

CONTRIBUTO INAF EVENTO GW170817

ISTITUTO NAZIONALE DI ASTROFISICA

L'Istituto Nazionale di Astrofisica (INAF) ha giocato un ruolo primario nella scoperta della sorgente elettromagnetica (prodotta da due stelle di neutroni in coalescenza) dell'evento gravitazionale GW170817, rilevato dagli interferometri LIGO/Virgo alle ore 14:41:04 (ora italiana) del 17 agosto 2017. Dopo i primi *alert* inviati dal telescopio spaziale Fermi (alle 14:41:20 ora italiana) e circa mezz'ora più tardi da LIGO/Virgo, l'INAF è stato coinvolto, tra i pochissimi enti al mondo, nello studio di praticamente tutto lo spettro elettromagnetico, **dalle onde radio fino ai raggi gamma**, con strumenti propri e tramite partecipazioni internazionali.

Gli articoli su *Nature* e *Science* usciti oggi sono firmati da numerosi scienziati italiani, molti dei quali INAF. Tre articoli fondamentali sono pubblicati su *Nature* e *Nature Astronomy*. Due hanno come **primi autori**, rispettivamente, **Elena Pian** e **Paolo D'Avanzo** per il primo e **Stefano Covino** per il secondo, tutti e tre astrofisici dell'INAF e il terzo articolo Eleonora Troja (scienziata italiana alla NASA) e **Luigi Piro** dell'INAF.

Grazie al contributo dei dati raccolti dagli scienziati italiani e dagli strumenti con cui collabora l'INAF (telescopi a terra e satelliti spaziali), è stato possibile "fotografare" (quindi osservare anche nel visibile) una sorgente gravitazionale diversa da un sistema binario di buchi neri.

La sorgente transiente SSS17a/AT2017gfo rappresenta la prima connessione univoca tra il fenomeno elettromagnetico della **kilonova**, gli **short gamma ray burst**, la fusione di due **stelle di neutroni** e l'emissione di un'onda gravitazionale del 17 agosto 2017.

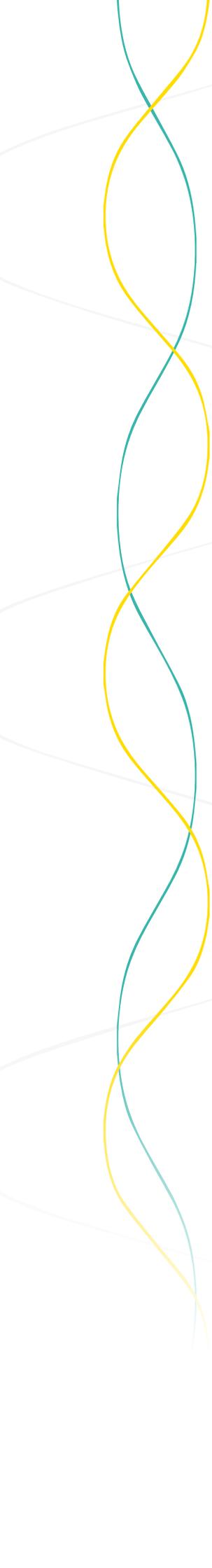
Due secondi dopo la rivelazione da parte di LIGO, il satellite della NASA Fermi (a cui l'Italia partecipa grazie ai contributi di INAF, INFN e ASI-SSDC) ha avvertito la comunità scientifica di aver osservato un Gamma-ray-burst cosiddetto "corto" (GRB170817A), vale a dire un'esplosione di raggi gamma della durata di pochissimi secondi associata alla fusione di due stelle di neutroni.

L'INAF ha partecipato, con altre centinaia di astronomi e fisici, alla "caccia" di questa speciale sorgente da "fotografare" a una distanza di circa 40 Mpc dalla Terra (oltre 130 milioni di anni luce) in direzione della costellazione Idris nella galassia NGC 4993.

L'Italia si è attivata con il telescopio robotico Rapid Eye Mount (REM, situato a La Silla, in Cile) con il quale la squadra di ricercatori ha osservato il campo di NGC 4993 circa 12,7 ore dopo il trigger (solo 20 minuti dopo l'annuncio della rilevazione della sorgente).

