

[as]

Crescita in tempi di inflazione.

L'universo che osserviamo oggi è un luogo molto disomogeneo: la massa visibile è concentrata in "isole di materia" ad alta densità, le galassie e gli ammassi di galassie, circondate da enormi regioni vuote. Anche la materia oscura ha una distribuzione simile: la densità degli aloni di materia oscura che circondano le galassie è tipicamente un milione di volte più alta della densità media di tutto l'universo.

Nelle prime fasi dell'evoluzione dell'universo però la situazione era molto diversa. La mappa del fondo cosmico di microonde mostra un universo che, tredici miliardi di anni fa, era estremamente omogeneo: la differenza relativa tra le densità di due diverse regioni era, tipicamente, solo dello 0,001%.

L'evoluzione dall'universo omogeneo "fotografato" dal fondo cosmico di microonde e quello disomogeneo osservato oggi è spiegata molto bene dal modello cosmologico standard. Le regioni inizialmente più dense attraggono materia dalle regioni circostanti, diventando

sempre più dense e compatte, mentre le regioni vuote cedono sempre più massa e aumentano di volume a causa dell'espansione dell'universo. Resta però da capire come abbiano avuto origine le piccolissime disomogeneità iniziali da cui, nel corso di tredici miliardi di anni, si sono formate le strutture cosmiche. Oggi si pensa che queste fluttuazioni primordiali della densità siano state prodotte in un'epoca molto antecedente a quella della formazione del fondo cosmico di microonde: l'epoca dell'inflazione. In questa fase dell'evoluzione cosmologica, la velocità di espansione dell'universo aumenta esponenzialmente nel tempo, a differenza di quello che succede per la maggior parte della sua evoluzione successiva, in cui l'espansione rallenta a causa della natura attrattiva della forza di gravità (per poi ricominciare ad accelerare solo di recente, a causa dell'azione dell'energia oscura, vd. fig. c p. 7). Questa rapidissima espansione dell'universo (vd. fig. a) fa sì che due punti, inizialmente a distanze

microscopiche l'uno dall'altro, si ritrovino, alla fine dell'inflazione, a distanze cosmologiche.

La stessa sorte tocca alle *fluttuazioni quantistiche*. Queste sono minuscole increspature dello spaziotempo che in epoche "normali" rimangono confinate su scale microscopiche e vivono per tempi brevissimi. Durante l'inflazione, invece, le fluttuazioni quantistiche vengono espanse su scale cosmologiche e rimangono "congelate" fino a quando, una volta terminata l'inflazione, danno origine alle fluttuazioni di temperatura che vediamo nel fondo cosmico di microonde. I risultati di Planck, e degli esperimenti precedenti, sono in ottimo accordo con questo meccanismo per la produzione delle fluttuazioni primordiali, mentre hanno consentito di escludere diverse ipotesi alternative. L'obiettivo ora, anche attraverso lo studio della polarizzazione del fondo cosmico di microonde, è quello di mettere alla prova i dettagli dei diversi modelli che cercano di spiegare il meccanismo dell'inflazione. [Massimo Pietroni]

