

IL CIELO

“Einstein Telescope”: in Sardegna il futuro delle onde gravitazionali

Piero Bianucci

Si chiamerà “Einstein Telescope” e sarà un telescopio alquanto strano rispetto a quelli a cui siamo abituati perché non dovrà “vedere” onde luminose ma onde gravitazionali, fenomeno implicito nella teoria della relatività pubblicata nel 1916 ma che lo stesso Einstein riteneva impossibile in una lettera scritta il 19 febbraio di quell’anno a Karl Schwarzschild.

Il progetto è europeo. Collocato sotto terra a una profondità di 100-300 metri, l’“Einstein Telescope” avrà la forma di un triangolo con lati di 10 chilometri (disegno). I lati del triangolo saranno costituiti da tubi dentro i quali, in un vuoto paragonabile a quello che c’è sulla Luna, un raggio laser viaggerà tra specchi posti nei tre vertici. Se esplose una supernova o si fondono tra loro stelle di neutroni o buchi neri, la distanza tra gli specchi, raffreddati quasi allo zero assoluto e lisci all’inverosimile, cambierà di un millesimo del diametro di un protone, cioè un miliardesimo di miliardesimo di metro. E’ come misurare la distanza tra la Terra e Alpha Centauri (4,3 anni luce) con un errore pari allo spessore di un capello. Sarà il segnale che è passata un’onda gravitazionale, una lievissima increspatura nello spazio-tempo che si propaga alla velocità della luce.

Nella miniera abbandonata

L’Italia è tra i paesi candidati ad ospitare l’“Einstein Telescope”, un progetto da 2 miliardi di euro che potrebbe diventare realtà alla fine del prossimo decennio. Il sito ipotizzato è in Sardegna, nella miniera di Sos Enattos, dismessa nel 1996 e ora inserita nel Parco Geominerario di Lula (Nuoro), proclamato dall’Unesco patrimonio universale dell’umanità. Qui gli antichi romani estraevano piombo e stagno. La miniera fu poi a lungo abbandonata, riscoperta nel 1839 dal conte Alberto della Lamarmora, ceduta nel 1905 a una società mineraria franco-belga, riaperta nel 1971 dall’Ente Minerario Sardo e infine affidata a un altro ente della Regione per finalità

turistiche. Questo luogo carico di storia e di sofferenza – ci lavorarono schiavi e bambini – potrebbe diventare un avamposto per l'osservazione dei fenomeni più violenti e misteriosi dell'universo.

Le antenne gravitazionali richiedono località con attività sismica il più possibile ridotta: qualsiasi minima vibrazione sovrasta il flebile messaggio cosmico. Da sette milioni di anni la Sardegna è la regione più stabile d'Italia perché non coinvolta direttamente nei moti delle micro-placche del Mediterraneo. Ciò non significa che non possano verificarsi terremoti. Un articolo di ricercatori dell'Istituto nazionale di fisica e vulcanologia (Ingv) ha di recente messo in evidenza alcuni eventi sismici storici, per esempio nel 1616 a Cagliari, ma in complesso la situazione geologica è rassicurante. Siti in competizione con quello sardo vengono proposti da Spagna e Ungheria. Vedremo. Sarà comunque, se non altro, una gara in nome della scienza e non della disumanità verso emigranti disperati.

Astrofisica multicanale

L'astronomia classica, fatta con telescopi in luce visibile, ha più di 400 anni, nasce nel 1609 quando Galileo punta al cielo il piccolo cannocchiale che si era costruito sulla base di notizie orecchiate da Parigi e dall'Olanda. L'astronomia gravitazionale ha meno di tre anni: la prima osservazione è del 14 settembre 2015. Ancora più giovane è l'astronomia multicanale (abbandoniamo, per favore, l'espressione "multimessaggera", che è brutta e anche fuorviante). La prima osservazione simultanea nel canale delle onde gravitazionali e in quelli delle onde elettromagnetiche – dai raggi gamma alle onde radio! – è datata 17 agosto 2017.

