

CASA CULTURALE di SAN MINIATO BASSO

www. casa culturale san miniato basso – (Sezione LETTURE)

TERZO LAVORO PER I RAGAZZI NEL 2019

BUCHI NERI

Alcune Considerazioni tratte dai libri:

Dal Big Bang ai buchi neri

Buchi neri e universi neonati

di

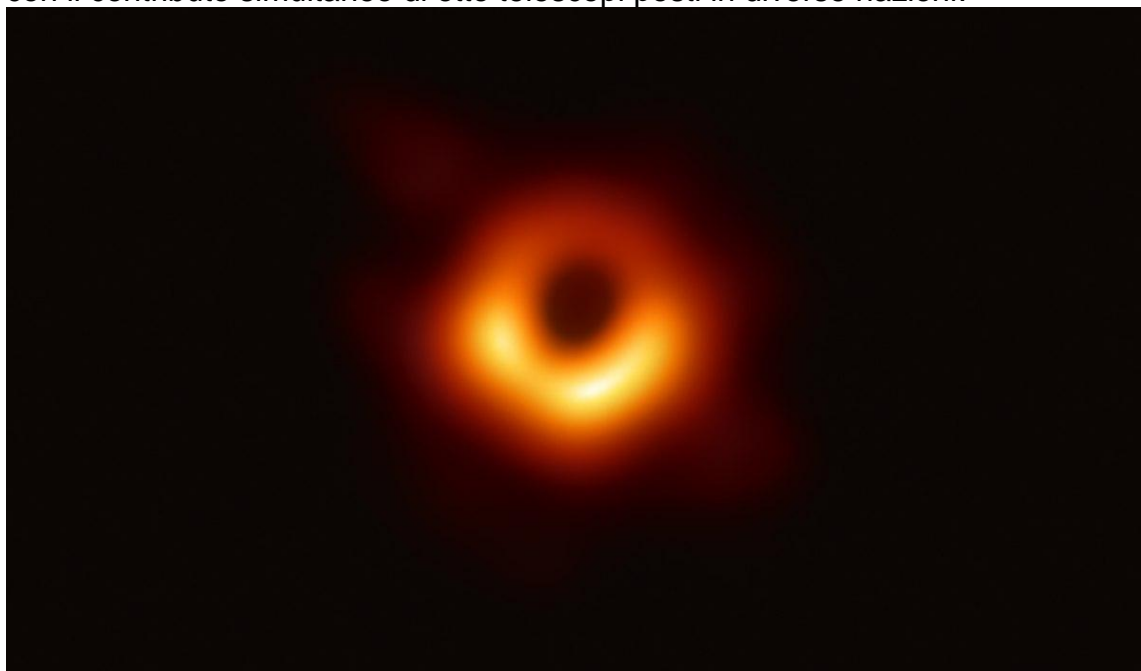
STEPHEN HAWKING

COSA E' UN BUCO NERO NELLO SPAZIO

Un **BUCO NERO** è una regione dello spazio con un campo gravitazione così grande che attira a se e cattura tutto ciò che gli si avvicina.

Da quella regione dello spazio, detta **BUCO NERO**, non può uscire nemmeno la luce.

La luce infatti, a causa della grande attrazione a cui è sottoposta, non può staccarsi da questa massa celeste; ed è proprio per questo motivo che non è possibile vedere direttamente un buco nero ma solo un suo contorno come è avvenuto in questi ultimi giorni con il contributo simultaneo di otto telescopi posti in diverse nazioni.



Questi elementi dell'universo che per primo Einstein intuì che dovevano esistere hanno dimensioni diverse e per quanto si riferisce alla loro grandezza gli stessi si catalogano secondo queste caratteristiche dimensionali:

- BUCO NERO "**super massiccio**" con dimensione di milioni ed addirittura di miliardi più grandi del sole.
- Di "**massa intermedia**" quando presenta un volume migliaia di volte quella del sole.
- Del tipo detto "**stellare**" con una dimensione decine di volte il sole.
- "**micro**" quando il BUCO NERO è piccolo come la luna.

Si ritiene che un buco nero delle dimensioni super massiccio sia presente in ogni galassia, anche nella nostra.

