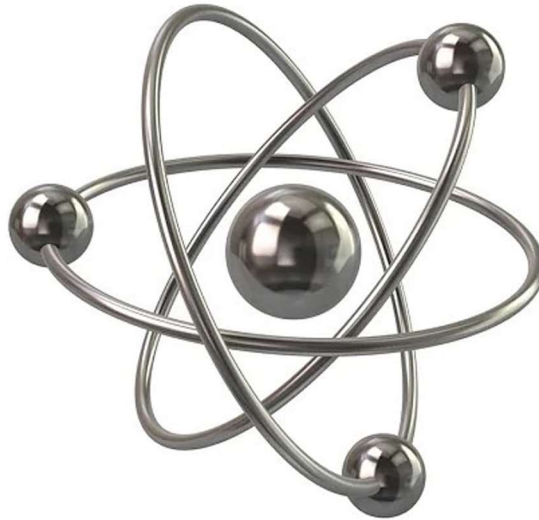


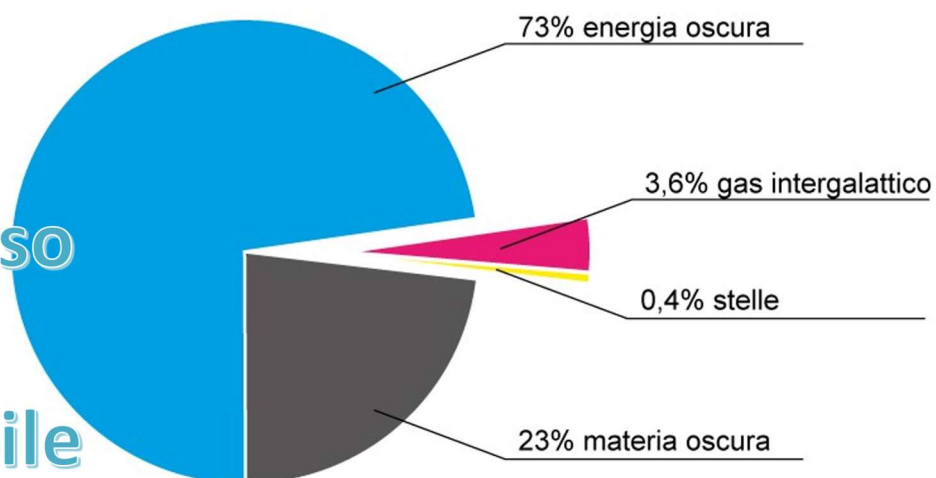
## LEZIONE 3



Il fascino che il cosmo esercita sull'essere umano lo ha indotto, nel corso dei secoli, a lasciarsi travolgere dalla sua silenziosa seduzione. Prima in rapita contemplazione del cielo, poi chino sulle pergamene a scrivere formule che spiegassero le leggi fisiche, l'uomo ha tentato in tutti i modi di districare la fitta trama di segreti nascosti in quello spazio infinito. Nel corso dei secoli la cosmologia è maturata e ha permesso all'umanità intera di toccare il cielo con le dita.

### DI COSA E' FATTO L'UNIVERSO

**Il 96%**  
**dell'**  
**universo**  
**ci è**  
**invisibile**



Il 96% dell'universo ci è invisibile. Quello che noi possiamo osservare rappresenta solo il 4%, e di questo 4% solo lo 0.4% è formato dalle galassie dalle stelle, pianeti, noi.

Il 23% è materia oscura e il 73% energia oscura, pertanto nulla sappiamo del 96% dell'universo.

Qui uno potrebbe pensare, va bene, lo studio del cosmo è peculiare e complicato incomprensibile. D'accordo. Ma che dire dell'uomo? Sembrerebbe che dell'uomo ormai sappiamo tutto. E invece non è affatto così.

E la cosa curiosa è che anche qui andiamo a sbattere in percentuali molto simili. Ho letto infatti, in un trattato di psicologia come circa il 95% della nostra mente sia costituita dall'*inconscio*. Ovvero quel luogo dove avvengono processi psichici inaccessibili al cosiddetto pensiero cosciente, che esorbitano, in altre parole, dal pensiero razionale. Dunque, anche qui la nostra razionalità si deve fermare, si deve arrendere davanti ad una sostanziale ignoranza.

Questa è davvero una straordinaria concordanza.

