

# MI SI È RISTRETTO L'UNIVERSO

Lo spazio che contiene ogni cosa, galassie, stelle, pianeti, si espanderà per sempre? Secondo l'ultimo studio di scienziati italiani, sembra di sì. Esistiamo in un cosmo chiuso, come fosse una sfera. E, in teoria, se lo percorressimo tutto torneremmo al punto di partenza.

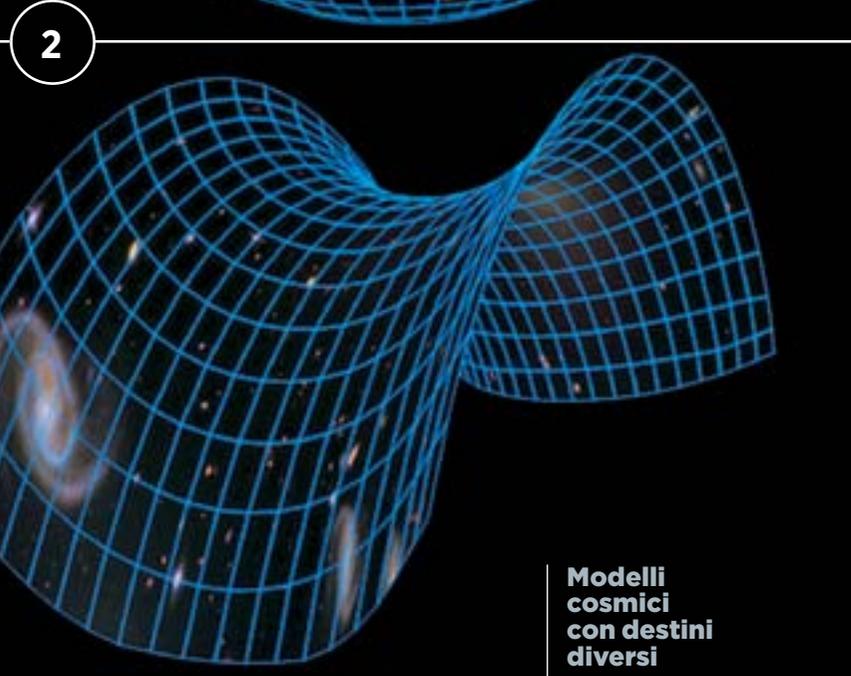
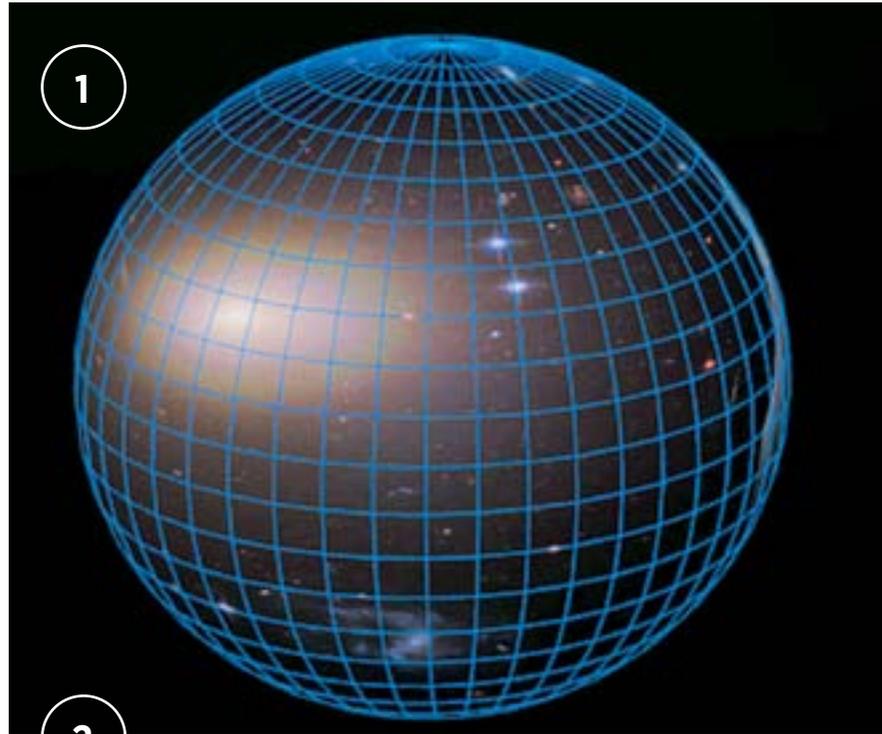
di Luca Sciortino

