

\* NOVA \*

N. 1219 - 16 OTTOBRE 2017

ASSOCIAZIONE ASTROFILI SEGUSINI

## OSSERVATA LA PRIMA LUCE EMESSA DA UNA SORGENTE DI ONDE GRAVITAZIONALI

*Riprendiamo dal sito dell'European Southern Observatory (ESO) il Comunicato stampa del 16 ottobre 2017.*



Immagine artistica di due stelle di neutroni, piccole e molto dense, nel momento in cui si fondono ed esplodono come una kilonova. Un evento così raro produce sia onde gravitazionali sia un breve gamma-ray burst, entrambi osservati il 17 agosto 2017 da LIGO-Virgo e Fermi / INTEGRAL. Le successive osservazioni dettagliate con molti telescopi ESO hanno confermato che questo oggetto, visto nella galassia NGC 4993 circa 130 milioni di anni luce dalla Terra, è in realtà una kilonova. Tali oggetti sono la fonte principale di elementi chimici molto pesanti, come l'oro e il platino, nell'universo. Crediti: ESO / L. Calçada / M. Kornmesser

La compagine di telescopi dell'ESO in Cile ha rivelato la prima controparte visibile di una sorgente di onde gravitazionali. Queste storiche osservazioni suggeriscono che questo oggetto, l'unico per ora, sia il risultato della fusione di due stelle di neutroni. Le conseguenze catastrofiche dell'incontro, o meglio scontro – previsto da tempo e chiamato chilonova –, hanno diffuso elementi pesanti come oro e platino nell'Universo. Questa scoperta, pubblicata in diversi articoli su *Nature* e altre riviste, fornisce inoltre la più solida evidenza finora che i lampi di luce gamma corti siano causati dalla fusione di stelle di neutroni.

Per la prima volta in assoluto, gli astronomi hanno osservato sia le onde gravitazionali sia la luce (radiazione elettromagnetica) dallo stesso evento, grazie a uno sforzo di collaborazione globale e alla reazione rapida delle strutture dell'ESO e di altri gruppi in tutto il mondo.

Il 17 agosto 2017, l'osservatorio LIGO (Laser Interferometer Gravitational-Wave Observatory) dell'NSF negli Stati Uniti d'America, insieme con l'Interferometro Virgo in Italia, hanno rilevato onde gravitazionali che hanno raggiunto la Terra. Questo, il quinto evento gravitazionale osservato, è stato chiamato GW170817. Circa due secondi più tardi, due osservatori spaziali, Fermi (il Fermi Gamma-ray Space Telescope) della NASA e INTEGRAL (INTErnational Gamma Ray Astrophysics Laboratory) dell'ESA, hanno rilevato un lambo di luce gamma corto dalla stessa area del cielo.

La rete di osservatori LIGO-Virgo aveva circoscritto la posizione della sorgente all'interno di un'ampia regione del cielo australe, della dimensione di parecchie centinaia di volte la dimensione della Luna piena, che contiene milioni di stelle [1]. Appena scesa la notte in Cile, molti telescopi

sono stati diretti verso questa zona di cielo, alla ricerca di un nuovo punto luminoso. Tra questi: VISTA (Visible and Infrared Survey Telescope for Astronomy) e VST (VLT Survey Telescope) dell'ESO all'Osservatorio del Paranal, il telescopio italiano REM (Rapid Eye Mount) installato all'Osservatorio di La Silla dell'ESO, il telescopio LCO da 0,4 metri di diametro all'Osservatorio di Las Cumbres, l'americano DECCam all'Osservatorio Interamericano di Cerro Tololo. Il telescopio Swope da 1 metro di diametro è stato il primo ad annunciare una nuova sorgente di luce, molto vicina alla galassia NGC 4993, una galassia lenticolare nella costellazione dell'Idra, mentre quasi nello stesso momento le osservazioni di VISTA identificavano la stessa sorgente a lunghezze d'onda infrarosse. Mentre la notte scendeva sempre più a ovest sul globo, i telescopi delle Hawaii Pan-STARSS e Subaru si rivolgevano verso la sorgente per vederla evolvere rapidamente.