ATTRAZIONE DI UN BUCO NERO DEI RAGGI DI LUCE DI UNA STELLA

Il BUCO NERO non è uno spazio vuoto, può avere anche un volume ridottissimo ma con una densità di materia così enorme da dar luogo ad una forza di gravità grandissima la quale attira a sé tutto quello che gli si avvicina.

Se un raggio di luce di una stella passa abbastanza vicino ad un buco nero viene incurvato nella sua traiettoria a causa della attrazione su di lui esercitata e cambia di direzione. Dopo la deviazione impostagli il raggio di luce prosegue poi il suo percorso.

Naturalmente se si avvicina troppo al buco nero viene attratto e fagocitato, non potrà più uscirne.

DICIAMO SUBITO QUALCOSA SULLA VELOCITA' DELLA LUCE

Il primo calcolo della velocità della luce fu fatto addirittura nel 1675 da un astronomo danese, Ole Christensen Romer, che la valutò di 225.000 chilometri al secondo.

Romer verificò i ritardi con cui arrivavano sulla terra le immagini delle eclissi dei satelliti di Giove. Questi calcoli hanno dell'incredibile per essere stati fatti con le attrezzature di quel tempo, quasi quattrocento anni fa.

L'olandese Christiaan Huygens corresse questi calcoli nel 1790 ed oggi sappiamo con precisione che la velocità della luce è di 299.792.458 metri al secondo; circa

trecentomila chilometri al secondo :

(sette giri e mezzo della circonferenza della terra sulla linea dell'equatore)

Circa 200 volte la distanza fra le Alpi e la Calabria

Questi numeri, nella loro valutazione, sembrano incredibili a noi profani se si pensa che in un secondo la luce fa quel tragitto e che il buco nero fotografato finalmente il 10 aprile del 2019 dista dalla terra **cinquantasei milioni di anni luce.**

Accenniamo ora brevemente ad un conto di questa distanza :

Abbiamo detto che un raggio di luce corre alla velocità di circa 300 chilometri al secondo. Ebbene moltiplichiamolo ora per 60 per avere il percorso in un minuto; per altri sessanta per avere un'ora; poi per 24 per valutare quello in un giorno e poi per 365 per arrivare ad un anno. A questo punto diamo la botta finale: moltiplichiamo ancora per altri 56.000.000 (sì, proprio 56 milioni e non invece 42 o 60 . I conti li fanno precisi questi scienziati !). Dopo queste moltiplicazioni si trova a quanti chilometri si trova il "buco nero di Kerr" dal pianeta terra.

Questo calcolo ci fa anche capire e stupire a che livello sono arrivati gli studi e le attrezzature con cui operano gli attuali astronomi

PERCHE' NON SI PUO' SUPERARE LA VELOCITA' DELLA LUCE

Einstein dimostrò che il tempo non era assoluto e che la velocità della luce era la stessa per qualsiasi osservatore che la misurasse mentre si muoveva a qualsiasi velocità e in tutte le direzioni possibili.

Questa scoperta diceva in pratica l'equivalenza fra massa ed energia, compendiata nella notissima legge : "energia uguale al prodotto della massa per la velocità della luce al quadrato".

In pratica un oggetto aumenta il suo peso all'aumentare della propria velocità !

Ad esempio un oggetto che si muove alla velocità pari al 10 per cento della velocità della luce aumenta il suo peso dello 0,5 per cento. Ma lo stesso oggetto se viaggia al 90 per cento della velocità della luce aumenta la sua massa più del 200 per cento.

Nessun oggetto potrà mai arrivare alla velocità della luce perché a quella velocità la sua massa diventerebbe infinita e quindi per fargli raggiungere quella velocità dovremmo fornirgli una quantità di energia infinita.

Per curiosità vogliamo dirvi anche, cari ragazzi, che il metro campione conservato a Parigi con tutte le cautele possibili, niente variazioni di temperatura, umidità sempre controllata e altre cautele perché lo stesso non variasse assolutamente di lunghezza è andato definitivamente in pensione. Infatti nella XVII conferenza dei pesi e delle misure dell'anno 1983 come metro campione è da prendersi la distanza in metri percorsa dalla luce nel vuoto in 1 diviso 299792458 di secondo (0.000.000.003)

COME SI FORMA UN BUCO NERO NELLO SPAZIO

Il nostro sole è così grande e molto caldo e brucia di continuo idrogeno ed elio come una bomba H controllata.

