

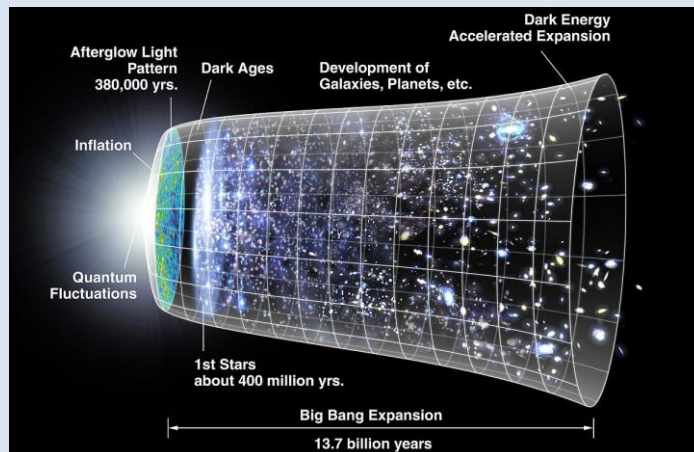
Il Big Bang



L'espansione di Hubble ha una conseguenza notevole e inevitabile: essa richiede che l'universo abbia avuto un inizio. Se immaginiamo di «proiettare all'indietro» il film dell'espansione attuale, troveremo che da quindici a venti miliardi di anni fa l'universo era un singolo punto geometrico. L'attuale espansione deve avere avuto inizio a quel tempo. L'evento iniziale, come pure il modello generale in cui l'universo cominciò a espandersi da un inizio molto condensato, viene detto il big bang. Esso rappresenta la nostra ipotesi migliore sull'origine e l'evoluzione dell'universo.

Congelamenti universali

L'universo ai suoi inizi era più denso - più compresso - di oggi. Quando materia ed energia sono concentrate in un piccolo volume, la temperatura è inevitabilmente più alta. Di conseguenza, l'universo ai suoi primordi era molto più caldo di quanto non sia oggi. Se risaliamo all'indietro nel tempo, possiamo riconoscere sei eventi cruciali - che vorremmo chiamare « congelamenti » - in occasione dei quali la struttura dell'universo cambiò in modo fondamentale, un po' come cambia l'acqua quando si trasforma in ghiaccio. La comprensione di questi congelamenti è il compito principale della cosmologia moderna. **Il congelamento** più recente si verificò quando l'universo aveva un'età di circa 500.000 anni (ossia circa 14.999.500.000 anni fa, nell'ipotesi che esso abbia 15 miliardi di anni). Dopo i primi 500.000 anni, elettroni e nuclei si associarono in modo permanente a formare atomi, mentre prima di quel tempo se un elettrone veniva a trovarsi in orbita attorno a un atomo ne veniva allontanato da una collisione con un'altra particella in rapido movimento. Prima del traguardo dei 500.000 anni dopo il big bang, la materia esisteva sotto forma di elettroni e nuclei separati: lo stato della materia che chiamiamo plasma. Muovendo a ritroso nel tempo, il congelamento precedente fu quello occorso circa tre minuti dopo il big bang, quando si formarono i nuclei. **Prima di quest'epoca** nell'universo c'erano solo particelle elementari, e se un protone e un neutrone si fossero uniti a formare un nucleo sarebbero stati separati violentemente dalle successive collisioni fra particelle. Dopo i primi tre minuti i nuclei poterono restare stabili (anche se, per ragioni di cui ci occuperemo fra poco, nel big bang si formarono solo i nuclei fino all'elio e al litio: tutti gli altri elementi furono prodotti in seguito nelle stelle). **Procedendo** ancora a ritroso, da tre minuti a circa dieci milionesimi di secondo, l'universo era una massa formicolante di particelle elementari: protoni, neutroni, elettroni e tutto il resto dello zoo delle particelle. A dieci milionesimi di secondo l'universo si era raffreddato abbastanza da permettere ai quark di unirsi assieme a formare le particelle elementari. Prima di questo tempo c'erano solo leptoni e quark, e dopo di esso ci furono i leptoni e l'intero mare di particelle elementari che sono contenute nel nucleo.



Il primo decimiliardesimo di secondo

Da quando l'universo raggiunse l'età di dieci milionesimi di secondo in poi, i grandi congelamenti implicarono mutamenti nello stato fondamentale della materia. Prima di quel tempo ci furono altri tre congelamenti, ognuno dei quali implicò forze anziché materia. Quando i quark «si congelarono» a formare le particelle elementari, le forze che agivano nell'universo erano molto simili a come possiamo osservarle oggi.

