

BIG BANG



È l'alba. Quel momento magico cantato dai poeti, l'attimo intenso di separazione tra un prima e un dopo, tra il buio e la luce. Che sia la prima aurora che ci ha impressionato da ragazzi, o una fra tante, che abbiamo guardato in riva al mare, il momento dell'alba mescola staticità e movimento.

Molto più prosaicamente, il movimento è quello del nostro entrare nel cono di luce del sole.

Eppure, lo sappiamo bene che le cose sono diverse da come appaiono. L'alba sembra correrci incontro, ma invece siamo noi che andiamo verso la luce, trasportati dalla rotazione del pianeta. Siamo noi che spuntiamo, in realtà, non il Sole.

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

L'alba, intesa come l'apparire di una cosa nuova ma anche il suo non essere ancora pienamente realizzata, è un'ottima metafora della ricerca scientifica, che è un continuo affacciarsi a nuove risposte che conducono a nuove domande che, continuamente, aprono nuovi scenari ancora più vasti di interrogativi e problemi.

CREAZIONE O EVOLUZIONE?

La Creazione secondo le religioni

In ambito religioso, con il termine creazione si indica l'opera di una o più divinità che, per propria volontà, creano l'Universo. Ossia con un atto deliberato portano all'esistenza ciò che prima non esisteva.

BIBBIA – GENESI

Se abbiamo scoperto che l'Universo è in continua espansione a causa del Big Bang, che noi discendiamo dai primati, che la terra ha quattro miliardi e mezzo di anni, come è possibile che Dio abbia creato il mondo in 7 giorni? E Adamo ed Eva? È possibile che Dio abbia creato Adamo, poi lo abbia aperto, gli abbia tolto una costola, nasce Eva, arriva il serpente, Eva mangia la mela e tutte quelle cose lì. Come può la Chiesa crederci davvero?

Credere in Dio significa rinunciare a capire come funziona realmente il mondo?

Fino a poco tempo fa si pensava che il testo biblico, in forza della sua ispirazione divina, ci offrisse il quadro reale di ciò che accadde in principio..

Questo fino a quando nel mondo occidentale, ha incominciato a farsi udire forte la voce della Scienza. L'astronomia, a partire da Galileo e Copernico, ribalta completamente i presupposti della visione biblica.

Ma allora che senso hanno quei racconti della Bibbia?

Certamente l'intenzione che ha guidato i suoi autori non era quella di fornire un resoconto preciso con date, luoghi, fenomeni che portarono alla formazione dell'Universo.

Non era proprio loro intenzione farlo. Non ci pensavano proprio. L'autore biblico era convinto che tutto ciò che riguardasse le origini fosse un enigma di cui era a conoscenza solo ed esclusivamente Dio.

La Religione si interessa al “perché” e lo fa descrivendo eventi e personaggi mitici, simbolici. Le cose che racconta le racconta con un linguaggio che viene definito Eziologia Metastorica.

Linguaggio letterario fatto di archetipi, di figure e vicende simboliche, non veramente storiche, ma nemmeno antistoriche: cioè, questi racconti potrebbero essere “dentro la storia”, perché in quelle storie ognuno di noi vi si può riconoscere.

Riflettendo su alcuni passi della Genesi sono giunto alla convinzione che questi possono tranquillamente essere accettati anche dalla scienza:

In principio Dio creò il cielo e la terra. (Big Bang)

Ora la terra era informe e deserta e le tenebre ricoprivano l'abisso e lo spirito di Dio aleggiava... (Caos iniziale, energia, il buio)

Dio disse: «Sia la luce!». E la luce fu.

All'inizio lo spazio era buio, densissimo e opaco non permetteva ai fotoni di attraversarlo, quindi niente luce, solo poi, diluendosi lo spazio, i fotoni poterono attraversarlo e...la luce fu.

EVOLUZIONE

Mentre la religione si interessa del “perché” la scienza si occupa del “come” e lo fa attraverso il metodo sperimentale e il linguaggio matematico.

