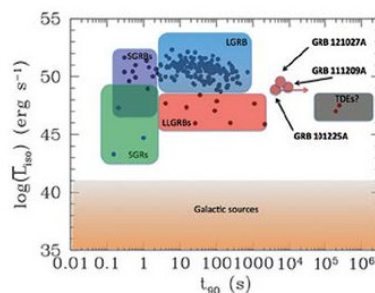


# SWIFT ARRIVA A MILLE GRB e si reinventa per essere al top

La missione della NASA Swift è stata progettata alla fine degli anni '90 sull'onda dei risultati ottenuti dal satellite italiano BeppoSAX. La storia è nota: grazie alla decisione di effettuare un ripuntamento rapido della regione del cielo dalla quale era stato registrato un lampo gamma, BeppoSAX scoprì la luminescenza X residua dei lampi gamma e questo permise di cercare (e trovare) le controparti ottiche e di capire che si trattava di esplosioni spaventose avvenute in lontane galassie.

L'osservazione rapida era stata la chiave di volta del successo di BeppoSAX e occorreva costruire su questa idea vincente per ridurre al minimo il ritardo tra il lampo gamma e l'inizio delle osservazioni X e ottiche. Le domande che aspettavano una risposta erano molte. Per esempio, si sapeva che esistevano lampi gamma corti (che si esaurivano nell'arco di 2 secondi) e lampi gamma più lunghi ma non si riusciva a capire quali fossero i progenitori dei due tipi di lampi gamma, né se lo stesso meccanismo di emissione fosse in grado di spiegare entrambe le fenomenologie. I punti di domanda erano molti. Cosa produce l'emissione gamma e poi quella X e ottica? Che tipo di stelle esplodono? Sono singole o in sistemi binari? Sono all'interno delle galassie o nelle parti più esterne?

Swift è nato per rispondere a queste domande utilizzando un trio di strumenti complementari: il *Burst Alert Telescope* (BAT), uno strumento di grande campo (copre 1/5 della volta celeste) che deve scoprire i lampi gamma, un telescopio X (XRT) ed uno ottico e ultravioletto (UVOT) che vengono ripuntati autonomamente sul lampo gamma per ottenere, in poche decine di secondi, le



Le diverse classi dei lampi gamma evidenziati in questo grafico dove viene messa in relazione l'energetica dei lampi gamma con la loro durata. I brevi (in violetto), i pochi che si ripetono (in verde), i lunghi (in blu), gli extra lunghi (in rosso), le distruzioni mareali (in grigio).

immagini X e ottiche che permettono una localizzazione molto più precisa dell'evento. Appena rivelato un lampo gamma, BAT invia un messaggio di allerta con le coordinate "rozze" che lo strumento è in grado di fornire. Mentre il mondo astronomico si mette in moto, le coordinate vengono migliorate appena arrivano a terra i dati X che rivelano la luminescenza residua per la quasi totalità dei lampi gamma. In questo modo, tutti i telescopi disponibili possono andare a osservare la posizione per cercare il bagliore ottico, infrarosso e radio. Solo la metà dei GRB ha una controparte ottica (gli altri sono probabilmente assorbiti) e solo per un terzo è possibile fare lo spettro per misurare il *redshift* e quindi la distanza (gli altri hanno controparte ottiche troppo deboli).

Dopo quasi 11 anni dal lancio, la missione Swift ha rivelato il lampo gamma numero 1000, un traguardo importante perché un gruppo così numeroso di lampi gamma posizionati accuratamente ci ha permes-

La missione Swift offre un bell'esempio di elasticità operativa per soddisfare le richieste sempre diverse della comunità dei suoi utilizzatori



**Patrizia Caraveo**

È Direttore dell'Istituto di Astrofisica Spaziale dell'INAF a Milano. Si occupa da sempre di astrofisica X e gamma e per i contributi dati alla comprensione dell'emissione di alta energia delle stelle di neutroni. Nel 2009 è stata insignita del Premio Nazionale Presidente della Repubblica.