C'erano quattro forze distinte: forte, elettromagnetica, debole e gravitazionale. Ma prima di allora nella storia dell'universo, quando la temperatura era più calda, alcune di queste forze, o forse tutte, dovevano essere unificate. Una a una, esse si fondono assieme mentre procediamo a ritroso nel tempo finché, al primissimo inizio, c'era una sola forza che abbracciava tutto. La tavola cronologica per l'unificazione delle forze, secondo le nostre teorizzazioni attuali è la seguente:

1/10.000.000.000 di secondo: le forze debole ed elettromagnetica si unificano in una forza detta elettrodebole. Le temperature dell'universo a quest'epoca possono essere riprodotte sulla Terra nei grandi acceleratori. Noi possiamo avere quindi una certa fiducia nella nostra comprensione dell'universo da un decimiliardesimo di secondo a oggi, poiché possiamo verificare in laboratorio le nostre teorie su ciò che accadde.

1/1.000.000.000.000.000.000.000.000.000 (o 10^{-33})

di secondo: la forza forte si unifica con la forza elettrodebole, lasciando isolata solo la gravità. Durante questo congelamento accaddero altri due eventi importanti: l'intero universo si espanse rapidamente da qualcosa di più piccolo di una particella elementare a qualcosa di grande come un pompelmo (un processo noto come «inflazione») e l'antimateria cominciò a sparire, annullandosi con la materia per produrre radiazione. Le Grandi Teorie Unificate che descrivono questo congelamento fanno predizioni su esperimenti di laboratorio e possono perciò essere verificate. I risultati di questi test non sono stati finora conclusivi.

1/1 0.000.000.000.000.000. 000.000.000.000.000.000.00

0.000 (ossia 10^{-43}) di secondo: noto come il tempo di Planck (da Max Planck, uno dei fondatori della meccanica quantistica), questo tempo segna l'unificazione suprema. Dal big bang fino a questo istante, tutte le quattro forze dell'universo erano unificate, e le cose furono così belle e semplici ed eleganti come più non si sarebbe potuto.

Le particelle della materia nella sua forma più fondamentale interagivano fra loro attraverso il mezzo di una singola forza unificata. Da allora tutto è andato declinando.

La radiazione cosmica di fondo nelle microonde.

In qualsiasi direzione osserviamo dalla Terra, piove verso di noi la radiazione nelle microonde proveniente dallo spazio cosmico.

Questa radiazione, scoperta nel 1964, costituisce la prima grande verifica del big bang. La ragione è questa: ogni oggetto emette radiazione, e il tipo di radiazione dipende dalla sua temperatura. Il nostro corpo, per esempio, emette radiazione infrarossa perché ha una temperatura di quasi 37° C. Se l'universo ha avuto inizio da uno stato caldissimo ed è andato continuamente espandendosi e raffreddandosi da allora, dovrebbe avere oggi una temperatura di circa tre gradi privi di stelle, simili a deserti.

Questi vuoti, che possono avere un diametro di milioni di anni-luce, rimasero totalmente sconosciuti sino all'inizio degli anni ottanta, quando tecniche moderne di analisi dei dati permisero agli astronomi di evidenziare le aree vuote nonostante che la luce di galassie poste dietro di esse splendesse attraverso queste regioni raggiungendo la Terra.

Il modo migliore per visualizzare il nostro quadro attuale dell'universo è quello di immaginare di tagliare delle sezioni in una schiuma di sapone. Si vedrebbero allora una serie di bolle vuote circondate ciascuna da una sottile lamina di acqua saponata. Se sostituiamo la lamina con superammassi e le bolle con i vuoti, abbiamo un'immagine dell'universo.

L'ultima frontiera

Il compito principale che la presente generazione di cosmologi si trova ad affrontare è quello di trovare le leggi che governarono la prima frazione di secondo del big bang; questo compito è soggetto al vincolo formidabile che quelle leggi devono produrre un universo in cui la materia è raggruppata in galassie, e le galassie sono raccolte in superammassi separati da vuoti, ma in cui la radiazione cosmica di fondo nelle microonde è uguale in qualsiasi direzione si osservi. Trovare una tale teoria non è affatto un compito semplice, e molti scienziati brillanti ci hanno tentato invano. Pare quasi che, quanto più impariamo sulla struttura dell'universo, tanto più difficile diventi far combinare tutti i pezzi. Alcuni scienziati sono stati indotti da questa situazione a sperare che quando avremo trovato finalmente una teoria funzionante, essa sia anche l'unica teoria in grado di spiegare ogni cosa: che sia cioè l'attesa Teoria di Tutto

