

L'universo prima del Big – Bang: la teoria delle superstringhe e delle membrane

Un progetto scientifico-divulgativo del Dr. Giovanni Assone

Tentare di spiegare in modo semplice, divulgativo ed accessibile cosa sia l'Universo è una sfida che sa dell'impossibile e nello stesso tempo frustrante per l'inadeguatezza umana nel concepire uno spazio tridimensionale inesauribile, senza confini ed in continua espansione.

*Preso atto che per l'uomo comune non si è ancora trovata una spiegazione convincente di questo “**mistero cosmico**”, sia dal punto di vista razionale che della percezione fisica, matematici ed astrofisici tuttavia hanno elaborato teorie che hanno sempre di più avvicinato la comprensione di questa “**realtà indecifrabile**”.*

Teorie che in ogni caso risultano non facilmente accessibili alla grande maggioranza delle persone comuni.

Ci aiuta in merito la prof.ssa Carla Amoretti, matematica, che ci propone una interessante esposizione, realizzata con la finalità divulgativa.

Quando nel 2016 il Dottor Giovanni Assone mi sottopose un suo scritto sulle **stringhe e membrane**, per una conferenza presso un piccolo museo di Paleontologia, rimasi affascinata di quanto raccontava, perché si parlava di spazi a diverse dimensioni.

Degli spazi ad una, due, tre e più dimensioni, trattavo con le mie classi. Leggevo loro pezzi di **Flatlandia**. Facevo percorsi per far comprendere il 3D in cui siamo geometricamente imprigionati, essendo la nostra visione geometrica limitata, e interpretavo gli strumenti matematici come mezzi per gestire modelli a molte dimensioni.

Usavo le incisioni di **Escher** per far comprendere geometrie non euclidee, in cui nuove visioni geometriche avrebbero rivoluzionato non solo il pensiero matematico, ma anche la concezione dell'universo fisico, con un ripensamento profondo della nozione di spazio.

Seguendo la presentazione, faremo con il dr. Assone un percorso semplificato in cui le **stringhe**, oggetti ad una dimensione e le **membrane**, oggetti a più dimensioni, aprono scenari teorici che cercano di unificare **meccanica quantistica e relatività**. Di fatto il modello matematico delle **stringhe** ipotizza che queste unità monodimensionali, vibrando, determinino le proprietà delle particelle, che si possono manifestare come **materia e energia**.

Quando il dr. Assone mi chiese di montare ed illustrare in power point il suo lavoro, accettai perché avevo già lavorato con le classi sulla **Linea del tempo** a scala variabile per arrivare dall'oggi sino al **big bang** e in un lavoro su “**Matematica e Poesia**” per rappresentare gli iperspazi, mediante proiezione o sviluppo in uno spazio inferiore. Ero riuscita a far vedere modelli geometrici che, seppur deformi, visualizzavano 4 o più direzioni tra loro perpendicolari, man mano che si passava dal 4D a iperspazi a maggiori dimensioni. Ci tengo a precisare che i 4D, iperspazi a 4 direzioni perpendicolari, sono diversi dalla visione spazio tempo, cioè con tre direzioni perpendicolari e il tempo.

Come potevo rappresentare **materia ed energia** ed il loro momento di unione? Come far vedere le **membrane** in movimento e la nascita di nuove galassie con nuovi **big bang**? Lavorammo assieme e questo è stato il risultato raggiunto.

L'UNIVERSO PRIMA DEL BIG-BANG:

LA TEORIA DELLE SUPERSTRINGHE E DELLE MEMBRANE

Teorie di Albert Einstein e di Max Plank

Per comprendere il significato degli studi che tenteremo di comprendere, occorre richiamarsi innanzitutto alla teoria di **Albert Einstein** sulla relatività generale e alla teoria della meccanica quantistica di **Max Plank**.

La **relatività generale** svolge magnificamente il compito di spiegare il comportamento degli oggetti di grandi dimensioni (stelle, galassie, universi di galassie) presenti nell'universo.

- la **teoria della meccanica quantistica** cerca di far comprendere il mondo atomico e sub-atomico (molecole, atomi, elettroni).
- la **teoria della meccanica quantistica** cerca di far comprendere il mondo atomico e sub-atomico (molecole, atomi, elettroni).

Forze che governano l'Universo

Le forze principali che governano l'universo sono la **gravità** e l'**elettromagnetismo**. Il sogno di **Einstein** era quello di poter unificare queste forze; ma, non é ancora stato raggiunto. Queste due teorie, che hanno consentito un progresso straordinario nella fisica dell'ultimo secolo, presentano un difetto insuperabile: sono tra loro incompatibili.