NEWTON, DARWIN, HUBBLE, EINSTEIN, HAWKING

sono i nomi più noti della teoria evoluzionistica dell'Universo:

Già l'astronomo Aristarco di Samo, nel III secolo a.C., aveva capito la centralità del Sole rispetto al moto della Terra, senza però riuscire a imporre la sua tesi che rimase trascurata per venti secoli. Questo ci fa comprendere in che misura la nostra presunta centralità nel cosmo abbia costituito una delle barriere più difficili da abbattere.

Ci sono volute le osservazioni di Galileo, e i *Principia* di Newton, per iniziare la demolizione del piedestallo su cui ci eravamo insediati come Homo centro dell'Universo.

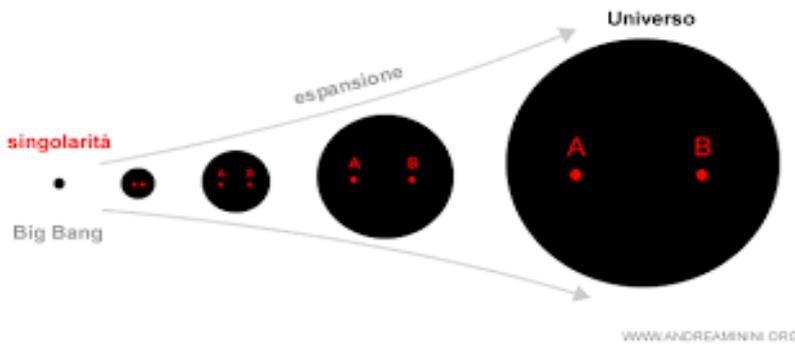
Grazie alla teoria dell'evoluzione di Darwin, passando per la teoria della tettonica a placche, continuando con la cosmologia di Hubble e la Relatività di Einstein, abbiamo iniziato a capire il ritmo di quei processi che pensavamo fossero stazionari, immobili, eterni, semplicemente perché molto lenti rispetto agli eventi della vita quotidiana a cui siamo abituati.

È stato il pensiero logico razionale che ci ha condotti alla teoria evolutiva dell'Universo.

Tutto spiegato allora?

No, mentre le religioni hanno la risposta certa, la Scienza NO. Molte teorie, alcune sicure al 99%, ma nessuna certezza conclusiva. Oltretutto la Scienza non è statica, si rinnova ad ogni nuova evidenza.

EVOLUZIONE DELL'UNIVERSO



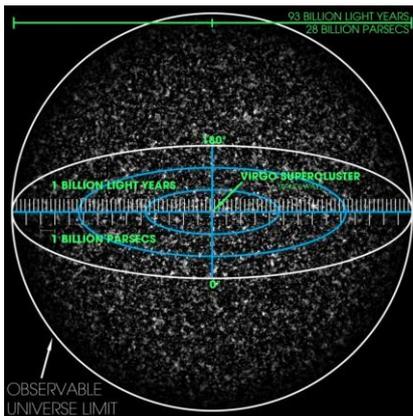
A causa della "spinta" ricevuta dall'inflazione iniziale, di cui parleremo in seguito, l'universo è in espansione; tuttavia, essendo fatto di materia, ed avendo la materia la proprietà gravitazionale, cioè quella di attrarsi, di unirsi, di agglomerarsi, è dunque, anche soggetto alla forza di gravità, che ne causa una decelerazione. Il valore di questo rallentamento, dipende sia dalla quantità di materia presente, che, per quanto detto, tenderebbe a richiamare tutta la materia e quindi a far contrarre l'universo, sia dall'impulso ricevuto dalla grande inflazione iniziale. Non essendo attualmente nota l'entità di questi due fattori, gli astronomi ipotizzano per l'evoluzione futura dell'universo due diverse teorie

Secondo la **teoria dell'universo chiuso o ciclico**, dopo un periodo di espansione, l'universo dovrebbe nuovamente contrarsi a causa della gravità, fino a ridursi alla massa piccolissima di densità elevata presente al momento del big bang per poi riesplodere.

Secondo la **teoria dell'universo aperto**, l'universo dovrebbe continuare a espandersi indefinitamente.

Le due teorie sono oggi ugualmente attendibili e allo stesso tempo inattendibili, poiché non si dispone ancora di dati sperimentali a sostegno dell'una o dell'altra, anche se la scoperta dell'energia oscura, se confermata, darebbe più valore alla teoria dell'Universo aperto.

