

SPECIALE GRB 190114C: INTERVISTA A LARA NAVA

La stele di Rosetta dei lampi gamma

Author : Marco Malaspina

Date : 19/11/2019

La rilevazione di un gamma-ray burst con i telescopi Cherenkov ha importanti ripercussioni per l'astrofisica delle alte energie e per comprensione dei processi all'origine di questi fenomeni. Processi come, per esempio, l'effetto Compton inverso, spiega a Media Inaf Lara Nava, ricercatrice all'Inaf di Brera





Lara Nava, ricercatrice all'Inaf di Brera, qui fotografata davanti alla cupola del telescopio dell'Inaf di Trieste. Crediti: Fabio Stocco/Inaf

Vedere per prima volta nella storia un lampo di raggi gamma – il Grb 190114C – è stato un grande risultato non solo dal punto di vista tecnologico ma anche, e soprattutto, scientifico. La banda energetica raggiunta, nell'ordine dei [TeV](#) (teraelettronvolt), era infatti ancora inesplorata, per questo tipo di fenomeni. Cosa ha permesso di scoprire, questa osservazione storica? Lo abbiamo chiesto a **Lara Nava**, ricercatrice all'Inaf di Brera ed esperta nello studio dei processi all'origine dei segnali extragalattici ad altissime energie.

Partiamo da un identikit di Grb 190114C: che lampo di raggi gamma è?

«Grb 190114C è un *gamma-ray burst* “lungo”, cioè caratterizzato da un'emissione *prompt* con durata maggiore di 2 secondi. Questo significa che, con tutta probabilità, il getto che ha dato origine a questo Grb è stato prodotto a seguito del collasso di una stella massiccia, con la conseguente nascita di un oggetto compatto. Questo fenomeno esplosivo si è verificato in una galassia a spirale, posta a un *redshift* di 0.42 – cioè a circa 5 miliardi di anni luce di distanza da noi».

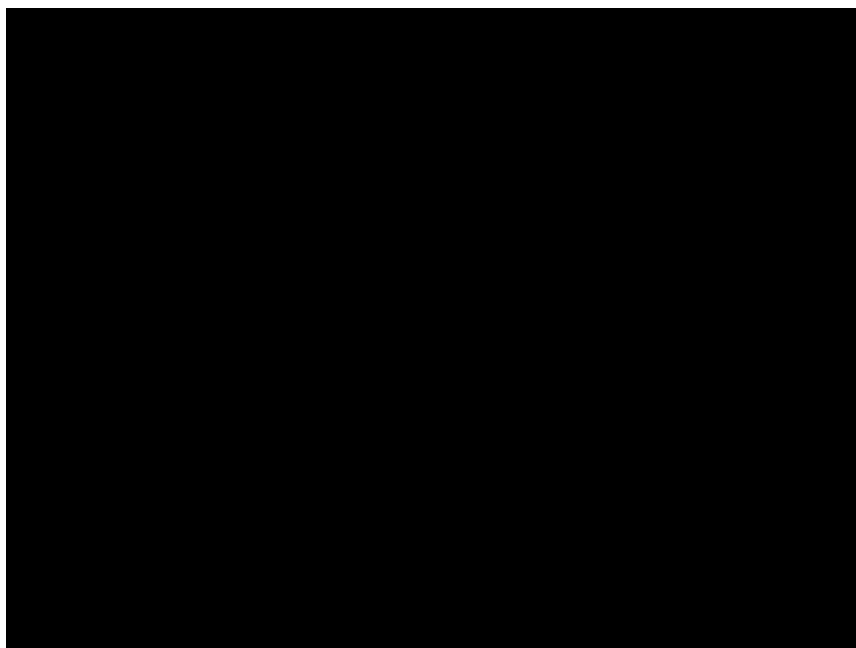
Qual è la caratteristica distintiva di Grb 190114C rispetto a tutti gli altri lampi gamma fino

a oggi rilevati?

«Sicuramente questo Grb è più energetico della media dei *gamma-ray bursts* che osserviamo normalmente. Non è tuttavia tra i più estremi. Quello che lo distingue dagli altri è la combinazione, piuttosto rara, di grande luminosità e relativa vicinanza a noi. Questa combinazione di fattori ha fatto in modo che il flusso di radiazione che abbiamo ricevuto da questo Grb a tutte le frequenze fosse particolarmente alto».

