

* NOVA *

N. 430 - 24 MARZO 2013

ASSOCIAZIONE ASTROFILI SEGUSINI

PLANCK RIVELA UN UNIVERSO QUASI PERFETTO

Riprendiamo il seguente Comunicato stampa congiunto INAF-ASI da Press Release ESA del 21 marzo 2013. Tra l'altro, dai dati emerge un'età dell'universo di 13,8 miliardi di anni, 100 milioni di anni in più rispetto alle stime precedenti.

La mappa più precisa mai realizzata del fondo cosmico a microonde (la radiazione fossile del Big Bang), acquisita dal telescopio spaziale Planck dell'Agenzia Spaziale Europea, è stata rilasciata oggi. Rivela l'esistenza di caratteristiche che mettono in discussione le basi della nostra attuale comprensione dell'universo.

La mappa si basa sui dati raccolti nei primi 15 mesi e mezzo d'osservazioni, ed è la prima immagine a tutto cielo prodotta da Planck della luce più antica emessa nel nostro Universo nel corso dei suoi 13,7 miliardi di anni di vita, risalente a quando aveva appena 380mila anni.

A quell'epoca, il giovane Universo era costituito da una zuppa densa e calda, circa 2700 gradi, di protoni, elettroni e fotoni che interagivano fra loro. Quando i protoni e gli elettroni si unirono a formare atomi d'idrogeno, i fotoni – e dunque la luce – poterono per la prima volta propagarsi liberamente. Mano a mano che l'Universo si espandeva, quella luce si è estesa fino alla lunghezza d'onda delle microonde, equivalente a una temperatura di soli 2,7 gradi sopra lo zero assoluto.

Questa radiazione cosmica di fondo a microonde (o CMB, dall'inglese *cosmic microwave background*) mostra piccole fluttuazioni di temperatura che corrispondono a regioni con leggere differenze di densità nell'Universo primordiale, e che costituiscono i semi di tutte le strutture che si sarebbero formate successivamente: le stelle e le galassie di oggi.

Secondo il modello standard della cosmologia, le fluttuazioni sarebbero sorte immediatamente dopo il Big Bang, per poi estendersi a scale cosmologiche, dunque di grandi dimensioni, nel corso di una rapida fase d'espansione accelerata nota come "inflazione".

Planck è stato progettato per ricostruire, con una risoluzione e una sensibilità senza precedenti, la mappa a tutto cielo di queste fluttuazioni. Analizzando la natura e la distribuzione dei semi nell'immagine della CMB di Planck, siamo in grado di stabilire la composizione e l'evoluzione dell'Universo dalla sua nascita ai giorni nostri.

Nel complesso, le informazioni estratte dalla nuova mappa di Planck forniscono, con un'accuratezza mai raggiunta prima, una conferma eccellente del modello standard della cosmologia, diventando così un nuovo punto di riferimento per il nostro elenco dei contenuti dell'Universo.

Una nuova fisica? Le sorprese della mappa di Planck

Ma proprio grazie alla sua altissima precisione, la mappa di Planck ha anche messo in evidenza alcune peculiarità inspiegabili che, per essere comprese, potrebbero richiedere una nuova fisica.

«La straordinaria qualità del ritratto dell'Universo neonato ottenuto da Planck ci permette di rimuovere uno a uno i suoi strati fino alle fondamenta. E quel che ne emerge è che il nostro modello del cosmo è ben lungi dall'essere completo. Un risultato reso possibile grazie a tecnologie uniche, sviluppate ad hoc dall'industria europea», spiega **Jean-Jacques Dordain**, Direttore Generale dell'ESA.

«I successi raccolti da Planck in questi anni sono il frutto anche di un sistema di eccellenza italiano, nel quale scienziati e industria hanno collaborato in maniera ordinata e produttiva. Un'eccellenza che è sempre presente in maniera significativa in molte missioni che ci pongono all'avanguardia nello sviluppo e nella realizzazione di strumenti e progetti in campo internazionale», dichiara **Enrico Saggese**, Presidente dell'Agenzia Spaziale Italiana.

“Ho contribuito a far sì che questa missione avesse luogo sia come Presidente del Consiglio Scientifico dell’ESA – ricorda **Giovanni Bignami**, Presidente dell’Istituto Nazionale di Astrofisica - che prima ancora come Direttore Scientifico dell’ASI. Ho poi avuto modo di sostenerla come presidente dell’Agenzia Spaziale Italiana e oggi sono a raccoglierne i preziosi frutti come Presidente dell’INAF, testimone, credo, di un’eccellenza italiana nel campo dell’astrofisica e delle attività spaziali che ha pochi eguali al mondo”.

Una delle scoperte più sorprendenti è che, a grandi scale angolari, le fluttuazioni della temperatura della CMB non corrispondono a quelle previste dal modello standard: il loro segnale è meno intenso di quanto implicherebbe la struttura a scala angolare più piccola rivelata da Planck.

