

UN CONGRESSO PER SWIFT

e Fermi conta fino a 100

MENTRE SI È SVOLTO NEGLI USA UN INCONTRO PER FARE IL PUNTO SULLE SCOPERTE EFFETTUATE DA SWIFT NEL CORSO DI SETTE ANNI DI ATTIVITÀ, IL SATELLITE FERMI HA SCOPERTO LA SUA CENTESIMA PULSAR

Dal 24 al 26 ottobre scorso, nel campus dell'Università di Clemson, in South Carolina, si è tenuto il congresso *Time Domain Astrophysics with Swift* allo scopo di fare il punto sulle molteplici attività che sfruttano le capacità di ripuntamento rapido degli strumenti installati a bordo di *Swift*.

Concepito come uno strumento dedicato allo studio dei lampi gamma (GRB), *Swift* ospita tre strumenti: un rivelatore gamma a largo campo (BAT, che sta per *Burst Alert Telescope*), il quale deve scoprire e localizzare le sorgenti variabili, e due telescopi (XRT per i raggi X e UVOT per l'ottico e l'ultravioletto) a campo molto più stretto, che vengono automaticamente ripuntati verso le coordinate delle sorgenti potenzialmente interessanti.

L'idea dello strumento è nata sulla scia del successo dell'approccio multi-lunghezza d'onda di *BeppoSAX*; la strumentazione di bordo è il frutto di un'intensa collaborazione tra la NASA, l'Italia e la Gran Bretagna.

La NASA ha fornito il telescopio gamma, l'Italia gli specchi del telescopio X, mentre i rivelatori sono inglesi. Il telescopio ottico, infine, è frutto di una collaborazione anglo-americana.

Lanciato alla fine di novembre 2004, *Swift* continua a svolgere in modo egregio la sua funzione di cacciatore di lampi gamma. Sono oltre 600 i lampi rivelati e seguiti nel corso di sette anni di attività. I contributi più importanti si sono avuti nello studio dei lampi brevi (ricerca mai fatta prima di *Swift*), nella comprensione del legame tra supernovae e lampi gamma e nella caccia ai lampi lontanissimi, con redshift spaventosamente alti ($z > 3$).

Questi ultimi non sono facili da scovare, perché il lungo cammino diluisce il segnale e il lampo si allunga. Invece di

una brusca impennata nel numero di conteggi, relativamente facile da rivelare, si osserva una "gobba" che potrebbe

Swift a portata di mano

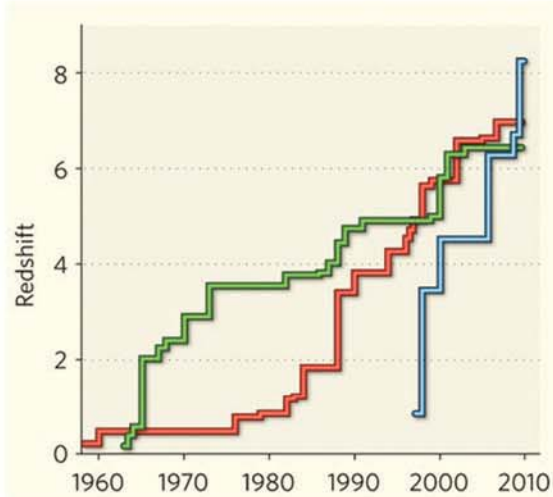
Per il pubblico interessato allo studio di queste incredibili esplosioni è ora disponibile una App per iPhone, iPad e iPod. La si trova nello App store digitando "Nasa Swift". Oltre a mostrare la posizione attuale del satellite (che si muove in tempo reale), la APP dice dove sta puntando il satellite e fornisce una lista degli ultimi 30 GRB rivelati, dando per ognuno le informazioni gamma, X e ottiche.

La App invia un'allerta ogni volta che viene scoperto un nuovo lampo, il quale può essere seguito man mano che vengono scaricati i dati. Le allerte arrivano attraverso il network del *Tracking Data Relay Satellite System*, TDRSS in sigla, mentre i dati vengono scaricati ogni volta che il satellite transita in vista della stazione di Malindi, in Kenia.

Questo permette ai cacciatori di lampi gamma in banda ottica e infrarossa di pianificare meglio le loro osservazioni. La App contiene inoltre una galleria di immagini tra le più significative ottenute dai telescopi X e ottici di *Swift*; presto verranno aggiunti i filmati e i comunicati stampa.



