

*Grazie al modello matematico
posso dirvi Come è nato
l'Universo: non chiedetemi
il Perché".
(Stephen Hawking)*

UNIVER....SAMENTE MAGICO!

VOLERLO COMPRENDERE SIGNIFICA

ESSERE MENO CHE UOMINI,

PERCHÉ ESSERE UOMINI È SAPERE

CHE NON ...SI COMPRENDE.

In questo "racconto", le ragazze dell'Istituto Comprensivo "E. Fermi" di Sant'Antimo (NA), coordinate dal prof. **S. VOLPE** (*docente di MAT. e SCIENZE*), hanno affrontato in *maniera simpatica, leggera e dialogata* i fenomeni più misteriosi ed affascinanti del cosmo. Lo scopo è stato quello di informare in modo **scientifico-divulgativo** su temi che tanto appassionano quei ragazzi animati da una forte curiosità intellettuale. Gli argomenti, presentati in modo assai sintetico, hanno spaziato dalla *legge di Hubble, alla velocità della luce; dal Big bang al concetto di velocità di fuga, passando per la velocità di espansione dell'Universo, che ha portato a discutere di fenomeni oggetto di studio della cosmologia moderna come: la materia oscura, l'energia negativa, l'antigravità, la "mistica" costante cosmologica, e la fantasiosa Teoria degli Universi paralleli! Si è accennato alle particelle portatrici di luce: i fotoni; dei misteriosi buchi neri, dell'eterea antimateria, degli acceleratori di particelle, del modello standard e della famosissima particella di Higgs (più comunemente detta particella di DIO)!!!!*

RELATORE: Prof. Salvatore VOLPE

È sera, fa caldo. Martina e Federica non hanno sonno, d'altronde c'è un'aria afosa. È appena iniziato luglio e già non si respira. Le bambine si affacciano al balcone; alzano gli occhi al cielo ed iniziano a parlare di ciò che vedono.

Martina: Fede, cosa sono questi puntini luminosi nel cielo?

Federica: sono stelle!!

Martina: ma ce ne sono tantissime!! Sono sparpagliate dappertutto!!

Federica: tu ne vedi tante, ma se avessi un telescopio ne vedresti molte di più.

Martina: un telescopio'?!?

Federica: si... un telescopio. In pratica un strumento che ti fa vedere le cose da molto, ma molto lontano!!

Martina: e quante ne vedrei?

Federica: Miliardi!!! Devi sapere che questi puntini luminosi, che noi chiamiamo stelle, sono raggruppate in famiglie che gli scienziati chiamano galassie.

Martina: un po' come la nostra famiglia? quella di mio zio ? La mia famiglia è composta da 4 persone!! E le galassie da quante stelle sono formate?

Federica: ah... non ci crederai!!

Martina: Dimmelo!! Subito!! Immediatamente!!

Federica: Sei curiosa, vero?

Martina: si dai!!! Voglio saperlo.

Federica: ti dirò, gli scienziati che si occupano di studiare il cielo, anzi per meglio dire l'Universo, hanno stimato un numero di circa *100 miliardi di stelle per ogni galassia*.

Martina: ok, mi hai risposto, ma non capisco cosa sia questo Universo!!!

Federica: Ho dimenticato di dirti che l'Universo è tutto lo spazio che c'è la fuori. Esso contiene tutte le stelle e tutte le galassie che esistono. Pensa che si crede che esistano oltre 100 miliardi di galassie.

Non ti dico quanto è grande, perché non potresti nemmeno immaginarlo!!

Martina: accidenti!! È grande?

Federica: si certo!! Guarda, io provo a farti un esempio, spero di farti capire.

Martina: dimmi. Ti ascolto.

Federica: per spiegarti la grandezza dell'Universo, ti devo prima chiedere "Che cos'è la **velocità della luce**"?

Martina: sono curiosa!! Che cos'è? Sarà mica qualcosa che ha a che fare con Superman??!!

Federica: Nooooo! Non pensare ai fumetti!! La velocità della luce è la velocità con cui viaggia la luce.

Martina: la luce? Cosa intendi?



