

Calcoli Un parametro astronomico importante ha due valori diversi, a seconda che lo si misuri nell'universo antico o attuale. Una discrepanza significativa, dicono il Premio Nobel Adam Riess e gli scienziati Silvia Galli e Tommaso Treu: «Ci sfugge qualcosa, serve nuova fisica»

La costante di Hubble (la velocità del cosmo) è un po' incostante

di IDA BOZZI

Se nei primi istanti di vita dell'universo, circa 300-400 mila anni dopo il Big Bang, si lanciasse una palla nello spazio (ma potrebbe essere una galassia), conoscendo le leggi della fisica come ad esempio la costante di Hubble, si potrebbe calcolare dove la palla finisce oggi, quanta strada ha fatto, con quanta accelerazione. Giusto? No, non del tutto, almeno per quanto riguarda l'universo primordiale. C'è un problema che gli scienziati stanno valutando da qualche tempo,

e che appare molto serio: la costante di Hubble — che misura il tasso d'espansione dell'universo ed entra nel calcolo di tanti elementi fondamentali per la mappa del cosmo, come età, distanza, velocità — è al centro di un dibattito tra astronomi e cosmologi.

I valori diversi della «costante»

Da anni oggetto di attenzioni accurate da parte di alcuni gruppi di scienziati, tra cui il Premio Nobel Adam Riess, in team indipendenti gli uni dagli altri e con me-

todi diversi, la costante di Hubble assume valori differenti a seconda che la si misuri nell'universo antico o nell'universo attuale. Differenti e inconciliabili.

Gli scienziati la definiscono con flemma «la tensione intorno alla costante di

Hubble» ma si tratta di una crisi. Tutti i calcoli sembrano esatti ma tutti i calcoli portano a due risultati principali lontani tra loro e non a uno solo. E questo significa che c'è qualcosa che non sappiamo.

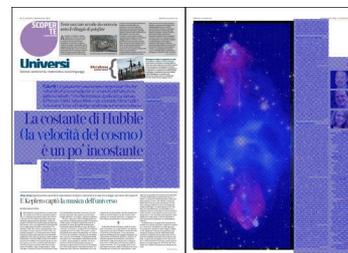
Significa anche, per inciso, che tutti i dati calcolati in base all'uno o all'altro va-

lore della costante di Hubble, età dell'universo, distanza delle galassie eccetera potrebbero risultare incerti. Certo, la discrepanza può essere dovuta a semplici errori ma, spiegano gli scienziati, tutt'e due le misure sono confermate da esperimenti indipendenti.

I metodi di misura

«Ci sono vari metodi per misurare la velocità delle galassie — spiega la ricercatrice Silvia Galli, che ha contribuito allo studio dedicato ai parametri cosmologici della sonda Planck dell'Esa, occupandosi dell'analisi dei dati — e uno è quello delle supernove, esplosioni molto energetiche di stelle a fine vita. Le supernove aumentano in luminosità e poi ridiscendono, ma questa curva di luce è standard e ci permette di misurare la luminosità assoluta e quindi la distanza. Con questo sistema Adam Riess e il suo gruppo misurano la costante di Hubble e ottengono circa 74 km/s/Mpc (chilometri al secondo per Megaparsec) con una precisione dell'1,9%. Tommaso Treu e il suo gruppo, con un altro metodo che usa i dati forniti dai quasar, ottiene un valore simile. Si

i



tratta in entrambi i casi di misure condotte nell'universo attuale».

Il metodo usato dall'équipe di Planck lavora invece sull'universo antico, continua Galli: «Planck è un satellite Esa che ha osservato il cielo dal 2009 al 2013 nelle microonde, progettato per studiare la radiazione di fondo cosmico, che è una radiazione vecchia di 13 miliardi di anni, cioè fotoni che ci arrivano dall'universo quando aveva appena 400 mila anni circa ed era costituito da plasma, e ci mostrano quali erano i "semi" delle perturbazioni della materia come la vediamo oggi. Dalla radiazione è possibile misurare parametri cosmologici come la densità di materia oscura o ordinaria. E si può misurare la distanza da cui è stata emessa la radiazione 13 miliardi di anni fa. Se ho un modello che dice come evolve l'universo, posso dire quale dovrebbe essere la velocità di espansione dell'universo oggi. Ne posso trarre la misura della costante di Hubble, che con i dati di Planck è 67,4

km/s/Mpc (con un più o meno 0,5), misura che differisce da quella di Riess (e quindi anche di Treu) di circa l'8 o 9%». Anche il dato fornito da Planck ha una conferma indiretta, quella ottenuta col metodo della Baryon Acoustic Oscillation (Bao) che dà un valore altrettanto basso.

Qualcosa «che non capiamo»

Quindi, la costante «vale» circa 74 da una parte, e circa 67 dall'altra. «Sembra esserci una discrepanza — spiega a "la Lettura" il Nobel Adam Riess — che dipende dal fatto che si misuri la costante di Hubble nell'universo "tardo" (cioè presente) oppure che si predica il suo valore dall'universo "primordiale". Planck è un metodo che indaga l'universo primordiale e il nostro metodo indaga l'universo tardo. Questa è la grande domanda in cosmologia: perché importa come va a finire? Perché può comportare qualcosa che non capiamo sull'universo».

