

PREMIO NOBEL PER LA FISICA 2017

assegnato a

Rainer Weiss, Barry Barish e Kip Thorne

“for decisive contributions to the LIGO detector and the observation of gravitational waves”

*di Eugenio Coccia **



** Rettore del “Gran Sasso Science Institute” e membro della Collaborazione LIGO-Virgo*



Andiamo per ordine. Secondo Einstein la gravità, lo spazio e il tempo non sono tre entità distinte, ma qualcosa di indissolubilmente legato.

La forza gravitazionale non è altro che l'effetto della curvatura dello spazio-tempo, curvatura dovuta alla presenza di materia ed energia. Siamo di fronte a una concezione dell'Universo completamente diversa da quella di Newton: secondo Einstein un pianeta gira intorno al Sole come una pallina lanciata girerebbe intorno a una pesante biglia di piombo posta su di un tappeto elastico.

La pallina girerebbe intorno alla biglia perché costretta dalla curvatura del tappeto.

Le onde gravitazionali

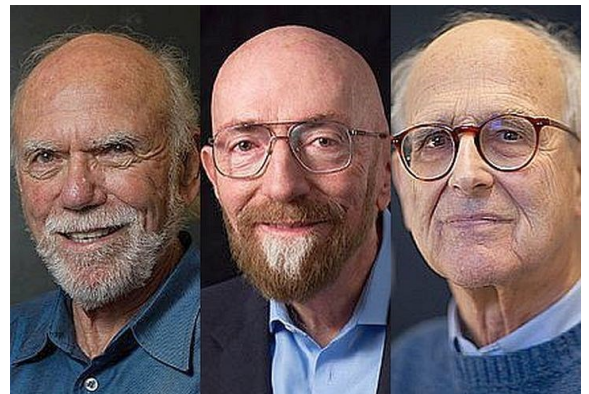
Lo spazio cosmico è quindi flessibile secondo Einstein, una sorta appunto di tappeto elastico, o meglio una gelatina.

Se esplose una stella e si forma un buco nero, oppure se due buchi neri si scontrano, è come se si desse un pizzico in un punto di quella gelatina. Si propagherebbero dappertutto, partendo da quel punto, onde sferiche viaggianti, secondo Einstein, alla velocità della luce.

Queste onde non farebbero che spremere e dilatare lo spazio attraversato, allungando e accorciando le distanze tra i punti dello spazio stesso. L'ampiezza e la frequenza di queste onde ci porterebbe la «voce» della sorgente che le ha prodotte.

Einstein comprese immediatamente che le onde gravitazionali sarebbero però state di ampiezza piccolissima, e si aspettava che non avrebbero avuto nessuna importanza pratica.

Con la tecnologia disponibile nel 1916 per esplorare l'Universo, probabilmente non si potevano trarre conclusioni diverse e per molti anni il tema delle onde gravitazionali cadde nel dimenticatoio.



Rainer Weiss (1939-...), Barry Barish (1936-...) e Kip Thorne (1940-...)

I progressi costanti dell'astrofisica, in particolare la scoperta di oggetti compatti come stelle di neutroni e buchi neri, in grado di deformare in modo significativo lo spazio-tempo, e i notevoli sviluppi nella tecnologia delle misure di precisione, cambiano le prospettive.

Occorreva comunque grande fede per iniziare questa ricerca: i calcoli di Einstein mostravano che queste onde interagiscono in modo trascurabile con la materia che incontrano. Non a caso la gravitazione è la più debole delle interazioni fondamentali.

A eccitare gli animi dei ricercatori era però un premio formidabile: le onde gravitazionali portano informazioni uniche sulla natura delle sorgenti cosmiche che le hanno emesse. Né i tradizionali telescopi che osservano fotoni, né i rivelatori di raggi cosmici o di neutrini possono fornire un racconto così dettagliato del movimento della materia cosmica dove la densità è elevata e i campi gravitazionali molto forti.

Un osservatorio di onde gravitazionali si basa su rivelatori ampiamente distanziati in modo da distinguere i segnali dal rumore strumentale e ambientale locale. Questo permette anche di individuare la posizione della sorgente dai tempi di arrivo relativi del segnale e misurare la polarizzazioni dell'onda dalle ampiezze dei segnali ricevuti dai singoli rivelatori.