Federica: si la luce!! Pensa alla luce del Sole. Guardalo!! Il Sole emette luce. Questa luce parte dalla sua superficie ed arriva sul nostro pianeta. Non credi che questa luce abbia una sua velocità?

Martina: si certo!! Come un treno, un'automobile...

Federica: ma che dici!!! Quelle sono velocità bassissime rispetto a quella della luce. Pensa che il Sole è distante dalla Terra circa 150 milioni di Kilometri e la luce li percorre in solo 8 minuti!!

Martina: Fantastico, mamma mia è veloce!! Si ma quanto veloce?

Federica: pensa che la luce in un secondo riesce a percorrere 300.000 Kilometri.

Martina: beh, se allora la lascio viaggiare nell'Universo, dopo quanto tempo arriva alla sua fine?

Federica: sei pronta per meravigliarti? Vuoi sapere per quanto tempo deve viaggiare, per arrivare alla fine dell'Universo?

Martina: si dai!! Non tenermi sulle spine. Credo 10 ore, oppure 3 giorni. Dai dai dimmelo!!

Federica: macché!! sei fuori!! Deve viaggiare per 18 miliardi di anni!!!! Guarda per sapere la distanza corretta dovresti moltiplicare i 300.000 Kilometri, per i secondi che ci sono in 18 miliardi di anni!! Ecco quel numero rappresenta la grandezza dell'Universo!!

Martina: Ho capito!! Quindi con la calcolatrice devo fare: $18.000.000.000$ (gli anni) $\times 31.536.000$ (i secondi contenuti in un anno) $\times 300.000$ (la velocità della luce)!! Dopo faccio i conti, mi serve una calcolatrice molto potente!! Si ma volevo anche sapere se queste famiglie di stelle... galassie come le chiami tu, sono ferme?

Federica: in passato si pensava che fossero immobili, si credeva anche che l'Universo fosse immutabile, cioè sempre lo stesso, in realtà si è visto che tali stelle, e quindi tali galassie, si allontanano tra loro. In particolare più sono lontane e più la velocità con cui si allontanano è maggiore. Lo scienziato che ha scoperto questa cosa curiosa si chiama **Hubble**, infatti questo fenomeno curioso si chiama **legge di Hubble**. Inoltre gli scienziati *hanno fatto questo ragionamento*: se si allontanano, significa che in passato erano più vicine, quindi più si va indietro nel tempo e più è facile immaginarle tutte insieme, in una grande palla di fuoco. Poi all'improvviso questa palla di fuoco, non si sa perché, è scoppiata. Ecco: questa esplosione è chiamata dagli scienziati **Big bang**. Ma ritorniamo alla **velocità di espansione**, sai perché gli scienziati si sono interessati a questa velocità?

Martina: perché?

Federica: per capire se sta aumentando oppure sta diminuendo. Questa velocità per gli scienziati è la conseguenza dello scoppio iniziale (il famoso Big Bang)!! Ora devono solo capire se queste galassie si allontaneranno per sempre, oppure rallenteranno la loro corsa!!

Martina: non capisco.



Federica: ti faccio un esempio: se lancio una monetina in aria, questa, una volta in aria, raggiungerà un'altezza e poi cambierà velocità e ritornerà a terra dopo pochi secondi. Infatti, è la forza di gravità che la fa tornare. Questa forza è diretta verso il centro del pianeta. Ma se io lanchiassi tale monetina con una forza molto, ma molto grande, questa sfuggirebbe all'attrazione gravitazionale della Terra e se ne andrebbe a girovagare nell'Universo, un po' come quando si lanciano le sonde che viaggiano nello spazio. La velocità con cui partono è molto alta; devono infatti superare l'attrazione gravitazionale terrestre. Questa velocità con cui viaggiano ha un nome: è la **velocità di fuga**.

Martina: questo cosa c'entra, con la velocità di espansione dell'Universo?

Federica: c'entra, eccome!! Perché tu devi pensare che tutta la massa dell'Universo esercita una enorme forza di gravità, che tende ad attirare le galassie le une vicino alle altre, per farle ritornare, nella posizione di partenza, tutte unite di nuovo, nella palla di fuoco, cioè nel momento prima del Big Bang!!