La App di *Swift*, oltre a fornire una gallery delle ultime 30 scoperte, permette di seguire in tempo reale l'orbita del satellite e di scoprire dove sta puntando.



Negli ultimi anni i lampi gamma (linea azzurra) sono diventati gli oggetti celesti più lontani che si riesce a rilevare direttamente, superando di gran lunga i quasar (linea verde) e le galassie (linea rossa).

anche passare inosservata. È stato quindi necessario imparare a riconoscere anche questi lampi diluiti, focalizzandosi poi su quelli che non sembrano avere nessuna controparte nell'ottico ma solo un segnale nell'infrarosso (prova, questa, che l'emissione ha subito un pesante spostamento verso il rosso).

Satellite per tutti i gusti

La caccia ai lampi ad alto redshift implica sempre l'utilizzo di grandi telescopi a terra, necessari per cercare controparti debolissime.

Pur nella difficoltà di gestione di grandi gruppi internazionali, la caccia è stata così fruttuosa che ora sono proprio i lampi gamma a detenere il record degli oggetti celesti più lontani rivelati direttamente, battendo galassie e quasar.

Con due lampi rivelati a redshift $z > 8$ e uno addirittura forse oltre $z = 9$ (v. *le Stelle* n. 98, pp. 16-18) siamo in grado di osservare com'era l'Universo soltanto poche centinaia di milioni di anni dopo il Big Bang.

I risultati straordinari sui lampi gamma sono solo l'antipasto del ricchissimo bottino di *Swift*. Ogni tipo di sorgente transiente ha ricevuto la sua frazione di attenzione, dalle comete fino alle galassie attive più lontane, passando per magnetar, sorgenti binarie, supernovae e, recentemente,

la distruzione di una stella da parte di un buco nero al centro di una galassia.

Nulla sfugge a *Swift*, che è sempre pronto a ripuntare in automatico. A volte le sorgenti sono vecchie conoscenze, ma molto spesso sono assolute novità.

I "fiori all'occhiello" di *Swift*

Sono tanti e tali i possibili utilizzi di *Swift* che ora la caccia ai GRB non è più il compito che assorbe la maggior parte del tempo di osservazione del satellite. Questo non significa affatto che i lampi vengano trascurati. Semplicemente,

non si continua l'osservazione a oltranza, fino a quando l'emissione X svanisce del tutto. L'affievolimento finale, infatti, non porta nessuna informazione importante: quello che conta succede nelle prime ore dopo il lampo. Solo lampi con caratteristiche peculiari, oppure straordinariamente

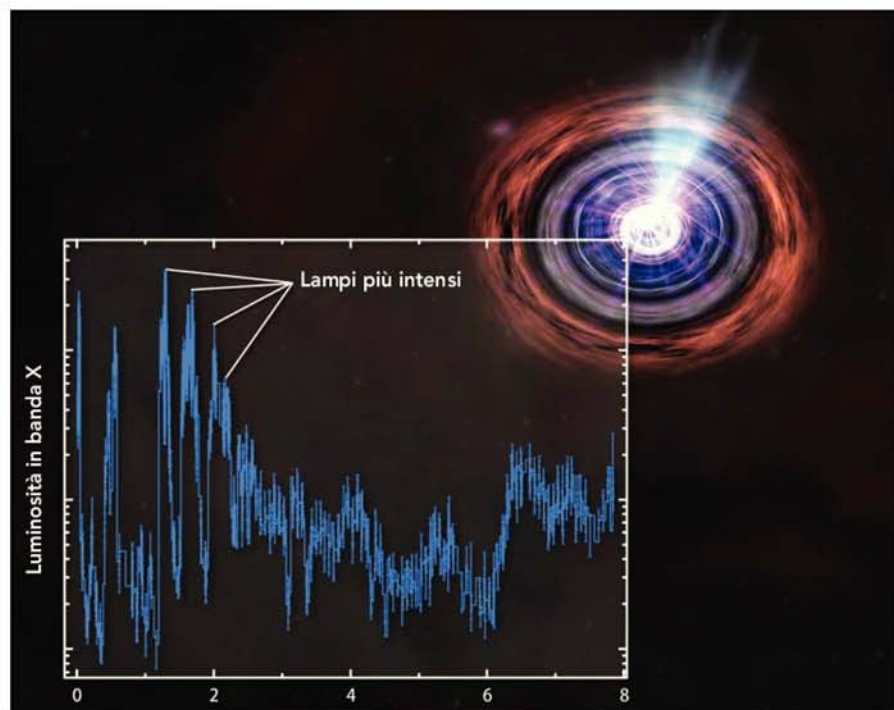
te brillanti, vengono osservati a lungo.

