

DIMENSIONI UNIVERSO

Alcune stime ipotizzano che lo spazio potrebbe essersi espanso per circa 46,5 miliardi di anni luce. sulla base di questa stima, il diametro della sfera dell'universo osservabile dalla terra sarebbe pari a 93 miliardi di anni luce.

Ma come ha fatto a diventare così grande se l’Universo ha solo 13.8 miliardi di anni? È cresciuto a una velocità superiore a quella della luce?

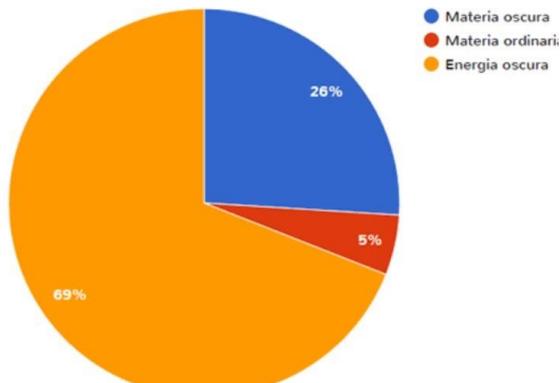
Se l’espansione dell’Universo fosse avvenuta alla velocità della luce, l’orizzonte dell’Universo osservabile dalla Terra sarebbe, ovviamente, posto a 13,8 miliardi di anni luce; poiché però la condizione che “nessun corpo può viaggiare nello spazio a velocità maggiore di quella della luce”, si applica solo al moto di oggetti tenuti assieme da una delle forze della fisica, la velocità con la quale il tessuto dello spazio si espande non ha invece dei limiti, proprio perché lo spazio non è un corpo e, ad ogni istante che passa, il ritmo della sua espansione aumenta e la distanza effettiva di questo orizzonte diventa sempre più grande.

Consideriamo a titolo di esempio il flash di una torcia elettrica avvenuto 13,8 miliardi di anni fa.

La luce, o qualsiasi altra radiazione elettromagnetica che giungesse oggi sulla Terra, sarebbe relativa a quel flash di luce, (o a qualunque altra radiazione elettromagnetica prodotta da quella torcia), che nel frattempo si è allontanata a causa dell’espansione. La luce viaggia verso di noi ma, contemporaneamente, viene trascinata via dall’espansione dell’Universo; quindi, ci arriverebbe da una distanza superiore i 13.8 miliardi di anni luce.

Ecco spiegato perché l’orizzonte osservabile dalla terra è oggi ha un raggio di 46.5 miliardi di anni luce di raggio.

DI COSA E' FATTO L'UNIVERSO



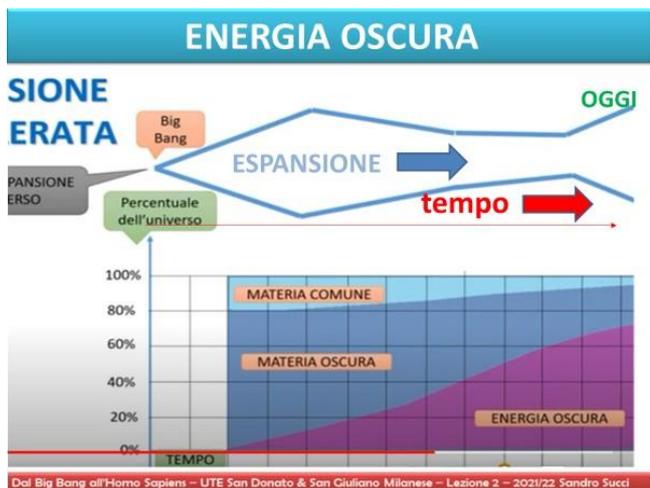
Dal Big Bang all’Homo Sapiens – UTE San Donato & San Giuliano Milanese – Lezione 2 – 2021/22 Sandro Succi

MATERIA OSCURA

Quasi un quarto, di tutta la materia nell'universo, il 26% per l'esattezza è costituito di una sostanza invisibile. Per invisibile intendo che non emette né luce né calore, che è trasparente, non interagisce neanche con lo spettro elettromagnetico, che è ciò che utilizziamo per rilevare le cose nello spazio. Non interagisce in alcun modo. Quindi come sappiamo che c'è?

