

Padova, 17 febbraio 2020

AMORI E TRADIMENTI AI TEMPI DEL BIG BANG

Publicata su «Monthly Notices of the Royal Astronomical Society» [la ricerca](#) del team di astronomi guidato da Antonino Milone dell'Università di Padova sui comportamenti delle stelle binarie miste. La loro esistenza era stata predetta da simulazioni numeriche, ma questa è la prima volta che vengono osservate: fatta luce su eventi avvenuti nell'universo primordiale

I “globulari” sono antichi ammassi isolati di stelle distribuiti omogeneamente intorno alla via Lattea formati da centinaia di migliaia di stelle nate oltre tredici miliardi di anni fa. Per oltre mezzo secolo, gli astronomi hanno creduto che gli ammassi fossero sistemi molto semplici, con stelle generate contemporaneamente e con stesse proporzioni di elio e idrogeno.

Recenti sviluppi dell'astrofisica stellare, avvenuti in buona parte nello scorso decennio a Padova, hanno però contraddetto questa visione semplicista permettendo di scoprire al loro interno proprietà completamente inaspettate: si tratta della scoperta delle popolazioni stellari multiple, ovvero gruppi di stelle ben distinte, la cui esistenza non era prevista dalle teorie sull'evoluzione stellare.

L'origine delle popolazioni multiple insieme alla loro strana composizione chimica rappresentano uno dei principali misteri tuttora irrisolti dell'astrofisica stellare che potrebbe avere grosse implicazioni sul meccanismo di formazione della nostra galassia. Una delle caratteristiche distintive è la composizione chimica: alcune stelle (dette di prima popolazione) hanno un contenuto di elio simile a quello delle altre stelle della Via Lattea, altre stelle (delle di seconda popolazione) hanno abbondanze chimiche estreme che non si osservano in nessun altro luogo dell'Universo.

Negli ammassi globulari si trovano frequentemente coppie di stelle (**stelle binarie**) legate gravitazionalmente, ma la relazione tra queste stelle binarie e le popolazioni multiple è ancora poco chiara.



Da sinistra a destra. Marco Tailo, Antonino Milone, Anna Marino, Edoardo Lagioia, Giacomo Cordoni - Università di Padova

Studi teorici indicano che alcune **stelle abbiano trovato il proprio partner sin dalla nascita** e possano condividere la vita di coppia per miliardi di anni o addirittura per la loro intera vita. Le coppie che formano queste relazioni longeve vengono chiamate “binarie primordiali”.

Spesso accade che quando una **stella “single”** si avvicini troppo a una binaria spezzi il legame gravitazionale che le ha tenute unite per così lungo tempo e **separi i due partner**. La stella “single” può allora legarsi a una delle due stelle che formava la vecchia binaria e dare origine a una nuova coppia di stelle. Al partner espulso dal sistema binario, non resta altro che andarsene e vagare per l'ammasso.

Il gruppo di ricercatori del **Dipartimento di Fisica e Astronomia dell'Università di Padova**, coordinati scientificamente da **Antonino Milone**, in collaborazione con **INAF di Padova** e altri enti di ricerca internazionali, ha pubblicato sul «Monthly Notices of the Royal

Astronomical Society» uno studio innovativo per capire il comportamento delle binarie in relazione alla presenza delle popolazioni multiple. La ricerca pubblicata si è avvalsa dei fondi ERC del progetto 'GALFOR' ottenuto nel 2017 dal professor Antonino Milone (<http://progetti.dfa.unipd.it/GALFOR/>).

Gli ammassi globulari appaiono come delle distribuzioni sferiche di stelle. Da un'analisi accurata delle immagini delle regioni centrali di queste sfere, ottenute con il telescopio spaziale Hubble della NASA e dell'ESA, in alcuni ammassi globulari è stato possibile individuare centinaia di stelle binarie e ricostruire la storia delle componenti di ciascuna coppia. La qualità straordinaria delle immagini delle regioni interne degli ammassi combinata con le nuove tecniche introdotte dagli autori per analizzare i dati ottenuti ha consentito di chiarire la connessione tra binarie e popolazioni multiple e conoscere la popolazione di appartenenza di ciascuna stella.

«La prima scoperta sorprendente è stata quella che nelle regioni interne le stelle appartenenti alle due popolazioni sono caratterizzate da una frazione numericamente simile di binarie - **dice Antonino Milone primo firmatario della ricerca pubblicata** -. Studi precedenti invece mostravano che le regioni periferiche degli ammassi globulari erano dominate da binarie di prima popolazione mentre le stelle di seconda popolazione sembrano preferire la vita da "single". Queste differenze rivelano le conseguenze dei processi di formazione ed evoluzione degli ammassi globulari».

Lo studio ha esplorato più ammassi e trovato differenze tra ammassi che rivelano diversità nelle loro storie evolutive.

