Cefeide con una precisione dell'1%. La nuova misura è, entro gli errori sperimentali e teorici, in buon accordo con la massa pulsazionale e la perdita di massa sembra essere il colpevole principale della discrepanza tra massa evolutiva e massa pulsazionale. Ma nuovi confronti sono necessari prima di poter raggiungere una conclusione definitiva.

Questo risultato ci consente di migliorare le assunzioni fisiche adottate per calcolare sia i modelli evolutivi che pulsazionali ed in ultima analisi di migliorare lo stato delle conoscenze di quello che Sir A. Eddington, padre della moderna Astrofisica, definiva il "macchinario di una stella".

È anche un ottimo viatico per l'intera Astrofisica Stellare Italiana ed in particolare per la "scuola" pulsazionale romana (Univ. di Roma Tor Vergata, INAF-OAR) e napoletana (INAF-OAC) che in questo settore hanno acquisito un ruolo di rilevanza internazionale.

Note:

La legge di Hubble lega la distanza di una galassia alla sua velocità di recessione attraverso una costante cosmologica chiamata  $H_0$ . L'inverso di  $H_0$  fornisce una stima dell'età dell'Universo  $t_0 \sim 1/H_0$ .

L'opacità è un parametro fisico (area/unità di massa) che quantifica quanto opaca è la materia di una stella. Ovvero fornisce la probabilità che un fotone emergente subisca una interazione con le particelle che incontra lungo il suo percorso.

Le galassie nane irregolari sono ricche di gas e polveri e presentano una intensa attività di formazione stellare. Questo è il motivo per cui sono ricche di popolazioni stellari giovani.

Le Nubi di Magellano si trovano ad una distanza di  $\sim 50$  (Grande Nube) e di  $\sim 60$  (Piccola Nube) Kpc dalla Via Lattea. Le Nubi sono gravitazionalmente legate alla Via Lattea e sono quindi dei suoi satelliti.