Lo sappiamo a causa degli effetti gravitazionali. Ad esempio, c'è un ammasso di galassie abbastanza famoso, per chi segue l'astronomia: l'ammasso della Chioma. Migliaia di galassie in questo ammasso si muovono ad altissime velocità, e si muovono intorno al pozzo gravitazionale creato dall'ammasso. Possiamo misurare le velocità orbitali di queste galassie e quindi calcolare quanta massa c'è in questi agglomerati.

Abbiamo scoperto che c'è molta più massa di quanta ne vediamo. A conti fatti sembra che ci sia una massa circa 10 volte maggiore sotto forma di materia oscura invisibile rispetto alla materia ordinaria.



ENERGIA OSCURA

Nel secolo scorso ci si chiedeva se l'espansione dello spazio fosse destinata a continuare.

La risposta stupefacente ottenuta dagli esperimenti effettuati è che lo spazio si sta espandendo più rapidamente adesso rispetto ad un miliardo di anni fa.

Quindi la velocità con cui lo spazio si espande sta aumentando. Questo grazie a un tipo di energia diversa da tutto quello che conosciamo al momento.

La chiamarono energia oscura e sembra essere la causa dell'espansione dello spazio perché funzionerebbe come una sorta di antigravità.

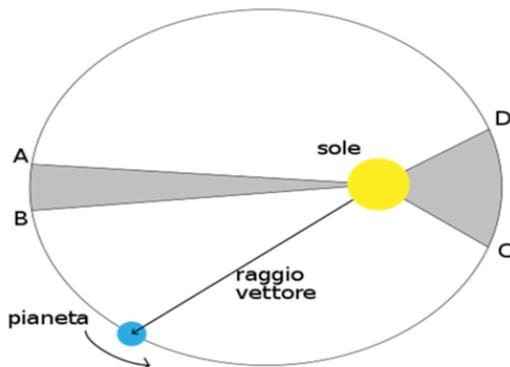
L'espansione è stata confermata ed è un dato di fatto, l'universo si sta spaventosamente espandendo, e ho usato il termine spaventoso proprio perché voglio darvi l'idea di quello che sta succedendo.

Cosa c'è fra le galassie? C'è spazio, c'è vuoto, quindi, quello che sta succedendo è che secondo dopo secondo nell'universo si sta generando sempre più spazio, sempre più spazio. E le Galassie rappresentano in questa enormità di spazio vuoto dei piccolissimi puntini tenuti insieme dalla gravità. Ed è qui che entra in gioco l'energia oscura, perché la fisica teorizza che questa energia sia una proprietà dello spazio vuoto. Lo spazio vuoto non è il nulla, ma è qualcosa che ha una propria energia intrinseca.

Abbiamo detto che mentre l'universo si espande, sempre più spazio si genera.

Questa energia oscura tende a riempire quello spazio

Seconda legge di Keplero



Dal Big Bang all’Homo Sapiens—UTE San Donato & San Giuliano Milanese—Lezione 3 – 2021/22 Sandro Succi

LEGGE DI KEPLERO

la velocità di rotazione di un corpo rispetto ad un altro di massa superiore, (es terra-sole), è maggiore quando la terra si muove vicino al sole e minore quando si trova più lontana.

Dal grafico si può vedere, ad esempio, che nello stesso intervallo di tempo (diciamo un mese), quando si trova vicino alla massa del sole, la Terra percorre la distanza C-D a una velocità nettamente superiore a quella ha quando viene a trovarsi distante dalla massa. In questo caso, essendo diminuita la velocità di rotazione, la Terra, in quel mese, avrà percorso un tratto molto più piccolo, A-B