Quale meccanismo può aver prodotto fotoni così energetici?

«I Grb producono, nella loro interazione con la materia presente nel mezzo esterno, una radiazione nota come [radiazione di sincrotrone](#), dove gli elettroni relativistici sono indotti a emettere fotoni mentre spiraleggiano attorno alle linee del campo magnetico. Si pensa, tuttavia, che gli elettroni non possano raggiungere energie tali da produrre fotoni con energie estreme come quelli visti da Magic (1 TeV). Bisogna allora considerare un secondo processo, l'[effetto Compton inverso](#): prima di riuscire a lasciare la sorgente e viaggiare verso di noi, una parte dei fotoni di sincrotrone si scontra con gli elettroni. In questo scontro, acquisiscono ulteriore energia».



Animazione dell'effetto Compton inverso: un elettrone ad alta energia (in blu) entra in collisione con un fotone (in giallo). L'energia dell'elettrone viene in parte ceduta al fotone, che può così diventare un fotone gamma. Crediti: Shokabo

È la prima volta che i dati suggeriscono l'azione dell'effetto Compton inverso in un Grb?

«Fotoni con energie al di sopra di quella limite di sincrotrone sono già stati visti dal satellite Fermi in alcuni Grb particolarmente brillanti. Stiamo parlando di una manciata di fotoni per ogni

Grb, osservati fino a un'energia di 100 GeV, che è relativamente vicina al limite teorico di sincrotrone. Nonostante si fosse ipotizzato che questi sporadici eventi fossero un'indicazione della presenza di Compton inverso, le incertezze sul processo con cui gli elettroni vengono accelerati e sull'energia massima che possono raggiungere non permetteva di escludere con certezza che si trattasse di fotoni di sincrotrone. I fotoni visti da Magic arrivano invece fino a 1 TeV: dieci volte l'energia massima vista finora da Fermi. Inoltre, la forma dello spettro di radiazione rivela la presenza di due picchi, e quindi di due componenti di emissione: una identificabile con il sincrotrone, e una a più alte energie identificabile con il Compton inverso».

È un fenomeno che poteva riguardare solo un Grb “lungo” o anche quelli “corti” – quelli associati alle onde gravitazionali, intendo?

«Questo saranno le osservazioni future a dircelo. Sicuramente un processo di Compton inverso efficiente richiede alte densità del mezzo esterno, motivo per cui i Grb corti potrebbero non produrne a sufficienza, poiché ci si aspetta che esplodano in ambienti mediamente poco densi. Questo, unito al fatto che l'emissione nei Grb corti – rispetto ai lunghi – è in genere più debole in tutte le bande, rende la possibilità di osservarli più problematica. Tuttavia la possibilità di vedere emissione al TeV in associazione a un segnale di onde gravitazionali è indubbiamente di estremo interesse, e osservativamente si farà di tutto per riuscire in questa impresa, che rappresenta la prossima sfida per i telescopi Cherenkov».

Quali conseguenze avrà l'osservazione di Grb 190114C per la comprensione dell'origine dei lampi gamma?

«L'emissione di Compton inverso porta con sé tutta una serie di informazioni aggiuntive sulle regioni dove la radiazione è prodotta. La radiazione che vediamo normalmente dai Grb è il risultato di come gli elettroni sono accelerati, delle proprietà del getto e delle proprietà del mezzo esterno in cui il getto si muove. Tanti sono quindi i fattori sconosciuti che determinano la radiazione finale, e tante sono le diverse combinazioni di questi fattori che possono spiegare le osservazioni che vediamo. L'informazione aggiuntiva del Compton inverso – la sua luminosità, l'energia tipica a cui viene emesso, il suo andamento in tempo – ci aiutano a eliminare molte di queste possibili combinazioni di parametri, e a ottenere finalmente delle stime sulle proprietà dell'ambiente in cui il Grb è esploso, sui meccanismi di accelerazione delle particelle e sulle proprietà dei getti. Una vera e propria stele di Rosetta per decifrare finalmente la fisica dietro queste misteriose sorgenti».