

RELATIVITÀ GENERALE: da Mercurio alle onde gravitazionali un secolo di conferme

"Ero fuori di me per la gioia e l'eccitazione". Con queste parole, indirizzate all'amico fisico Paul Ehrenfest, Albert Einstein descrive l'emozione, con tanto di palpitazioni al cuore, provata esattamente un secolo fa dopo avere trovato la conferma sperimentale, la prima di una lunga serie, alla sua teoria della Relatività Generale. Un'emozione analoga devono aver provato **100 anni dopo**, il 14 settembre 2015, i fisici delle collaborazioni scientifiche LIGO, negli Usa, e VIRGO, realizzato da INFN e CNRS in Italia, nell'osservare il primo segnale diretto di un'onda gravitazionale, una delle ultime predizioni della rivoluzionaria teoria di Einstein ancora in attesa del sigillo dell'evidenza empirica. È il **18 novembre 1915**, quando Einstein comunica all'Accademia prussiana delle Scienze i suoi nuovi calcoli sull'orbita di Mercurio. Una settimana dopo, il 25 novembre, nella sua quarta e ultima lezione settimanale all'accademia prussiana, intitolata "**Le equazioni di campo della gravitazione**", espone per la prima volta in pubblico la sua nuova teoria dell'universo. I calcoli del fisico tedesco descrivono perfettamente la rotazione dell'asse orbitale di Mercurio, con il conseguente spostamento del suo perielio, il punto dell'orbita del pianeta più vicino al Sole. Uno spostamento minimo - poco più di un centesimo di grado ogni secolo - noto fin dall'Ottocento, ma che la teoria della gravitazione di Newton non era riuscita a spiegare del tutto.

Ma è quattro anni dopo, nel **1919**, che arriva la più nota conferma sperimentale alla teoria. Tutto parte dall'idea, rivoluzionaria, della Relatività Generale - "la più sorprendente combinazione di penetrazione filosofica, intuizione fisica e abilità matematica", secondo la definizione del premio Nobel per la fisica Max Born - che lo **spaziotempo** si curva in presenza della materia. Un'intuizione, contenuta in un'equazione che occupa appena mezza riga, che cambia per sempre la nostra concezione dell'universo. Un salto quantico dei neuroni. Il fisico John Wheeler la riassume così: "la materia dice allo spazio come curvarsi, lo spazio dice alla materia come muoversi". La teoria di Einstein predice che insieme allo spaziotempo anche la luce devia dalla sua traiettoria rettilinea. Nel 1919 **un'eclissi solare** permette all'astronomo britannico **Arthur Eddington** di misurare la curvatura dei raggi luminosi provenienti da un gruppo di stelle lontane, a causa della massa del Sole. La misura corrisponde ai calcoli previsti da Einstein. E, da quel momento in poi, il suo nome diventa celebre in tutto il mondo.

Una delle conseguenze della teoria è la formazione di **debolissime increspature**, le onde gravitazionali, perturbazioni dello spaziotempo che si propagano alla velocità della luce, prodotte dal movimento accelerato di corpi dotati di massa. Ma l'ipotesi dell'esistenza delle onde gravitazionali è inizialmente rigettata dallo stesso Einstein. Scettico, il padre della Relatività, insieme al suo collaboratore Nathan Rosen, decide di mandare un articolo alla rivista *Physical Review*, intitolato "**Esistono le onde gravitazionali?**". Lo studio, però, in seguito al giudizio negativo di uno dei revisori, il cosmologo statunitense Howard Percy Robertson, non verrà mai pubblicato. Successivamente, lo stesso Einstein riconosce il proprio errore e pubblica sulla rivista *Journal of the Franklin Institute* un nuovo lavoro dal titolo "Sulle onde gravitazionali", in cui,

partendo dalle equazioni della Relatività Generale, ne riconosce l'esistenza spiegandone origine e comportamento.

La prima evidenza sperimentale dell'esistenza delle onde gravitazionali, sebbene indiretta, arriva nel 1974, ed è fornita dalla scoperta della pulsar binaria *PSR B1913+16* da parte di Hulse e Taylor, vincitori del premio Nobel per la fisica nel '93. La recente scoperta dei fisici di LIGO e VIRGO dimostra, non solo che Einstein ancora una volta non si era sbagliato, ma che la sua teoria della Relatività Generale, a cento anni esatti di distanza, è più che mai attuale, e capace di aprire nuovi scenari sullo studio dell'universo.