*"Ci sono rare occasioni in cui uno scienziato ha la possibilità di assistere all'inizio di una nuova era", ha commentato Elena Pian, astronoma all'INAF, Italia, e prima autrice di uno degli articoli pubblicati da Nature. "E questo è uno di quei momenti!"*

L'ESO ha lanciato una delle più grandi campagne osservative per "target of opportunity" (cioè per oggetti variabili o comunque non noti in precedenza) e molti telescopi dell'ESO o a cui ESO partecipa hanno osservato l'oggetto nelle settimane dopo la scoperta [2]. Il VLT (Very Large Telescope) dell'ESO, l'NTT (New Technology Telescope), il VST, il telescopio da 2,2 metri dell'MPG/ESO e ALMA (Atacama Large Millimeter/submillimeter Array) [3] hanno tutti osservato l'evento e la sua evoluzione successiva in un grande intervallo di lunghezze d'onda. Circa 70 osservatori in tutto il mondo, tra cui il telescopio spaziale Hubble della NASA/ESA, sono stati puntati sulla sorgente.

Le stime di distanza prodotte sia dai dati delle onde gravitazionali che da altre osservazioni sono concordi nel posizionare GW170817 alla stessa distanza di NGC 4993, a circa 130 milioni di anni luce dalla Terra. Ciò rende la sorgente sia l'evento di onde gravitazionali più vicino mai visto finora che uno dei più vicini lampi di luce gamma mai osservato [4].

Le increspature dello spazio-tempo note come onde gravitazionali vengono create da masse in movimento, ma solo le più intense, prodotte da rapidi cambiamenti della velocità di oggetti molto massicci, sono oggi osservabili. Uno di questi eventi è la fusione di stelle di neutroni, il resto estremamente denso del nucleo collassato di una stella di alta massa: ciò che rimane dopo un'esplosione di supernova [5]. Queste fusioni erano ritenute anche la spiegazione più convincente per spiegare i lampi di luce gamma corti. Un evento esplosivo circa 1000 volte più brillante di una tipica nova – noto perciò come chilonova – è previsto dopo uno di questi lampi gamma.

La detezione quasi simultanea di onde gravitazionali e raggi gamma da GW170817 aveva fatto ben sperare che questo oggetto fosse dunque una delle tanto cercate chilonove e le osservazioni con i telescopi dell'ESO hanno mostrato proprietà molto vicine alle previsioni teoriche. Le chilonove sono state proposte più di 30 anni fa, ma questa è la prima osservazione confermata.

Dopo la fusione delle due stelle di neutroni, un'esplosione di elementi chimici pesanti in rapida espansione ha lasciato la chilonova, muovendosi a una velocità pari a un quinto della velocità della luce. Il colore della chilonova è passato da molto blu a molto rosso nel corso dei giorni successivi, un cambiamento più rapido di quanto mai osservato in un'esplosione stellare.

*"Quando lo spettro è comparso sui nostri schermi mi sono reso conto che questo è l'oggetto transiente più strano che io abbia mai visto", ha detto Stephen Smartt, che guidava le osservazioni con l'NTT di ESO nell'ambito del programma osservativo ePESSTO (extended Public ESO Spectroscopic Survey of Transient Objects; cioè l'estensione della survey pubblica dell'ESO per l'osservazione spettroscopica di oggetti transienti). "Non avevo mai visto nulla di simile! I nostri dati, insieme a quelli di altri gruppi, hanno dimostrato a tutti che questa non era una supernova o una stella variabile di primo piano, ma qualcosa di veramente notevole."*

Gli spettri ottenuti da ePESSTO e dallo strumento X-shooter montato sul VLT suggeriscono la presenza di cesio e tellurio, espulsi dalle stelle di neutroni in fusione. Questi e altri elementi pesanti, prodotti proprio durante la fusione di stelle di neutroni, sarebbero lanciati nello spazio dalla chilonova che segue. Le osservazioni confermano la formazione di elementi più pesanti del ferro per mezzo di reazioni nucleari all'interno di oggetti stellari di alta densità, noti come processi-r di nucleosintesi, o di nucleosintesi con cattura rapida di neutroni, finora solo prevista dalla teoria.