Martina: e perché non tornano?

Federica: per sapere se ritorneranno o meno, per capire cioè se questa espansione avrà una fine, bisognerebbe calcolare tutta la massa dell'Universo, perché questa poi ci darebbe un'idea della forza di Gravità associata. Se è molto grande, sarà sufficiente ad *invertire il moto delle galassie, come la monetina che torna indietro!!* Se è più bassa, *le galassie si allontaneranno per sempre, come le sonde che lanciamo nello spazio!!*

Martina: beh, allora!! Hanno fatto questi calcoli?

Federica: non immagini, queste domande a cosa hanno portato!! A concetti come la **materia oscura** e **l'energia oscura!!!**

Martina: ma di cosa stai parlando?? Oscura!! Significa che è nascosta?

Federica: Aspetta, procediamo con ordine!! Gli scienziati, nel tentativo di capirci qualcosa sull'Universo, si sono messi ad osservare e contare le Stelle presenti nelle galassie, grazie ai potenti telescopi di cui ti ho parlato prima. Questa osservazione ha portato a una cosa strana!! In pratica hanno fatto una stima della massa presente nelle galassie ed hanno ricavato la forza di gravità che potrebbe generarsi. Ed è qui che viene il bello!! Indovina un po' cosa è uscito fuori? La gravità che produce una qualsiasi galassia che studiamo, è 4/5 volte maggiore della gravità che ci si aspetta!!



Martina: come è possibile?

Federica: la spiegazione che danno gli Scienziati e che molta materia che è presente nell'Universo non si vede, ma esercita lo stesso una gravità, che si somma alla gravità della materia visibile. Il bello è che il

grossa della Forza di Gravità non è esercitata dalle stelle e dalle galassie che non osserviamo, ma bensì da quella invisibile. Ecco perché si parla di **materia oscura**.

Martina: ho capito!! Quindi nell'Universo c'è molta più materia di quella che si vede? Allora il problema è risolto? Queste galassie stanno rallentando, proprio come la monetina, che ritorna indietro!! Ho ragionato bene?

Federica: hai ragionato benissimo!! La gravità che osserviamo è tale per cui le galassie ad un certo punto dovrebbero rallentare, per poi invertire il loro moto e ritornare di nuovo nella palla di fuoco che ha preceduto il Big bang. ma vuoi sapere cosa osservano e cosa misurano gli scienziati?

Martina: c'è qualche altra sorpresa?

Federica: ahimè, le misurazione astronomiche, hanno messo in evidenza che le galassie, non solo non stanno rallentando, ma addirittura stanno aumentando la loro velocità in maniera vertiginosa!!! La aumentano in misura maggiore quanto più sono lontane!!

Martina: di chi è la colpa stavolta?

Martina: accidenti!! Quanto zero sono?

Federica: sono 119 zeri. La costante cosmologica è un valore precisissimo e regola il funzionamento dell'intero Universo!! Se avesse avuto qualche zero in meno l'Universo non sarebbe mai nato!!!

Martina: è come mai è così preciso? C'è un Dio che ha impostato questi numeri così precisi e strani?

Federica: se c'è un Dio non lo so, ma gli scienziati hanno cercato di trovare una soluzione a questo enigma, ed in un certo senso sono ricorsi ad *un atto di "fede"*!!! Hanno ipotizzato la presenza di **Universi paralleli**.

Martina: adesso non ti seguo!!



Federica: Hanno pensato che se la Terra è un minuscolo granello tra miliardi di granelli nell'Universo e il Sole è una sola delle tante Stelle, fra i miliardi di stelle nelle galassie nell'Universo, ed ancora se la Via Lattea è solo una galassia tra le miliardi di Galassie nell'Universo, e gli ammassi di galassie sono agglomerati tra gli innumerevoli agglomerati nell'Universo... vuoi vedere che ad una scala successiva l'Universo è solo uno tra i miliardi di Universi presenti?!!!

