

Punti Fermi dell'astrofisica

Mandato in orbita l'11 luglio, *Glast* è stato ribattezzato martedì scorso dalla Nasa con il nome del premio Nobel italiano. Il successo della missione dovuto alla sua teoria sui raggi cosmici, inattaccabile dal 1949

di **Patrizia Caraveo**

I satelliti iniziano la loro vita con nomi che sono molto spesso acronimi, più o meno fantasiosi. Dopo il lancio, quando la missione è felicemente operativa in orbita si pone il problema se tenere il nome convenzionale (al quale gli addetti ai lavori si sono affezionati) o se passare a qualcosa di più aulico, per esempio personaggi storici con qualche connessione alle finalità del satellite. Così la missione alla cometa di Halley è stata dedicata a Giotto, il primo che ne fece una rappresentazione realistica, la missione a Giove e ai suoi pianeti medicei a Galileo, che li scoprì quasi quattro secoli fa, quella a Saturno a Cassini, che studiò gli anelli, mentre la sonda che è atterrata su Titano porta il nome di Huygens, lo scopritore del grande satellite di Saturno.

I due grandi telescopi ottico e infrarosso della Nasa sono dedicati rispettivamente a Hubble e Spitzer, due mostri sacri dell'astronomia. I satelliti di astrofisica delle alte energie, quelli che vanno a studiare l'emissione X e gamma degli oggetti celesti, affrontando spessi problematiche a cavallo tra astrofisica e fisica fondamentale, attingono alla grande tradizione della fisica. Newton, Einstein, Compton hanno già ricevuto il tributo loro dovuto. Anche in questo campo il contributo italiano è tutt'altro che trascurabile. Bruno Rossi e Bepi Occhialini sono già andati in orbita.

Mancava però il capostipite della grande scuola di fisica italiana: Enrico Fermi. A lui è dedicato il Fermilab, un grande centro di ricerca di fisica delle particelle vicino a Chicago, città dove fece funzionare la prima pila atomica. Pochi giorni fa la Nasa ha annunciato di aver dedicato a Fermi l'ultimo nato dei suoi osservatori astronomici, il Gamma-ray Large Astronomical Space Telescope (*Glast*).

Mentre è evidente l'attinenza dell'attività di Fermi con quelle del Fermilab, viene da chiedersi quale sia la relazione tra Fermi e l'astrofisica delle alte energie. È una domanda che ci riporta all'inizio del '900 quando i raggi cosmici permettevano ai fisici di scoprire, una dopo l'altra, le particelle elementari. Questa pioggia di particelle cosmiche di alta energia che bombarda continuamente la Terra è stata per lungo tempo la materia prima per gli esperimenti dei fisici, facendo avanzare di pari passo i due campi di ricerca. Ai raggi cosmici, però, non si comanda, non si può scegliere il tipo di particella o la sua energia: bisogna prendere quello che viene. Per questo negli anni Quaranta i fisici cominciarono a costruire gli acceleratori, macchine capaci di accelerare un certo tipo di particelle a una certa energia.

Fermi, come tutti i fisici delle particelle della sua generazione, era affascinato dai raggi cosmici. In particolare lo stupiva l'energia elevatissima che potevano raggiungere queste particelle, energie ben superiori alle capacità degli acceleratori. Cosa poteva essere così efficiente ad accelerare particelle nelle profondità del cosmo? Fermi sapeva che sono necessari campi magnetici, ma, nello spazio, non ci possono certo essere i potenti magnetici che convogliano i flussi di particelle nei grandi acceleratori.

Fermi ebbe l'idea vincente: sfruttare i movimenti del mezzo interstellare per formare tanti piccolissimi magneti la cui azione integrata potesse fare guadagnare energia alle particelle. Si tratta di una specie di ping pong cosmico: la pallina è la particella mentre le racchette sono le onde d'urto che attraversano il mezzo interstellare. Quando la pallina attraversa l'onda d'urto (e il suo campo magnetico) riceve una racchettata in una direzione casuale. Può essere spinta avanti, guadagnando energia, oppure tornare indietro, perdendo energia. Fermi calcolò che le spinte in avanti erano più probabili

di quelle indietro e questo permetteva alla particella di guadagnare energia. La teoria è del 1949 e, da allora, resiste a tutte le verifiche ed è diventata un must dei corsi di astrofisica. I raggi cosmici così accelerati viaggiano a velocità prossime a quelle della luce e, quando colpiscono con il gas tenuissimo che disegna il piano della nostra galassia, producono raggi gamma di alta energia, quelli che vengono rivelati da *Glast*.

