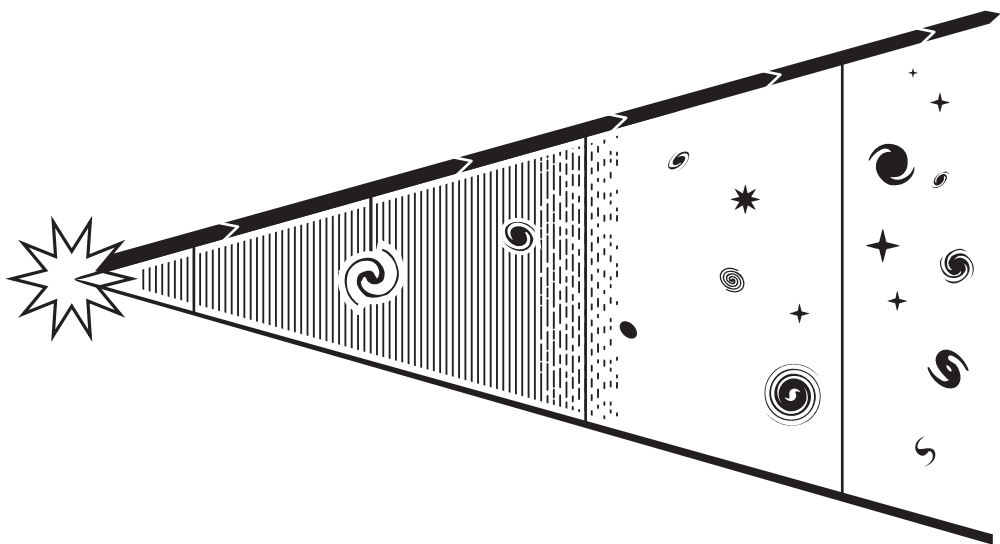


Capitolo primo

Le domande che hanno rivelato la nascita dell'Universo

L'Universo è nato circa 13,8 miliardi di anni fa. Se non avesse avuto un'origine e se fosse quindi sempre esistito, questo libro non avrebbe potuto essere scritto come una biografia, in quanto non ci sarebbe stata nessuna progressione o sviluppo nel corso del tempo e tutto sarebbe rimasto sempre uguale. Ma osservando gli angoli piú remoti dello spazio gli astronomi riescono a vedere i cambiamenti come se fossero disposti su una linea del tempo, e questo libro è un tentativo di tradurre in parole ciò che vedono, proprio come una biografia.



Nel Big Bang, una zuppa di particelle fondamentali si è condensata formando la materia che vediamo oggi e la materia oscura che si nasconde. Dopo un periodo di oscurità, sono emerse le stelle e le galassie, dando origine all'alba cosmica.

Perché il cielo è scuro di notte?

La spettacolare nascita dell'Universo fu un'esplosione piccola, densa e calda, che diede origine al *fireball*¹, la grande esplosione primordiale le cui tracce sono visibili ancora oggi sotto forma di radiazione che pervade il tutto. La materia fuoriuscita si condensò formando le galassie, un fenomeno che è noto come espansione dell'Universo. Da qualche parte in quell'evento e in quella materia possiamo trovare le nostre origini.

C'è una semplice constatazione che giustifica l'analogia fra la storia dell'Universo e la vita dell'essere umano, che nasce e poi invecchia: il cielo notturno è buio. Di giorno, quando alziamo lo sguardo, la nostra linea di vista sale verso il firmamento; a volte punta dritto allo spazio, ma altre volte interseca una molecola d'aria e la sua direzione, quindi, cambia. Il nostro sguardo può finire sulla superficie del Sole, seguendo un percorso attraverso il cielo che lo collega a esso. Di conseguenza, vediamo il cielo luminoso. Di notte, la nostra linea di vista può puntare di nuovo direttamente allo spazio; anche in questo caso, può incontrare le molecole d'aria ed essere deviata, ma le molecole non saranno illuminate dalla luce solare. La linea di vista non si dirigerà quindi verso il Sole, ma si estenderà nello spazio per finire in qualche punto lontano dell'Universo. A volte interseca la superficie di una galassia o di una stella, ma perlopiú si dirige verso il nulla e, di conseguenza, il cielo notturno risulta essere buio.

Se l'Universo avesse un'estensione infinita e fosse interamente coperto di stelle, il nostro sguardo finirebbe sempre su una stella. Se ci troviamo in una grande foresta circondata da alberi, non importa in quale direzione ci rivolgiamo, il nostro sguardo finirà sempre su un tronco. Allo stesso modo, in un Universo infinito popolato di stelle, il nostro oc-

¹ Il *fireball*, che letteralmente significa «palla di fuoco», in fisica applicata designa la massa sferica di aria e materiali residui ad altissima temperatura che si forma in seguito all'esplosione di una bomba. In astrofisica, si riferisce alla grande esplosione primordiale da cui è nato l'Universo.

chio finirebbe sempre sulla superficie di una stella e il cielo notturno sarebbe luminoso come la superficie del Sole. Evidentemente non è così.