Evoluzione della divisione del tempo di osservazione di SWIFT nel corso di 10 anni. Dal 2005 al 2014 il tempo dedicato allo studio del GRB è sceso dal 46 al 17% (pur continuando a seguire tutti i lampi rilevati). In compenso è aumentata la percentuale del tempo dedicata alle osservazioni TOO che è passata dal 6 al 30%. Contemporaneamente, è diminuita la percentuale del tempo dedicato alle calibrazioni ed è aumentata quella dedicata al tempo di osservazione per gli osservatori ospiti (*Guest Investigators*).

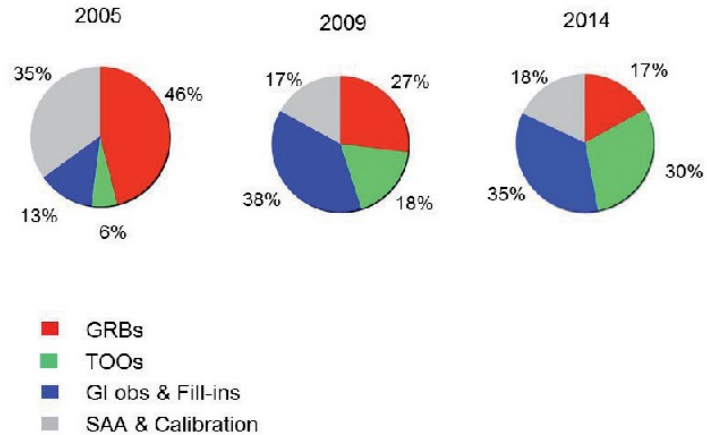
so di comprendere molte cose, ma molto resta ancora da scoprire. Oggi abbiamo capito lo stretto rapporto tra lampi lunghi ed esplosioni di supernova e siamo ragionevolmente certi che i lampi brevi abbiano origine dalla coalescenza di due stelle di neutroni che si fondono per formare un buco nero o forse no, perché si fermano prima e si trasformano in una stella di neutroni straordinariamente magnetica, una *magnetar*. Rimangono, però, un certo numero di lampi che sfuggono alla classificazione. Così sono stati scoperti i lampi gamma extra-lunghi (*v. figura*). Per contro, alcuni eventi all'inizio classificati come lampi gamma si sono rivelati di diversa origine. Swift è stato testimone della distruzione di stelle passate troppo vicino ad un buco nero, oppure del primo bagliore X di una supernova. Si tratta di eventi che erano stati previsti teoricamente ma mai osservati e che hanno giustamente avuto gli onori della cronaca.

Per questo la comunità non è mai stanca di studiare nuovi lampi gamma nella speranza di trovare un evento veramente unico ed eccezionale che possa permettere di fare un passo avanti nella comprensione di questa fisica estrema.

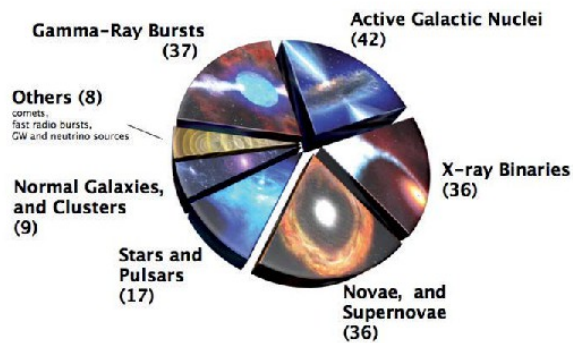
L'annuncio della scoperta di un GRB da parte di Swift (che viene diramato alla comunità attraverso annunci *e-mail*) è immancabilmente seguito da altri annunci circa le osservazioni ottiche e radio in un susseguirsi di comunicazioni che diventa via via sempre più rapido man mano che passa il tempo e le tecniche di osservazione (sia umana sia robotica) si raffinano. È un tributo al continuo interesse che i dati SWIFT riscuotono, nonostante la missione non sia più una novità.