Le parole sono importanti, ci avvertiva un saggio Nanni Moretti già diversi anni fa. Ne scelgo una, apparentemente lontana dal tema che ho scelto, che invece si dimostrerà, spero, essere la via più diretta per entrare davvero in argomento. Prendiamo la parola *umiltà*. La si può declinare in innumerevoli modi. Uno di questi, la cui evidenza mi colpisce continuamente, è che oggi, lo studio dell'uomo e insieme del cosmo, suggerisce proprio un atteggiamento di umiltà, derivante essenzialmente dal riconoscimento di quante cose *non sappiamo*.

**Mai** il socratico so di non sapere, è stato così manifesto, solo che lo si voglia guardare. Bisogna però, appunto, saperlo guardare. Vedere il quadro generale. Ad esempio, davanti al mare di notizie che ci arrivano continuamente dai vari media, di fronte a scoperte così eclatanti come quella recentissima del sistema Trappist-1 con sette pianeti forse abitabili, chi pensa mai al fatto che in realtà più del 96% di tutto l'Universo è composto da qualcosa di cui non conosciamo la natura? Energia oscura e materia oscura insieme rendono conto di quasi tutto l'Universo. Tutto, praticamente tutto. Tranne quel misero 4% visibile" che è ciò che costituisce la Terra, il Sole, le stelle, i pianeti vicini e lontani, il nostro corpo, l'acqua che beviamo, il cibo che mangiamo... Quel che, nella vita ordinaria, ci sembra tutto, è appena, invece una piccola piccola parte, di un qualcosa di immensamente più esteso, ed invisibile agli occhi.

Credo che la morale sia questa: quasi tutto quello che esiste, non si vede.

Diceva Eraclito, già 2500 anni fa, l'armonia nascosta è più potente dell'armonia manifesta. E sembra proprio che i dati della ricerca cosmologica più recente, non facciano altro che confermare, anche dal punto di vista strettamente scientifico, l'asserzione del noto filosofo.

Cosa possiamo dire oggi, dal punto di vista astronomico, di questo quasi tutto che è comunque inaccessibile ai nostri sensi? Cosa sappiamo davvero, di energia oscura e materia oscura?

## MATERIA OSCURA

Quindi quasi un quarto, di tutta la materia nell'universo, il 23% per l'esattezza è costituito di una sostanza invisibile. Per invisibile si intende che non emette né luce né calore né radiazioni di qualsiasi tipo a noi note, che è trasparente allo spettro elettromagnetico, che è ciò che utilizziamo per rilevare le cose nello spazio. Quindi come sappiamo che c'è?

Come al solito dai suoi effetti.

A questo punto sarà bene ricordare la seconda legge di Keplero: dice che la velocità di rotazione di un corpo rispetto ad un altro di massa superiore (es Terra-Sole) la velocità di rotazione, dicevo, è maggiore quando un pianeta si muove vicino al Sole e minore quando si trova più lontano.

Invece, studiando un ammasso di galassie abbastanza famoso, per chi segue l'astronomia: l'ammasso della Chioma, formato da migliaia di galassie, si notò che le stelle delle galassie di questo ammasso, si muovevano ad altissime velocità, intorno al loro centro di gravità.

Fatti i dovuti controlli si è avuto conferma che la velocità delle stelle periferiche era all'incirca la stessa della velocità delle stelle centrali. Allora o lì non valeva più la legge di Keplero, o... No, la legge di Keplero è valida anche in quelle condizioni ma allora vuol dire che queste galassie hanno molta più massa di quanta ne vediamo. A conti fatti sembra che ci sia una massa circa dieci volte maggiore sotto forma di materia oscura invisibile rispetto alla materia ordinaria che noi possiamo vedere. Quindi le dimensioni che noi osserviamo sono dieci volte più piccole della realtà.

Cosa spiega questa velocità di rotazione periferica così alta?

## ENERGIA OSCURA

L'espansione dell'universo è stata confermata ed è un dato di fatto, l'universo si sta espandendo, e, mentre si espande, sempre più spazio si genera.

L'uomo alza gli occhi al cielo stellato e che cosa vede? Tanti puntini, ma anche tanto, tanto, tanto buio. La materia, così come noi la conosciamo, atomi, galassie, pianeti, rocce, alberi, noi, abbiamo visto, non rappresenta che il 4% di tutto l'universo conosciuto e la materia oscura il 23%. Che cos'è allora quel residuo 73% che non conosciamo?