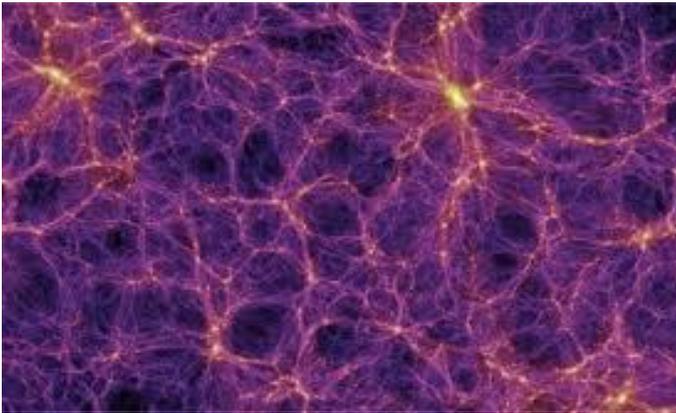
L'UNIVERSO HA UN BORDO?

Sembra non ci sia un bordo, un confine dell'Universo. Lo spazio si espande e nasce altro spazio. La finestra sul muro di confine non c'è.

E se ci fosse non sapremmo su cosa si potrebbe affacciare.

L'Universo è omogeneo e isotropo.

OMOGENEITA' E ISOTROPIA DELL'UNIVERSO



OMOGENEITÀ

affinità o uniformità tra elementi a sé stanti o costituenti un tutto.

ISOTROPIA

è la proprietà dell'indipendenza dalla direzione, da parte di una grandezza definita nello spazio.

L'omogeneità si riferisce al fatto che le caratteristiche fisiche dell'universo (la composizione, la densità, la temperatura) sono identiche in ogni sua porzione – purché si ragioni su grande scala, vale a dire, sorvolando su dettagli “insignificanti” quali le galassie, le stelle, i pianeti e noi che ne abitiamo uno.

Un materiale si dice “omogeneo” quando le sue proprietà risultano indipendenti dalla posizione.

L'isotropia, in modo analogo, dice che le caratteristiche sono identiche anche in ogni direzione si guardi: ovunque ti volgi (tropo) l'universo è sempre uguale (iso).

Un materiale è isotropo se è caratterizzato da proprietà meccaniche e termiche identiche in tutte le direzioni. I materiali isotropi possono avere una struttura microscopica omogenea o eterogenea. Ad esempio, l'acciaio ha un comportamento isotropo benché la sua struttura microscopica sia eterogenea (Ferro, Carbonio etc).

LA TEORIA DEL MULTIVERSO A BOLLE



Alcuni cosmologi hanno una teoria: il nostro universo è una bolla che si sta gonfiando. Secondo questa teoria, al di là, esistono altri universi-bolla, tutti immersi in un mare ricco di energia che si espande eternamente: il

Dunque, secondo i teorici, la nostra realtà visibile è solo una fra le tante frequenze invisibili presenti dentro un multiverso. Inoltre, alcuni asseriscono che noi stessi stiamo vivendo in questo medesimo istante delle vite parallele in altri universi coesistenti. Questa possibilità è una evidenza matematica della meccanica quantistica che per ora può riferirsi solo alle particelle subatomiche.

L'ipotesi dell'esistenza di universi o dimensioni parallele ha attirato nel corso della storia, e in particolare nel campo della fantascienza, l'attenzione di numerosi autori di narrativa, fumetti e cinema, che hanno descritto questi mondi alternativi e viaggi immaginari in realtà parallele.

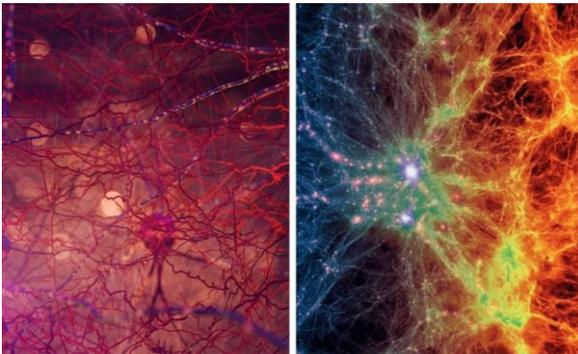
Tale esplorazione immaginativa non di rado precede e anticipa quella propriamente scientifica. Per esempio, l'invenzione del concetto stesso di universi paralleli è attribuita allo scrittore statunitense Murray Leinster nel 1934, divenendo un tema classico della fantascienza.

