

Giovedì **Scienza** 30^a Edizione

LA SCIENZA IN DIRETTA
settimana per settimana

GIOVEDÌ 28 GENNAIO 2016 **A CACCIA DI ANTIMATERIA**

Dentro un enigma del Big Bang

ROBERTO BATTISTON

Trentino, laurea in Fisica alla Scuola Normale Superiore di Pisa, dottorato all'Università di Parigi IX-Orsay, è diventato professore ordinario a Perugia e ora ha la cattedra di fisica sperimentale presso l'Università di Trento. Dopo aver contribuito a importanti esperimenti con gli acceleratori SPS e Lep del CERN di Ginevra, dal 1994 in collaborazione con il premio Nobel Samuel Ting si è dedicato alla fisica dei raggi cosmici, in particolare con il rivelatore AMS, in funzione sulla Stazione Spaziale Internazionale. Autore di oltre 450 lavori su riviste internazionali, dal maggio 2014 è presidente dell'Agenzia Spaziale Italiana.

PER SAPERNE DI PIÙ

Paolo Berra, *"Simmetrie dell'Universo. Dalla scoperta dell'antimateria a LHC"*, Edizioni Dedalo
Leon Lederman e Christopher Hill, *"Oltre la particella di Dio. La fisica del XXI secolo"*, Edizione Bollati Boringhieri

WEB

www.home.cern/topics/antimatter - www.tinyurl.com/zomc6dm
Due pagina dal sito internet del CERN

www.tinyurl.com/z3axa48
Un'interessante pagina dal sito dell'Agenzia Spaziale Italiana (asi.it)

La scienza di base moderna è incredibilmente giovane. Nei secoli recenti la fisica ha fatto passi da gigante e qualche rivoluzione. Eppure oggi possiamo onestamente dire di conoscere appena il 5 per cento dell'Universo che ci circonda. Quando Newton scrisse i Principia, per molto tempo si pensò che fossimo arrivati alla fine delle scoperte della fisica e che l'applicazione della sua elegante teoria sarebbe bastata. Oggi il quadro teorico, ben più complesso della dinamica di Newton, ci dice che il 95 per cento della forma che l'energia e la materia assumono nell'Universo deve ancora essere scoperta e capita. Inoltre non conosciamo la risposta ad un'altra domanda fondamentale, che fine abbia fatto l'antimateria primordiale considerando che negli attimi dopo il big bang la sua quantità equivaleva a quella della materia. E almeno un po' di quella materia è sopravvissuta fino ai giorni nostri, altrimenti non sarei qui a scrivere queste righe.

Le eleganti teorie della supersimmetria e delle stringhe non consentono ai fisici sperimentali di trovare qualcosa che abbia un senso misurare e ci troviamo così in uno stallo. In qualche modo è la stessa situazione in cui ci si è trovati durante lo sviluppo del Modello Standard: la scoperta del quarto quark è stata una rivoluzione, così come l'osservazione che i neutrini hanno una massa. Ma in passato teoria ed esperimenti tra loro si parlavano di più, poiché si confrontavano su scale di energia raggiungibili per la generazione di fisici delle particelle che ha realizzato lo straordinario sviluppo tecnologico degli acceleratori e dei rivelatori di particelle di alta energia.

La verità è che oggi lavoriamo in un ambiente oscuro muovendoci a tentoni, come quell'automobilista ubriaco che cerca le chiavi della sua auto sotto il lampione immerso nel buio di una lunga strada. Forse il nostro limite è proprio nel modo in cui cerchiamo di esprimere i concetti scientifici o negli stessi fondamenti ultimi del nostro ragionamento logico. Ma c'è una lezione che non dobbiamo mai dimenticare: se è vero che le sorprese nella scienza possono arrivare sia dalla teoria che dalla sperimentazione, alla fine solo gli esperimenti confermano o smentiscono una teoria, mentre una teoria spesso non può spiegare quello che osserviamo.

