

* NOVA *

N. 2365 - 15 GIUGNO 2023

ASSOCIAZIONE ASTROFILI SEGUSINI

IL RUOLO DELLE GALASSIE NELL'UNIVERSO PRIMORDIALE

Un team di ricercatori ha utilizzato il telescopio spaziale Webb per comprendere i processi responsabili della reionizzazione nell'universo primordiale. Grazie a un quasar e a un campione di antiche galassie, ha dimostrato che proprio le turbolente attività all'interno delle galassie hanno ionizzato il gas opaco fino a rendere l'universo trasparente. I dettagli dello studio sono stati pubblicati in tre articoli su The Astrophysical Journal.

Da MEDIA INAF del 14 giugno 2023 riprendiamo, con autorizzazione, un articolo di Jacopo Danieli.



Il telescopio spaziale James Webb della Nasa ci ha regalato immagini nel vicino infrarosso straordinariamente dettagliate di galassie che esistevano quando l'universo aveva solo 900 milioni di anni, comprese strutture mai viste prima. Queste galassie lontane sono grumose, spesso allungate e stanno attivamente formando nuove stelle.

Crediti: Nasa, Esa, Csa, Simon Lilly (Eth Zürich), Daichi Kashino (Nagoya University), Jorryt Matthee (Eth Zürich), Christina Eilers (Mit), Rob Simcoe (Mit), Rongmon Bordoloi (Ncsu), Ruari Mackenzie (Eth Zürich); Image Processing: Alyssa Pagan (StScl), Ruari Macke

Nei primi anni dopo il Big Bang, l'universo era così caldo e denso che luce e materia erano fortemente accoppiate. Non esisteva l'una senza l'altra. Continuando a espandersi, si raffreddò fino a raggiungere una temperatura di circa 3mila gradi. Fu allora, circa 380mila anni dopo l'inizio di tutto, che i nuclei di idrogeno ed elio riuscirono finalmente a catturare gli elettroni liberi per formare atomi neutri. Così, tra un atomo e l'altro, la radiazione riuscì a fuggire e a propagarsi liberamente, non più intrappolata nel plasma primordiale.

Quella radiazione, che di fatto rappresenta la prima "istantanea" dell'universo, è conosciuta come radiazione cosmica di fondo a microonde, o radiazione fossile, e porta con sé l'impronta della materia primordiale, di come all'epoca era distribuita nello spazio.

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.

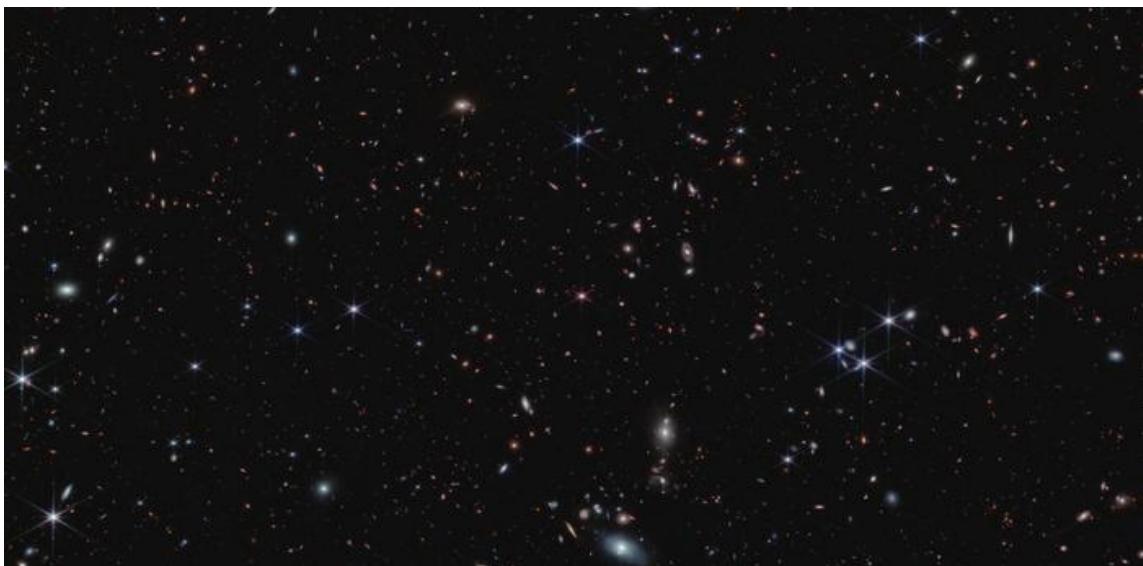
È pubblicata senza alcuna periodicità regolare (v. Legge 7 marzo 2001, n. 62, art. 1, comma 3) e pertanto non è sottoposta agli obblighi previsti della Legge 8 febbraio 1948, n. 47, art. 5. I dati personali utilizzati per l'invio telematico della Nova sono trattati dall'AAS secondo i principi del *Regolamento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

www.astrofilisusa.it

Successivamente, si formarono le prime stelle e galassie ma il gas neutro continuava a nasconderle. Ci volle un altro miliardo di anni perché il gas fosse nuovamente ionizzato, e l'universo poté finalmente diventare trasparente. Questa fase cruciale dell'evoluzione è chiamata epoca della reionizzazione. Ma quali sono state le sorgenti responsabili della reionizzazione? Come hanno cambiato il volto dell'universo?

