



Il GAV visita Virgo a ... "caccia" delle onde gravitazionali

(articolo di Stefano Bandinelli, pubblicato sul giornale "Metropoli")

Tre soci del Gruppo Astrofili del Valdarno hanno avuto l'opportunità di visitare - insieme al professor Massimo Mazzoni dell'Osservatorio di Arcetri, che ha presentato il progetto VIRGO in una delle conferenze organizzate a Terranuova dal GAV - il centro di ricerca di Vicarello (Pisa) dove i fisici dell'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare di Firenze, Pisa e di altre Università italiane e francesi stanno costruendo un interferometro speciale per individuare l'interazione tra le onde gravitazionali e oggetti sospesi in condizioni di vuoto. Per riassumere le emozioni di quel giorno, riproponiamo l'articolo sull'attività del centro di ricerca pubblicato sul settimanale Metropoli.



Massimo Mazzoni - Stefano Bandinelli - Gherardo Becattini - Maurizio Pancrazi

Nella costellazione della Vergine c'è un ammasso di galassie. In quello spicchio di cielo, visto dalla Terra, ne sono state osservate e stimate oltre 2000 a circa 50 milioni di anni luce di distanza. Tanto per comprenderne la dimensione, il nostro gruppo locale, di cui fa parte anche la Via Lattea, è composto da 40 oggetti, comprese nubi e mini galassie. E, data l'abbondanza di stelle, è anche l'area più interessante sotto l'aspetto astronomico: la frequenza degli eventi rilevanti su scala galattica (ad esempio l'esplosione di supernove), "guardando" lì, diventa molto alta.

È per questo motivo che il più avanzato progetto terrestre per la ricerca delle onde gravitazionali, è stato chiamato Virgo.



Veduta aerea di VIRGO

Il progetto nasce da una collaborazione italo-francese che coinvolge undici centri di ricerca dei due Paesi. Ma il rivelatore è in Toscana, più esattamente a Vicarello (Pisa). Uno dei principali ideatori di Virgo è stato Adalberto Gia-zotto dell'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (Infn) di Pisa, ma nello staff sono stati coinvolti circa 150 esperti che hanno portato avanti i vasti e complessi settori di sviluppo del progetto. In quest'ambito un ruolo di primo piano è ricoperto da un gruppo di fisici Infn di Firenze.

Ma come è strutturato e da quali idee nasce un centro per la rivelazione delle onde gravitazionali (ipotizzate da Einstein nella sua relatività generale, ma mai rivelate da ricerche di laboratorio)?

"Partiamo dai presupposti teorici del progetto: la teoria della relatività di Einstein - spiega il dottor Giovanni Losurdo, fisico dell'Infn fiorentino - prevede l'esistenza delle onde gravitazionali, un tipo di radiazione di natura diversa da quella elettromagnetica, che si propaga nello spazio alla velocità della luce. Tecnicamente queste onde si definiscono come deformazioni della metrica dello spazio-tempo e sono emesse in eventi 'catastrofici' nell'universo, quali possono essere l'esplosione di una supernova, la formazione di un buco nero o la coalescenza di due stelle di neutroni. Ecco, in ogni evento in cui ci sono grandi masse in gioco, che si muovono a grande velocità, vengono emesse onde gravitazionali. La cosa interessante è che spesso si tratta di eventi in cui non viene emessa luce, perciò invisibili ai normali telescopi. Se riuscissimo, invece, a rilevare le onde gravitazionali, potremmo individuare direttamente un buco nero e avere tutta una serie di informazioni fisiche e astronomiche non accessibili all'odierna astronomia.

Con la costruzione del rivelatore Virgo ci poniamo due obiettivi: rivelare le onde gravitazionali, per dimostrarne l'esistenza, confermando la teoria della relatività generale; poi, quando questi strumenti saranno abbastanza sensibili, dare inizio a una vera e propria astronomia gravitazionale. In pratica, questi strumenti dovranno funzionare come dei telescopi e consentirci di ottenere una nuova e più completa immagine dell'universo".

Attualmente, sul pianeta, ci sono altri quattro rivelatori simili a Virgo: due sono negli Stati Uniti e fanno parte di Ligo, un progetto che comprende due interferometri collocati ai lati opposti della federazione, il primo nello stato di Washington, l'altro in Louisiana; Geo, invece, è un progetto anglo-tedesco con laboratori costruiti in Germania; infine Tama a Tokio.