Questa contraddizione è nota come paradosso di Olbers, dal nome dell'astronomo tedesco di inizio Ottocento Heinrich Wilhelm Olbers (1758-1840), che non era solo un importante medico di Brema, ma anche un appassionato astronomo dilettante. Da studente, apprese sia la medicina sia la matematica. Si dice che avesse sviluppato un nuovo modo per calcolare le orbite delle comete mentre era seduto al capezzale di un paziente malato; installò un telescopio in una stanza al piano superiore di casa sua, da cui osservava le comete. Gli bastavano appena quattro ore di sonno a notte, e per questo fu in grado di portare avanti due carriere: una vita professionale intensa come medico e la sua passione come astronomo. È stato definito il più grande degli astronomi dilettanti, e anche il suo lavoro di medico sembra essere stato degno di rispetto.

Brema è un porto nel Nordovest della Germania, tra la Danimarca e i Paesi Bassi, vicino al Mare del Nord. Il suo clima non è ideale per l'astronomia, e forse fu proprio mentre aspettava che le nuvole si diradassero che nel 1823 Olbers scrisse un importante articolo, tuttora influente e recentemente oggetto di molte discussioni, sul paradosso del perché il cielo notturno è buio. Il suo articolo portò l'attenzione sul paradosso, anche se la questione aveva una storia molto più antica, dato che diversi illustri scienziati l'avevano discussa prima di lui. L'importanza e l'aiuto che fornì alla comprensione della nascita dell'Universo furono riscoperti solo nel 1960.

Olbers formulò il paradosso immaginando che l'Universo fosse popolato in maniera più o meno uniforme da una galassia infinita di stelle, come si credeva comunemente all'epoca. Oggi sappiamo che la nostra Galassia si estende solo fino a una distanza di circa 200 000 anni luce, ma l'Universo è abitato in modo più o meno uniforme da galassie fino a una distanza molto maggiore; il passaggio dalle stelle alle galassie non cambia la sostanza del ragionamento di Olbers. La soluzione al paradosso è che ci devono essere grandi spazi tra le galassie, linee di vista che si comportano come corridoi tra

una e l'altra, che ci permettono di vedere attraverso gli spazi la regione vuota che si trova al di là di esse. È come se gli alberi, nell'analogia citata sopra, fossero in realtà raggruppati in un piccolo bosco e fra alcuni tronchi si potesse guardare verso l'aperta campagna che si trova al di là di essi.

Il paradosso di Olbers implica che di notte, attraverso gli spazi vuoti che creano linee di vista attraverso le galassie, possiamo vedere il confine dell'Universo. Non ci sono galassie o stelle oltre quel confine: la maggior parte delle linee di vista si dirige verso il nulla ed è per questo che la notte è buia. Questa spiegazione è formulata in termini facili da visualizzare e in generale è abbastanza corretta, ma non nei dettagli, perché l'Universo non è un insieme di galassie isolate in uno spazio altrimenti vuoto, bensì una regione curva e finita che nel suo complesso è costituita da un grande volume interamente riempito di galassie.

Il limite di Olbers risiedeva nel fatto che non conosceva la curvatura dello spazio perché visse un secolo prima di Albert Einstein, ma lo scienziato ebbe il merito di formulare l'importante argomentazione che l'Universo ha delle dimensioni circoscritte. Ciò ha una conseguenza ancora più significativa: l'Universo deve essere finito anche nel tempo, perché la limitazione delle dimensioni è stabilita dalla sua età. Quando la nostra linea visiva si estende in lontananza, penetra anche nel passato, dato che la luce viaggia a una determinata velocità. Noi vediamo un'istantanea del passato trasportata da quella luce. Poiché l'Universo ha avuto un punto d'origine, nessuna luce può raggiungerci da un tempo precedente alla sua nascita: l'età dell'Universo fissa un orizzonte nella nostra visione dello spazio oltre il quale non possiamo vedere. Il confine dell'Universo si trova a una distanza corrispondente a quella percorsa dalla luce a partire dalla nascita dell'Universo stesso. Se osserviamo l'oscurità del cielo notturno tenendo conto della velocità della luce, avremo una prova convincente dell'ipotesi che l'Universo ha avuto un punto d'origine: una nascita, appunto.

In generale, l'intera biografia dell'Universo è disposta a ritroso lungo una linea di vista che attraversa lo spazio dalla

Terra verso l'esterno, estendendosi fino a una certa distanza limitata e un certo tempo limitato nel passato. Guardando in lontananza, gli astronomi possono osservare la sequenza di eventi che si sono succeduti da quando è nato l'Universo. In linea di principio, se gli astronomi riescono a cogliere l'Universo nella sua interezza, significa che possono vedere tutta la sua vita. Naturalmente, gli eventi precedenti sono piú remoti e meno distinti di quelli vicini: la storia piú lontana è meno chiara di quella piú vicina. Ma questo vale sempre quando si parla di storia. Inoltre, gli eventi a cui abbiamo assistito in passato non sono *davvero* i predecessori degli eventi che si verificano ora qui vicino a noi. Sono però eventi *simili* ai predecessori di quelli vicini.

L'obiettivo di disporre la vita dell'Universo su una linea del tempo spiega in gran parte perché gli astronomi sono ossessionati dalla costruzione di telescopi sempre piú grandi. Tutti sanno che questi scienziati usano i telescopi per scrutare lo spazio lontano, ma li utilizzano anche come macchine per guardare indietro nel tempo: piú grande è il telescopio, piú lontano può vedere, non solo nello spazio ma anche nel tempo (tavola 2).