Di questa incompatibilità i fisici non hanno mai tenuto conto perché il campo di indagine delle due teorie é molto diverso e quando vi era la necessità di studiare gli oggetti piccoli e leggeri si faceva ricorso alla **meccanica quantistica** senza preoccuparsi di quello che afferma la **relatività**, mentre, quando vi era la necessità di studiare oggetti grandi e pesanti, si utilizzavano le leggi della **relatività generale** senza interessarsi degli enunciati dell'altra teoria: non succedeva mai in passato che fosse indispensabile far ricorso ad entrambe le teorie simultaneamente.

Ultimamente però le cose sono cambiate: i **buchi neri** ad esempio sono oggetti pesanti ma contemporaneamente molto piccoli e lo stesso Universo sarebbe emerso da una particella infinitamente piccola e insieme estremamente pesante e calda.

Su questi oggetti servirebbe quindi l'applicazione contemporanea delle due teorie.

I fisici ritengono di aver trovato la strada giusta per arrivare ad una teoria in grado di spiegare tutto l'universo.

La teoria delle superstringhe

La nuova teoria a cui si sta lavorando si chiama la teoria delle **superstringhe**.

Questa teoria é in grado di mettere d'accordo la **relatività generale** con la **meccanica quantistica**. Essa spiegherebbe il comportamento della materia, delle forze che tengono insieme gli oggetti materiali e della relazione spazio tempo.

Secondo questa teoria tutto ciò che esiste nell'Universo non sarebbe altro che la manifestazione di una "**energia vibratoria**".

Primi studi sulla teoria delle superstringhe

I primi studi su questa teoria risalgono al 1968 a cura del fisico italiano **Roberto Veneziano**, ricercatore presso il **CERN** di Ginevra.

L'intuizione di **Veneziano** venne in seguito ampliata e si scoprì che se le particelle elementari venivano assimilate a fili vibranti, (detti **stringhe**) invece che a enti puntiformi privi di struttura interna come suggeriva il cosiddetto **modello universale standard**.

Le stringhe – caratteristiche

Le **stringhe** sono fili infinitamente corti e sottili tanto che risulterebbero invisibili anche se venissero esaminati da strumenti miliardi di volte più potenti di quelli attualmente disponibili. Sono lunghi un milionesimo di miliardesimo di miliardesimo di centimetro (miliardi di miliardi di volte più piccoli di un nucleo atomico) e di spessore nullo.

Si tratta di strutture le cui dimensioni sono vicine alla cosiddetta lunghezza di **Planck** (10^{-35} cm) la più piccola concepibile in fisica, ma che vengono tese con una forza incredibilmente grande, fino a 1039 tonnellate.

Frequenza di vibrazione – massa – forza di gravità

Sarebbe proprio questa enorme tensione a determinare la frequenza di vibrazione: più essa é grande, maggiore é la massa della particella associata e di conseguenza maggiore é la forza di gravità che questa particella esercita sulle altre.

Questo sarebbe l'indizio per il quale la teoria delle **superstringhe** collegherebbe tra loro

- la gravità descritta dalla relatività generale
- la struttura delle particelle elementari descritta dalla meccanica quantistica.

I modi di vibrazione di questi fili sottilissimi e cortissimi spesso chiusi ad anello generano tutte le particelle elementari che costituiscono il nostro universo un po' come una corda di violino più o meno tesa genera un numero infinito di toni musicali.

Fermioni e bosoni

Per capire di cosa si tratta si deve sapere che le particelle elementari si dividono in due grandi famiglie: **fermioni e bosoni**.

Della prima famiglia fanno parte le particelle di materia come gli **elettroni**; della seconda i **fotoni**.

Questa teoria afferma che a ogni particella conosciuta ne corrisponda una di aspetto sconosciuto, ma di comportamento simile. A queste particelle, nonostante nessuno le abbia mai viste è stato assegnato un nome: per esempio simmetrico al **fotone** corrisponde il **fofino**; simmetrico al **quark** è il **bosone**.

La teoria delle membrane

Uno dei problemi che da sempre assilla la mente dell'uomo è quello relativo all'origine dell'universo.

La teoria scientifica attualmente più accreditata, quella del **big-bang**, afferma che l'Universo, nei primi istanti della sua esistenza era di dimensioni incredibilmente piccole, ma contemporaneamente denso e caldo.

