



Dal Polo Sud la prova dell'inflazione dell'Universo

E. Coccia

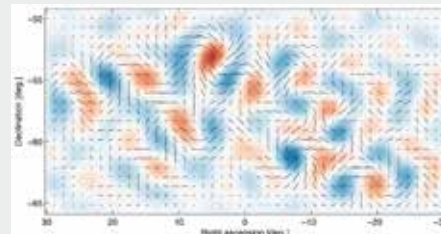
Il telescopio antartico **BICEP2** ha rivelato le impronte delle onde gravitazionali primordiali impresse nel fondo cosmico a microonde, visto in polarizzazione. Il livello di significatività di questo risultato è superiore a 5 deviazioni standard, il che vuol dire che ci possiamo credere. Il risultato è di enorme importanza perché è in grado di darci informazioni inedite e straordinarie sull'Universo appena nato.

Dal Big Bang a oggi ci separano circa 14 miliardi di anni. Il fondo di radiazione cosmica viaggia fino a noi quasi da quell'epoca: l'Universo aveva solo 380 000 anni di vita quando la temperatura scese abbastanza da rendere possibile la combinazione degli elettroni con i protoni e i nuclei leggeri. Dando origine agli atomi, oggetti neutri, l'Universo diventò trasparente, permettendo alla radiazione elettromagnetica, cioè ai fotoni, di propagarsi liberamente. La radiazione risalente a quell'epoca, raffreddatasi ulteriormente per l'espandersi dell'Universo, viene oggi a costituire il cosiddetto fondo a microonde, scoperto per caso nel 1964 da Arno Penzias e Robert Wilson.

Guardando lontano, ai confini dell'Universo osservabile vediamo quindi una sorta di sipario che rende impossibile, usando le onde elettromagnetiche, capire com'era fatto il cosmo quando esso era più giovane di 380 000 anni. Ma, straordinariamente, su questo sipario sono impresse le tracce della misteriosa storia precedente. Prima

il satellite COBE, poi l'esperimento su pallone **BOOMERANG**, e poi ancora e con maggior dettaglio i telescopi spaziali **WMAP** e **PLANCK** hanno misurato nel fondo piccole fluttuazioni di temperatura, ovvero regioni nelle quali materia ed energia erano più o meno dense. Queste fluttuazioni hanno poi generato le strutture dell'Universo: galassie e ammassi di galassie. In verità sono fluttuazioni molto piccole, così piccole che per giustificare la sostanziale uniformità di questo fondo occorre supporre che l'Universo appena nato, caldissimo e uniforme, sia stato sottoposto improvvisamente a un'enorme stiramento dello spaziotempo, una fase di espansione violenta cui si dà il nome di inflazione. La conseguente tempesta spaziotemporale ha dato luogo a onde di spaziotempo, cioè onde gravitazionali. Queste spremono e dilatano lo spaziotempo secondo una geometria caratteristica "tensoriale", che influenza anche la polarizzazione della radiazione elettromagnetica che incontrano.

Il telescopio BICEP2 è situato al Polo Sud, dove le condizioni di freddo secco e aria stabile realizzano una situazione di pulizia nelle osservazioni vicina a quella



Credit: BICEP2 Collaboration

che si trova nello spazio. Gli scienziati di BICEP2 hanno esaminato la radiazione a microonde in polarizzazione su scale spaziali nel cielo che si estendono da uno a cinque gradi, cioè da due a dieci volte la larghezza della Luna piena, riuscendo a misurare le tracce delle onde gravitazionali.

L'ampiezza delle onde viene calcolata misurando il rapporto tra le fluttuazioni tensoriali, i cosiddetti modi B, dovute alle onde gravitazionali e quelle scalari dovute solo alla densità. Gli esperimenti condotti fino a oggi suggerivano un limite superiore, per questo rapporto, pari a circa 0.1. Il numero trovato da BICEP2 è praticamente il doppio: 0.2.

Questo risultato ci dice quindi che l'Universo appena nato ha avuto una fase di inflazione. Ci suggerisce anche quando l'inflazione ha avuto luogo e quanto sia stato potente il processo, spezzando una lancia in favore delle cosiddette teorie di grande unificazione.

Come se questo non bastasse, le tracce lasciate sulla polarizzazione del fondo a microonde costituiscono un'ulteriore prova dell'esistenza delle onde gravitazionali. Ma attenzione, queste onde sono state prodotte in un momento in cui l'Universo era nella sua primissima fase e la gravità era in regime quantistico. Studiare questa fase è il sogno di chiunque voglia conciliare la Relatività Generale e la Meccanica Quantistica.

[Per saperne di più]