

* NOVA *

N. 2343 - 3 MAGGIO 2023

ASSOCIAZIONE ASTROFILI SEGUSINI

REMOTE NUBI DI GAS CON LE TRACCE DELLE PRIME STELLE

Dal sito dell'ESO (European Southern Observatory) riprendiamo il Comunicato Stampa Scientifico del 3 maggio 2023 e, a pagina 3, un articolo redazionale di MEDIA INAF dello stesso giorno.



Questa immagine illustra come gli astronomi possono analizzare la composizione chimica di nubi di gas distanti utilizzando la luce di un oggetto sullo sfondo come un quasar come faro. Quando la luce del quasar passa attraverso la nube di gas, gli elementi chimici in essa contenuti assorbono diversi colori o lunghezze d'onda, lasciando linee scure nello spettro del quasar. Ogni elemento lascia un diverso insieme di linee, quindi studiando lo spettro gli astronomi possono calcolare la composizione chimica della nube di gas che si frappono. Crediti: ESO/L. Calçada

ESO - COMUNICATO STAMPA SCIENTIFICO

(“Astronomi scoprono remote nubi di gas con i resti delle prime stelle”)

Utilizzando il VLT (Very Large Telescope) dell'ESO, alcuni ricercatori hanno trovato per la prima volta le impronte lasciate dall'esplosione delle prime stelle nell'Universo. Hanno rilevato tre remote nubi di gas la cui composizione chimica corrisponde a quella che ci aspettiamo dalle prime esplosioni stellari. Queste scoperte ci avvicinano alla comprensione della natura delle prime stelle formatesi dopo il Big Bang.

«Per la prima volta in assoluto, siamo stati in grado di identificare le tracce chimiche delle esplosioni delle prime stelle in nubi di gas molto distanti», afferma Andrea Saccardi, dottorando presso l'Observatoire de Paris - PSL, che ha condotto questo studio nel corso della propria tesi di Laurea presso l'Università degli Studi di Firenze.

I ricercatori pensano che le prime stelle formatesi nell'Universo fossero molto diverse da quelle che vediamo oggi. Quando apparvero, 13,5 miliardi di anni fa, contenevano solo idrogeno ed elio, gli elementi chimici più semplici in natura [1]. Queste stelle, che si pensa fossero decine o centinaia di volte più

NEWSLETTER TELEMATICA APERIODICA DELL'A.A.S. - ASSOCIAZIONE ASTROFILI SEGUSINI APS – ANNO XVIII

La Nova è pubblicazione telematica aperiodica dell'A.A.S. - Associazione Astrofili Segusini APS di Susa (TO) riservata a Soci e Simpatizzanti.

È pubblicata senza alcuna periodicità regolare (v. Legge 7 marzo 2001, n. 62, art. 1, comma 3) e pertanto non è sottoposta agli obblighi previsti dalla Legge 8 febbraio 1948, n. 47, art. 5. I dati personali utilizzati per l'invio telematico della Nova sono trattati dall'AAS secondo i principi del Regolamento generale sulla protezione dei dati (GDPR - Regolamento UE 2016/679).

www.astrofilisusa.it

massicce del Sole, morirono rapidamente con potenti esplosioni note come supernove, arricchendo per la prima volta il gas circostante con elementi più pesanti. Le successive generazioni di stelle sono nate da quel gas arricchito e, a loro volta, hanno espulso morendo elementi più pesanti. Ma le primissime stelle sono ormai scomparse da tempo, quindi come possono i ricercatori imparare di più su di esse? «*Le stelle primordiali possono essere studiate indirettamente rilevando gli elementi chimici che hanno disperso nell'ambiente dopo la loro morte*», dice Stefania Salvadori, Professore Associato all'Università di Firenze e coautrice dello studio pubblicato oggi su *Astrophysical Journal*.

Usando i dati ottenuti con il VLT dell'ESO in Cile, il gruppo di lavoro ha trovato tre nubi di gas molto distanti, osservate quando l'Universo aveva solo il 10-15% dell'età attuale, e con un'impronta chimica corrispondente a quella che ci aspettiamo dalle esplosioni delle prime stelle. A seconda della massa delle prime stelle e dell'energia delle loro esplosioni, le prime supernove rilasciarono diversi elementi chimici, come carbonio, ossigeno e magnesio, che sono presenti negli strati esterni delle stelle. Ma alcune di queste esplosioni non erano abbastanza energetiche da espellere elementi più pesanti come il ferro, che si trova solo nel nucleo delle stelle. Per cercare l'indizio rivelatore che queste primissime stelle siano esplose come supernove a "bassa energia", l'equipe ha quindi cercato remote nubi di gas povere di ferro e ricche di altri elementi. E hanno trovato proprio quel che cercavano: tre nubi distanti, nell'Universo primordiale, con pochissimo ferro ma molto carbonio e altri elementi: una sorta di impronta digitale delle esplosioni delle primissime stelle.