In tal modo nasce la teoria degli Universi PARALLELI, che afferma che vi sono *infiniti UNIVERSI, ognuno con le proprie leggi e le proprie costanti e tra questi, nelle innumerevoli possibilità di combinazioni tra leggi e costanti si è avuta la formazione del nostro Universo.*

Martina: Oddio!! Interessante.... miliardi di stelle si uniscono a formare le galassie, miliardi di galassie si uniscono a formare gli ammassi di galassie, milioni di ammassi di galassie si uniscono a formare i super ammassi di galassie, che a loro volta formano l'intero Universo. Quindi, se continuassi, con questi raggruppamenti dovrei affermare che miliardi di Universi si uniscono a formare ammassi di Universi!! È fantastico!! Ma è possibile dimostrarlo scientificamente?

Federica: C'è chi critica questo approccio alla teoria degli Universi Parallelari, sostenendo che non è di tipo scientifico in quanto frutto di speculazione e non di calcoli, verifiche e riproducibilità. Ma va detto che la scienza è anche tale, in quanto distingue ciò che è spiegabile da ciò che non lo è!!!

Quindi ha senso parlare di approccio scientifico visto che questa teoria rappresenta il tentativo di spiegare l'Universo da un punto di vista logico e ragionevole. Anche i Greci ipotizzarono attraverso il ragionamento che la materia fosse formata da atomi, ma ci vollero 2500 anni per avere tale conferma. È possibile che un domani tale ipotesi, possa essere oggetto di verifica.

Martina: quante cose misteriose che ci sono nell'Universo, c'è qualcos'altro di bizzarro?

Federica: Si certo!! Ora ti parlerò degli oggetti più misteriosi presenti nell'Universo, oggetti capaci di divorare tutto, anche l'intero Universo stesso, la loro esistenza è stata dimostrata recentemente, ora si sa che esistono!! Prima era stata ipotizzata, la loro presenza... solo con dei ragionamenti.

Martina: ma di cosa stai parlando?

Federica: dei buchi neri!! Devi sapere che in realtà non sono dei buchi, ma bensì delle stelle!!

Martina: cerca di essere più chiara! Le stelle brillano, tu invece parli di qualcosa di nero, quindi senza luce!



Federica: per farti capire come sono fatti, ti chiedo uno sforzo di memoria!! Ricordi la monetina che cadeva?

Martina: si certo!! Cadeva perché era soggetta alla forza di gravità della Terra.

Federica: ti ricordi gli esempi che spesso, si fanno a scuola sulla Forza di Gravità della Luna e del Sole?

Martina: se ben ricordo, la forza di Gravità della Luna è più piccola rispetto a quella della Terra. Spesso vedo dei documentari di astronauti che sulla luna sembrano saltare come canguri!! Poi ti dirò, sul Sole la

gravità è molto maggiore, circa mille volte più forte rispetto a quella della Terra; ciò è dovuto al fatto che il Sole ha una massa assai più grande, rispetto a quella della Terra, che a sua volta, è maggiore rispetto a quella della Luna!!

Federica: ecco brava!! Allora immagina un corpo, così compatto, così massiccio, con una massa così grande da generare una attrazione gravitazionale, tale per cui nemmeno la luce riesce ad allontanarsi!!

Martina: come la luce!! In che senso?

Federica: si certo la luce. Questi buchi neri sono delle stelle!!! Però non riescono ad emettere la luce!!

Martina: perché?

Federica: ti ricordi, ti ho parlato della velocità di fuga?

Martina: se non erro, era la velocità necessaria che deve avere un oggetto per allontanarsi da un pianeta, senza essere risucchiato dalla gravità dello stesso!!

Federica: Bravissima!! Allora ti sarà chiaro capire che la luce che emette la stella, che noi chiamiamo buco nero, non riesce ad allontanarsi, nemmeno viaggiando a 300.000 Kilometri al secondo, perché non basta a superare la possente gravità di questo oggetto celeste!! Qualsiasi cosa passi vicino ad un buco nero, può essere attratto dalla sua forza gravitazionale e risucchiato su di esso!! Tutto ciò che entra nel buco nero, non può più uscire, perché non c'è velocità di fuga che basti per allontanarsi!!!