Dalla seconda metà degli anni cinquanta, sull'onda di queste fantasie si è sviluppata l'ipotesi scientifica degli universi paralleli con l'Interpretazione a molti mondi di Hugh Everett che è il precursore del Multiverso.

Come spesso succede poi, queste teorie vengono confermate dalla meccanica quantistica che postula che particelle subatomiche possono trovarsi nello stesso momento in luoghi diversi, perciò, visto che noi siamo fatti di quelle particelle...

UNIVERSO E CERVELLO UMANO

NEURONI UMANI STRUTTURE COSMICHE



Dal Big Bang all’Homo Sapiens–UTE San Donato & San Giuliano Milanese –Lezione 2–2021/22 - S. Succi

Il funzionamento e le dinamiche con cui lavora il cervello umano rimangono, a tutt’oggi, uno dei punti interrogativi più grandi su cui lavorano gli scienziati, almeno tanto quanto fanno gli astrofisici per scoprire i segreti reconditi dell’universo che ci ospita.

Ma che correlazione ci potrebbe essere tra questi due sistemi enigmatici e complessi? Ad indagare e a trovare le somiglianze sono stati due italiani, Franco Vazza, astrofisico dell’Università di Bologna e Alberto Feletti, neurochirurgo dell’Università di Verona.

Nello studio, che è stato pubblicato su *Frontiers in Physics*, i ricercatori hanno messo a fuoco l’organizzazione interna, sia della rete delle galassie che compongono l’Universo, che della rete dei neuroni presente all’interno del nostro cervello. L’obiettivo era osservare come la materia si distribuisse su scale tanto diverse.

I risultati mostrano delle somiglianze sorprendenti.

Per quanto la grandezza dei due sistemi sia evidentemente ben diversa, e, sebbene anche i processi chimico-fisici con cui si sono formati siano completamente differenti, in qualche modo le strutture del cervello e dell’universo, in quanto a complessità e auto-organizzazione, risultano simili.

Le funzioni del cervello umano sono determinate dalla vasta rete dei neuroni (circa 70 miliardi), l’universo invece ha una “rete cosmica” di almeno 200 miliardi di galassie, quindi non proprio identici ma dello stesso ordine di grandezza. Poi il cervello umano ha appena 3-4 milioni di anni...

In entrambi i casi, però, neuroni e galassie occupano una piccola frazione della massa dei due sistemi (meno del 30%).

Un’altra somiglianza sta nel fatto che galassie e neuroni si organizzano in lunghi filamenti, o nodi tra filamenti. Infine, all’interno di entrambi i sistemi, il 70% della massa o distribuzione di energia è costituito da componenti che svolgono un ruolo apparentemente passivo: l’acqua nel cervello e l’energia oscura nell’universo osservabile.

La domanda nasce spontanea:

Che il nostro cervello sia come un piccolo universo o che l’universo sia un cervello di dimensioni enormi? Forse è fantascienza ma le loro dinamiche interne sono molto simili.

BIG BANG

Curvatura dello spazio-tempo, singolarità



Nel 1948 il fisico russo George Gamow modernizzò e perfezionò la teoria dell’universo in espansione di Lemaître, che in seguito prese il nome di Big Bang, cioè del grande botto, un appellativo che gli fu assegnato in termini ironici dall’astronomo inglese Fred Hoyle per mettere in ridicolo la teoria che lui riteneva inconsistente. Il termine invece piacque ai suoi sostenitori, venne divulgato e finì per perdere quella connotazione negativa con la quale era stato proposto.