Nel cammino della scienza il ruolo della ricerca spaziale può essere molto utile perché, a pensarci bene, le opportunità offerte dallo spazio sono un fatto culturale prim'ancora che scientifico. La visione spaziale ci riporta infatti all'antichissimo mito della separazione del cielo dalla terra. Si tratta di un mito fondativo, che con similitudini e differenze, era presente in svariati popoli dell'antichità, dai sumeri ai greci, passando per gli egiziani; ma lo si poteva trovare anche in Cina e in Polinesia, praticamente ovunque. Il tratto comune di questo mito era un caos primordiale, dove terra e cielo erano uniti in una confusione stagnante, in alcune varianti, una confusione liquida. Nel caos però non c'è genesi, e senza genesi non c'è punto di vista. La separazione degli elementi e la conseguente nascita degli dei sono l'inizio delle diverse visioni: la visione terrestre degli uomini e quella dal cielo degli dei. Non a caso Carl Gustav Jung diceva che la scienza inizia con le stelle nelle quali l'umanità scoprì le dominanti dell'inconscio collettivo, ossia gli Dei. Punti di vista

diversi che anche l'arte, sin dall'antichità, ha cercato di rappresentare nelle diverse visioni, terrestri e spaziali, sacre e profane, dell'universo: dal Disco di Nebra, forse la più antica mappa stellare risalente al 1.600 a.C., alle volte stellate del Mausoleo di Galla Placidia a Ravenna; dalla Cappella degli Scrovegni di Padova, dove Giotto riproduce una cometa apparsa nel cielo (la cometa di Halley), alla notte stellata di Van Gogh. L'attrazione gravitazionale degli astri ha soggiogato l'ispirazione di diversi artisti che, in luoghi ed età storiche differenti, attraverso la raffigurazione del cosmo hanno definito il rapporto della propria cultura con il mistero del cielo. Dal primo dopoguerra il misterioso ambiente spaziale, è esplorato dall'uomo con i satelliti e con il volo umano. Dal primo satellite in orbita, il sovietico Sputnik 1, sono passati 58 anni, e oggi le sonde e i lander sono fondamentali per lo studio dell'universo. Ricordiamo che mentre la sonda Giotto il 13 marzo del 1986 si avvicinò a "soli" 596 chilometri di distanza dal nucleo della cometa di Halley (la stessa cometa che aveva ispirato il pittore italiano nel 1301), il lander Philae due anni fa è atterrato sulla cometa 67P/Churyumov-Gerasimenko dopo un viaggio di 11 anni. L'avventura spaziale ci ha fatto fare passi da gigante. Ed è quello che ci attendiamo anche per le spedizioni umane. Le imprese di Yuri Gagarin e l'allunaggio dell'Apollo 11 hanno aperto la strada all'esplorazione umana dello spazio. Prossima fermata Marte. Forse tra 15, forse tra 30 anni, non conta. Si tratta del nuovo ambizioso obiettivo dell'esplorazione spaziale. Per il momento, le nuove informazioni utili sul pianeta Rosso arriveranno a breve dalla missione europea Exomars, dove l'Italia è ancora una volta protagonista.

Lo spazio è il miglior territorio per la caccia all'antimateria. L'Alpha Magnetic Spectrometer (AMS-02) è un rivelatore di particelle progettato per operare come modulo esterno sulla Stazione Spaziale Internazionale. Grazie alle condizioni uniche dell'ambiente spaziale AMS studia da anni l'Universo e le sue origini cercando le evanescenti tracce dell'antimateria primordiale e i segnali indotti dalla materia oscura, effettuando misure di altissima precisione della composizione e del flusso dei raggi cosmici. L'esperimento, di cui sono stato l'ideatore nei primi anni '90 assieme al premio Nobel Samuel Ting, è frutto di una collaborazione internazionale tra 56 istituti di 16 paesi e studia, con un livello di accuratezza mai raggiunto prima (una parte su dieci miliardi), la composizione dei raggi cosmici primari, esplorando nuove frontiere nel campo della fisica delle particelle, cercando l'antimateria primordiale e quale sia la vera natura della materia oscura.