Al tempo zero virgola, l'universo era formato solo da materia, visibile ed oscura, tutta già presente nel momento successivo al Big Bang. Con il passare del tempo l'universo in espansione ha creato altro spazio, mentre la materia esistente rimaneva la stessa.

Cosa riempiva questo maggiore spazio? L'Energia Oscura.

Dapprima era poca perché lo spazio si era espanso poco, ma oggi, mentre il totale della materia è rimasto invariato, data la grandissima espansione dell'universo, anche l'energia oscura è cresciuta moltissimo, come risucchiata dall'espansione stessa. Oggi rappresenta il 73% dell'Universo.

Per quanto riguarda l'energia oscura, forse sappiamo più che cosa non è, che non, che cosa è. Ma anche in questo caso conosciamo i suoi effetti.

L'universo si sta spaventosamente espandendo, e ho usato il termine spaventosamente proprio perché voglio darvi l'idea di quello che sta succedendo.

Più le galassie accelerano fuggendo da noi e contemporaneamente da tutte le altre galassie, più sono destinate ad accelerare, secondo dopo secondo, e questo smentisce ciò che la scienza pensava fino a poco tempo fa e cioè

che la gravità dovuta alla materia presente nell'universo, avrebbe fatto rallentare questa espansione. Invece...

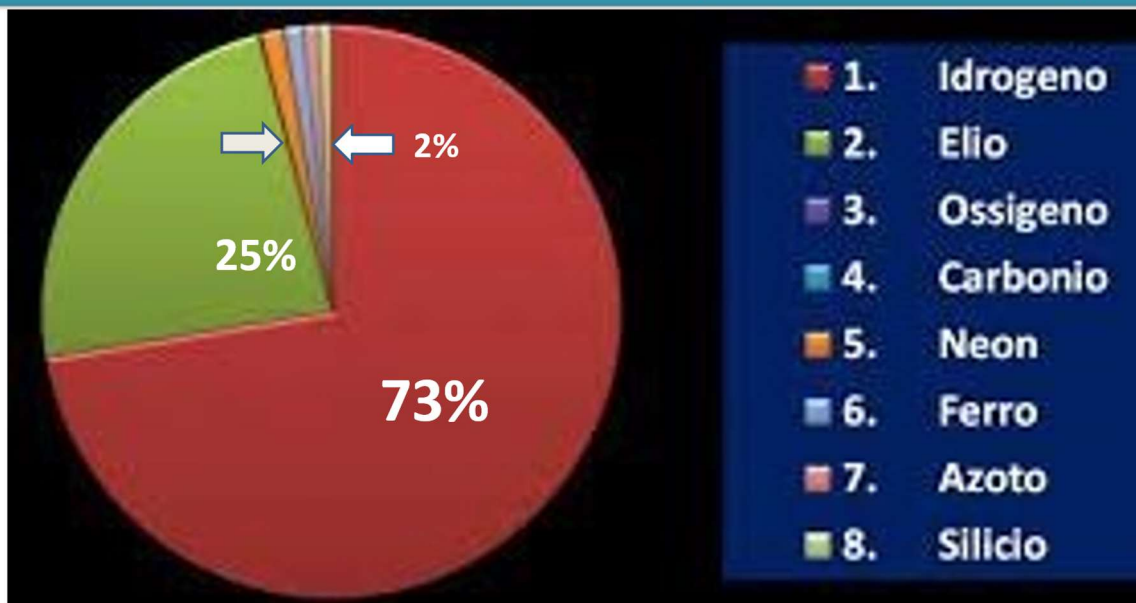
È qui che entra in gioco l'energia oscura, perché la fisica teorizza che questa energia sia una proprietà dello spazio vuoto. Lo spazio vuoto non è il nulla, ma è qualcosa che ha una propria energia associata (ricordate le fluttuazioni quantistiche)? Come abbiamo detto, mentre l'universo si espande, sempre più spazio si genera e questa energia tende a riempire il nuovo spazio generato. Si ipotizza che l'energia oscura abbia la proprietà contraria a quella della gravità, cioè una forza repulsiva che scaccia le galassie a velocità sempre crescente.

Insomma, quello che stiamo dicendo è che lo spazio vuoto ha più energia di tutta la materia, che noi vediamo e con la quale abbiamo esperienza.