"I dati ottenuti finora collimano perfettamente con le previsioni teoriche. È un vero trionfo per i teorici, una conferma che gli eventi LIGO-Virgo sono assolutamente reali e un successo per l'ESO che è riuscito a raccogliere un tale messe di dati sulla chilonova", aggiunge Stefano Covino, primo autore di uno degli articoli su Nature Astronomy.

"La grande forza dell'ESO è di avere un'ampia gamma di telescopi e strumenti per affrontare rapidamente progetti astronomici complessi e di ampio respiro. Siamo entrati in una nuova era, quella dell'astronomia multi-vettore!" conclude Andrew Levan, primo autore di uno degli altri articoli.

## Note

[1] I dati di LIGO-Virgo indicavano l'ubicazione della sorgente in un'area di cielo di circa 35 gradi quadrati.

[2] La galassia era osservabile di sera solo in agosto, mentre da settembre era troppo vicina al Sole.

[3] Sul VLT, le osservazioni sono state realizzate con: lo spettrografo X-shooter su UT2; FORS2 (Focal Reducer and low dispersion Spectrograph 2) e NACO (Nasmyth Advaptive Optics System (NAOS) – Near-Infrared Imager and Spectrograph (CONICA) su UT1; VIMOS (Visible Multi-Object Spectrograph) e VISIR (VLT Imager and Spectrometer for mid-Infrared) su UT3; MUSE (Multi Unit Spectroscopic Explorer) e HAWK-I (High Acuity Wide-field K-band Imager) su UT4. Le osservazioni con VST usavano OmegaCAM mentre VISTA montava VIRCAM (VISTA InfraRed CAMera). Nell'ambito del programma ePESSTO, l'INTT ha raccolto spettri nella banda del visibile con lo spettrografo EFOSC2 (ESO Faint Object Spectrograph and Camera 2) e spettri infrarossi con lo spettrografo SOFI (Son of ISAAC). Il telescopio da 2,2 metri dell'MPG/ESO ha osservato con lo strumento GROND (Gamma-Ray burst Optical/Near-infrared Detector).

[4] La distanza relativamente piccola tra la Terra e le due stelle di neutroni in fusione, circa 130 milioni di anni luce, ha reso possibili le osservazioni, dal momento che la fusione di stelle di neutroni produce un'onda gravitazionale più debole della fusione dei buchi neri, che invece rappresentano la probabile controparte dei primi quattro eventi di onde gravitazionali osservati.

[5] Quando le stelle di neutroni sono in orbita in un sistema binario, perdono energia emettendo onde gravitazionali. Si avvicinano sempre di più finché, quando alla fine si scontrano, parte della massa del resto stellare viene convertita in energia, come descritto dalla famosa equazione di Einstein  $E=mc^2$ , sotto forma di un violento impulso di onde gravitazionali.



La galassia NGC 4993, a circa 130 milioni di anni luce dalla Terra, ripresa dallo strumento VIMOS del Very Large Telescope dell'ESO al Paranal Observatory in Cile. La galassia non è di per sé insolita, ma contiene qualcosa di mai visto, dopo l'esplosione di due stelle di neutroni, un evento raro chiamato kilonova (sopra e leggermente a sinistra del centro della galassia). Questa fusione ha prodotto anche onde gravitazionali e raggi gamma, entrambi rilevati rispettivamente da LIGO-Virgo e Fermi/INTEGRAL. Crediti: ESO / A.J. Levan, N.R. Tanvir

## Ulteriori Informazioni

Questo risultato è stato presentato in una serie di articoli pubblicati dalle riviste *Nature*, *Nature Astronomy* e *Astrophysical Journal Letters*.