Martina: quindi anche la luce è soggetta alla forza di gravità?

Federica: si certo!! La luce può essere considerata come fatta... è fatta da tanti sciami di particelle chiamate **fotonii**!!

Martina: bene.... ho capito cos'è un buco nero, cos'è l'energia oscura o antigravità, cos'è la materia oscura.. c'è altro da capire??

Federica: beh sì, sono stanca, ma ti parlerò di un'ultima cosa

Martina: ti ascolto, ma dopo andiamo a letto, va bene?

Federica: Si certo!! Adesso ti parlerò dell'**antimateria**, ma sono certo che finiremo *per parlare anche di altro!!*

Martina: antimateria??

Federica: devi sapere che gli scienziati, per capire com'è fatto l'Universo, non sempre rivolgono lo sguardo al cielo, anzi spesso è il contrario!! Costruiscono degli enormi laboratori nel sottosuolo per cercare di conoscere le particelle più piccole della materia. In pratica costruiscono delle enormi piste da corsa, lunghe Kilometri e Kilometri a forma di anello.

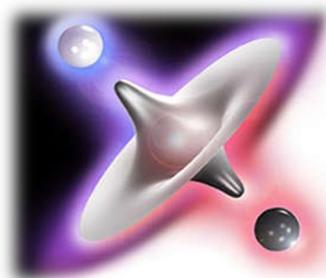
Martina: cosa fanno con queste piste??

Federica: anziché far correre delle auto, fanno viaggiare delle particelle, come i protoni, ad esempio!! Ne mettono due che viaggiano ad altissima velocità, ma in senso opposto; quando ritengono opportuno, li mettono sulla stessa corsia e li fanno scontrare violentemente!!

Martina: come due treni che si scontrano ad altissima velocità?

Federica: si giusto!!! Gli scienziati, osservano i resti dello schianto!!

Infatti i protoni, quando si scontrano, si frantumano, generano nuove



particelle!! In questo modo sono riusciti a conoscere tante nuove particelle, che non erano note.

Martina: cosa c'entrano queste nuove particelle con l'Universo?

Federica: conoscendone di nuove, gli scienziati possono ricavare informazioni sugli istanti dopo il Big bang, giacché dopo quella violenta esplosione di sicuro queste particelle dovevano essere presenti!!

Martina: adesso mi è chiaro il collegamento.

Federica: Ecco quindi che accanto all'elettrone, al protone, al neutrone, si aggiungono: *fotone, gluone, muone, bosone, neutrino, taone*, ecc.. Tutta questa tribù di particelle è stata inglobata in una teoria chiamata **Modello Standard**, che consente di creare un vero e proprio albero genealogico delle particelle.

Martina: albero genealogico??

Federica: Si!! Devi pensare a queste particelle, come una famiglia, dove ci sono lo zio, la zia, il nonno, la nonna, il papà, la mamma, ecc. tutte legate da un grado di parentela!! Inoltre devi sapere che ogni particella ha un suo peso ed un tempo di vita!!

Martina: peso? Vita?

Federica: se vai su una bilancia, misuri il tuo peso? Ogni essere vivente mica vive in eterno? Ecco è la stessa cosa per queste particelle. Ma come al solito, nella Scienza la scoperta di qualcosa porta sempre a nuove domande!!

Martina: ad esempio?

Federica: il peso di ogni particella è sempre un numero molto strano, senza una logica ed un ragionamento di base! Sembrano numeri usciti a caso dalla lotteria!!

Martina: quindi?

Federica: gli scienziati si rifiutano di accettare questa idea!!

Si sono sforzati di trovare una logica a questi numeri, fin quando uno scienziato scozzese non ha elaborato una brillante idea!! Sto parlando di **Peter HIGGS**, che ha ipotizzato che dovesse esistere *una particella capace di generare una forza responsabile del peso di tutte le altre particelle!!* Questa particella, così importante è stata addirittura chiamata *la particella di DIO*, in realtà facciamo prima a chiamarla con il suo nome: **Bosone di Higgs!!**

Martina: si d'accordo, però la parola antimateria non l'hai ancora pronunciata!!