Al momento lo scienziato più onesto al quale fate la domanda che cos'è l'energia oscura vi risponderà? Boh, perché la scienza non ha una risposta certa.

Solamente teorie, però questo non esclude il fatto che questo tipo di argomenti sono argomenti affascinanti, almeno dal mio punto di vista.

### LA CHIMICA DELLA MATERIA VISIBILE (4% dell' UNIVERSO)



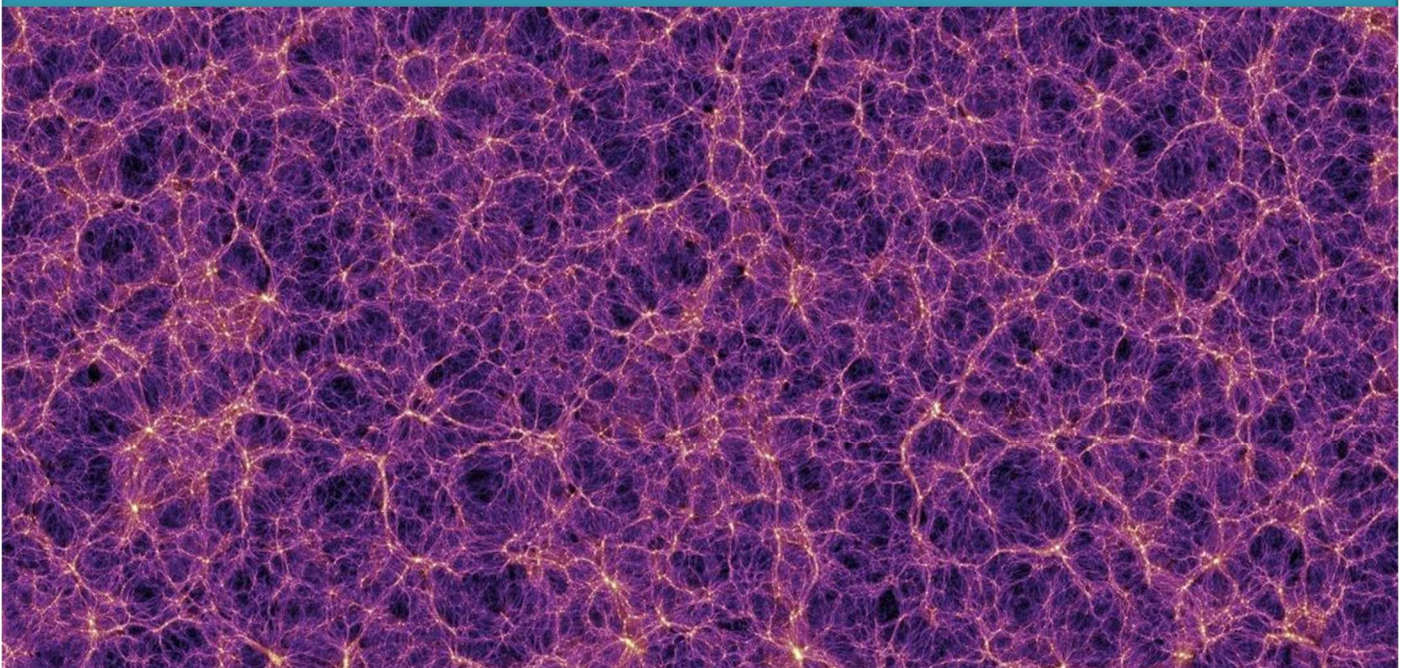


## LA CHIMICA DELL'UNIVERSO

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 e forse dell'intero universo. Il secondo elemento più diffuso (25%) è L'elio.

Solo una minima parte, il 2% del già misero 4% di materia è formato dagli atomi essenziali per la vita: sono: lo zinco il fosforo il magnesio ecc

### L'UNIVERSO HA UN BORDO?



Corso «Big Bang» - 2022/23 – Lezione 3 - UTE San Donato Milanese & San Giuliano Milanese a cura di Sandro Succi

Sembra non ci sia un bordo, un confine dell'Universo.

La finestra sul muro di confine non c'è. E se ci fosse non sapremmo su cosa si potrebbe affacciare.