Illustra Tommaso Treu, docente alla Ucla, Università della California, tra gli scienziati coinvolti nelle misure: «La costante di Hubble è un numero molto più importante della semplice "distanza della palla": ci dice l'età dell'universo, ci dice le distanze, ci dice tutto. Quindi, potrebbe essere che abbiamo una stima sbagliata dell'universo. Se questi due numeri non combaciano, vuol dire che non stiamo capendo qualcosa. E quindi l'età dell'universo che calcoliamo può essere sbagliata. E nello stesso modo le distanze. Questo è un primo tipo di problema: noi diciamo che l'universo ha quasi 14 miliardi di anni, e invece potrebbe averne 13 o 15, non lo sappiamo. Ma c'è anche un problema più profondo: non solo l'età dell'universo potrebbe essere sbagliata (in fondo uno può dire: che cosa mi cambia nella vita?) ma c'è qualcosa che ci manca nella comprensione delle leggi della fisica. Ad esempio potrebbero esserci delle particelle in più che noi non conosciamo. Potrebbe esserci un'energia oscura di un certo tipo nell'universo primordiale che noi non conosciamo».

Il nuovo documento

Tanto problematica è la vicenda, che lo stesso Adam Riess ci fa conoscere un documento di pochi giorni fa, del 24 luglio: lo studio *Tensions between the Early and the Late Universe* («Tensioni tra l'universo primordiale e tardo»), risultato di un meeting tra 23 scienziati, con nomi come la stessa Galli, Graeme Addison, Nabila Aghanim, Stefano Casertano e Wendy Freedman, coordinato da Adam Riess, Tommaso Treu e Licia Verde. Un documento che prende atto della discrepanza, suggerisce buone pratiche di condivisione dei dati per collaborazioni tra scienziati ma afferma anche quanto sia difficile che si tratti di meri «errori di calcolo».

«È possibile — si domanda Silvia Galli — che ci siano due errori sistematici? È possibile, li stiamo ricontrollando anche tra gruppi diversi di scienziati. Un'altra ipotesi è che sia una fluttuazione statistica. Ma la terza ipotesi, in cui tutti speriamo, è che ci sia "nuova fisica". Che sia il modello fisico a essere incompleto. Forse abbiamo bisogno di un nuovo modello, di un nuovo parametro. Qualcosa che non sappiamo».

Si tratta allora di mettere in discussione il modello standard, cioè quello che ora spiega l'universo? «Siccome il modello standard — risponde Treu — predice molto bene un sacco di cose, non c'è una facile soluzione: devi riparare questa tensione senza rompere nient'altro. Aggiungere degli ingredienti nell'universo: questo è il tipo di soluzione da esplorare, ma sempre nel contesto della relatività generale (che ha tante di quelle verifiche che se uno comincia a rompere quella, poi è difficile accontentare tutti gli esperimenti...). Non si può neanche aggiustare la faccenda inventandosi qualcosa che sia successo a metà strada tra l'universo antico e quello recente, perché lo sappiamo già, da altre misure. Quindi o c'è un errore in quelle misure (finora mai scoperto ma che dal punto di vista epistemologico non possiamo escludere) o al nostro modello di universo potrebbe mancare qualche componente. Ma non si sa cosa. Purtroppo non lo sa nessuno».

E quindi *nuova fisica* che cosa significa? «La natura — commenta Galli — potrebbe essere straordinariamente fantasiosa e complicata. D'altronde anche la relatività generale è talmente al di là del mondo che osserviamo...». «Vuol dire — conclude Treu — magari mettere nuovi ingredienti nel modello standard. Ecco che cosa significa *nuova fisica*: se non spiega più le cose che succedono nell'universo, bisogna cambiarlo».

© RIPRODUZIONE RISERVATA

Gli scienziati

Dall'alto: il fisico **Adam Riess** (Washington, 1969), è Bloomberg Distinguished Professor alla Johns Hopkins University, e ha ottenuto il Premio Nobel per la Fisica nel 2011 con Saul Perlmutter e Brian P. Schmidt per la scoperta dell'accelerazione dell'universo con lo studio delle supernove. Il fisico **Tommaso Treu** si è formato alla Normale di Pisa ed è docente di Fisica e Astronomia all'University of California, Los Angeles (Ucla); è tra i fondatori di HOLICOW, collaborazione scientifica internazionale che ha fornito molti contributi anche alla misura della costante di Hubble. La cosmologa **Silvia Galli**, dopo gli studi alla Sapienza di Roma e il dottorato di ricerca, ha fatto parte della missione Planck dell'Esa, dove ha contribuito a condurre l'ultimo studio dei dati forniti dalla sonda; è ricercatrice all'Institut d'astrophysique de Paris

La costante di (Edwin) Hubble

Edwin Hubble (Marshfield, Usa, 1889 – San Marino, Usa, 1953) fu il grande astronomo cui si deve la legge che porta il suo nome, secondo cui c'è un legame diretto tra lo spostamento verso il rosso di una galassia (*red-shift*) e la sua distanza, confermando l'espansione dell'universo. La relazione tra velocità e distanza è la costante di Hubble (simbolo H_0 , acca zero), il cui valore è attualmente 67,4 oppure 74 km / s / Megaparsec (il parsec è un'unità di lunghezza, equivale a 3,26 anni luce; un Megaparsec vale 1 milione di parsec)

L'immagine

La radiogalassia Cygnus A nella costellazione del Cigno (foto Nasa/Cxc/Sao)

