

ASCOLTATO IL SUSSURRO DEL COSMO. LA SCOPERTA DELLE ONDE GRAVITAZIONALI NEL RACCONTO DI UNO DEI PROTAGONISTI

Intervista a Fulvio Ricci, spokesperson della Collaborazione internazionale VIRGO

È la notizia scientifica del 2016. La scoperta, attesa da un secolo, delle onde gravitazionali previste da Albert Einstein nella sua teoria della Relatività Generale. Un traguardo rivoluzionario, che cambia il nostro sguardo sull'universo.

L'importante risultato è stato raggiunto, grazie ai dati dei due rivelatori gemelli LIGO (*Laser Interferometer Gravitational-wave Observatory*), dalle Collaborazioni Scientifiche LIGO (che include la Collaborazione GEO600 e l'*Australian Consortium for Interferometric Gravitational Astronomy*) e VIRGO, che fa capo allo *European Gravitational Observatory (EGO)*, fondato dall'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN) e dal Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS) francese.

Abbiamo chiesto a uno dei protagonisti di questa impresa scientifica, Fulvio Ricci, *spokesperson* della Collaborazione VIRGO, di raccontarci come si è giunti a questo risultato e come cambieranno d'ora in poi le nostre conoscenze sul cosmo.

Il primo segnale diretto di un'onda gravitazionale è stato catturato il 14 settembre 2015 dopo un secolo di attesa. Può descriverci quali sensazioni ha provato quel giorno?

Ricordo di avere ricevuto la prima notizia sul segnale via mail da Marco Drago, un giovane ricercatore formato in Italia dall'INFN e da un anno in Germania, al Max Planck Institute di Hannover. La mia prima reazione è stata di scetticismo e incredulità. Poi, andando a vedere più in dettaglio le prime verifiche, la mia convinzione che fossimo di fronte a qualcosa di particolarmente interessante è cresciuta. Devo dire, però - forse perché lavoro in questo settore da tanti anni ormai e ho visto in passato alcuni falsi allarmi - che il mio cambiamento d'animo è stato lento. E, di sicuro, è stato influenzato dalle reazioni dei miei colleghi, in particolar modo dai più giovani, che invece hanno reagito da subito con maggiore entusiasmo. Adesso, siamo tutti coscienti dell'importanza fondamentale del passo che abbiamo compiuto.

Che cosa ci racconta questa scoperta?

Siamo riusciti a vedere, anzi è più corretto dire ad ascoltare, un processo di collisione ad altissima energia di due buchi neri con masse di circa 36 e 29 masse solari, che si scontrano a una velocità impressionante, circa metà della velocità della luce. Una collisione con un'energia nel centro di massa spaventosamente più elevata di quella che vediamo a LHC, il superacceleratore del CERN di

Ginevra. Un risultato straordinario e di grandissima soddisfazione.

Questi buchi neri sono degli oggetti cosmici straordinari, i più semplici che si possano descrivere con la Relatività Generale: bastano, infatti, spin, massa e carica. Oggi abbiamo in mano un segnale di coalescenza tra buchi neri che riusciamo a seguire a partire da 20Hz. Ma il fatto di essere sensibili a frequenze così basse, lo si deve a una felice intuizione di Adalberto Giazotto, uno dei "padri" di VIRGO. Il progresso della fisica delle onde gravitazionali si può, infatti, considerare una costruzione di tanti mattoni. Ad esempio, l'interferometro americano LIGO, a differenza di VIRGO, ha aperto la finestra delle basse frequenze solo negli ultimi tempi, con Advanced LIGO. Ed è subito riuscito ad ascoltare le onde gravitazionali.

Ancora una volta, quindi, Einstein aveva visto giusto...

Sicuramente aveva ragione. Ma, anche se nell'immaginario collettivo spesso si è portati a ritenere che una persona sola possa determinare una rivoluzione culturale, Einstein non era solo. Basti pensare al prezioso contributo alla formulazione matematica della Relatività Generale dei matematici italiani Luigi Bianchi, Gregorio Ricci Curbastro e Tullio Levi Civita.

Inoltre, nella storia della caccia alle onde gravitazionali c'è chi ha detto che le onde non si sarebbero mai viste. Anche lo stesso Einstein era di questo avviso. La scoperta di questi giorni dimostra che su questo, invece, si era sbagliato.

