

Padova, 28 aprile 2022

COSÌ ERANO LE NUBI NELL'UNIVERSO PRIMORDIALE

Lo straordinario potenziale di informazioni contenute negli ammassi globulari ci fornisce l'immagine dell'Universo neonato

Oltre tredici miliardi di anni fa, cioè al tempo della grande esplosione (*Big Bang*) in cui si sarebbe generato l'Universo, le immense nubi di gas che permeavano l'Universo primordiale fecero accendere le prime stelle dando origine a primitivi agglomerati stellari. In quell'epoca nacquero concentrazioni sferiche composte da centinaia di migliaia di stelle, dette ammassi globulari (*globular clusters*), che sono sopravvissute fino ai giorni nostri.

Sebbene l'origine dei *globular clusters* sia ancora ignota, è ormai assodato che le stelle appartenenti agli ammassi globulari siano nate appena poche centinaia di milioni di anni dopo il *Big Bang*. Comprendere la composizione chimica delle nubi primordiali è certamente uno degli obiettivi più ambiziosi e complessi dell'astrofisica moderna. La difficoltà nasce principalmente dal fatto che gli ammassi globulari che osserviamo oggi hanno perduto una parte considerevole della materia gassosa che li aveva generati. Inoltre le poche tracce di gas primordiale tuttora sopravvissute al loro interno sono state contaminate dal materiale espulso da decine di migliaia di stelle durante la loro evoluzione perdendo irrimediabilmente la memoria della loro composizione iniziale.

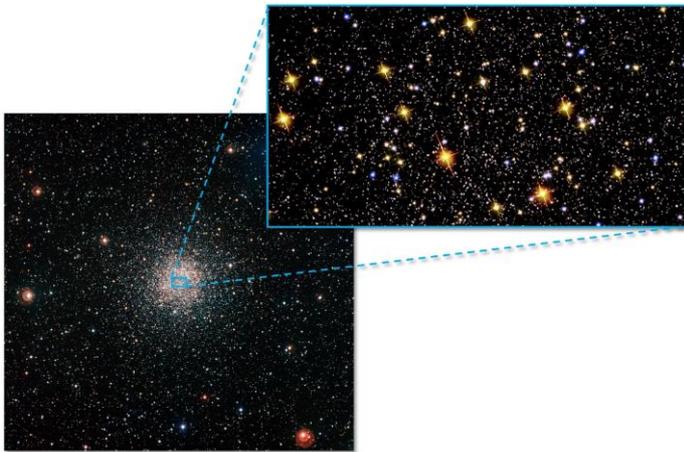


Maria Vittoria Legnardi

Un gruppo di astronome e astronomi di Italia, Australia e Stati Uniti ha svelato l'oscura composizione chimica delle nubi primordiali da cui si sono formati i globulari. I risultati della ricerca sono stati pubblicati sulla rivista «**Monthly Notices of the Royal Astronomical Society**» nell'articolo dal titolo con il titolo "*Constraining the original composition of the gas forming first-generation stars in globular clusters*" e portano la firma di **Maria Vittoria Legnardi**, una giovane dottoranda del **Dipartimento di Fisica e Astronomia dell'Università di Padova** che **a soli 24 anni ha rivestito il ruolo di leader del team internazionale.**

«Nella nostra ricerca abbiamo rilevato delle variazioni nel contenuto di metalli che caratterizza le stelle di prima generazione. Poiché la composizione chimica di queste stelle riflette direttamente la chimica delle nubi da cui si sono formate, questo implica che anche le nubi fossero chimicamente disomogenee, contrariamente a quello che ci si aspettasse. Grazie alle straordinarie immagini ottenute dal telescopio spaziale Hubble – **spiega Maria Vittoria Legnardi** – abbiamo ricostruito le cosiddette mappe cromosomiche di circa il 25% degli ammassi globulari conosciuti. Si tratta di mappe in cui i colori delle stelle vengono combinati tra loro in modo tale da creare dei super-colori indicativi del contenuto di alcuni elementi chimici. In sintesi, le mappe cromosomiche sono costituite da combinazioni di colori estremamente sensibili alla composizione chimica delle stelle negli ammassi globulari. Sulle ascisse è indicato il contenuto di elio delle stelle mentre sulle ordinate si può leggere il contenuto di azoto. In questo modo è possibile separare facilmente le stelle di prima generazione, l'oggetto principale di questo studio, da quelle di seconda generazione che presentano invece una composizione chimica riscontrata esclusivamente negli ammassi globulari. Sebbene sia pressoché impossibile ottenere informazioni dirette sulla composizione chimica delle nubi primordiali studiando il gas residuo tuttora