**U**na delle questioni irrisolte della cosmologia moderna sorge da un esperimento mentale: immaginando di allontanarci dalla Terra andando sempre più in alto, dove arriveremmo se avessimo un tempo infinito a nostra disposizione? I fisici hanno un modo tutto loro di formulare questa domanda, ereditata dalla teoria della Relatività generale di Albert Einstein proposta nel 1916. Teoria che ha sovvertito la nostra concezione dello spazio e del tempo: lo spazio che pensavamo immutabile è divenuto uno spazio-tempo deformabile dalla presenza della materia. Viviamo in una struttura a quattro dimensioni (tre per lo spazio e una per il tempo) che viene deformata in presenza di una massa.

Una stella, per esempio, curva lo spazio circostante e costringe i corpi celesti vicini a muoversi lungo linee curve. In questo contesto la domanda precedente diventa: l'universo è chiuso o piatto? Nel primo caso, se uno andasse sempre più lontano dalla Terra, prima o poi, in tempi immemorabili, tornerebbe al punto di partenza, come se si muovesse sulla superficie di una sfera.

**Se l'universo fosse piatto, a parte le curvature locali prodotte dalla materia, dominerebbe la geometria euclidea:** chi si allontanasse sempre più dal nostro pianeta non tornerebbe mai al punto di partenza.

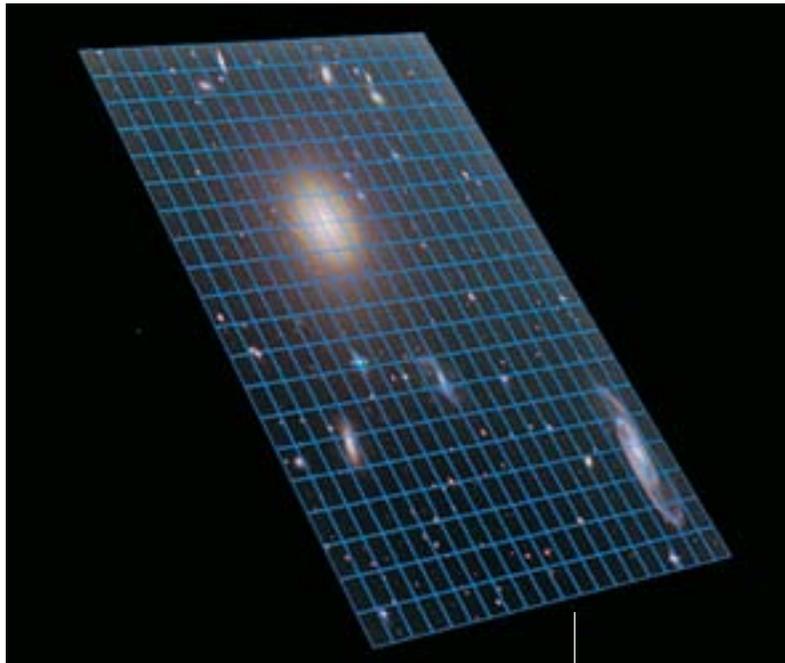
Per quanto sia difficile affrontare questo problema, nel tempo abbiamo raccolto sempre più indizi per azzardare una risposta. L'ultima in ordine di tempo, appena pubblicata su *Nature Astronomy*, si basa su un'analisi dei più recenti dati provenienti da Planck Surveyor, la missione spaziale per raccogliere informazioni sulla radiazione elettromagnetica chiamata «fondo cosmico» che permea l'universo ed è considerata la prova del Big Bang. Tre fisici, Alessandro Melchiorri dell'Università Sapienza di Roma, Eleonora Di Valentino dell'Università di Manchester e Joseph Silk dell'Università Sorbona di Parigi, rimettono in discussione l'ipotesi fin qui più accreditata, secondo cui l'universo è piatto, e dimostrano che l'ipotesi di un universo chiuso è più verosimile. «Il modello cosmologico di un universo piatto era compatibile con le misure



**Modelli cosmici con destini diversi**

1. Sopra, **lo spazio è chiuso come la superficie di una sfera**, ed è probabile che si espanda per indefinitamente. 2. Il disegno sotto rappresenta un **universo aperto, curvato come una sella**, con un'espansione in accelerazione.

della radiazione cosmica di fondo effettuate a fine anni Novanta dall'esperimento BOOMERanG e confermate nel 2002 dalla missione Nasa WMAP» spiega Melchiorri. «Analizzando i risultati ottenuti da Planck Surveyor abbiamo però trovato che la curvatura dell'universo è maggiore di quello che si pensava. Ciò suggerisce che potrebbe essere chiuso, e la probabilità che questo sia vero è superiore del 99 per cento». Lo studio di Melchiorri e dei suoi colleghi è importante perché nelle precedenti analisi teoriche



dei dati di Planck Surveyor si chiamava in causa una fluttuazione statistica per mantenere in piedi l'ipotesi di un universo piatto. «Noi abbiamo mostrato non solo che quella potrebbe essere un'interpretazione sbagliata ma che il modello cosmologico deve essere rivisto prendendo in considerazione l'idea di una nuova fisica».