L'ESO (European Southern Observatory, o Osservatorio Australe Europeo) è la principale organizzazione intergovernativa di Astronomia in Europa e l'osservatorio astronomico più produttivo al mondo. È sostenuto da 16 paesi: Austria, Belgio, Brasile, Danimarca, Finlandia, Francia, Germania, Italia, Paesi Bassi, Polonia, Portogallo, Regno Unito, Repubblica Ceca, Spagna, Svezia, e Svizzera, oltre al paese che

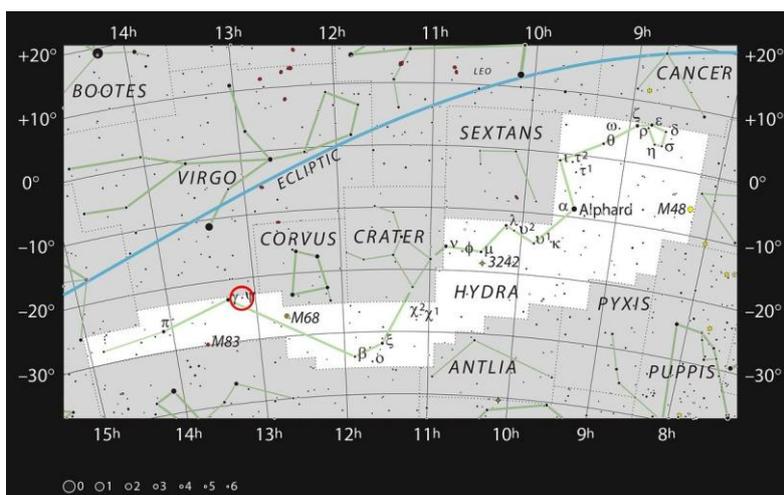
ospita l'ESO, il Cile. L'ESO svolge un ambizioso programma che si concentra sulla progettazione, costruzione e gestione di potenti strumenti astronomici da terra che consentano agli astronomi di realizzare importanti scoperte scientifiche. L'ESO ha anche un ruolo di punta nel promuovere e organizzare la cooperazione nella ricerca astronomica. L'ESO gestisce tre siti osservativi unici al mondo in Cile: La Silla, Paranal e Chajnantor. Sul Paranal, l'ESO gestisce il Very Large Telescope, osservatorio astronomico d'avanguardia nella banda visibile e due telescopi per survey. VISTA, il più grande telescopio per survey al mondo, lavora nella banda infrarossa mentre il VST (VLT Survey Telescope) è il più grande telescopio progettato appositamente per produrre survey del cielo in luce visibile. L'ESO è il partner principale di ALMA, il più grande progetto astronomico esistente. E sul Cerro Armazones, vicino al Paranal, l'ESO sta costruendo l'Extremely Large Telescope o ELT (significa Telescopio Estremamente Grande), un telescopio da 39 metri che diventerà "il più grande occhio del mondo rivolto al cielo".

LIGO è finanziato dall'NSF, e gestito da Caltech e MIT, che hanno concepito LIGO e guidato i progetti "iniziale" e "avanzato" di LIGO. Il sostegno finanziario per il progetto "LIGO Avanzato" è stato guidato da NSF insieme con la Germania (Max Planck Society), il Regno Unito (Science and Technology Facilities Council) e l'Australia (Australian Research Council) con impegni e contributi importanti al progetto. Più di 1200 scienziati provenienti da tutto il mondo partecipano all'impresa attraverso la LIGO Scientific Collaboration, che include la GEO Collaboration. Altri partner sono elencati all'indirizzo <http://ligo.org/partners.php>.

La collaborazione Virgo è costituita da più di 280 fisici e ingegneri appartenenti a 20 diversi gruppi di ricerca europei: sei dal Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS) in Francia; otto dall'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN) in Italia; due nei Paesi Bassi con Nikhef; l'MTA Wigner RCP in Ungheria; il gruppo POLGRAW in Polonia; la Spagna con l'Università di Valencia e l'Osservatorio Gravitazionale Europeo, EGO, il laboratorio che ospita il rivelatore Virgo vicino a Pisa in Italia, finanziato da CNRS, INFN e Nikhef.

