

GIUSEPPE O. LONGO

La notizia è di quelle che fanno scalpore nel mondo della scienza e non solo. Sembra proprio che il terzo millennio si sia aperto all'insegna delle grandi scoperte nel dominio della fisica: nel 2012 il bosone di Higgs e ora le onde gravitazionali. Previste dalla teoria della relatività generale di Einstein e cercate per decenni, è giunta finalmente ieri la conferma ufficiale della loro osservazione diretta, avvenuta il 14 settembre scorso alle 10:50:45 ora italiana. L'annuncio è stato dato durante due conferenze contemporanee, una a Washington e una a Cascina, in quel di Pisa. In effetti gli strumenti implicati nella scoperta sono negli Stati Uniti il Ligo (Laser Interferometer Gravitational-Wave Observatory), consistente in due grandi rivelatori - uno situato a Livingstone, in Louisiana, e l'altro a Hanford, nello Stato di Washington, a migliaia di chilometri di distanza; e in Italia Virgo, un interferometro costruito dall'Istituto nazionale di Fisica nucleare (Infn) a Cascina.

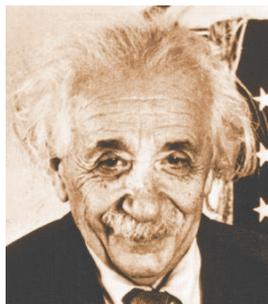
L'osservazione del 14 settembre riguardava le increspature prodotte nel "tessuto" dello spaziotempo da un cataclisma cosmico avvenuto nell'universo profondo, cioè la fusione di due buchi neri, aventi massa pari a 29 masse solari l'uno e 36 masse solari l'altro. In seguito alla fusione si è formato un nuovo buco nero più massiccio, di circa 62 masse solari, ma prima che esso si stabilizzasse, nell'ultima frazione di secondo dell'evento, sono state prodotte le onde rilevate.

L'osservazione conferma un'importante previsione della teoria della relatività generale di Albert Einstein. Non è certo la prima volta che fenomeni ed eventi previsti, per via teorica, dal grande fisico sono stati poi verificati per via sperimentale, ma la conferma di ieri è giunta dopo un secolo, come una sorta di grande e prezioso regalo postumo. Fu infatti nel novembre del 1915 che Einstein presentò la sua teoria all'Accademia prussiana delle Scienze, in quattro comunicazioni tenute nei giovedì di quel mese, l'ultima il 25 novembre. L'anno dopo, 1916, le quattro relazioni confluirono in un corposo articolo pubblicato sulla prestigiosa rivista "Annalen der Physik", a quei tempi forse la più importante del mondo. È vero che cento è un numero come tutti gli altri, ma siamo portati a considerarlo un numero "tondo" che, applicato agli anni, ha un nome particolare, secolo, e tutta la vicenda evoca il concetto di caso, di combinazione, di coincidenza. Questo forse non sarebbe piaciuto ad Einstein, che era un convinto assertore del determinismo e per tutta la vita si oppose, invano, all'avvento e al trionfo della meccanica quantistica, in cui si annidava un pericoloso germe di indeterminismo. Celebrare a questo proposito la sua frase: «Dio non gioca a dadi!» (*Der Alte würfelt nicht!*).

Da tempo i ricercatori si industriavano di confermare l'esistenza delle onde gravitazionali. Il padre delle ricerche in questo settore è considerato il fisico americano Joseph Weber (1919-2000), soprannominato un po' scherzosamente Gravity Joe, che negli anni 1960 costruì il primo rivelatore a barre e sostenne di aver rilevato le onde, affermazione che gli venne contestata ripetutamente e con grande veemenza. Nel 1972, nell'ambito della missione lunare *Apollo 17*, Gravity Joe fece inviare sulla luna un'apparecchiatura per il rilevamento delle onde gravitazionali, che tuttavia non rivelò niente. La difficoltà è che le onde sono fenomeni

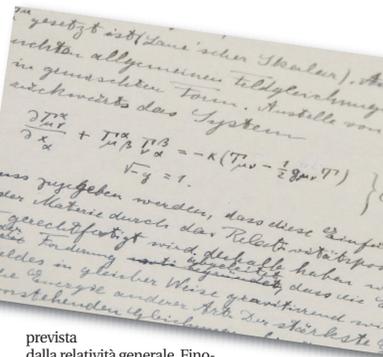
La scoperta. Osservate le "increspature" dello spaziotempo previste cent'anni fa da Albert Einstein. Ruolo dell'Italia fondamentale

