

PRESENTAZIONE

Lo spazio violento

Questo richiamo d'apertura in copertina introduce l'argomento principale di questo numero di *Analysis*: lo studio dei fenomeni più violenti osservati nell'universo. Alla scoperta/osservazione di questi fenomeni e alla loro interpretazione contribuiscono oggi, in maniera trasversale ed apparentemente insolita, tanto gli astrofisici quanto i fisici subnucleari (i *'particellari'*). Questo interesse comune nasce da diversi fattori: la comprensione, seppure ancora incompleta, dei meccanismi microscopici studiati in fisica delle particelle elementari permette di spiegare moltissimi fenomeni studiati in astrofisica. Dal *big bang* al funzionamento delle stelle, alla loro fine a volte estremamente violenta. Di ritorno lo studio dell'universo può risolvere alcuni enigmi tuttora irrisolti in fisica delle particelle.

Giovanni Bignami in "La ricerca e le riforme" si chiede: *"che cosa è la Scienza?"* E perché farla? Lo scienziato si risponde: *"because it's there"*. Ma perché *"... i ricercatori italiani vivono un perenne senso di ...insicurezza..."*? Un problema legato alla cronica mancanza di fondi o alla necessità di competere, anche aspramente, per essi? No, nasce dalla *"mania di protagonismo politico nel volere comunque fare "riforme della ricerca", indipendentemente dalla situazione e nella più totale ignoranza del problema"*. A questo, oggi, non c'è soluzione, lo scienziato può solo lavorare per *"costruire senza arroganza un sistema della ricerca che veda un rapporto limpido con chi la ricerca la fa, affidiamoci a chi se ne intende e che accetti di farlo in trasparenza. America to Americans"*.

Pietro Ubertini in "INTEGRAL: l'osservatorio spaziale internazionale per astronomia gamma" parla dello studio di oggetti celesti per mezzo della radiazione elettromagnetica di alta energia, raggi X o gamma. Questa radiazione va studiata fuori dell'atmosfera terrestre che l'assorbe e quindi per mezzo di strumentazione montata su satelliti. È l'astronomia delle alte energie: *"sorgenti celesti sono sedi di processi "non convenzionali" e non riproducibili nei laboratori a terra e che coinvolgono enormi quantità di energia."* INTEGRAL (INTErnational Gamma Ray Astrophysics Laboratory), è il primo osservatorio spaziale in grado di fornire immagini dettagliate del cielo in raggi gamma, ideato e realizzato con forte contributo italiano. Oltre 800 persone di molti paesi europei partecipano alla realizzazione del satellite che viene lanciato il 17 ottobre 2002 nell'ambito di un programma strategico dell'ESA. I telescopi a riflessione radente e le maschere codificate accoppiate a rivelatori sensibili alla radiazione sono soluzioni tecniche che consentono di manipolare la radiazione elettromagnetica di alta energia, un po' come i telescopi classici fanno nel visibile: *"... siamo quindi in grado di farne*

radiografie dettagliate. E dato che andare lontano nello spazio equivale ad andare indietro nel tempo, possiamo ora osservare oggetti lontani nelle prime fasi della loro evoluzione". I ricercatori dei laboratori del CNR che lavorano nel campo dell'astrofisica spaziale, sia in ambito ESA che in ambito nazionale, ... "*capiscono ... negli anni '70 ... che ricerca di eccellenza si può fare solo coniugando le tecnologie della fisica nucleare con lo spazio: nasce l'astrofisica spaziale ... a Milano, nell'istituto diretto da Beppo Occhialini, a Frascati con Livio Gratton, Bologna con Brini e a Palermo con Livio Scarsi*". L'osservatorio ha completato il programma del primo anno in orbita ed ha "*dimostrato di essere una "facility" di eccellenza*" producendo in pochissimo tempo risultati mai ottenuti prima.