## Links

- [Lista degli autori](#)
- [FAQ](#) (PDF file, 184 KB)
- [Informazioni utili](#) (PDF file, 105 KB)
- [Articolo scientifico 1](#): "Spectroscopic identification of r-process nucleosynthesis in a double neutron star merger", by E. Pian et al. in *Nature*. (PDF file, 196 KB)
- [Articolo scientifico 2](#): "The emergence of a lanthanide-rich kilonova following the merger of two neutron stars", by N. R. Tanvir et al. in *Astrophysical Journal Letters* (PDF file, 843 KB)
- [Articolo scientifico 3](#): "The electromagnetic counterpart to a gravitational wave source unveils a kilonova", by S. J. Smartt et al. in *Nature* (PDF file, 9 MB)
- [Articolo scientifico 4](#): "The unpolarized macronova associated with the gravitational wave event GW170817", by S. Covino et al. in *Nature Astronomy* (PDF file, 230 KB)
- [Articolo scientifico 5](#): "The Distance to NGC 4993 – The host galaxy of the gravitational wave event GW17017", by J. Hjorth et al. in *Astrophysical Journal Letters* (PDF file, 2.4 MB)
- [Articolo scientifico 6](#): "The environment of the binary neutron star merger GW170817", by A. J. Levan et al. in *Astrophysical Journal Letters* (PDF file, 2.6 MB)
- [Comunicato stampa LIGO](#)
- [Comunicato stampa ESA/Hubble](#)



La carta mostra la costellazione dell'Hydra, la più estesa e lunga costellazione del cielo. Sono mostrate le stelle che sono visibili ad occhio nudo in una notte oscura. Il cerchio rosso segna la posizione della galassia NGC 4993, che è diventata famosa nell'agosto 2017 come luogo della prima sorgente d'onda gravitazionale che è stata identificata anche in luce visibile come la kilonova GW170817. NGC 4993, di 12.4 magnitudini, è stata scoperta da William Herschel nel 1789. Crediti: ESO, IAU e Sky & Telescope

<http://www.eso.org/public/news/eso1733/> - <http://www.eso.org/public/news/eso1733/kids/>

<http://www.eso.org/public/italy/news/eso1733/?lang>



# C'ERA UNA VOLTA IL FOTONE

*Lo scorso 17 agosto, in quell'oceano agitato che chiamiamo universo, sono state viste sollevarsi insieme, dallo stesso fenomeno, onde elettromagnetiche e onde gravitazionali. Un evento che segna una svolta senza precedenti nella storia dell'astrofisica. Da MEDIA INAF di oggi, con autorizzazione, riprendiamo un articolo di Marco Malaspina.*

Coalescenza, la chiamano gli astrofisici. Una parola non di uso comune per indicare la fusione di due entità in una. O, in ambito medico, la rimarginazione di una ferita. È la coalescenza di due stelle di neutroni, quella registrata per la prima volta nella storia il 17 agosto scorso e annunciata oggi dagli scienziati nel corso di conferenze stampa simultanee in tutto il mondo. Ma non sono state “solo” due stelle di neutroni, a unirsi: quella che viene celebrata oggi è anche la “coalescenza” di due modi d'indagare la Natura, di due sensi per percepirla, di due comunità per studiarla. E in un certo senso, come vedremo, è anche una “ferita” che si rimargina.

La nascita d'una nuova era per l'astronomia, hanno detto. Per una volta, non è un'esagerazione: questa nuova astronomia che, in mancanza di termini più adeguati, viene per ora definita – con un aggettivo un po' goffo – *multi-messaggera*, rappresenta in effetti una svolta rivoluzionaria nello studio dell'universo.

## Onde elettromagnetiche e onde gravitazionali

Perché multi-messaggera? A parte qualche sporadico neutrino, gli unici “messaggeri” di cui gli astronomi hanno potuto avvalersi nel corso dei millenni sono le *onde elettromagnetiche*, ovvero *fotoni*. Erano fotoni quelli che i primi rappresentanti della specie umana chiamarono Sole e Luna. Erano fotoni quelli che, scrutati dall'anello di menhir a Stonehenge e da mille altri osservatori primitivi, assumevano la forma di costellazioni. Erano fotoni i satelliti medicei di Galileo, l'Urano di Herschel, l'emissione radio della Via Lattea di Jansky, i raggi X che valsero il Nobel a Riccardo Giacconi e la radiazione del fondo a microonde – proveniente dritta dal big bang – che faceva gracchiare il ricevitore di Penzias e Wilson. Erano tutti e solo fotoni. Luce. Onde elettromagnetiche. Era come conoscere la Cina esclusivamente attraverso le parole di Marco Polo. Un'astronomia *mono-messaggera*, appunto.