Un nuovo studio basato sulle osservazioni del telescopio spaziale James Webb ha fornito delle risposte sorprendenti a queste domande, riportate in tre articoli pubblicati su *The Astrophysical Journal* il 12 giugno scorso.

Lo studio è stato coordinato da **Simon Lilly** del Politecnico federale di Zurigo (Eht), che ha sfruttato la potenza del telescopio Webb per creare **un mosaico di immagini ad alta risoluzione** che ha permesso di guardare molto indietro nel tempo, fino a un'epoca risalente alla fine della reionizzazione, circa **900 milioni di anni dopo il Big Bang**. In quel momento l'universo era abbastanza trasparente da permettere alla luce di passare; tuttavia, erano ancora presenti regioni di gas opaco che bloccavano la radiazione.



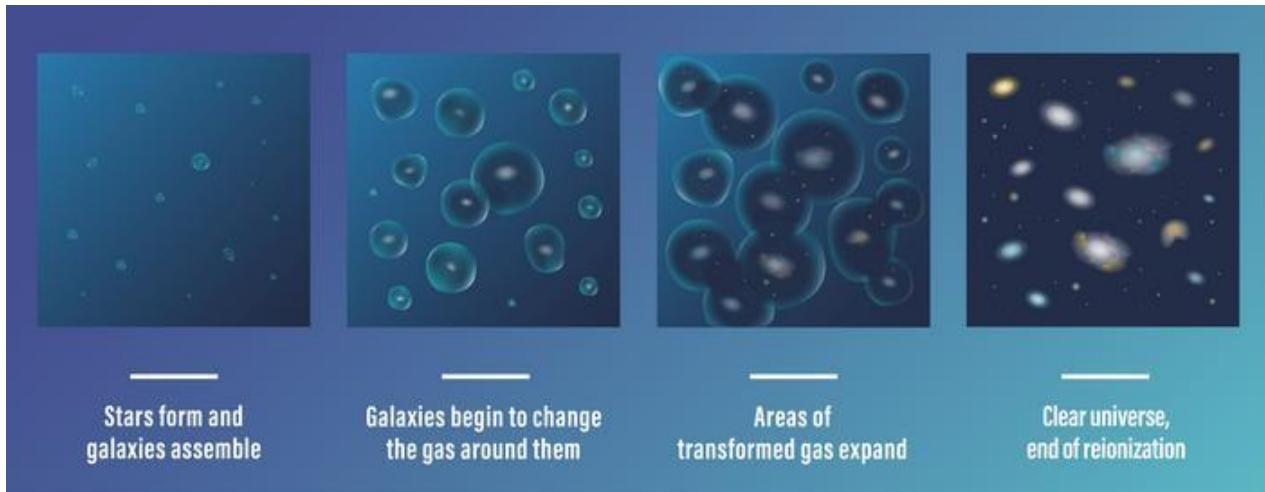
Analizzando le nuove osservazioni del James Webb Space Telescope della Nasa, un team guidato da Simon Lilly dell'Eht di Zurigo, in Svizzera, ha trovato prove che le galassie che esistevano 900 milioni di anni dopo il Big Bang hanno ionizzato il gas intorno a loro, facendolo diventare trasparente. Hanno anche usato Webb per misurare con precisione il gas attorno alle galassie, riuscendo a capire che le "bolle" di gas ionizzato hanno un raggio di 2 milioni di anni luce attorno alle minuscole galassie. Nel corso dei successivi cento milioni di anni, le bolle sono diventate sempre più grandi, fino a fondersi e rendere trasparente l'intero universo.

Crediti: Nasa, Esa, Csa, Simon Lilly (Eth Zürich), Daichi Kashino (Nagoya University), Jorryt Matthee (Eth Zürich), Christina Eilers (Mit), Rob Simcoe (Mit), Rongmon Bordoloi (Ncsu), Ruari Mackenzie (Eth Zürich); Image Processing: Alyssa Pagan (StScl) Ruari Macken

Al centro del mosaico spicca il quasar J0100+2802, un buco nero supermassiccio attivo ed estremamente luminoso. Questo quasar si trova a **12,8 miliardi di anni luce** e funge da faro cosmico per illuminare il gas intergalattico lungo la nostra linea di vista. La radiazione che vediamo ha potuto attraversare regioni di spazio in cui il gas l'ha parzialmente bloccata, e altre in cui l'universo già trasparente ha permesso alla luce di passare liberamente. «Illuminando il gas lungo la nostra linea di vista, il quasar ci fornisce ampie informazioni sulla composizione e sullo stato del gas», spiega **Anna-Christina Eilers** del Mit di Cambridge, Massachusetts, prima autrice di una delle tre pubblicazioni.

