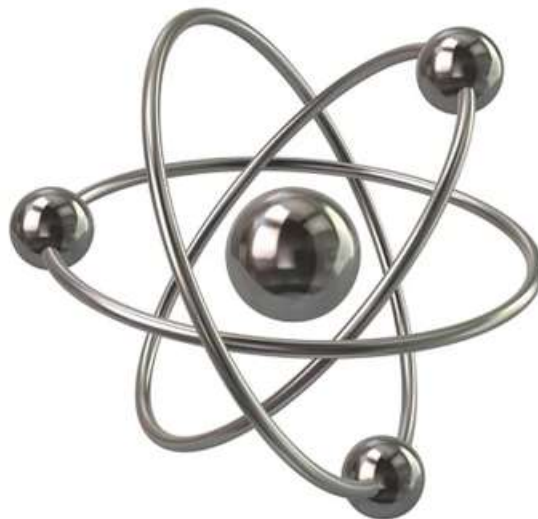


CORSO BIG BANG

2022-2023

LEZIONE 1





Oggi si ritiene che l'universo abbia avuto inizio, se lo ha avuto, con un evento chiamato appunto Big Bang.

Quello che si presume è che circa 13.8 miliardi di anni fa c'è stata una fase in cui l'universo era un concentrato di particelle subatomiche tutte compresse in un punto senza dimensioni. Poi, improvvisamente, lo spazio si espanse e nacque l'Universo così come noi lo conosciamo.

Per noi umani il modo più semplice di capire le cose è quando le vediamo. Se possiamo comprendere un qualcosa ad occhio nudo sembra facile capirne gli effetti e le cause, ma cosa avviene in situazioni che sono completamente invisibili all'occhio umano? I misteri che circondano le infinite vastità dello spazio nascono in modo naturale nella nostra mente, per via del fatto che non possiamo, purtroppo, osservare la gran parte dell'Universo.

Allo stato attuale della conoscenza, gli scienziati ritengono che l'universo abbia avuto inizio, sempre che lo abbia avuto un inizio, con un evento chiamato appunto Big Bang.

Si presume che questo sia avvenuto circa 14 miliardi di anni fa quando il TUTTO era compresso in un puntino senza dimensioni.

Poi, improvvisamente, non si sa perché, anzi forse un po' lo si sa, lo spazio si espanse e nacque l'Universo così come noi lo conosciamo.

Possiamo considerare il Big Bang come una immensa esplosione di dimensioni inimmaginabili che ha determinato la formazione di una nebbia fittissima composta da gas e polveri che espandendosi ha dato origine all'universo. Universo che è ancora oggi in continua espansione.

L' universo, l'uno che comprende tutto, il massimo insieme che include tutte le cose piccole e grandi anche quelle così lontane di cui non possiamo neanche sospettare l'esistenza anche quelle cose immateriali ma reali come l'energia, lo spaziotempo, la gravità, le leggi della fisica

da quel primo remoto istante da cui possiamo iniziare a contare il tempo sono nate migliaia di miliardi di galassie come la Via Lattea 300 miliardi di stelle dagli 800 miliardi ai 3,2 trilioni di pianeti

Dal ritmo di espansione dello spazio causata dal Big Bang, si può dedurre che, appunto, all'incirca 13,8 miliardi di anni fa l'Universo si trovava in una fase iniziale caratterizzata da temperature e densità inimmaginabili.

L'ALBA DELLA SCIENZA MODERNA

la Scienza ribalta le nostre impressioni, le nostre esperienze e ci trasporta verso una comprensione delle cose che spesso ci allontana dal senso comune.



Corso «Big Bang»- 2022/23 – Lezione 1 - UTE San Donato Milanese & San Giuliano Milanese a cura di Sandro Succi

L'alba è il momento magico cantato dai poeti, l'attimo di separazione tra un prima e un dopo, tra il buio e la luce. Sicuramente ricorderete la prima aurora che avete aspettato in riva al mare.