"Tutti questi gruppi di ricerca - sottolinea Losurdo - a un certo punto dovranno collaborare scambiandosi i dati e analizzandoli insieme. La cosa è già prevista in quanto, perché si possa essere sicuri di una rivelazione, è importante che questa sia simultanea tra i vari esperimenti. Tutti sono in fase molto avanzata di costruzione ed entro il 2004 dovrebbero essere in presa dati".

Virgo è oggi, insieme a Ligo, il progetto con la sensibilità più elevata. Ligo è quello che utilizza i tunnel più lunghi, quattro chilometri. Virgo, invece, ha il grande vantaggio di avere le più avanzate sospensioni degli specchi che consentono una attenuazione molto maggiore del rumore sismico e un controllo dell'interferometro più affidabile.

Ma scendiamo nei dettagli.



Il tunnel ovest (di 3 Km.)

"L'idea alla base dell'esperimento - illustra ancora Losurdo - è questa: usare la luce di un laser per misurare l'effetto delle onde gravitazionali su specchi sospesi.

Immaginiamo due masse sospese nel vuoto, disposte agli estremi di una 'L'. Se non ci sono disturbi di alcun tipo la distanza delle masse dal vertice della 'L' resta costante. Che succede se la 'L' viene investita da onde gravitazionali?

Un'onda gravitazionale deforma la geometria dello spazio-tempo. In termini di posizione delle masse sospese questo vuol dire che un lato della 'L' si accorcia mentre l'altro si allunga e viceversa: si tratta di un caratteristico fenomeno oscillante in opposizione di fase.

Questo è l'effetto che ci aspettiamo da un'onda gravitazionale.

Vogliamo misurarlo. Per misurarlo che si fa? Si costruisce un interferometro a forma di 'L' in cui le masse sospese sono specchi. La luce di un laser viene divisa in due fasci e inviata nei due bracci. I fasci riflessi dagli specchi si ricombinano al centro dell'interferometro. L'intensità della luce ricombinata viene misurata da fotodiodi. Tale misura permette di ricostruire il movimento degli specchi e quindi il passaggio di onde gravitazionali.

C'è un problema: le onde gravitazionali sono estremamente deboli e muovono poco gli specchi. Di quanto li muovono? Ci aspettiamo, ad esempio, per una supernova che esplode in una galassia dell'ammasso Virgo che lo spostamento di ogni specchio sia di 10 alla -18 metri, cioè una lunghezza mille volte più piccola del diametro di un protone. Questo è significativo perché dice quanto sia difficile fare una tale misurazione; anche perché gli specchi non sono flottanti nello spazio e indisturbati, ma a terra, soggetti a vari disturbi. Primo tra tutti, il rumore sismico di fondo, cioè un'attività sismica naturale che fa sì che, mediamente, un punto sul pavimento si muova di circa un micron, cioè una quantità mille miliardi di volte più grande dello spostamento che vogliamo rivelare.



Due delle torri in cui si trovano gli specchi sospesi e l'interferometro

E allora che cosa si fa? Occorre attenuare tale movimento di almeno mille miliardi di volte. Un risultato che si ottiene sospendendo, con fili sottilissimi, ogni specchio ad un superattenuatore. Questo si presenta come una catena di pendoli alta quasi dieci metri. Ciascun pendolo si comporta come un ammortizzatore, riducendo l'effetto delle vibrazioni. Il risultato globale è quello di ottenere l'attenuazione desiderata.

Ma vanno rispettati anche altri criteri di ottimizzazione.

Il laser deve soddisfare particolari condizioni di potenza e stabilità. Inoltre nel tubo in cui corre il laser è necessario fare un vuoto molto spinto liberandosi di tutte le molecole di idrogeno, acqua e altri materiali che rimangono impigliate dentro l'acciaio.

Per far sì che tutte queste particelle vengano fuori - conclude il dottor Losurdo - si riscalda il tubo a 200 gradi per cento ore; l'agitazione termica dell'acciaio fa sì che le molecole intrappolate vengano liberate. A questo punto le pompe a vuoto le tirano via. La pressione residua all'interno del tubo a vuoto dopo questa procedura è mille miliardi di volte più piccola di quella atmosferica". Questo è Virgo: un laboratorio in cui si fa ricerca scientifica di frontiera e dove si potrebbe giungere a risultati epocali. E se la tecnologia utilizzata si rivelasse insufficiente per ascoltare le onde gravitazionali, c'è già in progetto Virgo 2. Poi, nel caso da terra si trovassero eccessivi disturbi, è in fase di ideazione anche un interferometro orbitale in collaborazione tra Esa e Nasa. Ma di questo si parlerà nel 2020. Per ora il più sensibile orecchio sull'universo è in Toscana. E anche Einstein si aspetta che tutto funzioni!