Questo fino al 14 settembre del 2015. Quando i laser degli interferometri Ligo, negli Stati Uniti, registrarono un fenomeno mai rilevato prima: il passaggio d'un'onda gravitazionale. Quella non era un'onda elettromagnetica, non era luce, non erano fotoni: era un “messaggero” completamente diverso. Se fino ad allora s'era solo *visto* il lampo, da quel giorno di due anni fa riusciamo a *sentire* anche il tuono. Di colpo ci siamo ritrovati con un senso in più.

## La beffa dei buchi neri

Successo epocale, certo, già valso tre Nobel. Ma soddisfazione a metà. Eh già, perché la Natura sa essere beffarda come nient'altro. A eccitare quel senso nuovo di zecca per le onde gravitazionali, guadagnato con una lotta intellettuale e tecnologica impari dai fisici della collaborazione Ligo-Virgo, a eccitarlo, dicevamo, parevano riuscirci soltanto gli unici dannatissimi oggetti di tutto l'universo che non emettono fotoni: i buchi neri. Come se, dopo un'era interminabile di cinema muto, ecco che quando finalmente arriva il sonoro tutti i registi cominciassero a produrre esclusivamente pellicole con l'audio, sì, ma sullo schermo nient'altro che nero.

È stato così per tutte le onde gravitazionali confermate fino a metà agosto: in tutti e quattro i casi, all'origine dello sconquasso spaziotemporale c'era la fusione di due buchi neri. Fenomeno affascinante ma – caso più unico che raro nella varietà del cosmo – impossibile da vedere. Mentre gli interferometri ballavano, persino i migliori telescopi restavano a bocca asciutta. Un bel problema, perché se l'udito di cui disponiamo è per ora in grado di farci sentire soltanto il fragore prodotto da due oggetti estremi, e questi sono così estremi da non poter scoccare nemmeno un lampo di luce, significa che tuono e fulmine insieme non li vedremo mai.

## Il tuono e poi il lampo

Tutte le speranze, da quel 14 settembre, erano dunque riposte negli unici oggetti conosciuti abbastanza estremi da produrre il tuono gravitazionale ma non così estremi da trattenere il fulmine elettromagnetico: le stelle di neutroni. Se due stelle di neutroni non troppo lontane da noi si fossero

fuse l'una nell'altra, avevano calcolato gli astrofisici, in quell'oceano agitato che chiamiamo universo si sarebbero sollevate insieme, abbastanza alte da essere captate, onde elettromagnetiche e onde gravitazionali. Prima quelle gravitazionali, immediatamente dopo quelle elettromagnetiche. Il tuono e il lampo insieme. Una ferita che si rimargina.

Un evento agognato dagli astrofisici, perché l'informazione che avrebbe prodotto andava ben oltre la somma delle parti. Sarebbe stata un'informazione di ordine superiore, con due sensi sollecitati simultaneamente dallo stesso fenomeno: una finestra a più dimensioni sulla natura del cosmo. Talmente agognato che avevano trascorso anni a immaginare come sarebbe stato, a cercare di prevederne ogni minuzioso passaggio, ogni concatenazione, ogni quantità in gioco.

E i più erano d'accordo: se mai avessero potuto assistervi nel corso della loro vita, avrebbero dapprima *sentito* una lunga onda gravitazionale, molto più lunga del *chirp* prodotto dai buchi neri, sollevata dalle orbite sempre più strette e vorticose delle due stelle in caduta l'una nell'altra. Poi, a fusione avvenuta, *avrebbero* visto il lampo: un lampo di raggi gamma corto (*Grb short*), per l'esattezza. Quindi avrebbero osservato – in tutte le bande dello spettro, dall'ottico giù fino al radio e su fino all'X – una kilonova: l'ultimo guizzo di due relitti di stelle morte che, unendosi, riprendevano per un istante vita, fondendo e spargendo nell'universo manciate di atomi d'oro, di platino e di altri elementi pesanti.



