

GSSI: DALLA FUSIONE DI DUE STELLE DI NEUTRONI SORPENDENTI LAMPI GAMMA AD ALTA ENERGIA

7 Dicembre 2022



L'AQUILA – Fuori dalla nostra galassia, nell'universo più lontano, un miliardo di anni fa è accaduto qualcosa di straordinario: due stelle di neutroni hanno danzato una intorno all'altra fino a fondersi e ad emettere un lungo segnale di raggi gamma con un'energia mai vista prima per eventi astrofisici del genere.

La ricostruzione di quanto successo e la possibile spiegazione sono state fornite da un giovane team di ricerca guidato dal Gran Sasso Science Institute dell'Aquila, in gran parte formato da assegnisti di ricerca e studenti di dottorato, in un articolo pubblicato su Nature.

Come si legge in una nota, il cammino che ha portato alla scoperta è iniziato l'11 dicembre 2021, quando il satellite Neil Gehrels Swift Observatory ha osservato un lampo gamma.

Il segnale viene classificato con il termine inglese Gamma Ray Burst (GRB) e battezzato col nome GRB211211A: si rivela subito come uno dei più forti mai visti; una potenza tale da attirare la massima attenzione della comunità scientifica internazionale. Telescopi a terra e satelliti cominciano quindi a scrutare GRB211211A.

Iniziano così le sorprese: la lunga emissione di raggi gamma, tipicamente associata alle esplosioni di stelle massicce (supernovae), viene invece seguita da una luce visibile (chiamata kilonova) simile a quella osservata per GW170817, la fusione di due stelle di neutroni che diede origine a uno dei primi segnali di onde gravitazionali captato sulla Terra nel 2017.

Ma oltre al lampo, cioè al Gamma Ray Burst, il fenomeno genera successivamente anche un'emissione di raggi gamma di alta energia, iniziata diversi minuti dopo l'osservazione del satellite Swift e durata alcune ore.

La capta il satellite spaziale Fermi con a bordo lo strumento LAT – Large Area Telescope, messo a punto col contributo fondamentale dell'INFN – Istituto Nazionale di Fisica Nucleare, che punta così i suoi potenti occhi su GRB211211A.

Ad accorgersi del fenomeno, studiando i dati raccolti da Fermi-LAT, e a proporre una sua interpretazione, sono stati proprio i ricercatori del GSSI, come spiega lo studio appena pubblicato su Nature e di cui è primo firmatario il dottorando Alessio Mei, associato all'INFN.

“L'evento GRB211211A ha mostrato un flusso luminoso di raggi gamma di alta energia diversi minuti dopo la fusione delle due stelle di neutroni ed è durato diverse ore, – spiega Mei – ci aspettavamo che l'emissione tardiva dal GRB, in fisica chiamata afterglow, diventasse sempre più debole con il trascorrere del tempo. Ma con nostra grande sorpresa il flusso è rimasto costante a lungo”.

Questa emissione di raggi gamma di alta energia è risultata più brillante e più duratura di quanto previsto dai modelli che spiegano l'afterglow, spingendo i ricercatori a esplorare nuovi scenari per motivarla.

Il ricercatore Biswajit Banerjee, post-doc al GSSI e associato all'INFN, racconta che “mentre l'emissione di afterglow è spiegata con un getto ultra-relativistico, composto da particelle che viaggiano quasi alla velocità della luce, che interagisce con il mezzo interstellare, quello che stavamo osservando non era mai stato visto prima ed era impossibile da interpretare con il getto. Dovevamo trovare una nuova sorgente di emissione”.

Il punto di svolta è arrivato dalla luce visibile, la kilonova. L'eccesso di raggi gamma ad alte energie sarebbe il risultato dell'interazione tra elettroni accelerati in un getto relativistico che segue quello ultra-relativistico e la luce della kilonova stessa.

“I fotoni prendono energia dagli elettroni in un processo chiamato Inverse Compton scattering trasformandosi in raggi gamma”, spiega Gor Oganessian, ricercatore del GSSI.

“I dati raccolti, fra cui quelli provenienti da alcune osservazioni nella banda dei raggi X ottenute con il satellite XMM-Newton, nell’ottico con il Telescopio Nazionale Galileo, e nella banda radio con le antenne del Very Large Array, hanno permesso di interpretare l’emissione di GRB211211A mediante un modello teorico molto avanzato, che abbiamo sviluppato in questi ultimi anni”, commenta Om Sharan Salafia, ricercatore dell’Università degli Studi di Milano-Bicocca e associato INAF.

“Fra i tanti interrogativi posti da GRB211211A, sarà necessario investigare come la fusione di due stelle di neutroni, che si pensava potessero dare origine solo a GRB di breve durata, possa invece produrre anche un’emissione di raggi gamma lunga come in questo caso”, commenta Giancarlo Ghirlanda, primo ricercatore dell’INAF a Milano.

“Questa scoperta apre nuovi affascinanti scenari nell’astronomia multimessaggera, nuove controparti di segnali di onde gravitazionali da cercare nel gamma di alta energia, una nuova finestra per esplorare il motore potentissimo dei GRB e l’interazione dei getti con il materiale più lento da cui si originano gli elementi pesanti nell’Universo”, conclude Marica Branchesi, professoressa al GSSI e associata all’INFN, l’Istituto Nazionale di Fisica Nucleare.

Il paper, dal titolo *Gigaelectronvolt emissions from a compact binary merger*, è stato curato da Alessio Mei (Gran Sasso Science Institute e INFN – Laboratori Nazionali del Gran Sasso); Biswajit Banerjee (INFN – Laboratori Nazionali del Gran Sasso); Gor Oganessian (Gran Sasso Science Institute e INFN – Laboratori Nazionali del Gran Sasso); Om Sharan Salafia (Università degli Studi di Milano-Bicocca e INAF – Osservatorio Astronomico di Brera); Stefano Giarratana (Dipartimento di Fisica e Astronomia, Università di Bologna e INAF – Istituto di Radioastronomia); Marica Branchesi (Gran Sasso Science Institute e INFN – Laboratori Nazionali del Gran Sasso); Paolo D’Avanzo (INAF – Osservatorio Astronomico di Brera); Sergio Campana (INAF – Osservatorio Astronomico di Brera); Giancarlo Ghirlanda (Università degli Studi di Milano-Bicocca e INAF – Osservatorio Astronomico di Brera); Samuele Ronchini (Gran Sasso Science Institute e INFN – Laboratori Nazionali del Gran Sasso); Amit Shukla (Department of Astronomy, Astrophysics and Space Engineering, Indian Institute of Technology Indore); Pawan Tiwari (Department of Astronomy, Astrophysics and Space Engineering, Indian Institute of Technology Indore).

Foto: Una riproduzione grafica del Gamma-Ray Burst 211211A, analizzato dal team del GSSI – Gran Sasso Science Institute. Al centro è raffigurata la coppia di stelle compatte che va incontro a fusione, circondata da una nube di materia al cui interno si producono gli elementi chimici pesanti. La radiazione che fuoriesce dalla nube corrisponde all’emissione di kilonova. Un getto ultra-relativistico (in verde) viene lanciato durante la fusione, il quale, interagendo con la nube, emette radiazione ad altissime energie, rappresentata dal fascio viola. Credits ©Samuele Ronchini/GSSI 2022