Esaurirà il suo combustibile nucleare non prima di altri cinque miliardi di anni.

Sappiamo che una stella si forma quando una grande quantità di gas (per lo più idrogeno) comincia a contrarsi e con questo accumulo di materia si restringe sempre più per effetto dell' attrazione gravitazionale.

Quando la temperatura del gas arriva ad un valore tale che gli atomi di idrogeno si fondono si comincia ad avere la formazione di atomi di elio.

Al calore liberato in questa reazione, che è simile a una esplosione di una bomba ad idrogeno, si deve lo splendore della nuova stella che nasce.

Le stelle rimangono stabili per molto tempo, fino a quando il calore generato dalle reazioni nucleari al loro interno controbilancia l'attrazione gravitazionale.

Quando la stella arriva vicino al suo esaurimenti si ha un collasso degli atomi di gas che entrano in collisione fra loro, sempre più frequentemente e a velocità sempre maggiori. Quando esaurisce il suo combustibile, comincia a raffreddarsi e a contrarsi sempre più.

Alcune stelle con una massa circa del valore del nostro sole cessano di contrarsi e si stabilizzano in un possibile stato finale sotto forma di una "**nana bianca**", stella con un raggio abbastanza piccolo, cioè di alcune centinaia di chilometri e una densità di centinaia di tonnellate per centimetro cubo.

Una di queste "nane bianche" orbita attorno a Sirio , la stella più luminosa nel nostro cielo.

Se una stella però ha dimensioni molto superiore a quella del nostro sole non può assestarsi come "nana bianca".

Diventerà piccolissima e il campo gravitazionale incurverà i suoi raggi di luce al punto da farli ritornare verso se stessa.

Quella stella che non diventa nana bianca è diventata allora un “buco nero”.

Dei buchi neri gli scienziati hanno ancora tante cose da capire :

- Come nascono e come si evolvono
- Come mai i più piccoli spesso si trovano in coppia.
- Esistono tanti buchi neri piccolissimi e altri super massicci, almeno uno per galassia, e invece se ne trovano pochissimi di dimensioni intermedie.

COME SI PUO' DIRE DI VEDERE UN BUCO NERO SE NON EMETTE LUCE ?

La domanda che viene spontanea farci è come sia possibile sperare di vedere un buco nero se questi oggetti, per definizione, non emettono luce. Data l' attrazione gravitazionale del buco nero sappiamo che un raggio di luce nelle sue vicinanze viene risucchiato e ritorna verso quel sistema gassoso; non possiamo quindi noi vedere quel raggio di luce!

Per fortuna invece è stato scoperto che questa possibilità esiste e si è altresì potuto verificare dopo anni anche quello che Einstein aveva immaginato e scoperto con i suoi calcoli

Ecco come si è risolto il problema: gli astronomi hanno verificato, che esistono nell'universo molti sistemi formati da due stelle che orbitano attorno ad un baricentro comune, attratte l'una dalla forza di gravità dell'altra.

Queste sono dette stelle binarie.

Allo stesso modo però si erano anche trovati strani sistemi celesti con una sola stella visibile che orbitava attorno a qualcosa di sconosciuto che stava soffiando via materia gassosa dalla superficie esterna di quella stessa stella visibile. Chi era il ladro ?

Chi operava questa attrazione di materiale visibile della stella fissa era un buco nero orbitante attorno allo stesso baricentro che interessava quella stella ben osservabile con i telescopi

Uno di questi “buchi neri” si chiama Cygnus X-1 ed è nella nostra galassia, mentre altri sono nella vicina galassia con il nome “Le Nubi di Magellano”.

Il numero dei buchi neri potrebbe essere benissimo maggiore di quello delle stelle visibili, il che significherebbe cento miliardi di buchi neri in una galassia come la nostra.

Esistono centinaia di milioni di galassie che ben studiamo con i moderni telescopi e sappiamo che in ognuna di loro è formata da centinaia di milioni di stelle.

COME HANNO FATTO A FOTOGRAFARE QUELLO FATTO VEDERE ALLA TV ?