Le osservazioni di AMS-02 probabilmente contribuiranno a rispondere ad alcune domande fondamentali, per esempio: "Da che cosa è composta la materia invisibile dell'Universo?" o "Che cosa è successo all'antimateria primordiale?". Oppure più semplicemente, a trovare la chiave dell'automobile quella sera, che un po' brilli, la stavamo inutilmente cercando avvolti dall'oscurità.

a cura di Roberto Battiston,
Presidente Agenzia Spaziale Italiana

INCONTRO CON ROBERTO BATTISTON PRESIDENTE DELL'AGENZIA SPAZIALE ITALIANA

Dal 16 maggio del 2014 il presidente dell'ASI è Roberto Battiston, un fisico che, forte della sua esperienza di ricerca al CERN, ha dedicato vent'anni della sua vita ad AMS, un esperimento come quelli del Centro di fisica subnucleare di Ginevra, che però orbita a 400 chilometri dalla Terra.

L'ASI è nata nel 1988 per coordinare le attività e gli investimenti nel settore spaziale, ed è un ente pubblico che dipende dal Ministero dell'Università e della Ricerca. Di recente era stata commissariata, è quindi il ruolo del nuovo staff guidato da Battiston è decisivo per rilanciare il nostro ente spaziale.

“L'Italia dello spazio - diceva Roberto Battiston il giorno dopo la nomina da parte del Ministro per Università e Ricerca, Stefania Giannini - dovrà diventare competitiva non solo dove già è un'eccellenza a livello internazionale, ma anche dove vi sono le nuove sfide in campo scientifico e tecnologico nel settore delle ricerca e della tecnologia spaziale. Dobbiamo confermare il nostro ruolo di leader in vari settori, ma anche inserirci nella competizione globale sulle nuove frontiere. Possiamo farcela”.

Poi c'è AMS-02, uno dei più grandi esperimenti scientifici mai inviati nello spazio. Certamente è il più massiccio di quelli portati sulla Stazione Spaziale Internazionale. Da esso stanno arrivando dati che potrebbero aprire nuove finestre sulla storia dell'universo. A guidare il team internazionale di AMS, realizzato nell'ambito di una collaborazione tra NASA, INFN e Agenzia Spaziale Italiana, con Battiston c'è il sino-americano, Nobel per fisica, Samuel Ting.

AMS (Spettrometro Magnetico Alfa) è stato portato in orbita, e collocato su uno dei “balconi” esterni della Stazione Spaziale, nella penultima missione di uno space shuttle, e su quella navetta c'era anche l'astronauta italiano dell'ESA Roberto Vittori.

Professor Battiston, quali sono i suoi obiettivi come presidente dell'ASI?

Certamente è una grande soddisfazione, ma anche una grande responsabilità. E una grande sfida. E' importante confermare il ruolo dell'Italia come leader in questo settore: siamo la terza nazione europea maggiormente impegnata in campo spaziale, abbiamo un ruolo notevole in ambito internazionale e l'Italia non può permettersi di perdere posizioni in un contesto altamente competitivo.

Qual è, oggi, la situazione della scienza spaziale in Italia?

A fine 2014 abbiamo celebrato i cinquant'anni dell'Italia nello spazio, che fu il terzo paese, dopo Russia e Usa, a lanciare un proprio satellite, il San Marco 1, un satellite scientifico. Ora dobbiamo recuperare un rallentamento. Per i grandi progetti spaziali le decisioni e i relativi investimenti avvengono molti anni prima. Abbiamo una ottima tradizione nel settore spaziale e dovremo proseguire con ruoli di protagonisti come era all'inizio della corsa allo spazio. Ma dovremo soprattutto aumentare la percezione dell'importanza dei servizi che il settore spaziale può fornire nei

contesti più diversi, dall'ambiente, alla difesa, dalle telecomunicazioni alla medicina, tanto per fare alcuni esempi. Solo attraverso questa azione di sistema da svolgere a stretto contatto con il governo sarà possibile aumentare le risorse destinate all'Agenzia e sviluppare al meglio i vari programmi. Occorre fare sistema e fornire al paese uno scenario coerente dell'insieme delle attività spaziali. A quel punto investire sarà più facile.