UNIVERSO OSSERVABILE (EVENT HORIZON)



La parte dell’Universo che possiamo vedere dalla terra è comunemente definita Universo Osservabile. In alcune illustrazioni l’universo osservabile viene rappresentato da una sfera, tuttavia, questa forma geometrica, è dovuta semplicemente al fatto che un osservatore terrestre piazza la terra al centro del suo universo osservabile. Questo ambiente, sfericamente rappresentato, riflette quindi solo il raggio visibile dalla terra (circa 18 miliardi di anni luce) e non rappresenta la reale, piena forma dell’universo.



Una enorme spugna fatta di filamenti che fanno da perimetro a giganteschi vuoti. L’universo a grande scala ci si presenta davvero omogeneo, una schiuma di bolle, una rete cosmica all’interno della quale materia oscura e materia visibile si uniscono.

DIMENSIONI DELL'UNIVERSO

Se l'Universo non fosse in continua espansione, il suo raggio osservabile sarebbe pari alla distanza percorsa dalla luce nell'arco di tempo trascorso dall'inizio dell'Universo (l'età dell'universo), cioè l'orizzonte dell'universo osservabile sarebbe posto a circa 13,8 miliardi di anni luce; poiché però l'universo si sta espandendo continuamente con accelerazione crescente, la distanza effettiva di questo orizzonte è più grande: una radiazione elettromagnetica (ad esempio la luce) partita 13,8 miliardi di anni fa che giungesse ora ad un osservatore sarebbe relativa a una sorgente che nel frattempo si è allontanata dall'osservatore a causa dell'espansione. Alcune stime ipotizzano che lo spazio si potrebbe essere espanso per circa 46,5 miliardi di anni luce. Sulla base di questa stima, il diametro della sfera dell'universo osservabile sarebbe pari a 93 miliardi di anni luce.

Ma come ha fatto a diventare così grande se ha solo 13.8 miliardi di anni?

ESPANSIONE DELL'UNIVERSO

La ragione per cui i valori dello spostamento verso il rosso, a grandi distanze, sono quelli effettivamente osservati, dipende dal fatto che lo stesso tessuto dell'Universo si sta espandendo. Come l'uvetta all'interno di un ammasso di pasta in lievitazione, ogni galassia dell'Universo vede le altre galassie allontanarsi, con una velocità che aumenta all'aumentare della distanza. Tutto ciò accade perché l'impasto – nel nostro caso il tessuto dello spazio-tempo – si sta espandendo. Il problema è ma se la massima velocità consentita è quella della luce, come fanno queste galassie ad allontanarsi ad una velocità superiore?

L'espansione metrica dell'Universo porta a velocità di allontanamento che superano la velocità della luce e a distanze che superano l'età dell'universo; questo fatto provoca spesso confusione tra esperti e principianti. La velocità della luce non ha particolare significato su scale cosmologiche.

La condizione che niente può muoversi più veloce della luce si applica solo al moto di oggetti attraverso lo spazio. La velocità con la quale lo stesso spazio si espande – velocità per unità di distanza – non ha invece dei limiti fisici superiori.

Per capire questo effetto pensiamo a un centometrista che corre su una pista: arrivato a metà strada lui ha percorso 50 metri ma la pista viene stirata e diventa lunga 150 metri. Lui continua a correre e deve fare altri 100 metri per giungere al traguardo: in totale ha percorso 150 metri su una pista che però ora è lunga 200 metri. Ecco perché le dimensioni dell'universo, a questo punto della sua esistenza, sono circa centodieci volte più grandi della velocità della luce moltiplicata per l'età, che fa circa 93 miliardi di anni luce.

DOVE SI ESPANDE L'UNIVERSO?