Non solo: le temperature medie nei due emisferi opposti del cielo presentano un’asimmetria. E questo è in contrasto con quanto predice il modello standard, secondo il quale l’Universo dovrebbe essere grosso modo simile in tutte le direzioni in cui lo osserviamo.

Oltre a ciò, c’è una regione fredda (*cold spot*) che si estende su una porzione di cielo molto più grande del previsto.

Le due anomalie dell’asimmetria e della regione fredda erano già state notate dal predecessore di Planck, la missione WMAP della NASA, ma erano state in gran parte ignorate per i dubbi che permanevano circa le loro origini cosmiche.

«La rilevazione di queste anomalie da parte di Planck scioglie ogni dubbio circa la loro realtà. Non è più possibile attribuirle a errori introdotti dalle misure: ci sono davvero. Ora dobbiamo riuscire a spiegarle in modo convincente», dice **Paolo Natoli** dell’Università degli Studi di Ferrara.

Un modo per spiegare le anomalie è quello di supporre che l’Universo, a scale maggiori di quelle che riusciamo a vedere, non sia in realtà uguale in tutte le direzioni. In un simile scenario, i raggi di luce della CMB potrebbero aver attraversato l’Universo seguendo una strada più complicata di quanto immaginavamo, dando così origine agli schemi inconsueti che stiamo osservando.

«Una delle conferme più importanti offerte dai dati di Planck riguarda le fluttuazioni primordiali: quelle da cui si sono formate, nel tempo, le galassie, le stelle e tutte le strutture che osserviamo. Grazie a Planck, oggi sappiamo che quelle fluttuazioni obbediscono con grande precisione a una statistica gaussiana. Questo risultato rappresenta la più stringente conferma dell’inflazione. Ora occorre però comprendere che cosa l’abbia messa in moto, pochissimi istanti dopo il Big Bang», osserva **Nazzareno Mandolesi**, membro del CdA dell’Agenzia Spaziale Italiana e associato INAF, responsabile dello strumento LFI di Planck. «Prendiamo la nuova particella identificata al CERN: se, come sembra, è davvero il bosone di Higgs, essa ha un ruolo fondamentale nel dare una massa a tutte le particelle elementari del modello standard. Ma potrebbe essere anche la misteriosa particella che scatena l’inflazione? Queste sono le domande con le quali una nuova fisica, situata all’intersezione fra cosmologia e fisica fondamentale, dovrà confrontarsi negli anni a venire».

Una nuova ricetta cosmica

In ogni caso, al di là delle anomalie, i dati di Planck mostrano un accordo spettacolare con le attese derivanti da un modello dell’Universo piuttosto semplice, permettendo agli scienziati di calcolare, con una precisione mai raggiunta prima, le quantità dei suoi ingredienti.

La materia normale, quella di cui sono fatte le stelle e le galassie, contribuisce per appena il 4,9% alla totalità della massa e della densità d’energia di cui è costituito l’Universo. La materia oscura – rilevata fino a oggi solo in modo indiretto, osservandone gli effetti gravitazionali – contribuisce per il 26,8%, quasi un quinto in più di quanto stimato in precedenza. Discorso opposto per l’energia oscura, una forza misteriosa ritenuta responsabile dell’accelerazione dell’espansione dell’Universo: il suo contributo è minore di quello che si pensava.

Infine, i dati di Planck permettono di assegnare un nuovo valore alla costante di Hubble, che indica la velocità alla quale l’Universo si sta oggi espandendo: 67,15 km/s/Mpc, dunque un valore significativamente inferiore rispetto a quello standard utilizzato in astronomia. Da questo numero si desume che l’età dell’Universo è di 13,82 miliardi di anni.

«Dopo vent’anni di lavoro e di attesa, è un’emozione straordinaria vedere in diretta l’universo neonato con una definizione senza precedenti. È un po’ come sbarcare per la prima volta su un continente ignoto», dice **Marco Bersanelli** dell’Università degli Studi di Milano e associato INAF. «Le mappe di Planck portano i segni inequivocabili di processi che sono avvenuti nella prima frazione di secondo dopo l’inizio della storia cosmica, e ci sorprendono con alcune tracce imprevedute la cui natura al momento sfugge a qualsiasi spiegazione».

Note su questi risultati e sulla missione Planck in generale

Gli articoli scientifici che descrivono i nuovi risultati saranno pubblicati il 22 marzo.

I nuovi dati di Planck si basano sui primi 15,5 mesi d'osservazione dell'intero cielo. Lanciato nel 2009, Planck è stato progettato per mappare il cielo in nove frequenze due strumenti all'avanguardia: lo strumento a bassa frequenza (LFI, *Low Frequency Instrument*), che comprende le bande di frequenza da 30 GHz a 70 GHz, e lo strumento ad alta frequenza (HFI, *High Frequency Instrument*), che comprende le bande di frequenza da 100 GHz a 857 GHz. HFI ha terminato la sua missione nel mese di gennaio 2012, mentre LFI continua a essere operativo.