Per analizzare in termini scientifici condizioni così estreme, sarebbe necessario disporre di una **teoria quantistica delle gravità**: ma, come abbiamo visto, una tale teoria non esiste. Per questo motivo il modello cosmologico standard è costretto a descrivere l'evoluzione dell'universo a partire da una particella elementare di dimensioni minime presente al tempo $t=10^{-43}$ (detto tempo di **Planck**).

In realtà, estrapolando all'indietro le equazioni della relatività generale, si osserva che l'Universo diventa sempre più piccolo e contemporaneamente sempre più caldo e più denso fino a scomparire del tutto quando si raggiunge il tempo zero, mentre temperatura e densità in quello stesso istante assumono valori infiniti.

Ovviamente queste conclusioni lasciano gli astrofisici fundamentalmente insoddisfatti e perplessi.

Ora, **la teoria delle superstringhe** sembra poter risolvere queste contraddizioni e dare una risposta più precisa e convincente al problema relativo all'origine dell'Universo, anche se per la verità la strada da percorrere non solo è lunga, ma anche accidentata.

La modifica più sostanziale che la nuova teoria apporta al **modello cosmologico standard** è quella riguardante le **10 dimensioni** che avrebbe assunto l'universo all'inizio dei tempi: esse non avrebbero potuto ridursi al di sotto di un valore minimo.

La teoria delle **superstringhe** in altre parole non prevede la cosiddetta singolarità cioè il fatto che l'Universo possa ridursi fino ad assumere dimensioni nulle.

L'altro aspetto fondamentale della teoria è quello relativo alle dimensioni che non sono più **quattro** (come previsto dal **modello standard**) ma ben **undici** e ciò comporta la necessità di seguire l'evoluzione nel tempo di tutte quante queste dimensioni.

Modello di Universo ciclico

Sulla base dei risultati cui conduce la **teoria delle stringhe** sono stati elaborati alcuni nuovi modelli cosmologici uno dei quali prevede l'esistenza di un **universo ciclico senza un inizio nel tempo e senza una fine**, in un alternarsi ininterrotto di contrazioni e di espansioni.

Esso sarebbe confinato entro due membrane tridimensionali (possiamo immaginare due spessi cartoncini identici piatti e paralleli) che evolvono nel tempo (cioè nella **quarta dimensione**) e fluttuano in una **quinta**

dimensione entro la quale si fa sentire la forza di gravità mentre le altre **sei**, al solito sarebbero piccole ed arrotolate nella membrana spaziale.

Le particelle che stanno all'interno delle due membrane spaziali evolverebbero in modo indipendente ma potrebbero anche interagire attraverso la particella mediatrice della forza di gravità, **il gravitone**, il quale oltre che agire all'interno della membrana potrebbe passare da un Universo all'altro movendosi a spirale intorno ad una delle tante dimensioni extra.

Le particelle di una delle due membrane si comporterebbero come materia oscura per l'altra.

inoltre, **l'energia oscura** (una forma supplementare di materia ignota) che nel **modello standard** non trovava giustificazione teorica, nel nuovo modello presenta un ruolo fondamentale nel guidare l'espansione accelerata a cui l'Universo sembra essere soggetto.

Le due membrane possono anche collidere l'una con l'altra, alla conclusione della lunga fase di avvicinamento.

Ma subito dopo rimbalzerebbero e si allontanerebbero per ritornare successivamente ad avvicinarsi in un processo senza fine.

Il problema è ora quello di verificare se il modello si adatta bene alla realtà, ma la cosa non sembra semplice anche perché il modello stesso si poggia su teorie che a loro volta necessitano di verifiche sperimentali.

Per studiare le **superstringhe** in laboratorio sarebbe necessario disporre di energie alcuni miliardi di miliardi di volte maggiori di quelle attuali, per creare le quali si dovrebbe costruire un sincrotrone grande quanto la galassia.

Probabilmente la visione della documentazione sopra esposta potrebbe aver creato in molti lettori difficoltà di comprensione, che potrebbero restare tali.

Tuttavia la semplificazione divulgativa ha dei limiti oggettivi oltre i quali non è possibile proseguire a scapito di una narrazione fuorviante e controproducente.

Conseguentemente, nel caso in cui si verificasse questa evenienza, consigliamo il lettore di consultare altre fonti che potrebbero facilitare una migliore comprensione. (m. b.)

Data di pubblicazione: 07/12/2025

Salvato in PDF in data: 24/04/2026

Link all'articolo: <https://civico20-news.it/scienza-e-medicina/scienze-naturali/luniverso-prima-del-big-bang-la-teoria-delle-superstringhe-e-delle-membrane/07/12/2025/>