Qual è il ruolo dell'Italia e dell'INFN in questa importante impresa scientifica?

L'INFN è stato ed è l'ente che in Europa ha più di tutti investito in questo settore, e lo sta facendo dal 1980. Solo la *National Science Foundation* (NSF) americana ha investito di più nel mondo. L'INFN ha, ad esempio, formato moltissimi ricercatori sparsi per il mondo, che stanno dando un contributo cruciale in LIGO. La lista degli studiosi italiani formati alla scuola di onde gravitazionali dell'INFN è, infatti, lunghissima, tanto che il project leader della collaborazione LIGO, di recente, si è timidamente scusato di averci portato via alcuni fisici estremamente validi formati dall'INFN. Molti italiani hanno, infatti, ruoli di primo attore, come il *run coordinator* di LIGO Elisa Barsotti, dell'MIT, o Gabriele Vaiente, del Caltech, che ha dato un contributo determinante alla caratterizzazione del rivelatore, o ancora Marco Cavaglià, *deputy* della *LIGO Scientific Collaboration* (LSC), e Laura Cadonati, coordinatore del *data analysis* di LIGO.

Come cambia con questa scoperta il nostro sguardo sull'universo?

Questo risultato rappresenta una pietra miliare nella storia della fisica, ma ancor di più è l'inizio di un nuovo capitolo per l'astrofisica. Osservare il cosmo attraverso le onde gravitazionali cambia, infatti, radicalmente le nostre possibilità di studiarlo. Le onde gravitazionali sono un messaggero

completamente nuovo, che ci fa studiare fenomeni invisibili alle radiazioni elettromagnetiche. Fenomeni che finora è stato impossibile analizzare.

Le potenzialità di questa scoperta sono enormi. Si potrà, ad esempio, studiare il comportamento della materia in condizioni estreme di temperatura, pressione e compattezza degli oggetti, irripetibili in laboratorio. Non è ancora noto, per esempio, che cosa ci sia all'interno di una stella di neutroni, caratterizzato da densità elevatissime in cui più masse solari sono concentrate in appena 10 km di diametro. Ci sono molti modelli che ipotizzano la presenza di quark liberi. La sonda delle onde gravitazionali potrà dare, in proposito, informazioni fondamentali sullo stato della materia in questi oggetti cosmici. Fino a ora, infatti, è come se avessimo guardato il cosmo tramite delle radiografie, mentre adesso possiamo fare l'ecografia del nostro universo.

La scoperta rappresenta anche la prima osservazione diretta di un buco nero

Su questo ci sono ancora pareri discordanti. Le osservazioni del vento di particelle cariche che emette raggi X in sistemi binari in cui una compagna sembra essere un buco nero sono state già fatte. Quello che noi possiamo dire con la nostra scoperta è che è la prima volta che ascoltiamo un sistema di due buchi neri.

Sarà possibile catturare anche le onde gravitazionali primordiali emesse subito dopo il Big Bang?

Gli interferometri terrestri, in linea di principio, possono misurare la radiazione cosmica di fondo di origine gravitazionale. Ma, se il fondo è dovuto esclusivamente a radiazione gravitazionale prevista dalla teoria della Relatività Generale, alle frequenze caratteristiche di questi interferometri l'impresa è più difficile, quasi disperata. La loro sensibilità dovrebbe essere ulteriormente migliorata, anche se esistono una serie di modelli, come la teoria delle stringhe che fanno previsioni più ottimistiche.

C'è, però, un'ulteriore difficoltà: bisognerebbe distinguere i segnali delle onde dal rumore di fondo di tutti i fenomeni astrofisici di coalescenza, ad esempio tra buchi neri o tra stelle di neutroni. L'insieme di tutte queste coalescenze è una sorta di boato dello stadio dovuto a tutti i tifosi che urlano, o ancora di suono prodotto da tanti fuochi d'artificio che scoppiano tutti insieme.

In futuro questi segnali potranno diventare comuni?

I modelli teorici hanno un intervallo molto ampio di previsione della percentuale di questi eventi. Ai livelli di sensibilità che ci sono adesso, e a quelli che raggiungeremo già nei prossimi run scientifici, penso che ci sia la possibilità di raccogliere in un anno di osservazione almeno una decina di eventi.