Il tempo di osservazione che viene così liberato è dedicato all'osservazione di centinaia di sorgenti celesti, molto spesso in collaborazione con altri satelliti. Per esempio, tutte le sorgenti non identificate dal satellite *Fermi*, il cui simposio è stato tenuto a Roma lo scorso maggio (v. *le Stelle* n. 97, pp. 24-25), sono o saranno osservate da *Swift*.

In questo caso lo strumento più importante è il telescopio X, perché quello che più interessa è localizzare una possibile controparte della sorgente gamma.

Per chi studia le supernovae, invece, lo strumento più importante è il telescopio ottico ultravioletto (l'unico in orbita in questo momento). Grazie alle osservazioni di *Swift* abbiamo così una straordinaria copertura delle curve di luce di decine di supernovae.

Anche in questo caso i colpi di fortuna non mancano. Il 9 gennaio 2008, mentre *Swift* osservava la galassia NGC 2770, in cui era appena stata rivelata una supernova, lo strumento X ha rilevato una sorgente di radiazione molto intensa per una durata di circa 10 minuti. Solo più tardi si è capito che era stato colto il primo flash in



La luminosità in banda X e l'evoluzione temporale della sorgente *Swift* 1644+57. Si ritiene che riguardi una stella distrutta da un buco nero.

banda X corrispondente all'esplosione di un'altra supernova, verificatasi nella stessa galassia a meno di una settimana dalla precedente (v. *le Stelle* n. 65, p. 22).

Ma le sorprese non finiscono qui: il 28 marzo di quest'anno *Swift* ha colto quello che, a prima vista, appariva come un tipico lampo gamma (GRB 110328A) ma che, a differenza di tutti gli altri, sembrava non avere nessuna intenzione di spegnersi (v. *le Stelle* n. 99, pp. 24-25).

Pur tra alti e bassi, la sorgente *Swift* 1644+57 (usiamo le coordinate celesti e non la data perché non si tratta di un lampo gamma), localizzata al centro della sua galassia, è rimasta attiva per più di un mese. Le caratteristiche dell'emissione e la localizzazione hanno fatto propendere per una spiegazione quasi fantascientifica: la distruzione di una stella che è passata troppo vicino a un buco nero supermassiccio al centro della sua galassia. Si era ipotizzato che un tale evento potesse succedere, ma questa è stata la prima volta che un fenomeno così peculiare è stato osservato (v. *fig. a p. 25*).

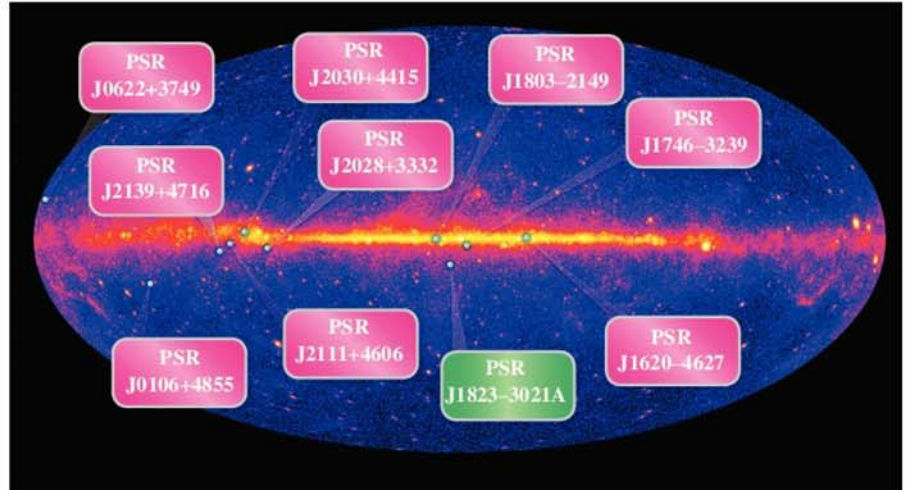
Lo studio delle sorgenti variabili offre grandi opportunità, perché le probabilità di scoperta crescono linearmente con il tempo di osservazione. Più a lungo osserviamo, più sarà probabile trovare qualcosa.