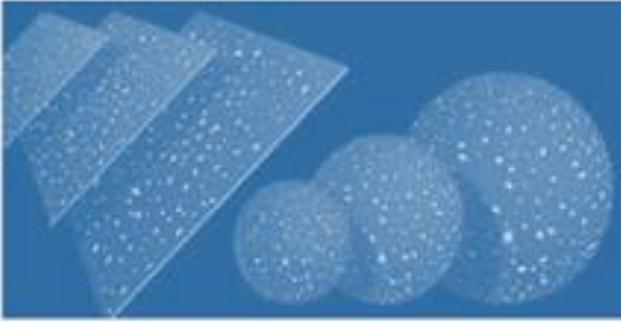
Una domanda ricorrente è dentro cosa si espande l'universo e la risposta è dentro nulla perché l'universo è tutto quello che c'è. Non esiste uno spazio esterno in cui avviene l'espansione. La ragione per cui molti si pongono la domanda è che visualizzano l'espansione dello spazio immaginando che le galassie siano state scagliate via come schegge da un'esplosione e che si stiano appunto allontanando dal punto centrale dell'esplosione. In realtà le cose non stanno così, le galassie restano incastonate nello spazio, vengono solo trascinate dall'espansione. È lo spazio che si dilata.

ESPANSIONE A PALLONCINO



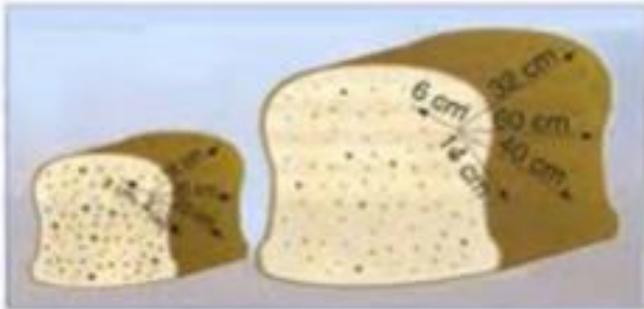
Dal Big Bang all'Homo Sapiens-UTE San Donato & San Giuliano Milanesi lezione 2- 2021/22 Sandro Succi

Un esempio che può aiutare e che viene usato spesso è quello di un palloncino di gomma con disegnate delle galassie sulla superficie. Se gonfiate il palloncino vedrete che le galassie restano ferme, solidali con la gomma, della stessa dimensione, ma la distanza tra una e l'altra cresce con il passare del tempo perché il palloncino si sta espandendo. Naturalmente dovete provare ad immaginare che l'Universo sia solo la superficie del palloncino, solo la gomma. Inoltre, in questo esempio l'universo è curvo come una sfera ma non è detto che sia così.



Potete anche immaginare un telo di gomma piatto elastico che si estende ovunque all'infinito e che si dilata con il passare del tempo. Anche in questo caso se ci fossero delle galassie disegnate, la loro distanza, crescerebbe con il passare del tempo. Questo è un modo più corretto di visualizzare l'espansione.

Ma se voleste un esempio in tre dimensioni potreste immaginare la pasta di un panettone che lievita



La lievitazione di un panettone rappresenta un modello per l'espansione dell'universo.

La velocità di allontanamento tra i canditi è proporzionale alla loro distanza

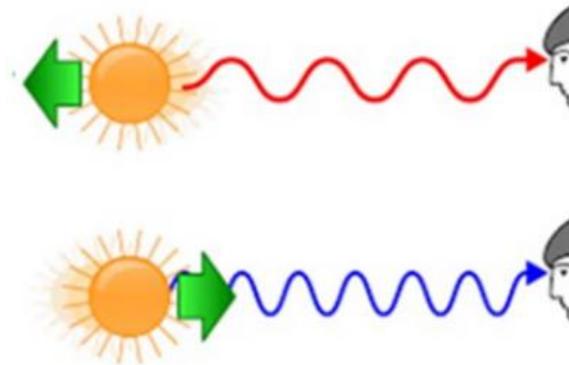
Le uvette che stanno all'interno della pasta del panettone si allontanano una dall'altra con il passare del tempo. Per le uvette non c'è un centro dell'espansione, ogni uvetta viene trascinata dalla lievitazione e non esiste una uvetta che abbia una posizione privilegiata. Ogni uvetta vedrebbe allontanarsi tutte le altre uvette. Così, se noi osservassimo le cose da un'altra galassia vedremmo tutte le altre galassie allontanarsi da noi esattamente come avviene dal nostro punto di vista attuale.