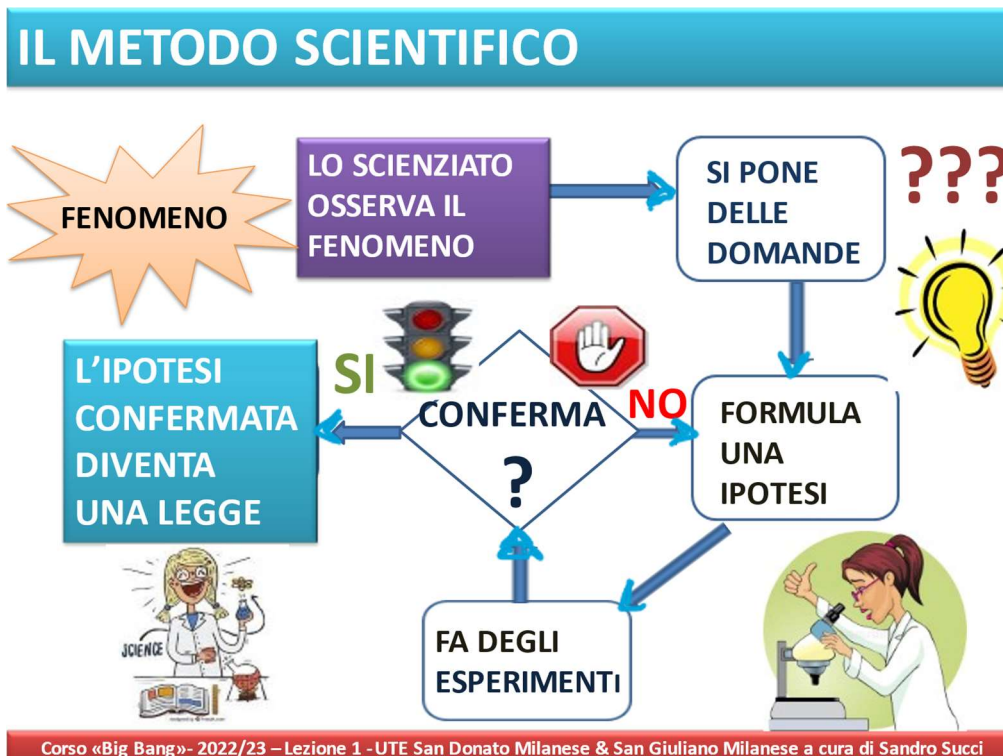
L'alba sembrava quasi venirci incontro, mentre invece eravate voi che andavate verso la luce, trasportati dalla rotazione del nostro pianeta. Le nostre percezioni sono ribaltate, siamo noi che spuntiamo, in realtà, non il Sole.

Allo stesso modo, la Scienza ribalta le nostre impressioni e ci trasporta verso una comprensione delle cose che spesso non ha niente a che fare con il senso comune.

L'alba, intesa come qualcosa che esiste ma ancora non si è trasformata in giorno è la metafora migliore per descrivere la scienza, qualcosa che c'è ma che non è completamente realizzata.

La vera scienza consiste nell'avere più dubbi che certezze.

Solo ciò che è stato sperimentato e confermato dal metodo scientifico può ritenersi vero.



Fu Galileo Galilei a introdurre il metodo scientifico sperimentale: esso si basa su una prima osservazione, seguita da un esperimento, sviluppato in maniera controllata, in modo tale che si possa riprodurre il fenomeno che si vuole studiare.

L'INIZIO

Prima il nulla poi il big bang una fragorosa esplosione di dimensioni inimmaginabili che ha determinato la formazione di una nebbia luminosissima composta da gas e polveri che espandendosi ha dato origine all'universo che ancora oggi è in continua espansione.

L'Universo dal latino universus, unus versus, ossia uno avvolto, l'uno che comprende tutto, il massimo insieme che include tutte le cose piccole e grandi, anche quelle così lontane di cui non possiamo neanche sospettare l'esistenza, anche quelle cose immateriali ma reali come l'energia lo spazio-tempo le leggi della fisica.