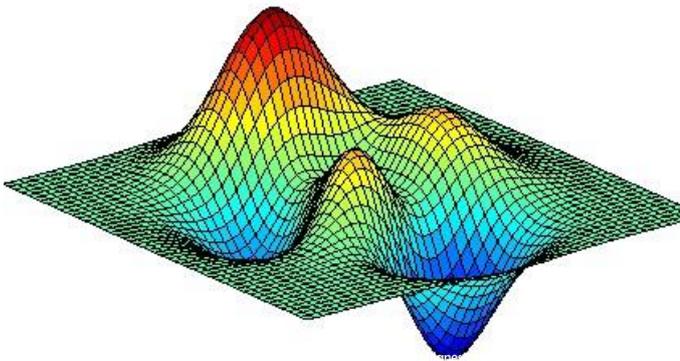
Poiché nessun esponente della razza umana ha presenziato all’evento, tutto ciò che abbiamo sono teorie riguardo al momento in cui l’intero universo ha avuto inizio. Si parla appunto di un grande scoppio metaforico che potrebbe essere avvenuto 13,8 miliardi di anni fa, dando vita all’espansione dell’universo e alla nascita stessa del tempo.

Procedendo idealmente a ritroso nel tempo, in un processo inverso all'espansione, tutta la materia si riaddensa facendo aumentare la temperatura (comprimendo l’aria si scalda) fino a un istante nel cui intorno questi valori tendono, la temperatura all'infinito e il volume tende a zero, così che le attuali leggi fisiche non sono più applicabili (singolarità).

E qui dobbiamo introdurre Einstein.

LA GRAVITA’ DI ALBERT EINSTEIN

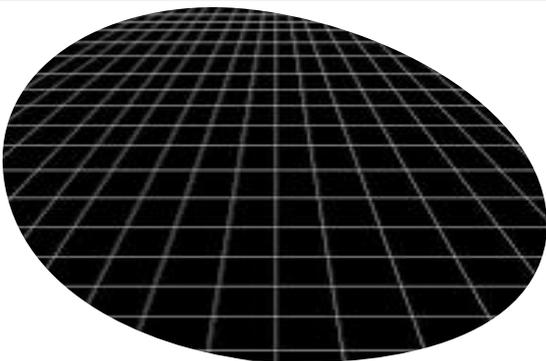
LO SPAZIO SECONDO EINSTEIN



Dal Big Bang all’Homo Sapiens – UTE San Donato & San Giuliano Milanese – Lezione 3 – 2021/22 Sandro Succi

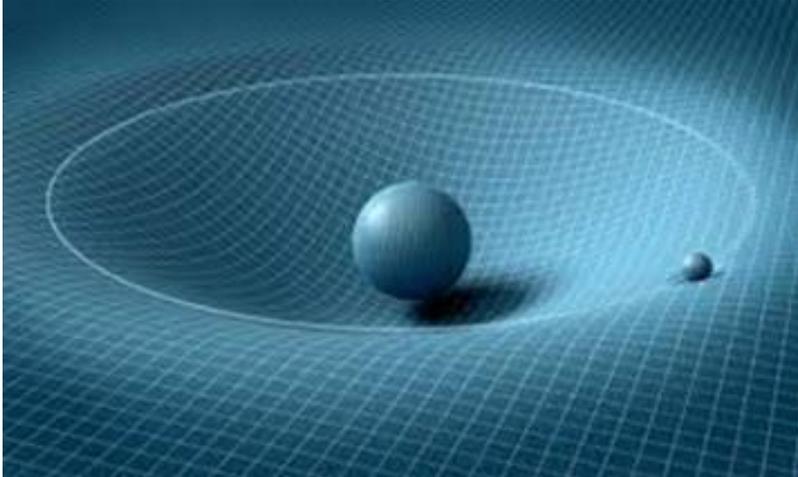
la relatività generale è una teoria che, tra l’altro, interpreta la gravità in modo nuovo, e cioè non più come una forza misteriosa che agisce a distanza fra corpi con una massa, ma come una proprietà dello spazio (più esattamente dello spazio-tempo, ma per semplicità prendiamo in considerazione solo lo spazio) è lo spazio, dunque, che si deforma per la presenza in esso della materia (pianeti, stelle, galassie).