Fasi salienti delle osservazioni di GW 170817. Crediti: Davide Coero Borga / MEDIA INAF

## 17 agosto 2017

Giovedì 17 agosto 2017 tutto questo è accaduto. Alle 14:41:04 ora italiana, l'onda gravitazionale prodotta da due stelle di neutroni a 130 milioni di anni luce da noi, dopo un viaggio durato – appunto – 130 milioni di anni, ha investito i bracci degli interferometri Virgo e Ligo. Circa 1.7 secondi più tardi, un *Grb short* è stato osservato nello spazio dai rivelatori per raggi gamma dei telescopi Fermi della Nasa e Integral dell'Esa. Grazie alla sua elevata velocità di reazione, il primo fra tutti a diramare l'allerta a livello globale – in soli 14 secondi – è stato proprio il telescopio spaziale Fermi. Quaranta minuti più tardi arriva anche la comunicazione di Ligo-Virgo. Una comunicazione nella quale l'interferometro italiano, entrato pienamente in azione da appena due settimane, gioca un ruolo cruciale: è grazie a lui, infatti, che è possibile una triangolazione, prima preclusa dal fatto che gli interferometri Ligo erano solo due.

Poter triangolare significa poter indicare in modo abbastanza preciso il luogo d'origine di quel segnale. Ed è verso quella regione che praticamente qualunque grande telescopio di mezzo pianeta si volta a osservare. Il primo a notare qualcosa è un piccolo telescopio di Las Campanas (Cile), Swope: osserva un transiente – un bagliore che prima non c'era – provenire dall'anonima galassia NGC 4993, a 130 milioni di anni luce. Nemmeno due ore più tardi anche un telescopio a

gestione Inaf, il Rapid Eye Mount (Rem) montato a La Silla (Cile), osserva lo stesso transiente. A quel punto, la regione d'origine è definitivamente localizzata: la coalescenza delle due stelle di neutroni è avvenuta lì, in quella galassia.



Alcuni dei telescopi, da terra e dallo spazio, coinvolti nell'osservazione insieme agli interferometri Ligo-Virgo.  
Crediti: Davide Coero Borga / MEDIA INAF

La storia che si svolge sotto gli occhi degli astrofisici nei giorni successivi è simile in modo perturbante ai modelli che erano stati messi a punto negli anni precedenti. Le astronome e gli astronomi coinvolti nelle primissime osservazioni – moltissimi dei quali italiani, come si vede anche solo sfogliando gli articoli che riempiono oggi le edizioni speciali di *Nature* e *Science* – vivono un po' la stessa emozione di chi visita New York per la prima volta: non l'ha mai vista, ma è come se la conoscesse da sempre.

Passano le ore, arrivano i primi spettri – l'impronta digitale della sorgente, e i primi al mondo a raccogliergli sono i team guidati da **Elena Pian** e **Paolo D'Avanzo**, due astrofisici dell'Inaf, primi autori d'un articolo su *Nature* – e, guarda caso, sono gli spettri inequivocabili di una kilonova. Vi ricorda qualcosa? Prima l'onda gravitazionale, poi il lampo di raggio gamma corto, infine la kilonova: Gw 170817, Grb 170817A e Sss17a, queste le sigle con le quali gli astrofisici hanno identificato i tre episodi del fenomeno. È la trama della coalescenza di due stelle di neutroni. È l'atto di nascita d'una nuova era per l'astrofisica.