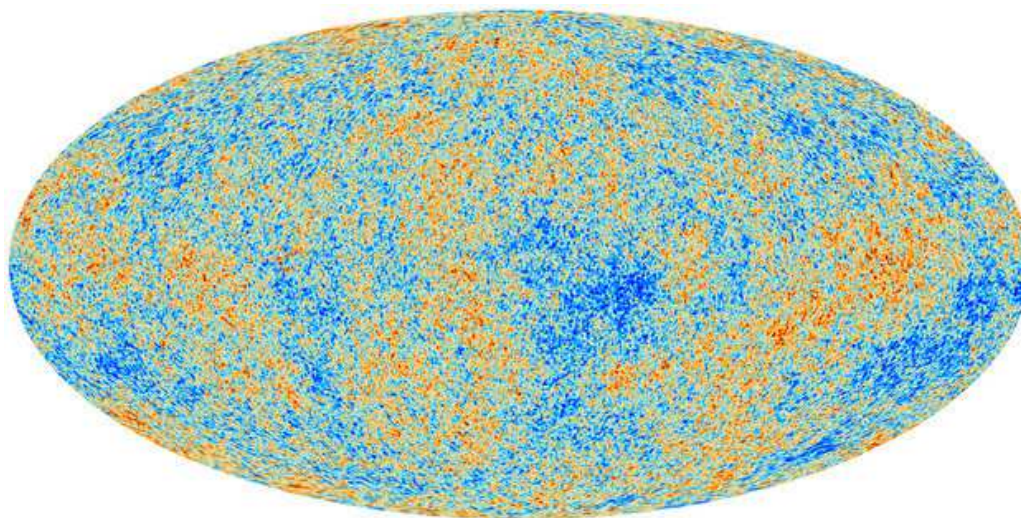
La prima immagine a tutto cielo di Planck è stata rilasciata nel 2010, e primi dati scientifici nel 2011. Da allora, gli scienziati sono stati impegnati nell'estrazione delle emissioni di *foreground* – quelle in primo piano, dunque di origine non cosmologica bensì astrofisica, che si trovano fra noi e la prima luce dell'Universo – al fine di isolare la CMB presentata oggi. La prossima serie di dati cosmologici sarà pubblicata nei primi mesi del 2014.

Fanno parte della *Planck Scientific Collaboration* tutti gli scienziati che hanno contribuito allo sviluppo della missione Planck, e che prendono parte all'utilizzo scientifico dei dati di Planck durante il periodo proprietario. Gli scienziati della *Planck Scientific Collaboration* sono membri di uno o più dei seguenti quattro consorzi: il Consorzio LFI, il Consorzio HFI, il Consorzio DK-Planck e il *Planck Science Office* dell'ESA. I due centri di elaborazione dati a guida europea di Planck si trovano a Parigi, in Francia, e a Trieste, in Italia.

Il consorzio LFI è guidato da Nazzeno Mandolesi, membro del CdA dell'Agenzia Spaziale Italiana e associato INAF (deputy PI è Marco Bersanelli, Università degli Studi di Milano), ed è responsabile dello sviluppo e del funzionamento dello strumento LFI. Il consorzio HFI è guidato da Jean-Loup Puget, dello *Institut d'Astrophysique Spatiale* di Orsay, in Francia (deputy PI è François Bouchet, dello *Institut d'Astrophysique de Paris*), ed è responsabile dello sviluppo e del funzionamento dello strumento HFI.

Lo sviluppo della missione Planck è stato sostenuto dal contributo finanziario e tecnologico degli Stati membri dell'ESA. Più del 40% dei costi di sviluppo della missione è stato fornito dalle agenzie che hanno fornito HFI e LFI. Oltre la metà dei finanziamenti nazionali sono giunti da Francia e Italia, tramite le loro due principali agenzie di finanziamento, CNES e ASI, e gli enti di ricerca nazionali.

Il contributo degli Stati membri dell'ESA è ancora più significativo per quanto riguarda il funzionamento scientifico della missione e il trattamento dei suoi dati. Gli Stati membri dell'ESA hanno anche fornito tecnologie chiave, come per esempio il dispositivo di raffreddamento innovativo, che ha permesso di mantenere la strumentazione della missione ad appena un decimo di grado sopra lo zero assoluto (-273,15°C). Anche la NASA ha contribuito, con tecnologie di rilievo e parte della strumentazione di bordo.



Le anisotropie della radiazione cosmica di fondo (CMB), come osservate da Planck. È la prima immagine a tutto cielo della luce più antica emessa nel nostro Universo nel corso dei suoi 13,7 miliardi di anni di vita, risalente a quando aveva appena 380 000 anni. Mostra variazioni di temperatura molto piccole che corrispondono a regioni di densità leggermente diverse, che rappresentano i semi di tutte le stelle e le galassie di oggi.

Credit: ESA and the Planck Collaboration

Presskit multimediale (con video e immagini):

<http://www.media.inaf.it/press/planck-cmb/>

Planck in rete:

<http://www.esa.int/planck> (in inglese)

<http://www.asi.it/it/attivita/cosmologia/planck>

<http://www.facebook.com/satellite.planck>

<http://www.satellite-planck.it/>