"Cominciò nel 1979": così racconta **Piero Spillantini** in "I raggi cosmici: ieri, oggi, domani" la sua esperienza personale nei raggi cosmici. Esperienza che inizia, quasi per caso, con il disegno di uno spettrometro magnetico per un esperimento con raggi cosmici, Astromag, da collocare su una stazione spaziale allora in costruzione. Il coinvolgimento in Astromag aveva un duplice scopo strategico: "*cogliere l'occasione di Astromag per coinvolgere il più possibile l'industria italiana nello studio ... ed aprire per l'INFN un nuovo campo di attività pienamente rispondente ai suoi fini istituzionali ...*". Dopo qualche ricordo, un sintetico sommario delle problematiche legate allo studio dei raggi cosmici, si passa alla difficoltà di osservare sulla superficie terrestre la componente più energetica dei raggi cosmici. Da quando divenne possibile mettere in orbita apparati scientifici sempre più grandi fu anche possibile osservare l'universo non solo nel visibile ma anche in tutte le altre lunghezze d'onda della radiazione elettromagnetica inaccessibile al livello del suolo. "*L'immagine dell'universo ne fu rivoluzionata, nuove inaspettate domande si posero, e per rispondere ad esse era necessario provvedere una presenza continuativa nello spazio di osservatori ...*". Molto articolato fu il programma di ricerche con raggi cosmici inizialmente previsto dalla NASA per la **stazione** spaziale *Freedom*. Ma nel 1991 fu decisa la chiusura del programma. Uno shock improvviso. "*Insomma più che un rallentamento fu una paralisi quasi totale, da cui solo ora si sta lentamente recuperando, con quasi 20 anni di ritardo già accumulati.*" I prossimi venti anni della ricerca in questo campo, in una visione '*moderata*' dell'autore, passano per pochi punti e sono ben delineati: tra questi lo studio delle "*ultra alte energie, ... vera e propria astronomia dei fenomeni più violenti dell'universo*". In ultimo i neutrini, raggi cosmici a tutti gli effetti capaci di attraversare l'intero universo senza essere modificati: informatori diretti della loro sorgente. "*Ora qui la visione rischia di sconfinare nella fantasia e mi fermo, alle soglie del sogno.*"

Pasquale Blasi nel suo articolo "Sull'origine dei raggi cosmici di altissima energia" passa in rassegna lo stato attuale della nostra comprensione dei fenomeni che sono all'origine della parte più energetica dello spettro dei raggi cosmici, componente che conserva memoria dei primi istanti dell'universo dopo il *Big Bang*. "*Il lavoro di ricerca ... si ripropone di comprendere i meccanismi di accelerazione di queste particelle in sorgenti astrofisiche, e la successiva propagazione nel mezzo interstellare o intergalattico.*" Un mistero nel mistero: la parte più energetica dello spettro dei raggi cosmici dovrebbe essere soppressa dalla presenza della radiazione cosmica di fondo a microonde ('soppressione GKZ') eppure

diversi eventi sono stati registrati proprio in questa regione. L'articolo descrive questi meccanismi di soppressione, esamina i possibili modi di accelerazione all'origine di questa componente superenergetica considerando tanto la possibile generazione astrofisica quanto possibili estensioni dei modelli di particelle elementari attualmente in studio. L'ultima parte di questo articolo descrive gli esperimenti che meglio potrebbero studiare questa regione energetica dei raggi cosmici e ne analizza le possibili implicazioni sulla nostra comprensione dell'universo. Il progetto *Auger* (in costruzione) e l'*Extreme Universe Space Observatory (EUSO)*, che sarà posizionato sulla stazione spaziale orbitante) sono il futuro di questi studi. I due esperimenti debbono risolvere il problema chiave di queste osservazioni: il raggiungimento di una grande statistica. *"Come sempre accade, quando si apre una nuova finestra osservativa le cose che vi si trovano sono molte di più e spesso molto diverse da quelle che ci si aspettava di trovare"*. Molte saranno, comunque, le risposte a vecchie domande. Qualcuna di queste risposte potrebbe aprire le porte di nuova fisica.

Paolo de Bernardis e **Silvia Masi** nel loro articolo "BOOMERanG e la nuova cosmologia" parlano di archeologia dell'universo. *"Possiamo cercare di raccogliere luce proveniente da regioni tanto lontane che quando la luce è partita l'universo era appena nato?"* Non 'appena nato', ma quasi: *"quando l'universo era 50000 volte più giovane"*. La prima parte dell'articolo spiega i meccanismi che hanno regolato la primissima parte di vita dell'universo e originato il fondo di radiazione a microonde e le sue anisotropie. *"... una immagine del fondo cosmico a microonde con sufficiente sensibilità e risoluzione, evidenzia i 'semi iniziali' per il processo di formazione delle strutture cosmiche"*. La formazione di questa immagine a microonde non è facile. I primi risultati significativi si hanno negli anni '90 con il satellite COBE. Una tecnica molto promettente è quella di usare palloni in volo di lunga durata. BOOMERanG nasce da questo approccio negli anni '90 e compie il suo primo volo di 11 giorni nel cielo antartico nel 1998. Le immagini di grande risoluzione ottenute confermano aspettative ed un problema di sempre: la materia oscura e la sua origine. L'esperimento continua da 10 anni con strumentazione sempre più perfezionata in grado oggi di misurare la polarizzazione del fondo cosmico. Gli autori concludono con queste considerazioni: *"Il progetto BOOMERanG ha mostrato come si possano ottenere risultati di grande impatto scientifico con investimenti molto contenuti. Oltre ai risultati di tipo fondamentale, BOOMERanG ha permesso di sviluppare e verificare sul campo nuove tecnologie... Si auspica che anche in Italia si superi l'attuale fase di riorganizzazione del settore scientifico dell'ASI, per passare ad una fase di supporto attivo delle attività in questo settore, in modo da mantenere nel panorama internazionale la posizione che i nostri ricercatori hanno ottenuto e meritano."*

Toni Baroncelli