Ricapitolando, le galassie non si muovono, non c'è un centro dell'espansione. L'espansione avviene esattamente nello stesso modo in tutto lo spazio.

Dunque, l'Universo si espande. Ma come lo sappiamo? Lo sappiamo perché quasi un secolo fa l'americano Edwin Hubble ha scoperto che le altre galassie si allontanano dalla nostra con velocità proporzionale alla loro distanza. Ciò significa che tutte le galassie a una certa distanza da noi si allontanano con la stessa velocità, e tutte le galassie a una distanza doppia si allontanano con una velocità doppia.

IL REDSHIFT

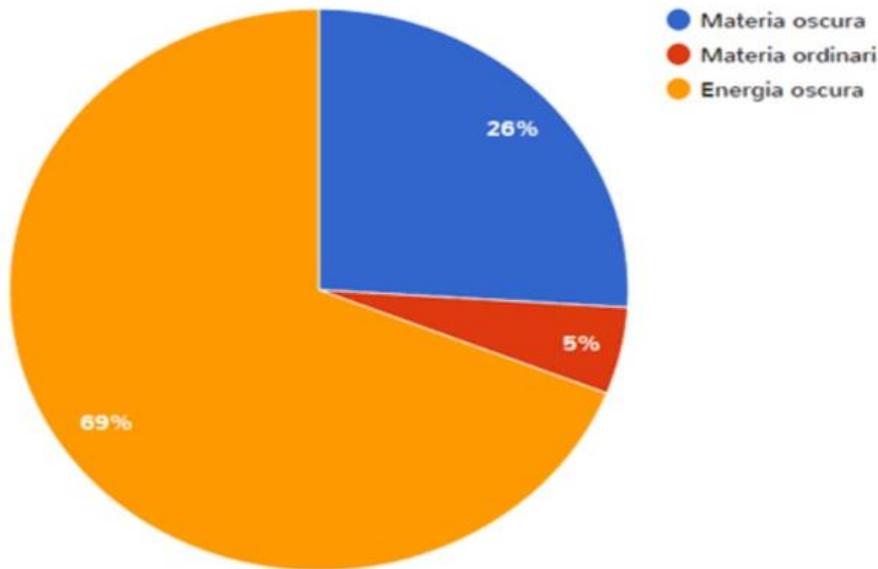
In pratica nel 1929, Hubble, notò che applicando l'effetto Doppler (l'effetto Doppler è un fenomeno fisico che consiste nel cambiamento apparente della frequenza o della lunghezza d'onda percepita da un osservatore raggiunto da un'onda emessa da una sorgente che si trovi in movimento rispetto all'osservatore stesso).



Allora dicevamo, Hubble, notò che applicando l'effetto Doppler agli spettri di assorbimento della luce delle galassie, questi avevano quasi tutte le righe spostate verso il rosso.

Questo fenomeno, chiamato Redshift, era una prova inconfutabile del fatto che l'universo si stava espandendo a velocità elevatissime in tutte le direzioni ed in modo omogeneo.

DI COSA È FATTO L'UNIVERSO?



L'uomo alza gli occhi al cielo stellato e che cosa vede? Tanti puntini, ma anche tanto, tanto, tanto buio. Sì, perché la materia, così come noi la conosciamo, atomi, galassie, pianeti, rocce, alberi, noi non rappresenta che il 5% di tutto l'universo conosciuto.