In effetti, durante gli 11 anni di attività, la missione è pian piano evoluta ed è

## Swift Operations & Science are Evolving



## Number Proposals per Science Subject

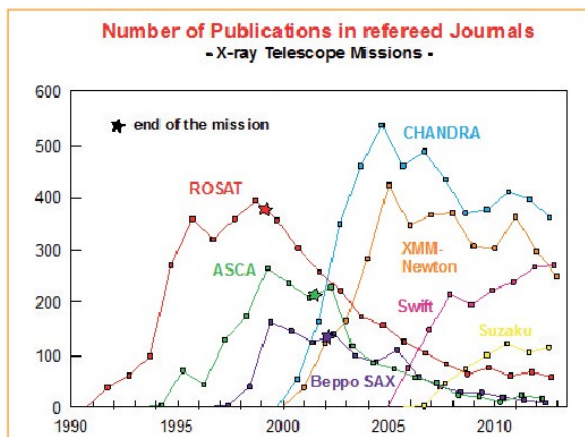


Ripartizione dei campi scientifici delle osservazioni di Swift richieste nell'ambito del programma degli osservatori ospiti (GI). Si tratta di scienziati di tutto il mondo che chiedono tempo di osservazione per studiare diverse classi di oggetti celesti, oppure propongono di sviluppare nuove teorie per interpretare i risultati ottenuti. Mentre le TOO sono dedicate allo studio di sorgenti variabili e devono essere fatte nel più breve tempo possibile, il programma GI viene spalmato nel corso di un anno per ottimizzare l'uso del tempo di osservazione del satellite.

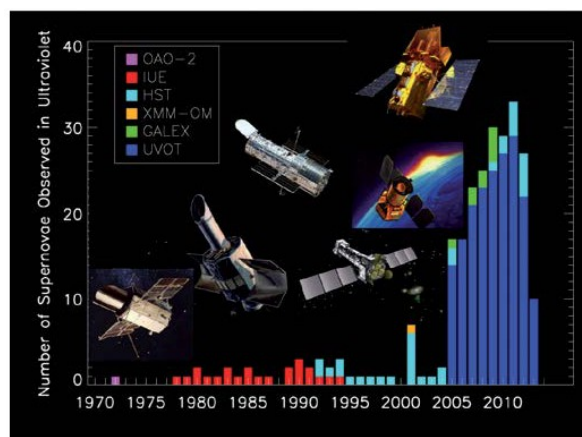
andata oltre i lampi gamma per diventare il cavallo di battaglia di tutti coloro che studiano i fenomeni transienti del cielo X e gamma. Chiunque abbia bisogno dell'immagine X o ottica/UV di un oggetto celeste che mostra segni di variabilità può ottenere tempo di osservazione di Swift proponendo una *target of opportunity* (TOO). L'apertura alle ri-

chieste TOO ha cambiato la ripartizione del tempo di osservazione (e quindi la scienza) di Swift: mentre all'inizio la maggior parte del tempo era dedicata allo studio dei GRB, adesso si è diventati più selettivi, scegliendo di seguire solo i GRB dall'aria più promettente per dedicare il maggior tempo possibile all'astronomia degli oggetti variabili (*v. figura*).





Numero di pubblicazioni prodotte ogni anno utilizzando i dati delle diverse missioni di astronomia X. La stella segnala la fine della missione. Si noti la crescita continua delle pubblicazioni relative alla missione Swift.



Numero di supernovae rivelate in ultravioletto in funzione del tempo. Il lancio di Swift nel 2004 ha fatto enormemente salire il numero di supernovae studiate in ultravioletto e il campo di ricerca ha avuto un grande sviluppo.