L'onda che arriva dai BUCHI NERI



di entità piccolissima, quindi sono sovrastate dalle vibrazioni generate dal passaggio di un treno, di un autocarro, e così via, anche lontanissimi. Dopo Weber, a in parte grazie ai suoi tentativi, sono stati costruiti rivelatori molto più grandi e quindi più sensibili: ma purtroppo sono più sensibili anche ai disturbi. L'idea vincente è di combinare i risultati di più apparecchi collocati a grande distanza tra loro sulla superficie terrestre: se c'è un segnale dal cosmo, esso è lo stesso per tutti i rivelatori, mentre i disturbi che si sovrappongono al segnale sono diversi per ciascun dispositivo e così si possono eliminare. Poiché sono vibrazioni del tessuto dello spaziotempo, le onde gravitazionali sono state spesso paragonate alle onde sonore, e in effetti possono essere anche trasformate in piccoli frammenti sonori. I te-

lescopi a onde gravitazionali consentono agli astrofisici di udire i fenomeni mentre con i telescopi ottici li vedono. Einstein lavorava da solo con carta e matita, ma oggi i tempi sono cambiati e così i modi della ricerca: il risultato che oggi si celebra è frutto di investimenti imponenti e della collaborazione di oltre un migliaio di scienziati americani, australiani, francesi e italiani. Gli italiani sono stati protagonisti di questa scoperta come della scoperta del bosone di Higgs, confermando la grande tradizione degli studi di fisica che da sempre contraddistingue il nostro Paese da Galileo in poi. «La scoperta - ha commentato Fernando Ferroni, presidente dell'Infn - premia il gruppo di scienziati che ha perseguito questa ricerca per decenni, cui l'Italia ha dato un grande contributo, figlio di quella scuola che negli anni 70 del secolo scorso si formò intorno alle figure di Edoardo Amaldi, Guido Pizzella, Adalberto Giazotto, e che oggi vede i nostri ricercatori protagonisti» (fanno parte del comitato dell'«Edoardo Amaldi Conferences on Gravitational Waves», la serie di conferenze internazionali biennali dedicate a questa ricerca, Massimo Cerdonio, Fulvio Ricci e Eugenio Cocchia). E così come quattro secoli fa Galileo, puntando il telescopio verso il cielo rivoluzionò le nostre concezioni astronomiche e filosofiche, così oggi la conferma dell'esistenza delle onde gravitazionali apre scenari di grande suggestione. Siccome rivelano la fusione di due buchi neri, le onde ne comprovano l'esistenza così come è



prevista dalla relatività generale. Finora gli astronomi possedevano molte prove circostanziali dell'esistenza dei buchi neri, prove ricavate dall'osservazione delle stelle e delle nubi di gas surriscaldato che orbitano intorno ad essi, ma non avevano prove dirette della loro esistenza. Inoltre le onde dimostrano che nell'universo avvengono violenti fenomeni di fusione, non solo tra i buchi neri, ma anche tra le stelle di neutroni. Ponendo all'opera più rivelatori si può determinare la distanza e la direzione del cataclisma rilevato. Si può anche ricavare un metodo alternativo per misurare la velocità dell'espansione dell'universo. Ovviamente, come sempre accade, per un problema risolto, altri cento se ne presentano. Ma questo è il bello della scienza.

In alto, un'ipotetica collisione tra buchi neri. Sopra, da sinistra, Albert Einstein e l'appunto in cui aveva predetto le onde

Le onde gravitazionali

? **Che cosa sono**

Increspature dello spazio tempo prodotte da cataclismi cosmici (scontri di buchi neri o stelle rotanti) che si propagano nel cosmo alla velocità della luce. Ipotizzate per la prima volta da Einstein

🎯 **Come sono rilevate**

Tramite una rete di interferometri situati negli Usa e a Cascina (Pi)

COME È FATTO UN INTERFEROMETRO

Struttura composta da due bracci di 3 km disposti ad angolo retto. Al loro interno una serie di specchi che fanno rimbalzare avanti e indietro la luce prodotta da un laser (1).

1 I due fasci di luce laser sono ricombinati in modo che non arrivino al rivelatore

2 L'arrivo di un'onda gravitazionale produce un'infinitesima variazione della lunghezza dei bracci

3 Si produce così uno sfasamento tra i fasci laser che viene registrato dal rivelatore

IL SEGNALE

Il 24 settembre 2015 alle 9:50:45 UTC il passaggio di un'onda gravitazionale è stato osservato simultaneamente dai due interferometri LIGO, in Louisiana e nello stato di Washington (USA)

ANSA - CERNIMETRI