

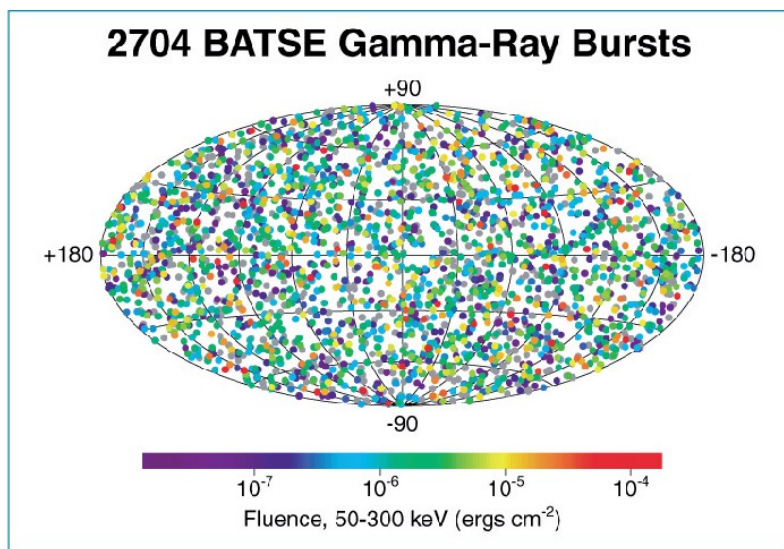
TROVATO IL LINK

fra i GRB lunghi e le ipernove?

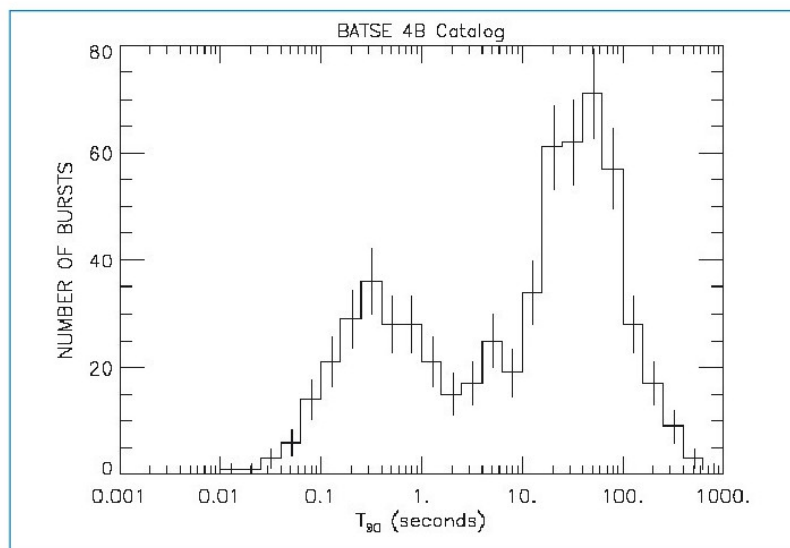
Un lampo gamma straordinariamente lungo, originato da una supernova molto luminosa, fa rivisitare la relazione tra lampi gamma e supernovae aggiungendo un nuovo magnetico protagonista

In circa 50 anni di ricerche, prima un po' a caso, poi sempre più mirate, abbiamo raccolto un campionario di grossomodo 5500 lampi gamma (in inglese *Gamma-Ray Bursts-GRB*).

La metà, circa, sono stati rivelati tra il 1990 e il 2000 dallo strumento BATSE a bordo del *Compton Gamma Ray Observatory*. Per ogni GRB veniva misurata la durata e lo spettro ma l'informazione sulla posizione era piuttosto rozza, cosa che non permise di identificare le sorgenti di queste spettacolari esplosioni. Il gran numero di eventi registrati, però, permise di capire che la famiglia dei GRB si divideva in almeno due categorie di eventi: quelli corti, che si esaurivano in meno di un secondo, e quelli lunghi che duravano anche diversi minuti (v. *figura in basso*). Si cominciò quindi a parlare di lampi gamma corti e lunghi, senza però

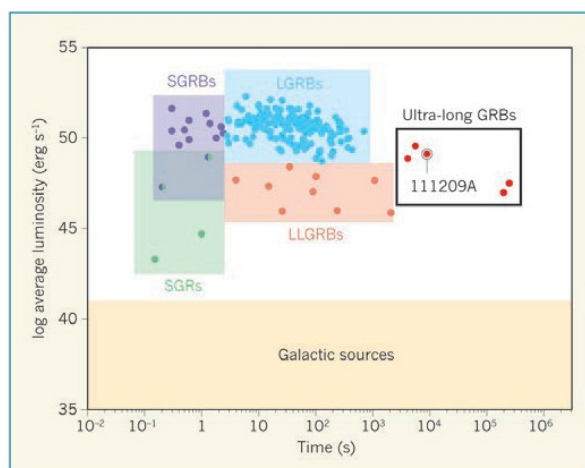


Distribuzione dei lampi gamma rivelati da BATSE in coordinate galattiche.