Il team INAF dedicato alle onde gravitazionali, GRAWITA (GRAVitational Wave Inaf TeAm), ha utilizzato, oltre a REM, anche il VLT Survey Telescope (VST, Cerro Paranal, Cile), il Nordic Optical Telescope (NOT, La Palma, Canary Islands), e il Very Large Telescope (VLT, Cerro Paranal, Cile), in modalità fotometrica (con gli strumenti FORS2 ed HAWKI) e spettroscopica (con lo spettrografo X-Shooter).

La **vera natura** di questa sorgente inusuale e debole si è potuta confermare solo attraverso la tecnica della spettroscopia. Su questo fronte il gruppo GRAWITA si è rivelato uno dei più attivi: non solo è stato tra i primi a scoprire la sorgente ma è stato anche l'unico gruppo al mondo che utilizzando lo spettrografo X-Shooter (ESO-VLT) è riuscito a seguire il transiente per molto tempo, per più di 2 settimane, ottenendo la migliore copertura spettroscopica sia come intervallo di frequenza, che in risoluzione e in tempo di copertura.



Utilizzando gli spettri raccolti è stato possibile comprendere che questo evento è dovuto alla formazione della cosiddetta kilonova, una sorgente prevista dai modelli teorici, collegata agli eventi di onde gravitazionali associati alla fusione di due stelle di neutroni. Possibili candidati kilonova erano stati osservati in precedenza, ma mai le osservazioni erano state così precise e dettagliate da collegarli in modo definitivo alla fusione di due stelle di neutroni.

Contemporaneamente Stefano Covino (dell'INAF, nel team GRAWITA) e collaboratori hanno monitorato l'evoluzione della polarizzazione della sorgente gravitazionale nei successivi dieci giorni dopo l'evento GW/GRB 170817, ponendo limiti stringenti al grado di polarizzazione dell'evento.

Come Fermi, anche altri telescopi dallo spazio con una forte partecipazione INAF hanno contribuito alla riuscita di questa epocale scoperta.

La stessa segnalazione arriva un'ora dopo l'alert dagli scienziati dell'ESA analizzando i dati del telescopio spaziale INTEGRAL, che ha captato - in contemporanea con Fermi (una differenza di decimi di secondo) - il Gamma-ray-burst generato durante l'evento gravitazionale. I raggi gamma "catturati" da Fermi e INTEGRAL sono partiti dalla sorgente di stelle di neutroni quasi in contemporanea con le onde gravitazionali (meno di due secondi dopo) e hanno viaggiato insieme fino alla Terra per più di 100 milioni di anni prima di essere captati dagli strumenti.

Dopo 15 ore dalla rilevazione iniziale, il telescopio spaziale Swift ha cominciato ad osservare la sorgente. Quando il satellite NASA (con partecipazione internazionale - Italia e Regno Unito) è stato rivolto verso la galassia NGC 4993, ha trovato una sorgente ultravioletta (UV) luminosa, ma non è stato in grado di rilevare i raggi X. Le osservazioni effettuate da Swift hanno evidenziato la presenza di differenti componenti nell'emissione di kilonova, una delle quali preponderante nell'ultravioletto.

Nove giorni dopo l'alert interferometrico, il 26 agosto, l'osservazione con il satellite della NASA Chandra guidata da scienziati italiani e INAF registra per la prima volta raggi X dalla sorgente AT2017gfo. La sorgente rivela le caratteristiche di un afterglow di un GRB corto, il cui getto di emissione non è puntato verso la terra ma che, allargandosi progressivamente, investe il telescopio su Chandra solo dopo diversi giorni. Il rilevamento dei raggi X da parte di Chandra dimostra che le fusioni delle stelle di neutroni possono generare getti potenti che si diffondono a velocità ultra-relativistiche e che i lampi gamma sono effettivamente prodotti da questa danza vorticoso di stelle di neutroni che con la loro fusione producono onde gravitazionali ed emettono materia relativistica, visibile diversi giorni dopo l'evento.