

## ***Il Mistero del Cosmo, Enigma dell'Infinità***

Sandra Savaglio

*Max-Planck-Institut für extraterrestrische Physik, Monaco di Baviera*

Il 2009 è l'anno internazionale dell'astronomia. Esattamente 400 anni fa Galileo, per la prima volta nella storia dell'umanità, ha puntato un cannocchiale verso il cielo per scrutare i punti luminosi nella sfera celeste. Il cannocchiale era stato inventato dagli olandesi l'anno prima. Nelle mani di Galileo è diventato un fantastico strumento al servizio dell'astronomia.

Il mio intervento al X Convegno "Filosofia della Musica e Musica della Filosofia" di Vibo Valentia è un viaggio a lungo termine nella vita dell'universo intero. Negli studi astrofisici fatti nei secoli successivi all'invenzione del telescopio sono stati fatti enormi passi in avanti nella comprensione di tutto quello che ci circonda. Ciononostante mancano ancora risposte a delle domande fondamentali. Per esempio: siamo soli nell'universo? Esistono pianeti extra solari (pianeti fuori dal sistema solare) simili alla Terra? Di cosa è fatto l'universo? Quale sarà il futuro dell'universo?



VLT at Paranal

ESO PR Photo 43a/99 (8 December 1999)

© European Southern Observatory



*Figura 1: I quattro telescopi identici del Very Large Telescope. L'osservatorio, gestito dall'istituto europeo ESO, si trova a 2600 metri sul livello del mare, nel Deserto di Atacama, sulle Ande cilene. Lo specchio principale di ogni telescopio ha un diametro di 8 metri e 20 centimetri.*



*Figura 2: Un'immagine del cielo stellato, che mostra una parte della nostra galassia, la Via Lattea. La fotografia e' stata fatta dal deserto Tooran, nell'est dell'Iran.*

Galileo con il suo cannocchiale aveva scoperto i satelliti principali di Giove. Oggi i pianeti del sistema solare vengono osservati nei piu' piccoli dettagli usando telescopi molto piu' potenti. Per esempio il telescopio della NASA Hubble Space Telescope. Hubble e' molto piu' grande di quello usato da Galileo. Non solo possiamo osservare molti piu' satelliti di Giove di quelli visti da Galileo, ma si riesce a vedere molto distintamente l'ombra che questi satelliti proiettano sulla superficie del pianeta.

Hubble e' uno strumento estremamente potente. Con Hubble e' possibile (in teoria) leggere un giornale che si trova ad una distanza di 12 chilometri da noi. Grande quanto un autobus (lungo 13 metri, alto 4, peso 11 tonnellate, specchio principale di 2 metri e mezzo di diametro) e' in orbita intorno alla terra (compie un giro in 96 minuti) ad una distanza di 560 km dalla superficie terrestre. Un altro osservatorio astronomico molto potente e' stato costruito ed e' gestito da un istituto europeo, l'European Southern Observatory. Si tratta del Very Large Telescope (Figura 1), situato nel Deserto di Atacama, sulle Ande cilene. Queso regione nel deserto e' il luogo piu' secco della Terra, piove molto poco, una caratteristica molto importante per i telescopi. L'osservatorio e' un complesso di 4 telescopi ottici, ognuno con uno specchio principale di 8 metri di diametro. Con questi telescopi si puo' leggere la targa di un'auto che viaggia sulla superficie della Luna, se ci fossero auto sulla Luna! Nel futuro tecnologico dell'astronomia esistono in progettazione diversi telescopi molto piu' grandi. Il progetto europeo avra' uno specchio principale di 42 metri di diametro, Lo scopo principlae del progetto e' la ricerca di pianeti come la Terra fuori del sistema solare.

Il Sole e' una stella. Ne esistono piu' di cento miliardi nella nostra galassia, la Via Lattea (Figura 2). Al centro della Lia Lattea esiste un buco nero molto grande, che ha una massa equivalente alla massa di 4 milioni di stelle come il sole, concentrata in una sfera



*Figura 3: Un'immagine ottica di Andromeda, la galassia gigante piu' vicina alla nostra. La sua distanza dalla terra e' di quasi tre milioni di anni luce.*

grande quanto la sfera che contiene i pianeti solari interni. La Via Lattea e' una galassia a spirale, un tipo di galassia molto comune. Si tratta di un disco fatto di stelle, gas e polvere interstellare, con dei bracci a spirale molto luminosi che partono dal centro e si estendono fino ad una distanza di 50 mila anni luce. La galassia gigante piu' vicina alla nostra e' Andromeda (Figura 3), molto simile alla Via Lattea. Esistono numerose altre galassie molto piu' vicine di Andromeda. Si tratta di galassie nane, alcune molto chiaramente visibili ad occhio nudo. Per esempio la Grande Nube di Magellano si puo' ammirare dall'emisfero sud del nostro pianeta, e si trova ad una distanza di 160 mila anni luce dal Sole.

