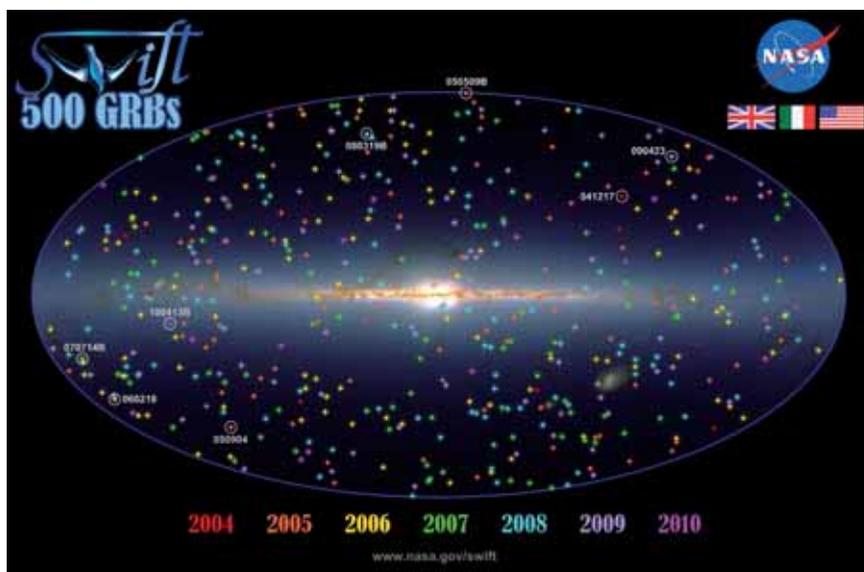


# I 500 lampi di Swift

*Il 500esimo lampo gamma individuato da Swift offre l'occasione per ripercorrere i successi più significativi di questo preziosissimo satellite della NASA*



Mappa stellare delle posizioni dei 500 GRB individuati da Swift.

**A**poco più di 5 anni dal lancio, avvenuto nel novembre 2004, il contatore dei lampi gamma (GRB, *Gamma-Ray Burst*) scoperti dal satellite Swift è arrivato a quota 500. Poco meno di 100 l'anno, disposti a caso, a ricoprire la volta celeste (v. figura qui sopra).

Se consideriamo il numero totale di lampi gamma che sono stati osservati dalla scoperta di questo straordinario fenomeno celeste, dall'inizio degli anni '70 fino ad oggi, i 500 lampi di Swift rappresentano circa un decimo del patrimonio di GRB di cui disponiamo.

Tuttavia, quando si parla di lampi gamma, Swift vuol dire qualità. Qualità è, prima di tutto, posizionamento preciso, reso possibile dal ripuntamento rapido con i telescopi X e ottico UV. Qualità è la disponibilità immediata dei dati, la rapidissima divulgazione di tutte le informazioni che permettono agli astronomi ottici di decidere se valga la pena di dedicare un po' di tempo di osservazione

per andare alla ricerca della controparte ottica e, nel caso si trovi qualcosa, di proseguire l'indagine attraverso la spettroscopia. Così, grazie alla misura del redshift, si può stimare la distanza dei lampi gamma. Anche se adesso tutto procede senza sforzo apparente, non è stato facile organizzare e fare funzionare questo complesso meccanismo. Si parte dai *burst advocate* (i colleghi del team Swift che, a turno, seguono il funzionamento dello strumento in orbita, fanno un'analisi rapida dei dati che vengono mandati a terra in tempo reale e comunicano i risultati alla comunità dando una mano, quando necessario, a coordinare gli sforzi osservativi alle varie lunghezze d'onda) per arrivare fino agli astronomi di turno ai telescopi che devono decidere se interrompere la sequenza osservativa in corso per puntare le coordinate del lampo. Non è un caso che l'80% dei lampi con il cartellino della distanza siano stati scoperti e studiati con Swift.