La stessa peculiare composizione chimica è stata osservata anche in molte stelle vecchie della nostra galassia, che i ricercatori considerano stelle di seconda generazione formate direttamente dalle "ceneri" delle prime stelle. Questo nuovo studio ha trovato queste ceneri nell'Universo primordiale, aggiungendo così un pezzo mancante del puzzle. «*La nostra scoperta apre nuove strade per studiare indirettamente la natura delle prime stelle, completando a pieno gli studi sulle stelle della nostra galassia*», spiega Salvadori.

Per rilevare e studiare queste nubi di gas distanti, l'equipe ha utilizzato fari di luce noti come quasar, sorgenti molto luminose alimentate da buchi neri supermassicci al centro di galassie lontane. La luce di un quasar, viaggiando per l'Universo, attraversa nubi di gas in cui diversi elementi chimici lasciano un'impronta sulla luce.

Per trovare queste impronte chimiche, l'equipe ha analizzato i dati di diversi quasar osservati con lo strumento X-shooter installato sul VLT dell'ESO. X-shooter divide la luce in una gamma molto ampia di lunghezze d'onda, o colori, il che lo rende uno strumento unico con cui identificare molti elementi chimici diversi nelle nubi lontane.

Questo studio apre nuove finestre per i telescopi e gli strumenti di prossima generazione, come l'ELT (Extremely Large Telescope) dell'ESO ora in costruzione e il suo strumento ANDES (ArmazoNes high Dispersion Echelle Spectrograph, uno spettrografo ad alta dispersione per il sito di Armazones). «*Con ANDES all'ELT potremo studiare in maggior dettaglio molte di queste rare nubi di gas e riusciremo finalmente a svelare la misteriosa natura delle prime stelle*», conclude Valentina D'Odorico, ricercatrice dell'INAF (Istituto Nazionale di Astrofisica) in Italia e coautrice dello studio.

Note

[1] Pochi minuti dopo il Big Bang gli unici elementi presenti nell'Universo erano i tre più leggeri: idrogeno, elio e piccolissime tracce di litio. Gli elementi più pesanti si sono formati molto più tardi, nelle stelle.

Ulteriori Informazioni

Questo lavoro è stato presentato in un articolo pubblicato dalla rivista *Astrophysical Journal* (doi: 10.3847/1538-4357/acc39f), <https://www.eso.org/public/archives/releases/sciencepapers/eso2306/eso2306a.pdf>

L'equipe è composta da Andrea Saccardi (GEPI, Observatoire de Paris, Université PSL, CNRS, Francia; Dipartimento di Fisica e Astronomia, Università di Firenze, Italia [UFlorence]), Stefania Salvadori (UFlorence; INAF – Osservatorio Astrofisico di Arcetri, Italia), Valentina D'Odorico (Scuola Normale Superiore, Italia; INAF – Osservatorio Astrofisico di Trieste, Italia [INAF Trieste]; IFPU – Institute for Fundamental Physics of the Universe, Italia [IFPU]), Guido Cupani (INAF Trieste; IFPU), Michele Fumagalli (Dipartimento di Fisica G. Occhialini, Università di Milano Bicocca, Italia; INAF Trieste), Trystyn A. M. Berg (Dipartimento di Fisica G. Occhialini, Università di Milano Bicocca, Italia), George D. Becker (Department of Physics & Astronomy, University of California, USA), Sara Ellison (Department of Physics & Astronomy, University of Victoria, Canada), Sebastian Lopez (Departamento de Astronomía, Universidad de Chile, Cile).

<https://www.eso.org/public/italy/news/eso2306/> - <https://www.eso.org/public/news/eso2306/?lang>



MEDIA INAF

(“In remote nubi di gas, le tracce delle prime stelle”)

Scoperte le impronte lasciate dall'esplosione delle prime stelle dell'universo in nubi di gas risalenti a 11 miliardi di anni fa, osservate attraverso il Very Large Telescope dell'European Southern Observatory da un team internazionale di cui fanno parte ricercatrici e ricercatori dell'Università di Firenze e dell'INAF.