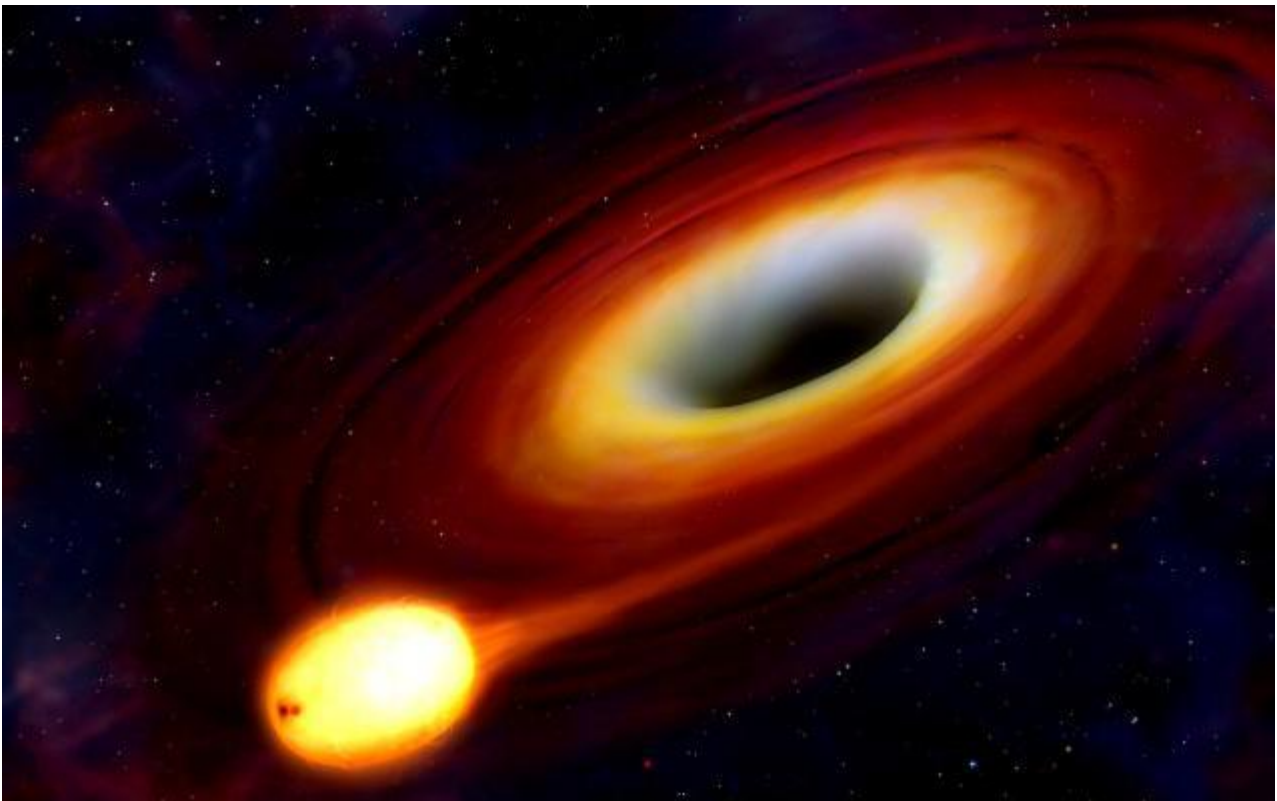
Intanto precisiamo che quella foto riportata da tutti i giornali, riviste e televisioni non è una fotografia come quella che possiamo scattare alla luna o ad altri corpi celesti vicini.

Il buco nero M87 **non è com'è adesso ma com'era 55 milioni di anni fa**, vale a dire il tempo che ci ha messo la sua luce a raggiungerci.

Quell'immagine visiva, frutto della collaborazione internazionale di un'enorme somma di dati (4 petabyte – 1.000.000.000.000.000 byte), una immagine **virtuale composita** dell'ombra lasciata ai margini del buco nero del materiale che è rimasto non fagocitato dall'attrazione gravitazionale; era sul limite dell'abisso dove tutto viene risucchiato.