Da quel primo remoto istante da cui possiamo iniziare a contare il tempo sono nate miliardi di miliardi di galassie come la Via Lattea 300 miliardi di stelle e dagli 800 miliardi ai 3,2 trilioni di pianeti

IL BIG BANG

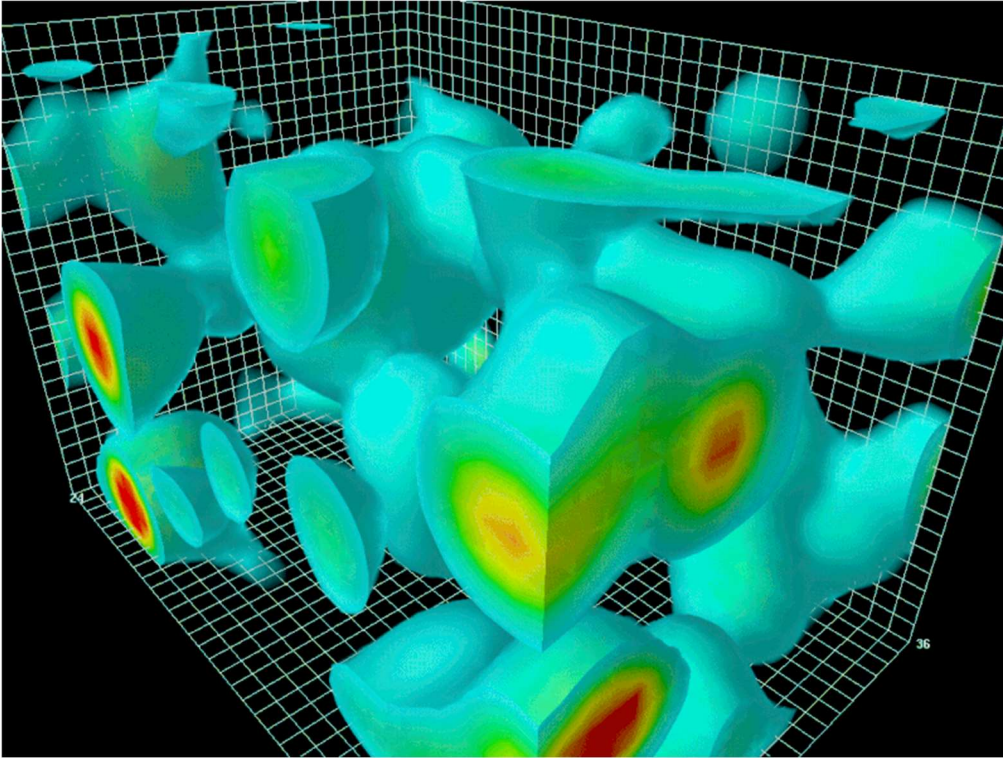


Corso «Big Bang»- 2022/23 – Lezione 1 -UTE San Donato Milanese & San Giuliano Milanese a cura di Sandro Succi

Come avrete avuto occasione di vedere, l'immagine del Big Bang viene rappresentata come una immensa esplosione.

In realtà il Big Bang non è stata un'esplosione, nel senso che nulla è stato scagliato a partire da un punto centrale: è l'universo stesso che si è espanso creando lo spazio, trascinando nell'espansione tutta la materia e tutte quelle cose immateriali, ma reali, come il tempo, la gravità, le leggi stesse della fisica.

Al momento del Big Bang, l'universo era concentrato in un punto probabilmente più piccolo di un atomo. Ma su questo stadio primordiale non sappiamo praticamente nulla. La scienza non ha, ancora, una risposta esatta.



Possiamo soltanto dire che, in quelle primissime fasi, l'universo era composto da un concentrato caldissimo di energia soggetto a fluttuazioni di natura "quantistica", cioè di comparsa e scomparsa di particelle subatomiche di dimensioni inferiori alla lunghezza minima misurabile o lunghezza di Planck e con una durata di vita inferiore al tempo minimo misurabile (*Il tempo di Planck è il tempo che impiega un fotone che viaggia alla velocità della luce per percorrere una distanza pari alla lunghezza di Planck. In fisica il tempo e la lunghezza di Planck sono le unità naturali di misura, non più divisibili, del tempo e dello spazio*).

