

Ricerca Il lungo viaggio di Lisa verso le onde gravitazionali

La sonda lanciata dall'agenzia spaziale europea può percepire la loro presenza
Eventuali progressi potrebbero far luce sugli enigmi ancora irrisolti nell'universo

SIAMO ENTITÀ A QUATTRO DIMENSIONI

di DAMIANO COSTA*

Onde gravitazionali, curvatura dello spazio, dilatazione del tempo: cento anni dopo Einstein, non sono solo i fisici a tentare ancora di digerire queste stupefacenti conseguenze - ormai tutte verificate nei fatti - della sua Relatività. Anche i filosofi sono al lavoro per capire in che modo la Relatività possa giocare un ruolo nella risposta a domande fondamentali quali che cos'è il tempo e che cos'è l'uomo. La Relatività ci suggerisce un modo nuovo di pensare il tempo e lo spazio del tempo e dei suoi abitanti. Prendiamo il tempo. Siamo abituati ad immaginare il tempo presente come qualcosa sulla soglia di due profondi nulla, il passato, che non è più, e il futuro, che non è ancora. La relatività suggerisce una visione diversa del tempo, secondo cui il passato e il futuro sono tanto reali quanto il presente. Certo, è difficile capire che cosa questo voglia dire precisamente, ma forse può essere d'aiuto una metafora spaziale. Se qualcuno è distante nello spazio non è meno reale solo perché non è qui. Allo stesso modo, la Relatività suggerisce che se qualcuno è distante nel tempo non è meno reale solo perché non è ora. In un certo senso si tratta di una nuova rivoluzione: che se qualcuno è ripensare il nostro ruolo nell'universo. Come la nostra terra non è il centro dello spazio, così il nostro presente non è il centro del tempo. La Relatività non ci aiuta soltanto a svelare la struttura del tempo ma anche quella dei suoi abitanti. Sono abituati a concepire noi stessi e gli oggetti che popolano il nostro mondo attraverso un paradigma su tre dimensioni, secondo cui siamo delle entità che sono estese unicamente nelle tre dimensioni spaziali e non nella quarta (il tempo). La Relatività invece ci invita a porarci come entità a quattro dimensioni, che sono estese nel tempo e nello spazio. Ma cosa vuol dire «essere estesi nel tempo»? Essere estesi nello spazio vuol dire avere parti differenti in posti differenti, allo stesso modo essere estesi nel tempo significa avere parti differenti in tempi differenti. Pensiamo ad un uomo che si muove: questa è una parte in un tempo, questa è un'altra parte in un tempo successivo. Secondo la relatività, questa estensione spaziale e temporale sarebbero quindi un po' come una struttura: estesi nel tempo perché abbiamo parti differenti in tempi differenti (una parte in un mattino, un'altra nel pomeriggio, una nella sera). Esiste una parte di noi per ogni istante che stiamo e tutte queste parti assieme formano il nostro io. La relatività suggerisce un nuovo paradigma che chiede di vedersi un po' come una lunga gamma di lavoro. Nella scienza che prima o poi possiamo tornare a.

* docente all'Istituto di Studi Filosofici di Lugano e ricercatore all'Istituto di Filosofia

È solo il primo passo
Se gli esperimenti andranno a buon fine, tra meno di vent'anni verranno lanciate altre tre sonde che permetteranno agli scienziati di perfezionare i loro calcoli

È di fattura anche svizzera la sonda Lisa Pathfinder, lanciata dall'Agenzia spaziale europea il 3 dicembre 2015; dal 22 gennaio si è assetata su un'orbita «di lavoro» a un milione e mezzo di chilometri dalla Terra e negli scorsi giorni ha iniziato a eseguire un'importante serie di esperimenti pensati per intercettare nello spazio le onde gravitazionali. Queste onde, ipotizzate da Albert Einstein un secolo fa, sono state misurate per la prima volta dall'osservatorio statunitense Ligo nel settembre 2015. L'annuncio è stato dato al mondo l'11 febbraio scorso.