«Un modello chiuso» aggiunge Eleonora Di Valentino, coautrice dell'articolo «non è infatti in accordo con molti altri dati. Quindi, o sono presenti errori sperimentali o forse siamo vicini a una nuova rivoluzione cosmologica».

Per farsi un'idea di come fanno i fisici a calcolare la curvatura dello spazio, bisogna tener presente che il suo valore è determinato da tutta la materia e l'energia contenute nell'universo, di fatto dalla loro densità media e da una costante chiamata «costante cosmologica», un valore che resta sempre uguale in qualunque circostanza. Questa costante è responsabile di una energia oscura, non rilevabile direttamente, che si oppone alla gravità e favorisce un'espansione accelerata dell'universo. L'energia oscura può essere compresa immaginando un palloncino su cui abbiamo segnato con un pennarello due puntini. Se il palloncino viene gonfiato, la distanza fra i punti aumenta. Lo stesso accade ai corpi celesti e alle galassie: le loro distanze crescono man mano che lo spazio si espande.

**Secondo i fisici, l'universo sarebbe sorto da una «singolarità»: ossia una sorta di regione estremamente calda e densa,** il Big Bang, avrebbe creato lo spazio stesso, che ha poi iniziato a espandersi. Le evidenze decisive per questa teoria sono arrivate oltre 50 anni fa con la scoperta della radiazione cosmica di fondo che, provenendo da tutte le direzioni dello spazio, è interpretata come la radiazione residua originata dopo il Big Bang. Più ci spingiamo a guardare nelle profondità dell'universo, più riusciamo a vedere indietro nel tempo, vicino al momento del Big Bang: dato che la velocità della luce è finita, più le galassie sono lontane più le vediamo come erano milioni di anni luce fa.

Dire che viviamo al 99 per cento in un universo curvo, come sostiene lo studio, ha una serie di implicazioni. Prima di tutto, senza voler chiamare in causa l'esistenza dell'energia oscura, l'universo proseguirebbe la sua espansione finché la gravità non prenderebbe il sopravvento, provocando una

contrazione che si concluderebbe con il cosiddetto Big Crunch: l'implosione su se stesso. «I dati in nostro possesso sembrano indicare però la presenza di un'energia oscura, di cui comunque non sappiamo quasi nulla, che sarebbe capace di far espandere l'universo indefinitamente» precisa Melchiorri.

Nel 2001 Paul Steinhardt e Neil Turok, due fisici all'epoca presso le università di Cambridge e Princeton, rispettivamente, avanzarono l'ipotesi che la storia dell'universo consista in un ciclo di espansioni e contrazioni che si ripete senza fine. Ciascun ciclo consiste in un Big Bang, un'espansione durante la quale l'universo raddoppia ogni dieci miliardi di anni circa, fino a rallentare, collassare e generare dunque un nuovo Big Bang. In questo modello ciclico non sarebbe necessario ipotizzare un inizio. Ma se l'universo prosegue indefinitamente la sua espansione, come suggerisce Melchiorri, è invece necessario supporre un punto di partenza e concludere che la sua espansione è eterna.

Un'altra questione importante è che ci sia oltre questo universo chiuso, che ora è l'ipotesi più concreta. «Potrebbe essere che esista un multiverso» risponde Melchiorri alludendo alla teoria di un fisico di Stanford, Andrej Linde. Un multiverso può essere immaginato come una serie di universi con diverse leggi della fisica e spazi-tempi differenti, magari infiniti in numero. Quindi anche nel caso di un universo chiuso, e dunque finito benché illimitato (cioè senza frontiera), il dilemma finito-infinito tornerebbe a tormentarci. ■

### Ultima ipotesi: l'universo piatto

Se la densità media dell'universo è uguale alla densità critica, allora la sua geometria sarebbe piatta (euclidea).

**Un universo piatto si espande per sempre** a un ritmo decrescente.