Un passo in più nella conoscenza della storia dell'universo. È quello realizzato dalla ricerca – pubblicata su *The Astrophysical Journal*, a cura dell'Osservatorio di Parigi, Università di Firenze e Istituto Nazionale di Astrofisica (Inaf) – che ha scoperto le impronte lasciate dall'esplosione delle prime stelle dell'universo in nubi di gas risalenti a 11 miliardi di anni fa, osservate attraverso il Very large telescope (Vlt) dell'European Southern Observatory (Eso) in Cile.

Andrea Saccardi, studente di dottorato presso l'Osservatorio di Parigi, è l'autore principale del lavoro. Il lavoro nasce dalla sua tesi di Master, svolta all'Università di Firenze sotto la co-supervisione di **Stefania Salvadori**, docente del Dipartimento di Fisica e astronomia dell'Università di Firenze e leader del progetto Europeo Nefertiti, e di **Valentina D'Odorico** (Inaf Trieste).

«Per la prima volta in assoluto, siamo stati in grado di identificare in nubi di gas diffuso molto distanti le **tracce chimiche delle esplosioni delle prime stelle**, quelle che si sono formate dopo il Big Bang», afferma Saccardi. «Le prime stelle – spiega Stefania Salvadori – erano molto diverse da quelle attuali: nate da nubi di gas contenenti solo gli elementi chimici più semplici (idrogeno ed elio), erano più massicce del nostro Sole e dunque morirono rapidamente in esplosioni conosciute come supernove. Queste esplosioni arricchirono per la prima volta il gas circostante con gli elementi chimici più pesanti formati proprio nel cuore delle prime stelle. Da quel gas arricchito sono nate le stelle di seconda generazione, alcune delle quali, come fossili celesti, ancora abitano la nostra galassia e quelle vicine».

Le prime stelle, ormai scomparse, possono dunque essere studiate indirettamente rilevando gli elementi chimici che hanno disperso nell'ambiente circostante dopo la loro morte, come carbonio, ossigeno, magnesio e molti altri ancora, diversi per quantità e qualità a seconda della massa delle prime stelle e dell'energia di esplosione delle prime supernove. Per cercare il segno rivelatore delle prime stelle che si formarono da un gas primordiale, il team ha studiato per la prima volta la composizione chimica di nubi di gas diffuse, povere di ferro e distanti. «Abbiamo identificato ed analizzato – spiega Salvadori – una trentina di nubi di gas diffuso, la metà delle quali povere di ferro (meno di un centesimo di quello che si osserva nel Sole). Tre di esse mostrano un eccesso di carbonio, ossigeno e magnesio, rispetto al ferro, cioè con una composizione chimica analoga alle stelle fossili di seconda generazione presenti ancora oggi nella Via Lattea».

Lo studio del gas è stato realizzato grazie a una fortissima sorgente luminosa posta dietro le nubi: i quasar, galassie lontanissime che ospitano buchi neri supermassicci in fase attiva. La luce potentissima dei quasar, percorrendo l'universo, ha attraversato le nubi di gas, ed è stata modificata dalle diverse sostanze chimiche presenti in esse. Queste impronte sono state rilevate attraverso lo spettrografo X-shooter al Vlt dell'Eso. Tale strumento divide, infatti, la luce in una gamma estremamente ampia di lunghezze d'onda o colori, permettendo l'identificazione di elementi chimici diversi.

«Grazie agli spettrografi di nuova generazione di cui sarà dotato l'Extremely Large Telescope (Elt) dell'Eso, il telescopio più grande al mondo in fase di costruzione in Cile, saremo in grado di studiare in modo ancora più dettagliato molte di queste rare nubi di gas e potremo finalmente scoprire la natura misteriosa delle prime stelle», conclude D'Odorico, astrofisica dell'Istituto nazionale di astrofisica e coautrice dello studio.

Andrea Saccardi, Stefania Salvadori, Valentina D'Odorico, Guido Cupani, Michele Fumagalli, Trystyn A. M. Berg, George D. Becker, Sara Ellison e Sebastian Lopez, “Evidence of first stars-enriched gas in high-redshift absorbers”, *The Astrophysical Journal*, Volume 948, Number 1, Published 2023 May 3

<https://www.media.inaf.it/2023/05/03/in-remote-nubi-di-gas-le-tracce-delle-prime-stelle/>