I ricercatori hanno poi osservato un campione di galassie risalenti alla fine dell'epoca della reionizzazione, posizionate lungo la linea della radiazione emessa dal quasar. L'incredibile potenza di Webb ha consentito di osservare che, proprio intorno a quelle galassie, sono presenti "bolle" di gas trasparente. «Non solo Webb mostra chiaramente che queste regioni trasparenti si trovano intorno alle galassie, ma abbiamo anche misurato quanto sono grandi», racconta **Daichi Kashino** dell'Università di Nagoya in Giappone, autore principale del primo articolo del team. Queste regioni di gas trasparente, dal raggio medio di 2 milioni di anni luce, sono gigantesche rispetto alle galassie, che hanno dimensioni

relativamente ridotte. In altre parole, Webb ha osservato le galassie nel processo di pulizia dello spazio intorno a loro, alla fine dell'epoca di reionizzazione. Queste bolle trasparenti sono via via diventate più grandi, si sono unite e infine, nei cento milioni di anni successivi, l'universo è diventato completamente trasparente alla radiazione elettromagnetica.



Più di 13 miliardi di anni fa, durante l'epoca della reionizzazione, l'universo era un posto molto diverso. Il gas tra le galassie era in gran parte opaco alla luce, rendendo difficile osservare le giovani galassie. Grazie a Jwst, i ricercatori hanno scoperto che le galassie sono in gran parte responsabili della reionizzazione.

Crediti: Nasa, Esa, Csa, Joyce Kang (StScl)

Il team ha così dimostrato che le responsabili della reionizzazione del gas sono state proprio le galassie, grazie anche alla loro turbolenta attività di formazione stellare, che ha riscaldato e ionizzato il gas opaco. «Queste galassie sono più caotiche di quelle dell'universo vicino», afferma **Jorryt Matthee** del Politecnico di Zurigo e primo autore del secondo lavoro del team. «Webb dimostra che stavano formando attivamente stelle e devono aver generato molte supernove. Hanno avuto una giovinezza piuttosto movimentata».

Lo studio ha dimostrato anche la potenza unica di combinare le immagini convenzionali della NirCam (Near-Infrared Camera) di Webb con i dati della spettroscopia a largo campo dello stesso strumento, che fornisce uno spettro di ogni oggetto presente nelle immagini.

I ricercatori osserveranno **altri cinque campi** grandi come questo, in ognuno dei quali è presente un quasar al centro. A dire il vero, l'osservazione di più campi sarebbe servita proprio per ottenere una prova definitiva di quanto osservato in prima battuta, cioè che le galassie sono responsabili della reionizzazione. Ma i risultati ottenuti già dalla prima analisi sono stati così convincenti che il team ha deciso di voler da subito condividere la scoperta. «Ci aspettavamo di identificare qualche decina di galassie che esistevano durante l'era della reionizzazione, ma siamo riusciti a individuarne 117», conclude Kashino. «Webb ha superato le nostre aspettative».

Jacopo Danieli

<https://www.media.inaf.it/2023/06/14/il-ruolo-delle-galassie-nelluniverso-primordiale/>

<https://www.nasa.gov/feature/goddard/2023/nasa-s-webb-proves-galaxies-transformed-the-early-universe>

- Daichi Kashino, Simon J. Lilly, Jorryt Matthee, Anna-Christina Eilers, Ruari Mackenzie, Rongmon Bordoloi, and Robert A. Simcoe, “EIGER. I. A Large Sample of [O iii]-emitting Galaxies at $5.3 < z < 6.9$ and Direct Evidence for Local Reionization by Galaxies”, *The Astrophysical Journal*, Volume 950, Number 1

- Jorryt Matthee, Ruari Mackenzie, Robert A. Simcoe, Daichi Kashino, Simon J. Lilly, Rongmon Bordoloi, and Anna-Christina Eilers, “EIGER. II. First Spectroscopic Characterization of the Young Stars and Ionized Gas Associated with Strong H β and [O iii] Line Emission in Galaxies at $z = 5-7$ with JWST”, *The Astrophysical Journal*, Volume 950, Number 1

- Anna-Christina Eilers, Robert A. Simcoe, Minghao Yue, Ruari Mackenzie, Jorryt Matthee, Dominika Ďurovčíková, Daichi Kashino, Rongmon Bordoloi, and Simon J. Lilly, “EIGER. III. JWST/NIRCam Observations of the Ultraluminous High-redshift Quasar J0100+2802”, *The Astrophysical Journal*, Volume 950, Number 1