*Ricapitolando:*

*torniamo indietro nel tempo, all'istante in cui questa luce intensa, generata da un'esplosione di energia di una potenza inimmaginabile, creò l'Universo conosciuto... il Big Bang, l'atto più violento di tutta la storia dell'Universo...*

*Tutto quello che è accaduto dopo, deriva da questo. Il Big Bang, ancora non sappiamo cosa l'abbia innescato, e perché... Un punto immensamente piccolo, caldo e denso, esplose... Crea Spazio, Tempo e Materia, il nostro Universo... Ha le dimensioni di una minuscola particella atomica, ma in una frazione di frazione di frazione di secondo, diventa già delle dimensioni della Terra...un'altra frazione di frazione di secondo ed è grande 100 anni luce come la Via Lattea, la nostra galassia.*

*L'eco del Big Bang si propaga ancora oggi e viene chiamata Radiazione Cosmica di Fondo... Forse non sapete che le antenne dei televisori non sintonizzati la catturano, subendo quei disturbi di natura elettromagnetica che vedete sullo schermo. Quella immagine tremolante è l'effetto della Radiazione di fondo.*

*Tutti gli oggetti che esistono nel nostro Universo sono le scintille del Big Bang... Galassie, Stelle e Pianeti, non sono altro che detriti...*



## LA TEORIA DEL MULTIVERSO

### MULTIVERSO



Corso «Big Bang» 2022/23 - Lezione 3 - IIT-Fisica - Dipartimento di Fisica - Università degli Studi di Milano - a cura di Sandro Succi

Sono molti i film e i racconti che hanno affrontato questo tema. Le storie di fantascienza sono piene di interazioni fantasiose tra realtà alternative. E, a seconda del cosmologo interpellato, il concetto di multiverso può essere ritenuto qualcosa di più della mera fantasia.

Una dimensione parallela o universo parallelo è un ipotetico universo separato e distinto dal nostro ma coesistente con esso. L'insieme di tutti gli eventuali universi paralleli è detto multiverso.

Il concetto di multiverso fu proposto in modo rigoroso per la prima volta da Hugh Everett III nel 1957 con l'interpretazione a molti mondi della meccanica quantistica. Successivamente è stato riaffermato come possibile conseguenza di alcune teorie scientifiche, specialmente la teoria delle stringhe e quella dell'inflazione caotica o teoria delle bolle.

Dal punto di vista filosofico l'ipotesi è antica, essendo stata posta come pluralità dei mondi simili alla Terra già dagli atomisti greci, e trovò nuovo vigore dopo la rivoluzione copernicana con la scoperta della grandezza effettiva dell'universo, contenente miliardi di galassie. Un

precursore dell'idea moderna di multiverso fu il filosofo rinascimentale Giordano Bruno

Secondo questa teoria le dimensioni del Multiverso così smisurate, e il tempo a disposizione infinito, hanno come conseguenza che da qualche parte esistono altri esseri uguali a noi, ma non rischiamo di incontrarli. La distanza che dovremmo percorrere è così grande che il numero di chilometri ha più cifre di quante sono le particelle dell'Universo conosciuto.

La *teoria delle bolle* è la teoria del multiverso solitamente più accreditata, perché più aderente ai dati e alle misurazioni.

Il concetto dell'universo a bolle comporta la creazione di universi derivanti dalla schiuma quantistica di un "universo genitore". Alle scale più piccole (quantistiche), la schiuma ribolle a causa di fluttuazioni di energia. Queste fluttuazioni possono creare piccole bolle. Se la fluttuazione di energia non è molto grande, un piccolo universo a bolla può formarsi, espandersi (come un palloncino che si gonfia), ed in seguito contrarsi. Ma se la fluttuazione energetica è maggiore rispetto ad un certo valore critico, dall'universo genitore si forma un piccolo universo a bolla che va incontro ad un'espansione a lungo termine, e permette la formazione sia di materia che di strutture galattiche a grandissima scala.

Immaginate di poter rifare tutte le scelte della vostra vita. Vivere in un'altra città, scegliere una scuola diversa o un lavoro diverso, o semplicemente aver messo una maglia diversa questa mattina. Immaginate ora che ognuna di queste decisioni abbia creato una biforcazione della realtà in cui la vostra vita ha preso un corso differente. Secondo questa teoria sono le nostre azioni a dare vita a universi alternativi in ognuno dei quali vive una diversa versione di noi.

Le idee elaborate dall'uomo sulle realtà alternative sono antiche e varie; nel 1848 Edgar Allan Poe scrisse addirittura un poema in prosa in cui immaginava l'esistenza di "un'illimitata successione di universi".

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...

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.

---