presente negli ammassi, in questa ricerca abbiamo sviluppato una tecnica innovativa per poter far luce sugli ambienti di formazione degli ammassi basata sulle stelle di prima generazione. Queste stelle – **sottolinea Legnardi** – si sono formate direttamente dal gas primordiale e dunque conservano memoria della composizione chimica delle nubi primordiali da cui si sono formati gli ammassi globulari agli albori dell’Universo. Le immagini di Hubble sono state fondamentali poiché hanno una risoluzione migliore e sono molto nitide. Grazie ad esse abbiamo potuto studiare in dettaglio le regioni



Lo zoom di destra è ricavato da Maria Vittoria Legnardi con la nuova tecnica che utilizza immagini del telescopio spaziale Hubble

centrali degli ammassi, dove la densità di stelle è estremamente elevata. Inoltre – **rileva Maria Vittoria Legnardi** – il telescopio Hubble permette di ottenere immagini attraverso diversi filtri che isolano la luce delle stelle dall’ultravioletto al vicino infrarosso passando per l’ottico. Combinando in modo opportuno le informazioni provenienti da diverse regioni dello spettro elettromagnetico è possibile sviluppare dei super-colori – ad esempio quelli delle mappe cromosomiche – che sono estremamente sensibili alla composizione chimica delle stelle negli ammassi».

«Questa tecnica innovativa – **dice Lucia Armillotta**, ricercatrice dell’Università di Princeton – ci ha permesso di isolare non solo le stelle che sono nate per prime e che conservano quindi la composizione originale della nube madre, ma anche le stelle delle generazioni successive. Le mappe cromosomiche rivelano che le nubi erano per lo più costituite della stessa materia originatasi con il Big Bang, ma contenevano già tracce di altre specie chimiche come il carbonio, l’azoto, l’ossigeno e altri elementi su cui si basa la vita stessa».



Da sx: Marilia Carlos, Anjana Mohandasan, Antonino Milone, Maria Vittoria Legnardi, Emanuele Dondoglio e Sohee Jang

«Uno dei risultati più sorprendenti – **aggiunge Giacomo Cordoni**, un altro autore della ricerca e afferente al Dipartimento di Fisica e Astronomia dell’Università di Padova – è che, contrariamente a quello che ci si aspettava, le nubi che hanno originato le prime stelle non erano chimicamente omogenee. Il loro contenuto di metalli, infatti, varia da una regione all’altra dell’ammasso e queste fluttuazioni implicano che le nubi originarie occupavano vaste regioni dell’Universo primordiale ed erano poco dense. Al contrario, il gas da cui si sono formate le stelle più giovani, nate centinaia di milioni di anni dopo le stelle di prima generazione, si è scoperto essere più omogeneo. Questo significa che le seconde generazioni di stelle si formarono in regioni in cui la densità del gas raggiungeva valori estremi».

«L’unicità di queste nubi spiegherebbe anche le strane proprietà di queste stelle, caratterizzate da abbondanze chimiche che non si osservano in nessun altro luogo della Galassia. Le stelle di seconda generazione presentano un contenuto di elio, sodio e azoto maggiore rispetto alle stelle che si trovano nella Galassia. Al contrario, presentano un contenuto ridotto di carbonio e ossigeno. Stelle con una simile composizione chimica sono state osservate esclusivamente all’interno degli ammassi globulari. È affascinante prendere atto – **conclude la team leader Maria Vittoria Legnardi** – dello straordinario potenziale di informazioni contenute negli ammassi globulari, questi dati sono stati

capaci di tracciare un'immagine dell'Universo neonato. I colori delle stelle che osserviamo oggi al loro interno, infatti, ci permettono di intuire quali fossero i principali ingredienti che componevano le nubi primordiali che permeavano l'Universo poche centinaia di milioni di anni dopo il Big Bang».

Titolo e link alla ricerca: "[Constraining the original composition of the gas forming first-generation stars in globular clusters](#)" - «Monthly Notices of the Royal Astronomical Society» 2022

Autori: M. V. Legnardi*, A. P. Milone, L. Armillotta, A. F. Marino, G. Cordoni, A. Renzini, E. Vesperini, F. D'Antona, M. McKenzie, D. Yong, E. Dondoglio, E. P. Lagioia, M. Carlos, M. Tailo, S. Jang, and A. Mohandas.