Nel campo delle sorgenti non variabili l'avanzamento è più lento. I progressi crescono con la radice quadrata del tempo di osservazione. Questo ritmo corrisponde alla crescita lenta ma sicura delle sorgenti rivelate dal telescopio BAT, che ogni giorno copre "superficialmente" gran parte del cielo.

Sommando giorno dopo giorno i dati raccolti è stato compilato un importante catalogo delle sorgenti (variabili e non) osservate dallo strumento. È un'importante mappa di riferimento che contiene le sorgenti brillanti nella nostra galassia e nuclei galattici attivi rivelati fino a $z = 4$. Hanno tutti buchi neri supermassicci al loro interno, ma molti sembrano essere sistemi di galassie in interazione gravitazionale.

Fermi a quota 100

Nel frattempo, il conteggio di pulsar rivelate dalla missione *Fermi* ha raggiunto quota 100. Se pensiamo che solo 3 anni fa



La mappa della nostra galassia con evidenziate le 9 pulsar più recenti scoperte da *Fermi* (etichette color magenta) e la più giovane pulsar da millisecondo conosciuta (etichetta color verde).

si era ancora a quota 7, possiamo dire che la crescita è spettacolare. In effetti, benché le pulsar rappresentino appena il 6% delle sorgenti gamma rivelate dallo strumento *Fermi* LAT (*Large Area Telescope*), i risultati su questi oggetti costituiscono circa il 30% delle pubblicazioni del team di *Fermi*, e spesso si tratta di lavori che hanno grande risonanza.

Prima di tutto dobbiamo notare come sia cambiata la visione della popolazione che ricaviamo dal catalogo gamma. Mentre 3 anni fa avevamo 6 pulsar radio e un oggetto radioquieto (*Geminga*), adesso la popolazione delle pulsar gamma è divisa in 3 parti grossomodo uguali: un terzo è rappresentato da stelle di neutroni mediamente giovani che hanno emissione sia in banda radio sia in banda gamma; un altro terzo è costituito da stelle di neutroni, anch'esse mediamente giovani, che non hanno emissione radio e vengono scoperte grazie a ricerche alla cieca in gamma; l'ultimo terzo è composto da pulsar non più giovani ma estremamente veloci, le quali hanno sia emissione radio sia emissione gamma.

Sono queste la vera sorpresa di *Fermi*: prima del lancio di questo satellite, infatti, l'opinione prevalente era che queste vecchie stelle di neutroni non potessero produrre raggi gamma.

Per la precisione, le pulsar radio "normali" sono passati da 6 a 38, quelle senza emissione radio (che vengono scoperte

in gamma) da 1 a 35, quelle superveloci da 0 a 27.

Per dare una visione d'insieme delle 100 pulsar, la NASA ha realizzato un filmato (lo potete trovare su <http://www.nasa.gov/externalflash/fermipulsar/>) che mostra la posizione dei 100 oggetti; per ciascuno si può avere con un clic una piccola descrizione (in inglese).

Da notare una particolare pulsar superveloce: si tratta di PSR J1823-3021A nell'ammasso globulare NGC 6624, non lontano dalla direzione del centro galattico. Si tratta del primo esempio di pulsar velocissima osservato in un ammasso globulare.

Finora gli ammassi globulari erano stati rivelati come sorgenti puntiformi non pulsanti, e si pensava che la loro emissione gamma fosse dovuta alla somma di numerose pulsar velocissime, troppo deboli per essere osservate singolarmente. PSR J1823-3021A sembra avere un'età di appena 25 milioni di anni: appare quindi anormalmente giovane.

È da notare, infine, che gli ultimi 9 oggetti senza emissione radio sono stati scoperti grazie al sistema di calcolo distribuito *Einstein@home* che sfrutta la potenza dei PC quando i proprietari non li utilizzano (v. *le Stelle* n. 99, pp. 60-65).

Scaricando *Einstein@home* contribuirete alla ricerca di nuove stelle di neutroni radioquiete. La prossima pulsar potrebbe essere scoperta dal vostro computer!

Patrizia Caraveo