## Molta Italia, molte scienziate

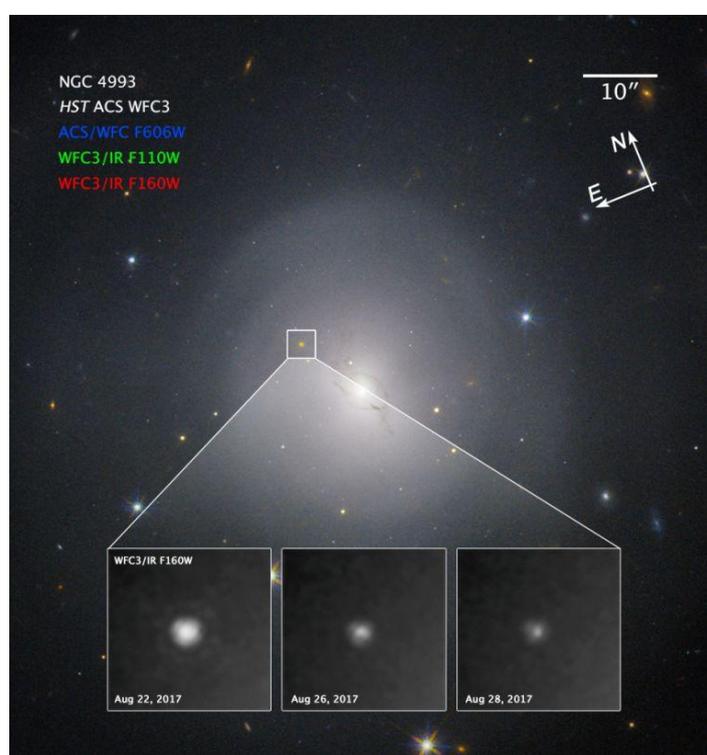
Dopo questa osservazione epocale, che ha coinvolto migliaia di ricercatrici e ricercatori nel mondo, coinvolgendo tre interferometri per onde gravitazionali, decine di telescopi nello spazio e da terra, e unendo come mai prima due comunità – quella dei fisici e quella degli astronomi – che lavorano sì spesso gomito a gomito sugli stessi esperimenti, però mai tutti così concentrati su un unico evento, dopo quest'osservazione epocale, dicevamo, ci sarà da lavorare intensamente per decenni. È un continente inesplorato, quello al quale la “coalescenza” tra astrofisica elettromagnetica e astrofisica gravitazionale ci ha fatto oggi approdare.

Ma ci sono già alcune certezze. Siamo ragionevolmente certi che assisteremo, speriamo a breve, alla fusione di altre stelle di neutroni. Siamo fiduciosi che, nel giro di pochi anni, avremo a disposizione “antenne” – gravitazionali ed elettromagnetiche, a terra e nello spazio – sempre più sensibili e accurati per captarne i segnali. E ci auguriamo che l'Italia sia messa in condizione di mantenere il ruolo di protagonista che si è meritata in quest'occasione. Grazie all'interferometro Virgo, gestito dall'Infn insieme al Cnrs francese. Grazie ai telescopi spaziali a forte partecipazione italiana come Fermi, Integral, Agile e Swift, ma anche Hubble e Chandra. Grazie allo spettacolare lavoro di telescopi da terra d'avanguardia, quelli grandi come il Vlt dell'Eso e quelli piccoli come Rem. Ma grazie soprattutto alle scienziate e agli scienziati che hanno reso possibile questo risultato fino a pochi anni fa inimmaginabile.

Già, le scienziate: impossibile non notare la preponderante presenza di scienziate italiane fra gli *speaker* delle conferenze stampa che si sono tenute oggi all'estero: a Monaco **Elena Pian** dell'Inaf, e a Washington **Marica Branchesi** del Gssi per Virgo, **Laura Cadonati** della Georgia Tech per Ligo, **Eleonora Troja** della Nasa e **Alessandra Corsi** della Texas Tech University. I premi Nobel per la Fisica assegnati a donne, fino a oggi, sono stati due. L'ultimo nel 1963, oltre mezzo secolo fa. Vedi mai che le onde gravitazionali ed elettromagnetiche sollevate dalla fusione di due stelle di neutroni non arrivino a lambire Stoccolma.

Marco Malaspina

<http://www.media.inaf.it/2017/10/16/onde-gravitazionali-elettromagnetiche/>  
<https://www.youtube.com/watch?v=Uvlu3VtrYug&list=UL>



La sorgente di onde gravitazionali in NGC 4993.

Credits: NASA and ESA. Acknowledgment: A. Levan (U. Warwick), N. Tanvir (U. Leicester), and A. Fruchter and O. Fox (STScI)

[http://hubblesite.org/news\\_release/news/2017-41](http://hubblesite.org/news_release/news/2017-41)

<https://www.nasa.gov/press-release/nasa-missions-catch-first-light-from-a-gravitational-wave-event>