Nella vita degli astronomi che studiano i lampi gamma non esiste la tranquilla routine. Se analizzassimo il numero di lampi gamma registrati giorno per giorno, in funzione del tempo che passa, vedremmo che non esistono regole. Mentre molti giorni sono vuoti, altri fanno registrare 2 o 3 ma anche 4 GRB. I lampi gamma scoppiano quando vogliono, ma tutti devono essere seguiti con uguale attenzione perché ogni evento può fornire qualche informazione cruciale. Mentre Swift ha imparato a procedere in modo pressoché automatico, riconoscendo autonomamente i lampi gamma e inviando a terra i parametri fondamentali, i dati X devono essere analizzati in fretta, ma accuratamente, perché è dalle immagini X che vengono estratte le coordinate che saranno subito puntate dai telescopi ottici sparsi per tutto il pianeta. Tutto procede attraverso le GCN (abbreviazione per *Gamma-ray bursts Coordinates Network*), brevi mail che vengono spedite alle liste di cacciatori di GRB. Alcuni piccoli telescopi ottici reagiscono automaticamente e, se le coordinate sono accessibili, eseguono una sequenza preordinata di osservazioni. Poiché Swift invia la prima GCN appena rivela un lampo, dando informazioni sulla posizione non ancora raffinate, ma già utilizzabili dai telescopi robotici con grande campo di vista, è successo che si sia vista anche l'emissione ottica del lampo. Come dicevamo prima, la routine non esiste.

Non abbiamo ancora trovato un modo per capire fin dall'inizio se un GRB (convenzionalmente seguito da 6 numeri, a indicare l'anno, il mese e il giorno, e una lettera A, B, C, D, per indicare l'ordine di rivelazione

nel corso della giornata, ovviamente in Tempo Universale) è interessante oppure se è uno dei tanti.

GRB090423, per esempio, non sembra niente di eccezionale, invece si è dimostrato l'oggetto celeste più lontano mai rivelato con un redshift maggiore di 8, corrispondente a una distanza di 13,04 miliardi di anni luce (v. *Le Stelle*, n. 74, pp. 17-18). Questo lampo ha iniziato il suo viaggio 600 milioni di anni dopo il Big Bang, quando l'Universo aveva appena il 5% dell'età attuale.

A metà strada nell'Universo visibile, a circa 7,5 miliardi di anni luce da noi, si colloca GRB080319B che, per pochi istanti, ha prodotto abbastanza luce da arrivare alla magnitudine 5,3 ed essere quindi potenzialmente visibile a occhio nudo (v. *Le Stelle*, n. 62, pp. 19-20). Purtroppo nessun umano ha approfittato della straordinaria opportunità di "vedere" l'oggetto più distante (e di gran lunga più brillante) visibile ad occhio nudo dell'Universo. L'attimo fuggente è stato colto da un telescopio robotico.

Il lampo n. 500 invece è GRB 100413B, scoperto a posteriori nei dati dello strumento BAT (*Burst Alert Trigger*) che non aveva potuto accorgersi del lampo perché stava effettuando una manovra di ripuntamento. Per ironia del destino, quindi, questo lampo "storico" è uno dei meno fortunati perché la rivelazione con BAT non è stata seguita dal ripuntamento dei telescopi X e ottico.

L'onore di Swift è stato però risollevato dal lampo successivo (GRB100414A), un altro GRB lungo per il quale è stata trovata la controparte X e ottica, dal cui spettro si è subito estratto il redshift  $z = 1,368$  (una distanza cosmologica ma "normale" per i lampi gamma).

La grande maggioranza dei lampi gamma visti da Swift sono classificati come eventi lunghi perché durano più di 2s, ma una significativa minoranza è costituita da lampi più brevi. Su questi lampi brevi si sapeva ben poco all'inizio della missione Swift. Mentre per i lampi lunghi c'era stato il contributo fondamentale del satel-

lito italiano BeppoSAX, che aveva mostrato che la carta vincente per capire i GRB era l'osservazione X della luminescenza residua, quelli brevi erano stati molto più elusivi, protetti proprio dalla brevità che li rende difficilissimi da rivelare.