I rivelatori coinvolti nella scoperta sono interferometri di Michelson, e misurano la deformazione imposta nello spazio dal passaggio dell'onda gravitazionale tramite la differenza nelle lunghezze dei loro bracci perpendicolari.

L'Italia e l'**INFN** occupano fin dal 1970, con Edoardo Amaldi (1908-1989) e Guido Pizzella, un posto di primissimo piano in queste ricerche. Negli anni Ottanta poi Adalberto Giazotto (1947-2017) propose con successo all'**INFN** la realizzazione di un progetto ambizioso: un grande interferometro laser in Italia.

A Cascina, vicino a Pisa, dal lavoro di Giazotto e di pochi pionieri, tra cui Alain Brillet (1940-...) che ha portato il **CNRS** francese a cofinanziare il progetto, sono fioriti nel tempo il progetto *Virgo* e poi il laboratorio internazionale che lo ospita: EGO, '**European Gravitational Observatory**.

Negli Stati Uniti intanto si portava avanti la stessa visione con i due rivelatori del **Laser Interferometer Gravitational wave Observatory** (LIGO), su due diversi siti: a Hanford, nello stato di Washington e a Livingstone, in Luisiana.

Virgo è oggi riconosciuto insieme ai due rivelatori LIGO come parte del più avanzato osservatorio mai realizzato. Ed è proprio la **collaborazione LIGO-Virgo** che ha iniziato a scrivere le pagine decisive della storia di questo campo con l'annuncio della scoperta.

La scoperta

Il 14 settembre 2015 i due rivelatori LIGO, i primi a prendere dati, hanno simultaneamente osservato un segnale di onde gravitazionali. La forma d'onda era in accordo con le previsioni della relatività generale per l'emissione di onde gravitazionali durante lo spiraleggiamento (cioè l'avvicinamento nel loro sempre più rapido orbitare), la collisione e la fusione di una coppia di buchi neri di 36 e 29 masse solari, distanti un miliardo e trecento milioni di anni luce dalla Terra.

Un singolo buco nero finale di 62 masse solari si è formato a seguito dello scontro e le 3 masse solari mancanti equivalgono all'energia emessa sotto forma di onde gravitazionali durante la fusione.

È stata la prima rivelazione diretta di un'onda gravitazionale a 100 anni dalla previsione teorica di Albert Einstein e dopo più di 50 anni di ricerche sperimentali. È anche la prima volta che viene osservato un sistema binario di buchi neri, e che si assiste alla loro fusione.

Queste misure ci danno per la prima volta un accesso diretto alle proprietà dello spazio-tempo in un regime di campo gravitazionale forte e alta velocità (i due buchi neri al momento della collisione hanno una velocità superiore a metà di quella della luce).

Non credo sia esagerato affermare che è stato un momento storico per la scienza e per l'umanità intera. Acquisiamo infatti la possibilità di percepire le vibrazioni dello spazio-tempo, che può essere paragonata alla capacità di «ascoltare» l'Universo, finora solo «visto» con i fotoni.

Il Nobel 2017 premia quindi questa fondamentale scoperta e i tre padri del rivelatore LIGO.



Quest'anno poi (ma troppo tardi per quel riconoscimento) anche *Virgo* è entrato in funzione e insieme a LIGO ha mostrato risultati eccezionali, quali la prima osservazione di uno scontro tra due stelle di neutroni.

È stato questo un altro evento storico perché accompagnato (questo sì) da fotoni di tutte le frequenze, osservati da molti telescopi, a segnare l'inizio della astronomia a molti messaggeri. Un nuovo capitolo della Scienza che si apre proprio in questi giorni. Purtroppo Adalberto Giazotto, il padre di *Virgo*, è venuto a mancare pochi giorni fa. Dedico a lui, grande scienziato e gran persona, queste ultime righe ricordando che la Società Italiana di Fisica aveva assegnato già un anno fa il suo prestigioso premio "Fermi" a Barry Barish e Adalberto Giazotto, «per il loro fondamentale ruolo nella prima osservazione diretta delle onde gravitazionali e per la scoperta di buchi neri binari in coalescenza».

Eugenio Coccia

(Rettore del "Gran Sasso Science Institute" e membro della Collaborazione LIGO-Virgo)