Ci sono voluti anni di osservazioni e 14 milioni di euro di spesa per portare avanti il progetto internazionale noto come Event Horizon Telescope sotto il quale si raccoglie una rete di radiotelescopi sparsi tra Europa, Usa, Cile e Polo Sud.

L'astronomia di oggi funziona con grandi collaborazioni di reti e telescopi che lavorano insieme. Quando una rete capta un'onda gravitazionale vengono avvertiti i colleghi addetti ai telescopi perché possano puntare subito i loro strumenti nella stessa regione del cielo



SI VEDE SOLO CIO' CHE AVVIENE AL BORDO DEL BUCO NERO

La dimostrazione matematica che i buchi neri possono emettere radiazione termica è stata fatta da molti studiosi e questo avviene perché un corpo con una certa temperatura elevata deve emettere radiazioni ad un ritmo ben definito.

E' un dato di esperienza che, se si riscalda un attizzatoio alla fiamma, esso diventa rovente ed emette radiazioni.

Secondo la teoria di Hawking un buco nero emette particelle e radiazioni esattamente come se fosse un corpo caldissimo, con una temperatura che dipende direttamente dalla sua massa.

Quindi il buco nero super massiccio come quello "di Kerr" che ha una massa enorme emette particelle ad un ritmo costante che possono ruotare nelle zone esterne.

Stephen Hawking, nei suoi due libri che abbiamo ricordato all'inizio, per le sue dimostrazioni sul comportamento dei buchi neri e sulla vita dell'universo si serve di particolari nomi degli elementi e delle funzioni con termini molto tecnici e anche difficili da comprendersi.

Lo scienziato usa infatti nomi e dice di procedimenti come entropia, entalpia, antimateria, raggi X e gamma, oscillazioni, velocità di fuga e tante notizie sulle caratteristiche dei materiali con termini poco conosciuti, usati solo da studiosi della materia.

Noi cercheremo ora invece di dire in modo approssimato qualcosa che si capisca da tutti, con facilità, semplici spiegazioni sulle caratteristiche di questi corpi celesti. In particolare vorremmo far capire come sia stato possibile fermare su una foto virtuale composita questo evento che ha interessato e incuriosito i media di tutto il mondo.

Subito va detto che si è potuto fotografare solo un buco nero del tipo "**super massiccio**". Questa possibilità non esiste per sistemi con una massa sia "**stellare**" che "**micro**".

Il buco nero fotografato pochi mesi, detto "**buco di Kerr**", ha una massa sette miliardi di volte più grande di quella del nostro sole e soltanto per sistemi di quella grandezza è possibile osservare quello che succede negli strati più esterni di quel sistema di gas nel vuoto planetario.

In particolare gli scienziati con i loro telescopi ci hanno fatto vedere ciò che avviene nella zona più esterna del buco nero, dove cioè non avviene la cattura automatica di tutto ciò che circola nei suoi paraggi.

Quello che si vede nella foto, la parte di colore rossastro, è il plasma incandescente che si muove, ruotando, intorno al buco nero ad una velocità vicina a quella della luce.

Il disco scuro invece, all'interno della foto, è proprio il buco nero stesso, dove esiste il plasma inghiottito dalla gravitazione.

La parte nera è la zona dove è rimasta intrappolata la materia gassosa ed è impossibile per noi vederla perché la stessa non può emettere verso l'esterno alcun raggio di luce.

Il conclusione ciò che si vede fotografato dagli otto telescopi in simultanea da tante parti del mondo sono i raggi di luce nello spazio-tempo che per un nonnulla sono riusciti a sfuggire alla cattura e rimangono quindi sospesi esattamente al margine della massa che sta attirando tutto con una enorme forza di gravitazione.

Questi raggi di luce, attivi e visibili, sono sottoposti a due forze che agiscono in modo opposto su di loro:

**una forza è data dalla grande velocità del raggio di luce stesso
e l'altra forza è quella di gravitazione del buco nero
che lo sta attirando verso di sé per fagocitarlo al suo interno.**

Questi raggi visibili rimangono al margine della massa del buco nero e per una legge fisica ben precisa si sa che devono essere assolutamente tutti paralleli fra loro.