«Nelle regioni interne dell'ammasso globulare NGC6362 abbiamo trovato esclusivamente binarie formate da coppie di stelle dello stesso tipo: le stelle di prima popolazione formano coppie solo con altre stelle di prima popolazione e le stelle di seconda popolazione scelgono solo le loro simili. La maggior parte di queste coppie di stelle si sono legate poche centinaia di milioni di anni dopo il Big Bang e sono rimaste insieme per oltre 13 miliardi di anni - **afferma Anna Marino**, responsabile di

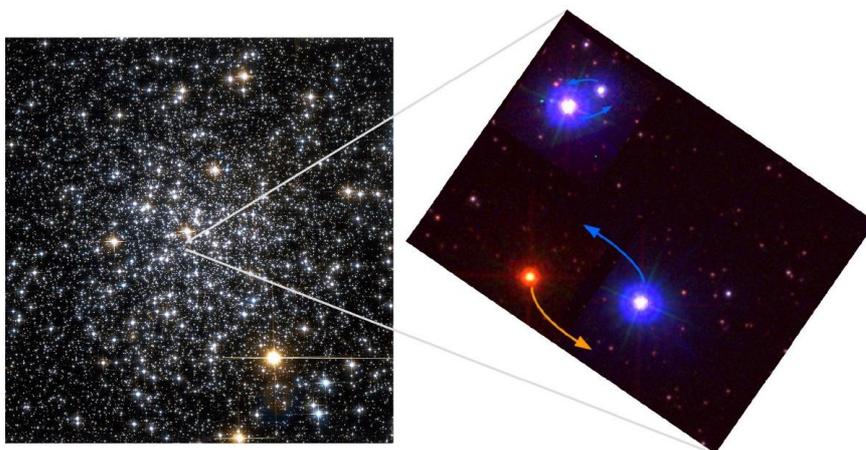


Immagine della regione centrale dell'ammasso globulare NGC6352 ottenuta dal telescopio spaziale Hubble ed usata in questo studio. A destra: rappresentazione artistica di due binarie formate da stelle di seconda popolazione (in alto) e di una binaria mista (in basso). Le stelle di prima e seconda popolazione sono state colorate rispettivamente in rosso e blu.

un progetto per lo studio di popolazioni stellari in ammassi globulari finanziato con oltre 170.000 euro dalla commissione europea nell'ambito delle azioni Marie Curie -. Invece in NGC6352, un altro ammasso studiato dal nostro team di astronomi, è stato possibile identificare binarie miste, ovvero coppie formate da stelle di diversa popolazione. In questo caso, la maggior parte delle binarie primordiali sono state distrutte e molte delle nuove coppie di stelle osservate si sono formate in epoche più recenti».

L'esistenza di binarie miste era stata predetta da simulazioni numeriche, ma questa è la prima volta che vengono osservate. La popolazione di binarie miste si forma come conseguenza degli incontri tra stelle dell'ammasso e le osservazioni forniscono quindi evidenza dell'attività dinamica nelle regioni più centrali dell'ammasso.

«Questa è la prima volta che le binarie sono state osservate e tale scoperta è stata resa possibile grazie alla straordinaria qualità delle immagini del telescopio spaziale Hubble - **conclude Giacomo Cordoni**, che a 23 anni è il più giovane autore della ricerca e studia gli ammassi globulari nell'ambito del dottorato di ricerca al Dipartimento di Fisica e Astronomia di Padova -. In pratica, il fatto che gli ammassi globulari siano tanto antichi ci ha offerto un'opportunità unica di fare archeologia stellare. Studiando le loro stelle siamo riusciti a fare un po' di luce su eventi avvenuti nell'universo primordiale».

The Hubble Space Telescope UV Legacy Survey of Galactic Globular Clusters

Binaries among multiple stellar populations

A number of scenarios for the formation of multiple populations in globular clusters (GCs) predict that second generation (2G) stars form in a compact and dense subsystem embedded in a more extended first-generation (1G) system. If these scenarios are accurate, a consequence of the denser 2G formation environment is that 2G binaries should be more significantly affected by stellar interactions and disrupted at a larger rate than 1G binaries. The fractions and properties of binary stars can thus provide a dynamical fingerprint of the formation epoch of multiple-population GCs and their subsequent dynamical evolution. We investigate the connection between binaries and multiple populations in five GCs, NGC 288, NGC 6121 (M 4), NGC 6352, NGC 6362, and NGC 6838 (M 71). To do this, we introduce a new method based on the comparison of Hubble Space Telescope observations of binaries in the F275W, F336W, F438W, F606W, and F814W filters with a large number of simulated binaries. In the inner regions probed by our data, we do not find large differences between the local 1G and the 2G binary incidences in four of the studied clusters, the only exception being M 4 where the 1G binary incidence is about three times larger than the 2G incidence. The results found are in general agreement with the results of simulations predicting significant differences in the global 1G and 2G incidences and in the local values in the clusters' outer regions but similar incidences in the inner regions. The significant difference found in M 4 is consistent with simulations with a larger fraction of wider binaries. Our analysis also provides the first evidence of mixed (1G–2G) binaries, a population predicted by numerical simulations to form in a cluster's inner regions as a result of stellar encounters during which one component of a binary is replaced by a star of a different population.

Titolo: “*The Hubble Space Telescope UV Legacy Survey of Galactic Globular Clusters. Binaries among multiple stellar populations*” - «Monthly Notices of the Royal Astronomical Society» 2020

Link alla ricerca: <https://academic.oup.com/mnras/article/492/4/5457/5691337?guestAccessKey=8ae2c46c-36d1-44f8-a9e1-1c8001682a8c>

Autori: Milone, A. P.; Vesperini, E.; Marino, A. F.; Hong, J.; van der Marel, R.; Anderson, J.; Renzini, A.; Cordoni, G.; Bedin, L. R.; Bellini, A.; Brown, T. M.; D'Antona, F.; Lagioia, E. P.; Libralato, M.; Nardiello, D.; Piotto, G.; Tailo, M.; Cool, A.; Salaris, M.; Sarajedini, A.