Ma se queste particelle compaiono e scompaiono prima ancora che noi possiamo vederle come facciamo a capire che esistono? Dai loro effetti. Ce ne accorgiamo perché emettono delle radiazioni. (il vento) il fatto è che nel mondo microscopico, cioè, nel mondo quantistico, non c'è mai nulla di perfettamente fermo, ma tutto si muove come in un calderone d'acqua in ebollizione.

(come caratteristica fondamentale, la meccanica quantistica descrive la radiazione e la materia sia come fenomeni ondulatori che come entità particellari, al contrario della meccanica classica, che descrive la luce solamente come un'onda e, ad esempio, l'elettrone solo come una particella).

La cosa impressionante è che appena dopo il Big Bang, già nei primi istanti avvengono cose fondamentali. Nel primo miliardesimo di secondo si formano lo spazio il tempo e la forza di gravità.

E anche ognuno di noi. Ognuno di noi, inteso come l'insieme di atomi di cui siamo costituiti, eravamo dentro quel puntino di energia; quindi, si può affermare che abbiamo dentro un po' di materiale del Big Bang. Pertanto, abbiamo 13,8 miliardi di anni.

Questo fatto, che in quel momento si formano lo spazio e il tempo, è un po' difficile da capire. Lo spazio e il tempo esistono, noi viviamo immersi nello spazio, abbiamo il nostro tempo scandito dal nostro pianeta, il giorno la notte, le ore.... Non riusciamo a immaginare che non ci siano né lo spazio né il tempo.

Il modo più semplice di capire le cose è quando le vediamo. Ma le cose che sono completamente invisibili all'occhio umano ci lasciano dentro un mistero. Sappiamo che l'Universo è in espansione e che crea ancora più spazio.

E, pur sapendo che il big bang rappresenta lo start del tempo, vi chiederete, come mi sono chiesto anch'io, come visualizzare nella nostra mente la situazione mnemonica dell'assenza completa di spazio e di tempo.

Ci vorrebbe un'immagine di tutto questo?

Tutti vorremmo vederla Giusto?

Ma non c'è.

Quindi, ricapitolando, l'Universo, dopo il Big Bang, con la comparsa della forza di gravità, subisce un'onda d'urto che fa espandere l'universo in maniera fortemente accelerata che ne aumenta le dimensioni di un miliardo di miliardi di volte in appena un miliardesimo di miliardesimo di secondo.

L'espansione continua ancora oggi.

L'immagine che ci viene in mente per giustificare questa espansione istantanea è, ancora volta una esplosione. Un'esplosione che inizialmente scaraventa le schegge, in questo caso le galassie, ad una velocità altissima per poi rallentare man mano che passa il tempo. Peccato che le osservazioni ci dicano che tutte queste schegge, le stelle, le galassie, invece di rallentare la loro corsa la stanno accelerando.

Dunque, se l'universo si espande, e si espande ad una velocità che noi conosciamo, vuol dire che nel passato, procedendo a ritroso, come in un rewind, la distanza tra qualunque coppia di punti diventa sempre più piccola e quindi se andiamo sempre più all'indietro nel tempo arriveremo al momento preciso t_0 in cui la distanza tra tutti i punti dell'universo è zero.

Dunque, c'è stato un momento in cui tutto ciò che noi oggi osserviamo, si trovava in una piccola particella puntiforme, che ha dato origine a tutto.

Ma chi è stato il primo a ipotizzare questo evento?

Georges Lemaitre *fisico, astronomo e presbitero belga*

GEORGES
LEMAITRE

Fu il primo ad
ipotizzare
l'atomo
primigenio da
cui nacque la
teoria del
Big Bang



Corso «Big Bang»- 2022/23 – Lezione 1 -UTE San Donato Milanese & San Giuliano Milanese a cura di Sandro Succi

Fu il primo a capire che lo spostamento verso il rosso della luce delle galassie era la prova dell'espansione dell'universo e a proporre la relazione di proporzionalità fra la distanza delle stesse galassie e la loro velocità di recessione, poi confermata da osservazioni sperimentali con la legge di Hubble. Nel 1927 pubblicò l'*ipotesi dell'atomo primigenio*, oggi nota come teoria del Big Bang