Tre anni dopo le osservazioni di Galileo si discuteva se le immagini osservate al cannocchiale fossero di oggetti reali o illusioni ottiche. Ci vorranno quattro secoli per sviluppare telescopi nello spazio e in grado di vedere tutte le bande dello spettro elettromagnetico.

All'inizio del 2019 Ligo e Virgo ricominceranno a prendere dati. Nel frattempo la comunità scientifica, ad appena tre anni dalle osservazioni fatte con quegli interferometri, progetta già una nuova generazione di strumenti ancora più sensibili e in grado di "ascoltare" frequenze gravitazionali diverse, da un decimillesimo di Hertz a 1 Hz, non tra 10 e qualche centinaio di Hertz come fa Ligo-Virgo. Ascoltare frequenze diverse significa anche, naturalmente, osservare eventi astrofisici diversi. Per riuscirci bisognerà migliorare di 10-100 volte la sensibilità delle antenne, impresa che dovrebbe compiere verso il 2035 l'interferometro spaziale europeo LISA, con satelliti in orbita intorno al Sole a 50 milioni di chilometri dalla Terra.

Intanto va avanti una rete mondiale di antenne terrestri: un'altra Ligo in India, Kagra in Giappone.

Due libri per chi vuole capire

Due libri pubblicati in questi giorni ci presentano la storia e il futuro dell'astronomia gravitazionale, il primo di Fulvio Ricci, edito da Dedalo ("Alla scoperta delle onde gravitazionali", 119 pagine, 17 euro), il secondo di Andrea Simoncelli, edito da Aracne ("L'era delle onde gravitazionali", 137 pagine, 15 euro).

Ricci è il responsabile italiano per l'Infn dell'esperimento Virgo e ordinario di fisica sperimentale all'Università La Sapienza di Roma; la comunità scientifica internazionale lo riconosce come uno dei massimi esperti nella rivelazione di onde gravitazionali. Simoncelli, laureato in astronomia all'Università di Bologna con una tesi sui "lampi gamma", ha avuto contratti di ricerca con l'Inaf e l'Agenzia spaziale italiana e svolge una intensa attività divulgativa. I loro libri sono in gran parte complementari e insieme costituiscono un avvincente racconto dell'avventura intellettuale che inizia con la relatività generale di Einstein nel 1916, passa per una lunga serie di dubbi, ripensamenti, dibattiti e fallimenti sperimentali, per approdare alla gloria del premio Nobel assegnato a Kip Thorne, Rainer Weiss e Barry Barish nel 2017.

La sfida continuerà nei prossimi decenni verso traguardi ancora più ambiziosi. La sismicità è un problema serio per i telescopi gravitazionali ma altrettanto importanti sono ostacoli che si annidano nei fondamenti stessi della fisica. I fotoni del raggio laser scaricano energia sugli specchi e l'impulso disturba la misura. Si incontra così il "limite quantistico standard" (LQS), legato al principio di indeterminazione di Heisenberg. Ma, spiega Ricci, "questa limitazione non è invalicabile", i dispositivi che la aggirano sono i "quantum non demolition" (QND), questione puntualizzata da Vladimir Braginsky nel 1976 durante un convegno a Pavia.

Sulla scena del dramma cosmico

All'osservazione diretta delle onde gravitazionali sono connesse scoperte in parte inattese, dai buchi neri con masse intorno a 30 stelle come il Sole ai fenomeni che si manifestano nella fase finale della coalescenza, quando i due buchi neri si muovono alla metà della velocità della luce. Quanto alla fusione tra stelle di neutroni osservata poco meno di un anno fa, rappresenta un magnifico laboratorio cosmico per verificare la nucleosintesi degli elementi più pesanti: argento, oro, platino,

piombo, uranio. “L’evidenza di elementi pesanti – ricorda Simoncelli – oltre che dalla spettroscopia, è stata ottenuta anche con una tecnica osservativa del tutto particolare nota come polarimetria” e queste misure, coordinate al Very Large telescope di Paranal (Cile) da Stefano Covino dell’Osservatorio di Brera, hanno permesso di analizzare la simmetria della zona di emissione. Cioè di scrutare da vicino la scena stessa del dramma cosmico.

www.pierobianucci.it