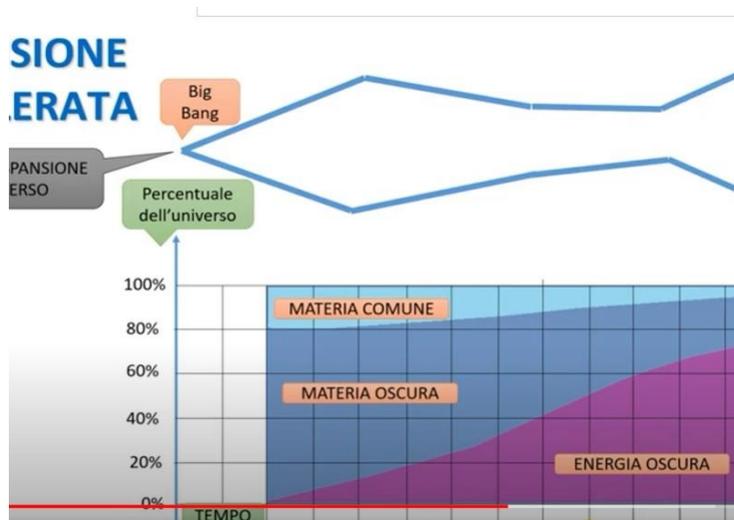
Negli ultimi decenni si è scoperto infatti che siamo immersi in un mistero: esiste (ma non sappiamo che cos'è) una materia oscura, che tende a far restringere il cosmo per effetto della gravità. E c'è anche un altrettanto misteriosa energia oscura, che tende a farlo espandere sempre più rapidamente. Che cos'è allora il resto, il 95% che non conosciamo? È per il 26% materia oscura e per il 69% energia oscura. Al momento noi non sappiamo da cosa sono fatte, materia ed energia oscura e soprattutto come funzionano. Però siamo piuttosto sicuri che esistono, ma come lo sappiamo?

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.

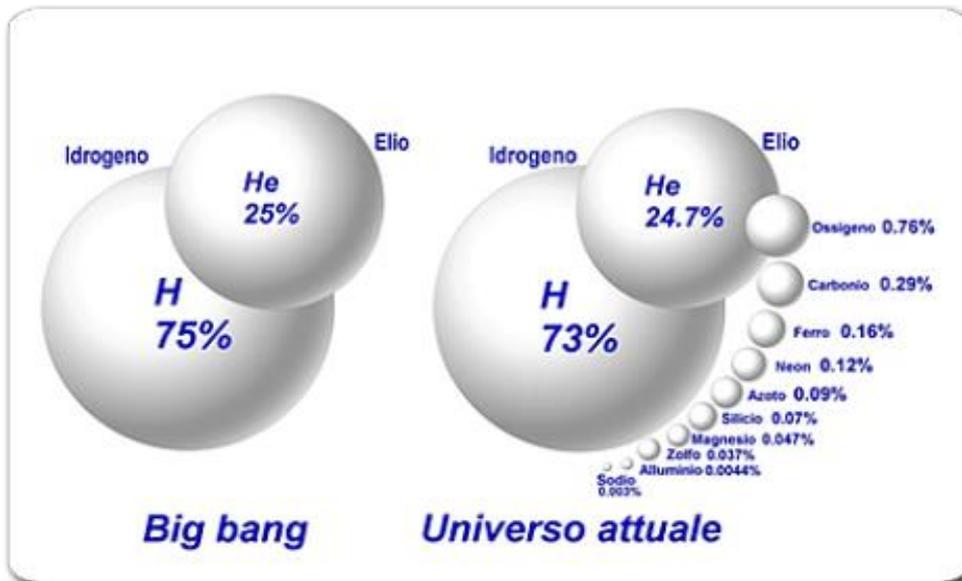
L'espansione è stata confermata ed è un dato di fatto, l'universo si sta spaventosamente espandendo, e ho usato il termine spaventoso proprio perché voglio darvi l'idea di quello che sta succedendo.

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.

LA CHIMICA DELL'UNIVERSO



La composizione dell'universo è piuttosto semplice. La maggior parte della materia è formata da idrogeno, che è l'elemento chimico più diffuso in natura. Non a caso, le stelle, che sono i "mattoni" fondamentali dell'universo, sono fatte in gran parte di idrogeno. Quest'ultimo rappresenta oggi, il 73% in massa di tutta la nostra galassia. Il secondo elemento più diffuso (24%) è l'elio.

Idrogeno ed elio fanno quindi, messi insieme, quasi il 98% della massa dell'intero universo visibile, all'inizio era il 100% e questo è un dato fondamentale perché è proprio grazie a quel 2% che si è trasformato in altri elementi che noi esistiamo. Sono, ossigeno (0,76%), carbonio (0,29%), ferro (0,16%), neon (0,12%), azoto (0,09%). Tutti gli altri elementi sono presenti in misura ancora più bassa.