George Gamow *fisico e cosmologo russo*



naturalizzato statunitense, ha lavorato su un gran numero di argomenti, fra cui il nucleo atomico, l'evoluzione stellare, la nucleosintesi stellare, la cosmologia, l'effetto **tunnel**. Ha contribuito inoltre in maniera importante alla comprensione dei sistemi di codificazione genetica utilizzati nella sequenza della catena elicoidale del DNA. Gamow fu uno strenuo sostenitore della teoria del Big Bang, e nei suoi lavori predisse ad esempio l'esistenza della Radiazione cosmica di fondo.

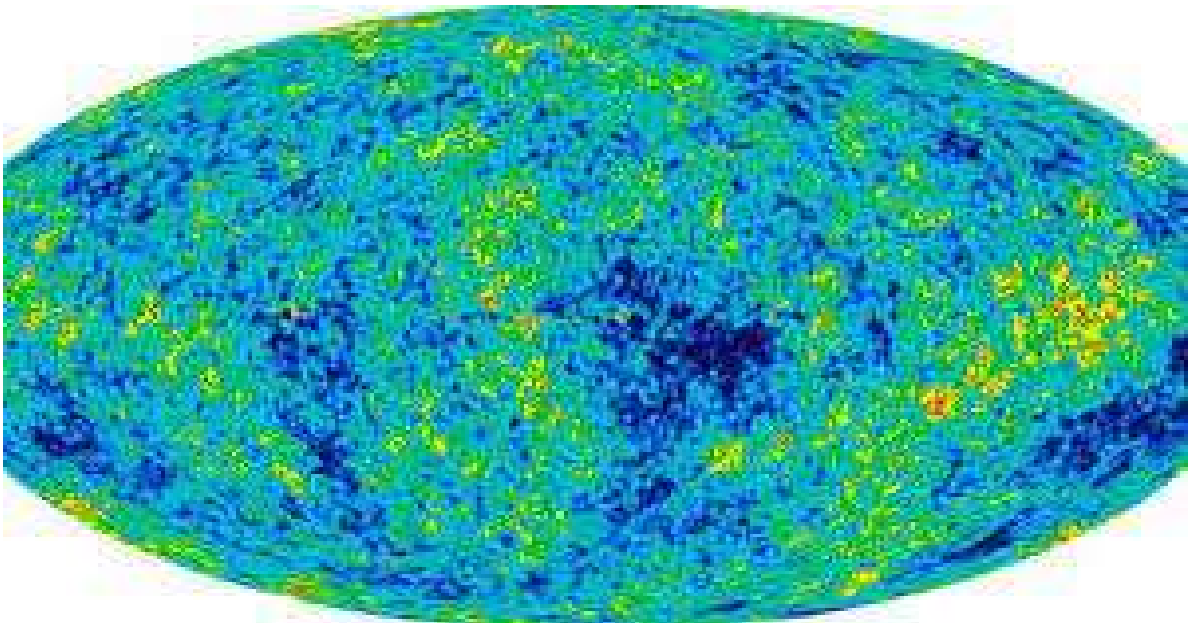
Il suo modello di Big Bang prevedeva che gli elementi chimici si sarebbero costituiti prima della nascita delle stelle, grazie alla presenza di un gas di neutroni molto caldo e straordinariamente denso.

Non ebbe il Nobel perché ritenuto...poco etico.

Beh, questi due geni, quasi sconosciuti ai più, furono pionieri dello scenario logico evolutivo, successivamente chiamato “Hot Big Bang”.

Ma fu solo a partire dalla metà degli anni 60 che questa descrizione dell'Universo fisico si affermò definitivamente, grazie a una scoperta non preventivata.