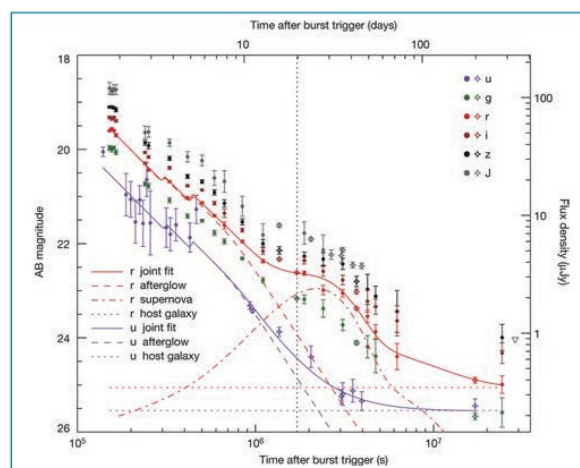


sapere quale fosse la loro origine. Si identificò anche una terza famiglia di GRB che avevano la particolarità di ripetersi, accoppiata ad uno spettro più ricco di fotoni di bassa energia, quindi molle. Vennero chiamati "*Soft repeaters*" e col tempo si capì che si trattava di emissione da stelle di neutroni supermagnetiche, chiamate "*magnetar*" che emettono in occasione di riarrangiamenti del loro campo magnetico eccezionalmente elevato. La distribuzione degli eventi non ripetitivi rivelati di BATSE copriva uniformemente il cielo senza mostrare alcuna predilezione per il piano della Galassia.

Distribuzione della durata dei lampi gamma rivelati da BATSE dalla quale si evince la distinzione tra lampi corti e lunghi.



Relazione tra la luminosità per unità di tempo e la durata dei lampi gamma rivelati da Swift. Le diverse famiglie discusse nel testo sono chiaramente evidenziate.



Evoluzione del flusso ottico del lampo gamma: dopo la prima discesa si vede emergere la gobba della supernova.

Il sospetto che avessero origine extragalattica non trovava però conferme a causa della mancanza di controparti rivelate ad altre lunghezze d'onda.

Fu grazie alla scoperta del satellite BeppoSAX (attivo dal 1996 al 2002) della luminescenza X a valle di diversi GRB che fu possibile individuare le controparti ottiche e misurarne la distanza, chiarendo che si trattava di esplosioni in galassie remote.

Finita la missione BeppoSAX nel 2002, lo studio dei GRB è stato continuato da Integral (lanciato nel 2002) e due anni dopo da Swift (lanciato nel 2004). Più recentemente, si sono uniti alla caccia anche Agile e Fermi, lanciati rispettivamente nel 2007 e 2008. Tuttavia, il campione nella rivelazione ed identificazione dei GRB è sicuramente Swift che, grazie alla sua strumentazione in grado di coprire il cielo per scoprire i GRB per poi localizzarli accuratamente con il telescopio X ed eventualmente rivelare l'emissione ottica, ha dato un impulso senza precedenti allo studio e alla comprensione del fenomeno. La missione, che ha compiuto 10 anni nel novembre dell'anno scorso, si sta avvicinando al traguardo dei 1000 GRB.

Grazie allo studio X e ottico abbiamo capito che i lampi lunghi sono legati all'esplosione di supernovae particolarmente brillanti, mentre i lampi corti sono originati dalla coalescenza di due stelle di neutroni che orbitano l'una intorno all'altra in un sistema binario. In entrambi i casi il prodotto finale è un

bucio nero ma le tempistiche sono diverse. I lampi corti sono guardati con grande interesse perché sono potenziali sorgenti di onde gravitazionali; i lampi lunghi, invece, oltre ad avere un'importante valenza cosmologica, nel caso avvengano relativamente vicini a noi, permettono di studiare la supernova che li ha originati.

Grazie alla continua sorveglianza del cielo, Swift ha avuto modo di scoprire dei lampi gamma straordinariamente lunghi. Invece di un transiente gamma che si esaurisce in pochi minuti, veniva rivelata emissione gamma per ore, giorni e persino settimane. La figura in alto a sinistra mostra le diverse famiglie di GRB che siamo stati in grado di riconoscere fino ad ora. Oltre ai lampi lunghi (LGRBs, che sono circa il 70% degli eventi registrati da SWIFT) e a quelli corti (SGRBs) che hanno la stessa energetica per unità di tempo, vediamo i *Soft repeaters*, decisamente meno energetici perché prodotti da *magnetar* nella nostra galassia, una classe di lampi lunghi di bassa luminosità e, all'estrema destra del grafico, i lampi gamma eccezionalmente lunghi.

Alcuni di questi lampi gamma straordinariamente lunghi sono stati spiegati con la distruzione di una stella da parte di un buco nero super massivo al centro della galassia che, prima, l'ha fatta a pezzi e, poi, ha inglobato la materia con conseguente produzione di emissione gamma.

In alcuni casi, però, questa spiegazione non funziona e bisogna trovare scenari

alternativi. È il caso dell'evento registrato il 9 dicembre 2011 (GRB111209A) che è durato circa 4 ore. L'emissione X e ottica hanno permesso di localizzare la controparte e determinarne il *redshift*, che è risultato essere pari a $z=0,677$. Seguendo l'evolversi dell'emissione ottica si è notata una gobba nella normale discesa del valore del flusso registrato dalla sorgente (*v. figura in alto a destra*). Era la firma della supernova responsabile del lampo gamma. Si tratta di una supernova molto luminosa, più luminosa di quelle normalmente associate ai lampi gamma lunghi. Inoltre, il suo spettro è diverso da quanto si è visto per altre supernovae associate a GRB lunghi perché mancano le righe di assorbimento del ferro. Le supernovae super brillanti sono una novità in astronomia e hanno luminosità tra 10 e 100 volte superiore agli altri tipi di supernovae ed evolvono lentamente. Questo supernovae non possono avere la loro sorgente di energia solo nel tipico decadimento del Nickel-56 (^{56}Ni), ma hanno bisogno di un aiutino che potrebbe venire da una stella di neutroni supermagnetica che ceda parte dell'energia immagazzinata nel suo campo magnetico. Questa è la spiegazione proposta per rendere conto dell'energetica della supernova associata a GRB111209A. Se confermata, potrebbe rappresentare un interessante anello di congiunzione tra i lampi extra lunghi e le supernovae extraluminose.

Patrizia Caraveo