Federica: hai ragione!! Stavo giusto accennando *al Modello Standard ed alla fisica della particelle!!* Ritorniamo a noi: gli esperimenti che si conducono in questi anelli, chiamati **acceleratori di particelle** hanno condotto anche ad un'altra incredibile scoperta!!

Martina: di cosa parli!!

Le particelle del Modello Standard			
L'intera realtà è formata da questi 17 "mattoni".			
massa carica spin nome	→ 2,4 MeV 2/3 1/2 u up	→ 1,27 GeV 2/3 1/2 c charm	→ 171,2 GeV 2/3 1/2 t top
Quark			
	4,8 MeV -1/3 1/2 d down	104 MeV -1/3 1/2 s strange	4,2 GeV -1/3 1/2 b bottom
Leptoni	<2,2 eV 0 1/2 ν _e neutrino elettron.	<0,17 MeV 0 1/2 ν _μ neutrino muonico	<15,5 MeV 0 1/2 ν _τ neutrino tauonico
I	0,511 MeV -1 1/2 e elettrone	105,7 MeV -1 1/2 μ muone	1,777 GeV -1 1/2 τ tauone
II			
III			
FAMIGLIE DI MATERIA			
Mediatori di forze			
	Z ⁰ bosone Z		
			W [±] bosone W
			BOSONE DI HIGGS



Federica: quando le particelle si scontrano si possono formare sempre due tipi di materia: l'elettrone, il protone, il neutrone, il fotone, il gluone, il muone, il bosone, il neutrino, il taone, che ti ho accennato, ma anche... l'antielettrone, l'antiprotone, l'antineutrone, l'antimuone, l'antigluone, l'antineutrino, l'antitaone.

Martina: e cosa sono tutti questi anti???

Federica: sono particelle completamente identiche, *oserei dire gemelle*, rispetto alle prime, ma che hanno solo qualcosa di diverso!!! Le cose strabilianti sono due: se avviciniamo un elettrone ad un antielettrone, questi si disintegrano e liberano una enorme quantità di energia!!! Quindi materia ed antimateria, non riescono a coesistere, ma si disintegrano reciprocamente, questo processo è chiamato dagli scienziati, **annichilimento!!** L'altra cosa, per certi versi ancora più incredibile è che in questi acceleratori di particelle si possono formare con la stessa percentuale sia particelle di materia che di antimateria, la natura non ha preferenze!!

Martina: quindi nel nostro Universo ci sono galassie fatte da stelle di materia, ed altre fatte da stelle di antimateria?

Federica: ottima domanda!! Ed è qui che c'è qualcosa di strano!! Sebbene nei laboratori si possano creare indifferentemente entrambi i tipi di materia, nell'Universo non vi è traccia di antimateria e non se ne capisce il perché!!! Anche stavolta gli scienziati hanno ragionamento in maniera più filosofica che scientifica!!

Martina: che significa?

Federica: significa che non potendo fare esperimenti hanno pensato a ciò che è più logico e ragionevole.

Martina: sarebbe??

Federica: gli scienziati credono che durante il big bang siano state generate entrambi i tipi di materia, ma che la natura abbia commesso *un piccolo errore* producendo una piccolissima quantità di materia in più, rispetto all'antimateria. Ecco quindi che materia ed antimateria presenti nell'Universo si sono *annichilate* e ciò che è rimasto è la materia in più, di cui è fatto l'Universo!!!

Martina: ho capito!! Basta sono stanca!! È tutto meraviglioso ed affascinante, ma non credi che sia il caso di andare a dormire?

Federica: si certo, va bene, è tutto chiaro?

Martina: ora se qualcuno mi chiede di: *legge di Hubble, velocità della luce, Big bang, velocità di fuga, velocità di espansione dell'Universo, materia oscura, energia negativa, antigravità, costante cosmologica, Universi paralleli, fotoni, buchi neri, antimateria, acceleratori di particelle, modello standard, particella di Higgs e annichilimento*, mi faccio trovare preparata!!!!