LA RADIAZIONE COSMICA DI FONDO



Nel 1965 due tecnici di una compagnia telefonica intercettarono casualmente una radiazione elettromagnetica estremamente debole e uniforme, residuo della bollente fase cosmica iniziale. Il fondo cosmico di microonde ci offre la straordinaria possibilità di osservare direttamente l'Universo giovane prima della formazione delle galassie quando esso era immensamente più compatto. In realtà l'esistenza di tale relitto cosmico era stata prevista su basi teoriche una ventina d'anni prima da Gamow, ma la sua previsione non ottenne l'attenzione della comunità scientifica. La sua teoria fu poi confermata dalla scoperta effettuata dai tecnici di cui sopra: si trattava della radiazione cosmica di fondo, cioè un mare di microonde.

(le microonde sono radiazioni ad altissima frequenza che eccitano gli atomi, i quali con l'energia incamerata si muovono più velocemente generando calore, quel calore che trasmesso da atomo ad atomo, di molecola in molecola, va a riscaldare il cibo che avevate messo nel forno).

Questa radiazione di fondo, dicevamo, pervade tutto lo spazio e rappresenta il piccolo calore residuo dell'immenso calore iniziale (parliamo di una temperatura residua di -270 gradi, appena $2,7$ gradi sopra lo zero assoluto, contro 1000 miliardi di gradi del momento iniziale). Lo zero assoluto ($-273,2$ °C) è quella condizione che si determina quando gli atomi sono perfettamente immobili e non generano quindi alcuna forma di energia, tra cui il calore.

MISURA DELLE DISTANZE COSMICHE



Siamo polvere di stelle, figli della vita e della morte di altri soli, siamo l'unico insieme di atomi, cosciente di essere un insieme di atomi. Ma non sempre abbiamo coscienza di essere dei microbi su un granello di sabbia che vaga in un universo di dimensioni inimmaginabili. Noi siamo abituati a ordini di grandezza di cm, mt, km ma per misurare le distanze cosmiche serviva un metro molto più lungo perché per poter misurare una distanza occorre l'unità di misura che abbia lo stesso ordine di dimensione

Esistono tre principali unità di misura per la misurazione dello spazio:

L'UNITA' ASTRONOMICA (UA).

Finché ci limitiamo al nostro sistema solare possiamo ancora parlare di milioni di km e assumere come unità di misura la Unità Astronomica (simbolo ufficiale: UA in Italia, AU nei paesi anglosassoni), che rappresenta la distanza media tra Terra-Sole, circa 150 milioni di km. (*ad esempio, la distanza media tra la terra e Giove è di 5.21 UA*). Questo valore è una unità di misura utile nell'ambito del Sistema Solare.

Queste sono le distanze medie dal Sole degli 8 pianeti del Sistema Solare, espresse in UA:

DISTANZE MISURATE IN UA	
MERCURIO.....	0,387 UA
VENERE.....	0,723 UA
TERRA.....	1 UA
MARTE.....	1,524 UA
GIOVE.....	5,209 UA
SATURNO.....	9,539 UA
URANO.....	19,18 UA
NETTUNO.....	30,06 UA

Corso «Big Bang» -2022/23 – Lezione 1- UTE San Donato Milanese & San Giuliano Milanese- a cura di Sandro Succi

Per quanto riguarda i pianeti nani che si trovano oltre l'orbita di Nettuno, non ha molto senso parlare di distanza media, in quanto hanno orbite molto eccentriche, comunque troviamo Plutone a 39 UA, Haumea a 43UA, Eris a 68 UA. Numeri inferiori al centinaio e quindi facili da ricordare o immaginare. Ma quando andiamo a vedere la stella a noi più vicina, Proxima Centauri, il numero non è più a portata di mano, infatti dista da noi 267.509 UA

Quando si comincia a parlare di distanze tra le galassie, a parte Andromeda che è la nostra vicina e che ci ingloberà tra qualche miliardo di anni, le altre hanno bisogno di un metro più lungo.