Hawking ci fa capire con un esempio simpatico cosa sta succedendo in questa folle corsa nello spazio delle radiazioni che corrono nei pressi dei buchi neri e che rimangono proprio al limite dello spazio ancora sicuro dall'immane risucchio :

Dice infatti così Stephen W Hawking :

- Pensiamo ad un borsaiolo che, correndo a perdifiato nel tentativo di sfuggire ai poliziotti, riesce a mantenere un distacco di pochi metri ma non ad allontanarsi e far perdere le proprie tracce. Il borsaiolo è il raggio di luce.

Tornando al nostro caso Hawking ci dice anche che le traiettorie dei raggi di luce che sono stati fotografati non devono mai scontrarsi ma rimanere parallele l'una all'altra perché altrimenti, scontrandosi, perdono velocità e sono quindi subito catturate ed inghiottite all'interno del buco nero.

Nella nostra similitudine accennata sopra sarebbe come se il ladruncolo si imbattesse in un altro farabuttello come lui che sta tentando di sfuggire alla polizia correndo in direzione opposta: con lo scontro fra di loro i due ladri perderebbero naturalmente del tempo e allora sarebbero subito catturati entrambi dai poliziotti !

DOVE CORRONO A VELOCITA' FOLLI LE GALASSIE

Sappiamo che le galassie stanno allontanandosi da noi e quanto più lontane sono, tanto più velocemente corrono via. Questo fatto ci dice che l'universo che possiamo osservare attorno a noi è in espansione e che le distanze fra le varie galassie stanno crescendo nel tempo. Se l'universo è in espansione si pensa che potrebbero esserci ragioni fisiche per cui dovette esserci un inizio.

Sembrava logico in effetti che ci fosse stato un tempo in passato, circa venti miliardi di anni fa, in cui tutti gli oggetti dovettero trovarsi esattamente nello stesso luogo e in cui, perciò, la densità dell'universo era infinita.

Questa scoperta portò il problema dell'inizio dell'universo nell'ambito della scienza.

Le osservazioni di Hubble suggerirono che doveva esserci stato un tempo, chiamato comunemente "**la grande esplosione**" o **big bang**, in cui l'universo era infinitamente piccolo e infinitamente denso.

E' bene ricordare che con le attuali attrezzature tecniche le dimensioni dell'universo da noi osservabili con una certa precisione sono milioni di miliardi di chilometri (Il numero 1 seguito da ventiquattro zeri).

Stephen Hawking dice chiaramente che è molto difficile escogitare una teoria in grado di descrivere l'intero funzionamento dell'universo e oggi gli scienziati lo descrivono nei termini di due teorie fondamentali parziali: la teoria generale della relatività e la meccanica quantistica.

- La teoria generale della relatività (di Einstein) descrive la forza di gravità e la struttura dell'universo su scale molto grandi, comprese da pochi chilometri a milioni di miliardi di miliardi di chilometri.
- La meccanica quantistica si occupa invece di fenomeni su scale estremamente piccole, come un milionesimo di milionesimo di centimetro.

Una delle maggiori imprese della fisica di oggi è la ricerca di una nuova teoria che le includa entrambe : **una teoria quantistica della gravità.**

Cari ragazzi, se vi abbiamo detto qualcosa che vi ha interessato, rivedetevi quello che nell'anno 2016 abbiamo riportato sulla vita di Einstein -

([www.casa](http://www.casa.culturale.sanminiatopi.it) culturale san miniato – sezione LETTURE).

Non perdetevi poi assolutamente l'intervista a Hawking di Sue Lawley riportata sul suo libro "buchi neri e universi neonati" a pagina 185.

La figura di Stephen Hawking, forse il più grande scienziato contemporaneo, si rivela affascinante, oltre che per le capacità intellettuali, per la sua storia personale. La malattia che lo ha colpito, con le sue gravissime limitazioni fisiche, si è trasformata in uno stimolo alla concentrazione del suo pensiero.

Nei due libri di Stephen W. Hawking che vi abbiamo segnalato lo stesso Hawking risponde a tante domande che ognuno di noi si fa :

- Che cosa sappiamo dell'universo, e come lo sappiamo ?
- Da dove è venuto l'universo e dove sta andando ?
- L'universo ebbe un inizio e, in tal caso, che cosa c'era prima ?
- Qual è la natura del tempo ?
- Il tempo avrà mai fine ?