Swift ha scoperto il suo primo lampo breve il 9 maggio 2005, GRB 050509B, un flash di 0,03s che ha prodotto 11 fotoni X che hanno permesso la localizzazione dell'evento e la sua associazione a una galassia ellittica, molto diversa dalle galassie che ospitano i lampi lunghi.

Alla lista dei lampi scoperti da Swift si devono poi aggiungere quelli scoperti da altri satelliti, come Integral, Fermi o Agile, e poi ripuntati da Swift per ottenere un posizionamento preciso.

Non è solo la durata a rendere diversi questi eventi. Mentre i lampi corti avvengono in galassie abbastanza vicine, i lampi lunghi avvengono in galassie più lontane. Non è un caso che il GRB più vicino sia un GRB corto e il più lontano sia lungo. In astronomia conoscere la distanza significa poter calcolare l'energetica delle sorgenti che studiamo, quindi avere qualche idea in più sulla loro fisica. Da questo punto di vista i GRB lunghi detengono tutti i record.

Poiché i lampi corti sono meno energetici di quelli lunghi, possono avere origine da eventi meno catastrofici degli altri. Quali sono gli eventi che possono generare i lampi gamma?

Per i lampi lunghi, in alcuni casi, che già sono entrati nei libri di testo, osservazioni ottiche nei giorni successivi al lampo gamma hanno rivelato l'emissione di una supernova. Il collegamento tra i lampi lunghi e una supernova dimostra che questi lampi vengono prodotti nel corso della trasformazione del resto della stella esplosa in un buco nero. Per i lampi corti, invece, non si è trovata alcuna prova di connessione con esplosioni di supernovae. Si pensa piuttosto a sistemi binari formati da due stelle di neutroni le cui orbite si restringono fino a far sì che le due stelle si

tocchino, innescando un'esplosione che darà origine a un piccolo buco nero.

In ogni caso, la fisica dei lampi gamma è basata sulla formazione di getti di emissione. Ciò permette di spiegare molti aspetti della fenomenologia osservativa di questi oggetti ma anche di diminuire significativamente le richieste energetiche globali. Supponiamo di avere una certa quantità di energia disponibile liberata dall'esplosione. Fa una bella differenza se spalmo questa energia su tutta una sfera (producendo emissione isotropa, come fanno le stelle, per esempio) oppure se la concentro in un fascio abbastanza stretto. L'esplosione che genera i GRB produce fasci stretti (tecnicamente si dice "collimati") e quindi genera dei fari luminosissimi per coloro che sono all'interno del cono di illuminazione. Ovviamente questo significa che vediamo solo una frazione dei GRB di tutto l'Universo, perché perdiamo tutti quelli il cui cono di emissione non è rivolto verso di noi.

Oltre ad avere dato contributi fondamentali alla fisica dei lampi gamma, Swift si sta dimostrando uno strumento straordinariamente potente per lo studio di ogni tipo di sorgente celeste. Mentre va alla caccia dei GRB, infatti, svolge un intensissimo programma di osservazioni. Grazie alla sua eccezionale versatilità, fa una media di circa 60 puntamenti al giorno. Si tratta per lo più di puntamenti brevi: 1000, 2000 secondi concatenati per ottimizzare il tempo di osservazione ed evitare di avere ostacoli (per esempio, la Terra) nel campo di vista. Non tutto è deciso a priori: il responsabile della missione Neil Gehrels è molto sensibile alla scienza dell'inaspettato e autorizza almeno una TOO (*Target Of Opportunity*) al giorno. Quando nel cielo succede qualcosa – una supernova, una nova, o un episodio di variabilità di una sorgente extragalattica – Swift è una risorsa a disposizione della comunità degli astrofisici.

*Patrizia Caraveo*