L'ANNO LUCE

Quando si comincia a parlare di distanze tra le galassie, a parte Andromeda che è la nostra vicina e che ci ingloberà tra qualche miliardo di anni, le altre hanno bisogno di un metro più lungo. L'Anno Luce appunto. L'Anno Luce è una misura di distanza ed è la distanza che la luce copre in un anno viaggiando a 300.000 km al secondo

1 anno luce = Km 9.460.800.000.000

(nove trilioni, quattrocentosessanta miliardi, ottocento milioni di Km)

LA VELOCITA' DELLA LUCE



Corre, corre veloce la luce, tanto, 300.000 km al secondo, oltre un miliardo di chilometri all'ora. Per quel che ne sappiamo, è la velocità più alta raggiungibile nell'universo. Ma quanti sono 300.000 km al secondo? Per avere un'idea, consideriamo il fatto che la luce ci mette circa un secondo ad arrivare dalla Terra alla Luna.

E per quanto riguarda il Sole, ci mette 8 minuti. Che vuol dire 8 minuti? Vuol dire che se il Sole scomparisse adesso, noi ce ne accorgeremo tra 8 minuti.

E per arrivare su Marte?

Ovviamente dipende, in media ci vogliono circa 12 minuti, ma questo tempo può variare dai tre minuti ai 22 circa in base alla distanza che c'è tra il nostro pianeta e Marte. Cosa vuol dire questo numero?

Vuol dire che se mia moglie, se ne andasse su Marte e mi inviasse un SMS *(anche le onde radio emesse dal nostro dispositivo viaggiano alla velocità della luce)* dovrei aspettare circa 12 minuti prima di riceverlo. Considerando anche il tempo che ci metterebbe la risposta ad arrivare su Marte, mia moglie dovrebbe aspettare 24 minuti prima di ricevere una risposta. Avrebbe già chiamato l'ospedale.

Ecco, quindi una grande scoperta. La luce non è poi così veloce.

Parliamo di Proxima Centauri, la stella più vicina a noi, si trova a circa quattro anni luce di distanza, quindi, volendo comunicare con una colonia terrestre costruita su un pianeta in orbita attorno a Proxima Centauri, considerando il tempo di andata e il tempo di ritorno per la risposta dovremmo aspettare otto anni.

Ipotizzando una vita media di ottant'anni, una persona potrebbe scambiare al massimo una decina di messaggi, con Proxima Centauri, nell'arco della sua intera vita. Ecco, quindi, la seconda grande scoperta. La luce è incredibilmente lenta.

E colonizzare altri pianeti, altri sistemi stellari? Fantascienza, per ora..

Bene, quindi la luce è lenta, molto più lenta di quello che possiamo immaginare e questo ci aiuta a capire il significato profondo delle distanze espresse in anni luce. Quando diciamo che la Via Lattea è grande 100.000 anni luce, significa che la luce ci mette 100.000 anni a percorrere questa distanza.

Cioè ci vogliono 100.000 anni per mandare un SMS da un estremo all'altro della galassia e altri 100.000 anni per ricevere una risposta, per un totale di circa 200.000 anni. Sì, la luce è proprio troppo lenta.

Com'è possibile che la massima velocità raggiungibile nell'universo sia così spropositatamente lenta rispetto alla dimensione stessa dell'universo? Sembra non avere senso; almeno apparentemente c'è qualcosa che non torna.

Ma se leghiamo il concetto di velocità con il concetto di tempo, allora cambia tutto, perché affermare che la luce è troppo lenta rispetto alla dimensione dell'universo presuppone aver fissato una scala di misura dei tempi: che so, troppo poco, non passa mai, sufficiente, è troppo tempo...

Una scala del genere, non esiste, la costruiamo noi sulla base della durata dei fenomeni che viviamo quotidianamente, non è la velocità della luce ad essere fuori scala rispetto alla dimensione fisica dell'universo. Siamo noi ad essere fuori scala.

Se la vita media di una persona fosse di un miliardo di anni ecco che i 100.000 anni che la luce impiega a passare da un estremo all'altro della galassia non sarebbero poi tanti, dato che rappresenterebbero soltanto lo 0,01% della nostra intera vita per una vita lunga ottant'anni. Questa percentuale corrisponde a circa un giorno e mezzo di vita. Un week end in giro per la Via Lattea

Ecco, quindi, la terza grande ed ultima scoperta, non è la luce che è troppo lenta, **siamo noi umani che viviamo troppo poco.**