Ecco chiarito il rapporto tra il genio di Enrico Fermi e una missione di astronomia gamma. In verità, si tratta di un nuovo, profondo legame tra la fisica delle particelle e l'astrofisica che hanno scoperto di avere molti problemi in comune. Oltre ai raggi cosmici, c'è il mai risolto problema della materia oscura coniugato con quello ancora più spinoso dell'energia oscura. Sono queste le grandi sfide per una missione come *Glast*.

Lanciato l'11 luglio da Cape Canaveral, il satellite ha a bordo due strumenti uno è un telescopio dedicato al continuo monitoraggio del cielo gamma mentre il secondo è specializzato nella scoperta dei lampi gamma. Grazie agli sforzi dell'Agenzia Spaziale Italiana di concerto con l'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare e l'Istituto Nazionale di Astrofisica, l'Italia ha partecipato attivamente alla costruzione del telescopio gamma continuando la tradizione di eccellenza in fisica cosmica che si è sviluppata negli ultimi 30 anni con una impressionante serie di strumenti di grande successo. Partendo dallo storico COS-B negli anni Settanta, per arrivare a oggi con

XMM-Newton, Integral, Swift, e Agile felicemente in orbita sulla scia del successo di BeppoSAX negli anni Novanta, l'astrofisica italiana continua nel segno della grande scuola di Fermi. La tradizione conta ma non è un diritto acquisito, se non viene coltivata e difesa rischia di svanire.

Lo scienziato immaginò una specie di ping pong galattico dove la pallina è la particella e l'onda d'urto la racchetta

Visti da Hubble

Campi magnetici disposti a raggiera

Il campo magnetico terrestre è uno degli ingredienti fondamentali per lo sviluppo della vita sul nostro pianeta, ci fa da scudo e ci risparmia gran parte della radiazione più nociva. Marte non ha questo scudo, e i risultati sono lì da vedere. In natura si trova una vastissima gamma di intensità di campi magnetici da quelli spaventosamente forti delle stelle di neutroni, dove si raggiungono valori di milioni di milioni di volte il campo magnetico terrestre, ai valori bassissimi dei campi magnetici che pervadono tutta la galassia, meno di un milionesimo di quello terrestre. I campi galattici non sono affatto trascurabili: la bassissima intensità viene compensata dagli enormi spazi disponibili trasformando il debolissimo campo magnetico in una componente fondamentale del bilancio energetico della galassia. Fermi lo aveva intuito quando aveva ipotizzato che i raggi cosmici fossero accelerati dai campi magnetici galattici. Nel 1949 era forse un'ipotesi azzardata, nessuno aveva ancora mappato la disposizione dei campi magnetici nelle galassie esterne. Studiando l'emissione radio delle galassie, i radioastronomi producono schemi con tante piccole frecce che rappresentano gli aghi di migliaia di bussole che fanno "vedere" la struttura del campo magnetico ed evidenziano il delicato gioco tra l'ordine generale e il disordine locale, quello responsabile dell'accelerazione di Fermi. Le frecce sono meglio di niente, ma un'immagine è un'altra cosa. Oggi finalmente, grazie a una strepitosa osservazione dello Hubble Space Telescope, possiamo vedere la struttura dei campi magnetici della galassia NGC1275. Filamenti dall'apparenza eterea ma straordinariamente resistenti, si dipanano a raggiera dal centro della galassia, dominato da un mostruoso buco nero. Solo il campo magnetico può tenerli in forma per periodi di tempo così lunghi. Devono essere degli splendidi acceleratori di raggi cosmici.

Patrizia Caraveo

Raggi gamma. Il Fermi Gamma-ray Space Telescope, dal sito che gli ha dedicato la Nasa (<http://fermi.gsfc.nasa.gov>). A destra, Enrico Fermi (1901-1954), premio Nobel per la Fisica nel 1938. In alto, a sinistra il logo del satellite che simula la lettera "f" di Fermi