LO SPAZIO PIATTO SECONDO NEWTON



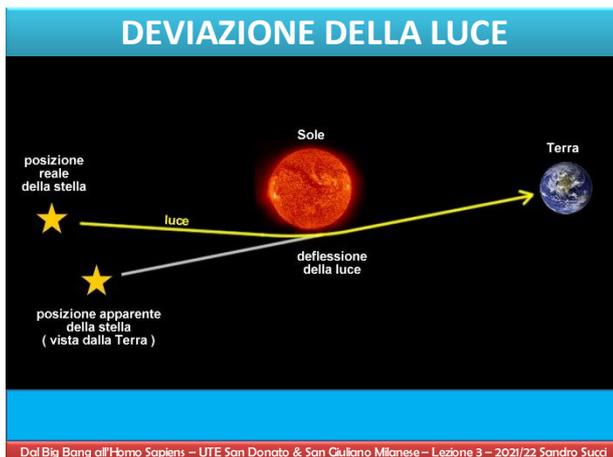
Dal Big Bang all’Homo Sapiens – UTE San Donato & San Giuliano Milanese – Lezione 3 – 2021/22 - S. Succi

così, dove non vi è massa, lo spazio è quasi del tutto piatto, corrisponde ossia alla descrizione newtoniana.



per farsi un’idea concreta della nuova teoria si può immaginare lo spazio rappresentato da una superficie di gommapiuma, sulla quale siano stati posti alcuni oggetti massicci che, con il loro peso, provocano delle depressioni entro le quali tendono a scivolare gli oggetti vicini.

Quindi l’attrazione tra gli oggetti non è prodotta da forze invisibili e misteriose che agiscono a distanza e istantaneamente, come pensava Newton, ma è semplicemente la conseguenza di una particolare configurazione che lo spazio assume a causa della presenza in esso di oggetti massicci.



l’eclisse totale di sole del 29 maggio 1919: uno dei fenomeni più sconvolgenti che il cielo diurno ci possa regalare, la scomparsa del sole, completamente occultato dalla luna.

Ma cos’aveva di speciale quell’eclisse, tanto da convincere gli astronomi a organizzare ben due complesse spedizioni scientifiche in terre lontane? A loro non interessava il Sole, e nemmeno la Luna, ma il buio: quindi la possibilità di vedere le stelle. Meglio: di poterle vedere in presenza del Sole. Volevano sfruttare l’unica occasione disponibile in natura per osservare le stelle accanto al Sole, durante un’eclisse totale. Perché?

Lo capiremo se pensiamo al contesto in cui si svolse il fenomeno, e il fermento scientifico che lo aveva preceduto: pochi anni prima, nel 1915, Einstein aveva completato la sua teoria della Relatività Generale, proponendo una rivoluzione culturale che riscriveva i concetti di spazio e tempo, e scavalcava la vecchia fisica di Newton. La gravità non è una forza invisibile che attira tra di loro i corpi celesti, bensì l’effetto della curvatura imposta dalla massa alla geometria dello spaziotempo. Il problema era riuscire a misurare la curvatura dello spaziotempo provocata da una massa, ma affinché l’effetto fosse misurabile serviva una grande massa. Dove reperirla? Di certo non in laboratorio. Ma in cielo: lassù n’enorme massa ci brilla davanti agli occhi tutti i giorni. È il Sole: la massa più grande nei pressi della Terra.

La curvatura dello spaziotempo impone anche alla luce di incurvare la propria traiettoria. Così, la luce delle stelle in prossimità del Sole durante un’eclisse viene “piegata” dalla sua presenza, ed esse in cielo appariranno in una posizione lievemente diversa rispetto a quando il Sole non si trova nei paraggi. Per misurare lo spostamento delle stelle, perciò, occorre confrontare la loro posizione in due immagini, prese con e senza il Sole. Senza il Sole è facile: basta fotografarle di notte. Ma con il Sole davanti? Ci vuole un’eclisse.

Ebbene, quanto predetto da Einstein si avverò, l’osservazione delle immagini confermò la deflessione della luce fornendo una immagine apparente diversa da quella reale. Fu una delle conferme della curvatura dello spazio-tempo.