Nuovi programmi?

E' nell'interesse di tutti avere un'agenzia spaziale dove le attività scientifiche e industriali trovino un modo bilanciato e armonico di procedere e di conseguenza occorre definire le strategie che portino in questa direzione. Mi piacerebbe rendere più stretto il rapporto tra mondo dell'Università e della ricerca e il mondo dell'industria e delle attività produttive. Sappiamo quanto sia carente il trasferimento di conoscenze e competenze tra questi due sistemi. Confermare l'importanza della presenza di nostri astronauti nelle future missioni e soprattutto avvicinare sempre di più i giovani allo spazio.

Tre le missioni scientifiche, una delle più importanti è ExoMars, una doppia missione destinata a Marte...

ExoMars è una missione europea di grande prestigio, in collaborazione con l'agenzia spaziale russa, con forte partecipazione italiana in ambito scientifico e industriale. E' pronta la missione del 2016 e ora puntiamo alla totale copertura finanziaria della missione del 2018, quella che porterà un rover europeo con molta tecnologia italiana sulla superficie marziana.

Parliamo della “sua” creatura AMS. Perché inviare uno strumento di 8 tonnellate sulla Stazione Spaziale?

In primo luogo per studiare l'antimateria, e per ricavare indicazioni sulla materia oscura, da cosa è causata e come è fatta. Nonostante i continui progressi nello studio delle particelle elementari e delle forze fondamentali, non sappiamo che fine ha fatto l'antimateria, né cosa siano la materia oscura e l'energia oscura. AMS è uno strumento unico per questo tipo di ricerche, in quanto misura con grandissima precisione i raggi cosmici. Conosciamo soltanto il 4-5 per cento della materia di cui è formato l'universo. Il resto, 95 per cento, è ancora tutto da scoprire.

E' uno strumento molto sensibile...

La sua sensibilità all'antimateria è almeno cento volte migliore di ogni altro strumento messo in orbita fino ad oggi. E' in grado di rivelare una particella di antimateria tra dieci miliardi di particelle di materia, come se durante un temporale a Roma si potesse rivelare una goccia d'inchiostro che in qualche punto della città stia cadendo mescolata alle gocce di pioggia... La rivelazione di un solo antinucleo di elio nei raggi cosmici basterebbe a rivoluzionare la nostra comprensione delle prime fasi dell'universo...

Come è fatto AMS?

Misura 4 metri di lato, pesa 7,6 tonnellate: l'elemento

cruciale è il suo grande magnete equipaggiato da un precisissimo tracciatore al silicio, lo strumento in grado di separare materia da antimateria. Più che uno strumento singolo, può essere considerato come un insieme di apparati di misura, simili a quelli dei grandi acceleratori di particelle, in grado di identificare ogni singolo raggio cosmico che lo attraversa. Abbiamo avuto il timore che non partisse: l'incidente al Columbia del 2003, portò inizialmente alla cancellazione di tutti i voli non dedicati alla costruzione della Stazione Spaziale. Ma poi, data l'importanza scientifica di AMS la stessa NASA, dopo il nuovo corso avviato da Obama con la nomina dell'Amministratore Bolden, ne ha nuovamente approvato il lancio che, date le caratteristiche dell'apparato, non poteva avvenire che con lo Shuttle.

La partecipazione degli astronauti italiani alle missioni è un nostro motivo di vanto...

Questo è uno dei programmi che vanno confermati. Anzi, auspico una presenza di astronauti italiani nello spazio anche con ruoli di comando a bordo della ISS, proprio perché la nostra partecipazione al programma della Stazione Spaziale, che resterà operativa fino oltre il 2020, è davvero rilevante.