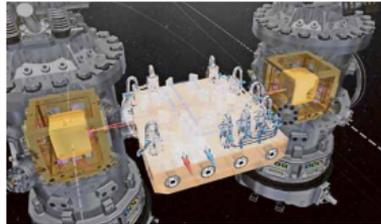
FINE DI

PAOLO ROSSI CASTELLI

«Le onde gravitazionali possono essere paragonate, per così dire, alle onde del mare», spiega Domenico Giardini, professore di sismologia e geodinamica al Politecnico di Zurigo, uno degli scienziati svizzeri coinvolti nel progetto. «Solo che a increscarsi non è l'acqua, ma lo spazio». Un'idea difficilissima da raffigurare nella mente, ma per cui vale la pena uno sforzo. L'interesse per le onde gravitazionali è infatti molto alto perché (come raccontiamo nell'articolo a lato) potranno indicarci così successo all'universo durante gli ultimi miliardi di anni fin qui al momento del Big Bang, che ha dato origine a tutto. «Finora abbiamo studiato i corpi celesti sulla base delle onde elettromagnetiche che emettono (luce, raggi X, raggi gamma e altre) e le uniche che sappiamo leggere», aggiunge il professore. «Ma si stima che solo il 5% dell'universo può produrre queste onde; il resto, cioè ben il 95%, è rimasto finora oscuro». Anche in senso letterario, se si considera che gli astrofisici parlano di «dark energy» e «dark matter», ovvero energia e materia scura. «Questo 95% è in grado proprio delle onde gravitazionali, capaci a intercettare significativamente (o riscrivere) la storia dei corpi celesti, e dunque anche quella del pianeta Terra».

Oro e platino nello spazio

Le attrezzature a bordo di Lisa Pathfinder (dove Lisa è l'acronimo di Laser Interferometer Space Antenna) sono state progettate da un team internazionale di cui la Svizzera, come dicevamo, è tra i protagonisti. «La sonda è un gio-



ello tecnologico con il «cuore» costruito dalla Ruag Space, un'azienda di Zurigo», prosegue Giardini. «All'interno del Pathfinder («exploratore», in inglese) ci sono due «gabbie», come le chiamano noi, che a loro volta contengono due piccoli cubi di oro e platino distanti 30 centimetri l'uno dall'altro. Saranno proprio questi cubi (4,7 centimetri di lato per un peso di circa due chili ognuno) a «vedere» le onde gravitazionali con una tecnica molto sofisticata che ha richiesto vent'anni di preparazione. I cubi vengono lasciati liberi di galleggiare all'interno delle loro gabbie, in assenza di accelerazioni di gravità (come se fossero astronauti all'interno di una stazione spaziale) e ruotano indisturbati intorno al Sole insieme al Pathfinder in una posizione stabilissima, dunque misurabile con una precisione nell'ordine di picometri (milionesimi di milionesimi di metro). «La gabbia è piena di sensori, che permettono di capire esattamente dove sono i cubi. Un sistema di controllo molto sofisticato dà quindi i comandi alla navicella per «seguirli», senza però disturbarli». In queste condizioni ideali, se un'onda gravitazionale attraverserà

Costi dell'operazione

L'intero progetto comporterà una spesa di oltre due miliardi di franchi. La collaborazione tra più Paesi dovrebbe riuscire a garantirne agli studiosi la somma

lo spazio fra i cubi, la distanza fra loro si modificherà, anche se di frazioni infinitesimali di metro, e quell'onda potrà così essere misurata.