Un altro modo di apprezzare la varietà dei campi coperti da Swift è offerto dalla distribuzione dei progetti approvati (*v. figura*): mentre i lampi gamma rappresentano il 37% del totale, vediamo che lo studio della variabilità dei nuclei galattici attivi, delle binarie X, delle novae e delle supernovae è altrettanto importante.

Tutti i dati sono immediatamente resi pubblici per massimizzare la loro utilità. La grande elasticità del sistema di puntamento di Swift permette di inserire nella cadenza delle osservazioni fino a 4 TOO ogni giorno. È un record assoluto anche perché le osservazioni vengono eseguite entro poche ore dalla richiesta, a volte entro meno di un'ora. Questa disponibilità ad esaudire le richieste della

comunità ha allargato a macchia d'olio il numero degli utilizzatori dei dati Swift e ha fatto crescere in modo proporzionale il numero delle pubblicazioni basate sui dati Swift che rivaleggia con osservatori molto più grandi e dalla gestione più costosa (*v. figura*).

Nel corso degli anni si sono anche capite ed apprezzate le potenzialità del canale ultravioletto che, non dimentichiamolo, si può studiare solo al di sopra dell'atmosfera. Swift offre l'unico strumento ultravioletto in orbita e questa capacità lo ha reso un mezzo indispensabile per chi studia le novae e le supernovae, (*v. figura*) piuttosto che la fisica dell'accrescimento dei nuclei galattici attivi, oppure le comete. Swift ha dedicato 7 giorni di tempo di osservazioni a collezionare immagini della Grande Nube di Magellano che sono state organizzate in un fantastico mosaico dell'emissione ultravioletta della nostra galassia satellite (*v. figura*).

Lo stesso è stato fatto per la Piccola Nube di Magellano e per la Galassia del Triangolo (M33) per permettere di studiare la distribuzione della polvere con un dettaglio straordinario.

Ma tutto questo non basta, per restare ai primi posti nella classifica delle missioni della NASA Swift deve trovare altri campi di utilizzazione e lo fa usando la sua ben nota flessibilità. L'annuncio della rivelazione di un neutrino da parte di IceCube (*v. pp. 10-12*) o Antares causa un ripuntamen-

to di Swift che va a vedere se nella zona di provenienza è successo qualcosa di inusuale. Il prossimo passo sarà lavorare insieme ai gruppi che cercano di catturare le onde gravitazionali per cercare negli enormi *error box* che verranno prodotti da LIGO e VIRGO la possibile sorgente della perturbazione gravitazionale. La coalescenza di stelle di neutroni, oltre a causare un lampo gamma breve, è infatti considerata la migliore potenziale sorgente di onde gravitazionali. Ovviamente, la coincidenza tra la rivelazione di un segnale gravitazionale e di un lampo corto sarebbe perfetto. Purtroppo parliamo di eventi rari, uno ogni qualche anno. Molto più probabile sarà rivelare un segnale gravitazionale da un lampo gamma che non è rivolto dalla nostra parte e quindi non causa un lampo gamma rivelabile da BAT. In questo caso ci aspettiamo solo la luminescenza residua in X, anche se non siamo affatto sicuri del comportamento degli oggetti che non vediamo dalla direzione privilegiata. Bisogna organizzarsi per massimizzare la possibilità di rivelazione imparando ad andare a cercare il proverbiale ago nel pagliaio. Le regioni di possibile provenienza dei segnali gravitazionali saranno enormi e bisognerà che Swift impari a fare centinaia di brevi puntamenti. Al centro di controllo si stanno allenando e sono sicuri che ce la faranno senza dimenticare di seguire ogni lampo gamma che capitò a tiro perché quella rimane una delle molte priorità di una missione di grandissimo successo. ■



Collage di centinaia di immagini ultraviolette raccolte durante 7 giorni di osservazioni dal telescopio UVOT di Swift per mappare la Grande Nube di Magellano.