A proposito di astronauti, all'Università di Perugia, dove lei è stato docente, passò anche Roberto Vittori.

Sì, proprio l'astronauta italiano dell'equipaggio che ha portato in orbita l'AMS! Aveva scelto di laurearsi in fisica, nel periodo tra la sua prima e seconda missione su una Sojuz russa e io ho avuto il piacere di essere stato suo relatore di tesi sul tema dell'analisi delle cause del disastro del Columbia. Ho conosciuto molti astronauti, come Mark Kelly, il comandante di quella missione dell'Endeavour che portò AMS in orbita. Guido un progetto di ricerca europeo che ha l'obiettivo di sviluppare metodi di protezione degli astronauti dalle radiazioni nel corso di missioni nello spazio profondo, come i futuri viaggi verso Marte. Si tratta di una ricerca svolta in collaborazione con aziende ed enti di ricerca, con l'obiettivo di sviluppare nuove tecnologie nel settore della superconduttività, della criogenia e dei materiali innovativi.

C'è un progetto da lei già avviato: un satellite per lo studio dei terremoti dallo spazio. Di cosa si tratta?

E' un progetto che abbiamo avviato con la Cina per un satellite che verrà lanciato nel 2016 e che da lassù effettuerà ricerche innovative. Ovviamente non potrà prevedere i terremoti, ma fornire nuove informazioni

sulle loro caratteristiche monitorandoli come è possibile solo dallo spazio. Se ne verificano un migliaio all'anno, e per fortuna solo pochi hanno conseguenze catastrofiche; dallo spazio è quindi possibile raccogliere una grande statistica ed effettuare studi accurati.

Lei è un fisico e astrofisico: la teoria della Relatività generale avrà presto conferme dallo spazio?

E' uno degli obiettivi principali di una missione preparatoria europea, realizzata con forte contributo italiano, lanciata agli inizi di dicembre, quando un razzo Vega, dell'ESA europea e di concezione italiana, ha portato nello spazio il satellite LISA-Pathfinder, che dovrà proprio verificare le tecnologie necessarie per osservare gli effetti della teoria della Relatività Generale dallo spazio. Questa missione sarà propedeutica a una successiva, battezzata e-LISA, sempre dell'ESA europea, interamente dedicata allo studio della Relatività generale. I vantaggi di farlo nello spazio, piuttosto che sulla Terra, sono enormi. Nello spazio lo si potrà fare ponendo tre satelliti a milioni di chilometri di distanza. Sulla Terra lo si può fare con bracci lunghi solo pochi chilometri e la sensibilità risultante è molto minore.

L'Italia ne è protagonista?

Certamente. Vi collaborano istituti e ricercatori italiani dell'INFN e di varie Università. L'Italia è responsabile della definizione dell'architettura complessiva del carico scientifico, e la missione rientra nel quadro del programma scientifico dell'ESA, cui il nostro paese contribuisce con il 13 per cento. A bordo del satellite c'è un sistema composto da due masse di prova e da un interferometro che, insieme all'elettronica e all'ottica associate, costituisce la parte principale del carico scientifico

Un messaggio che vuole lanciare da nuovo presidente dell'ASI?

Vorrei vedere molti più giovani italiani avvicinarsi alla ricerca spaziale, farne fuggire meno all'estero e creare più possibilità per i nostri giovani laureati, ingegneri e ricercatori. E poi aumentare la cultura e la conoscenza della scienza e dello spazio, che in Italia non è paragonabile a quella di altre nazioni, anche europee. Siamo stupefatti di una serie senza fine di messaggi negativi. Diamo una possibilità di crescita per il nostro paese: la ricerca spaziale guarda avanti, al futuro, alla conoscenza. Proviamoci.

a cura di Antonio Lo Campo
dal mensile *le Stelle e Tuttoscienze*

PREMIO
RICERCATORI
UNDER
35

5^a EDIZIONE

Piemonte, Liguria e
Valle d'Aosta

Bando e Regolamento: www.giovediscienza.it