Gioco di squadra

La Ruag ha realizzato la gabbia (o «cage», come dicono gli esperti) mentre il Politecnico di Zurigo ha collaborato con la stessa azienda per sviluppare l'elettronica di controllo. L'opera ha potuto approfittare dei finanziamenti dell'Agenzia spaziale europea (o Esa, di cui la Svizzera è socio fondatore) e dell'Ufficio Spaziale Svizzero, ma anche del Fondo Nazionale Svizzero per la Ricerca Scientifica è intervenuto. Nella caccia alle onde gravitazionali sono coinvolti sette Paesi membri dell'ESA, per un impegno finanziario complessivo di 500 milioni di euro (ripartito fra le sette nazioni, in misure diverse): oltre alla Svizzera ecco Gran Bretagna, Germania, Italia, Francia, Spagna, Olanda. Misurare le onde gravitazionali è complicatissimo, ma fondamentale. E ha scatenato una sorta (e sana) competizione fra la Nasa (Stati Uniti) e il Vecchio continente. «In realtà la collaborazione è grande fra noi», dice Philippe Letzer, professore di fisica all'Università di Zurigo e membro del team scientifico di Lisa dopo avere trascorso la giovinezza in Ticino e frequentato il liceo a Lugano. «Gli americani, in un primo tempo, avevano aderito al nostro progetto, ma poi ne sono usciti nel 2011 perché erano impegnati anche in un'altra iniziativa costosissima, la costruzione del telescopio spaziale James Webb che sostituirà (presumibilmente nel 2018) Hubble. Il Pathfinder continua, comunque, anche una strumentazione



statunitense. È forse la Nasa rientrata nel progetto Lisa con i giapponesi e i cinesi». Questa collaborazione internazionale, secondo le speranze, permetterà di trovare più agevolmente gli oltre due miliardi di franchi necessari per realizzare il progetto nel suo complesso (chiamato e-Lisa, dove la «e» sta per «evolved», evoluto). Se gli esperimenti del Pathfinder andranno a buon fine, verrà infatti avviata una fase più avanzata e costosa che prevede il lancio di ben tre satelliti nel 2034. Saranno queste sonde a cercare e misurare davvero le onde gravitazionali e il Pathfinder avrà così assunto il ruolo di apripista, per sperimentare le tecnologie ed evitare passi falsi in futuro. «Le tre sonde di e-Lisa, con i relativi piccoli cubi di oro e platino, ver-

Missioni Basta un micr

Ogni anno vengono investiti milioni di franchi in

■ La missione Lisa (Laser Interferometer Space Antenna), concepita per andare a caccia delle onde gravitazionali, è uno dei tre progetti definiti «large» con un budget, cioè, superiore a 1,1 miliardi di franchi) dell'Agenzia spaziale europea. Molti altri progetti nel minore entità sono in corso, definiti «medium» (6-700 milioni di franchi) e «small» (220 milioni di franchi), proprio come le misure dei vestiti. Per quanto riguarda i progetti più grandi, oltre a Lisa sono in corso Juice (Jupiter Icy moons Explorer) che prevede il lancio di una sonda verso Giove nel 2022 e Athena (Advanced Telescope for High Energy Astrophysics) che porterà all'attivazione di un telescopio a raggi X nel 2028. Ogni missione large è prevista a distanza di sei anni l'una dall'altra, e

infatti anche Lisa dovrebbe raggiungere la sua piena operatività con il lancio di tre satelliti nel 2034, quindi sei anni dopo Athena. «In realtà è molto aperto il dibattito fra gli scienziati sulla possibilità di anzitutto fare un micr progetto, partendo dal satellite in orbita nel 2018. Certo, prima devono valutare con estrema attenzione i dati che ci arriveranno nei prossimi tre mesi o quattro anni questa data dice Stefano Vitale, docente di fisica all'Università di Trento e principal investigator della missione Lisa Pathfinder. «Molto probabilmente lanceremo i tre satelliti intorno al 2030. Certo, prima devono valutare con estrema attenzione i dati che ci arriveranno nei prossimi tre mesi o quattro anni questa data dice Stefano Vitale, docente di fisica all'Università di Trento e principal investigator della missione Lisa Pathfinder. «Molto probabilmente lanceremo i tre satelliti intorno al 2030. Certo, prima devono valutare con estrema attenzione i dati che ci arriveranno nei prossimi tre mesi o quattro anni questa data dice Stefano Vitale, docente di fisica all'Università di Trento e principal investigator della missione Lisa Pathfinder. «Molto probabilmente lanceremo i tre satelliti intorno al 2030. Certo, prima devono aprire le porte ai tre satelliti previ-