Andromeda, l'oggetto astronomico piu' distante visibile ad occhio nudo, ha un diametro di circa 200 mila anni luce (il doppio del diametro della Via Lattea). Si muove verso la nostra galassia (o viceversa noi ci muoviamo verso Andromeda) per effetto di attrazione gravitazionale (la stessa forza che ci tiene piantati sulla Terra). La velocita' di avvicinamento delle due galassie e' di 100 - 140 chilometri al secondo. Si prevede che la collisione (o meglio l'incontro) tra le due galassie avverra' tra 2 o 3 miliardi di anni. Il risultato finale sara' probabilmente una galassia gigante di forma sferoidale

La Grande Nube di Magellano e' una galassia nana, la terza galassia piu' vicina a noi. Piu' vicine sono la galassia ellittica nana Sagittarius (50 mila anni luce di distanza, scoperta nel 1994) e la galassia nana Canis Major (42 mila anni luce di distanza, scoperta nel 2003). La Grande Nube di Magellano ha ospitato una esplosione di una stella, una cosiddetta supernova, nota con il nome di SN1987A (Figura 4). Questa e' stata la supernova piu' vicina osservata dopo la famosa supernova del 1604, nota con il nome di Supernova di Keplero. SN1987A e' stata rivelata sulla terra nel 1987, da cui il nome. Un evento di estrema importanza dal punto di vista scientifico perche' ha offerto all'umanita' la prima opportunita' di studiare da vicino fenomeni catastrofici ed estremamente energetici. Le supernovae sono eventi rari, se ne prevedono uno o due





*Figura 4: Un'immagine della supernova SN1987A (in basso a destra), una stella esplosa 160 mila anni fa nella galassia vicina Grande Nube di Magellano. La luce e' arrivata sulla terra nel 1987.*

ogni cento anni nella Via Lattea. L'energia prodotta durante l'esplosione e' enorme, ma la gran parte delle supernovae passano inosservate perche' la radiazione emessa puo' essere in gran parte assorbita dal gas e dalla polvere interstellare, a seconda di dove avviene l'esplosione nella galassia. La maggior parte della energia prodotta (il 99%) e' emessa in forme che non sono facilmente rivelabili dagli strumenti esistenti. Si tratta dell'energia trasportata dalle particelle prodotte chiamate neutrini e quella prodotta dalle onde gravitazionali.

I neutrini sono particelle elementari con massa minuscola (milioni di volte inferiore a quella dell'elettrone) che viaggiano a una velocita' prossima a quella della luce (che e' 300 mila chilometri al secondo). Non interagiscono quasi per niente con gli atomi. Per questo motivo sono molto difficili da rivelare. Il numero totale di neutrini prodotti da SN1987A e' stato miliardi di miliardi di miliardi di miliardi di miliardi (eccetera), ma i rivelatori di neutrini presenti all'epoca sulla terra sono riusciti a rivelarne un totale di 22. Nonostante il numero esiguo, l'evento SN1987A e' stata una pietra miliare per lo studio e la comprensione dei fenomeni esplosivi dell'universo.

Il mio campo di ricerca riguarda un tipo di esplosione di stelle chiamato Lampo Gamma (in inglese Gamma-Ray Burst). I lampi gamma sono gli eventi piu' energetici mai rivelati dall'umanita', dopo il Big Bang. Si tratta di stelle molto grandi che esplodono a causa di instabilita' gravitazionali, molto simili alle supernovae tradizionali. Uno dei lampi gamma piu' studiati, il GRB011121, e' stato rivelato da terra il 21 novembre 2001. La radiazione, in gran parte raggi gamma, ha viaggiato quasi quattro miliardi di anni prima di arrivare sulla terra. I lampi gamma sono eventi estremamente rari. Si stima un tasso in una galassia di un evento ogni 100 mila anni. Poiche' esistono 100 miliardi di galassie nell'universo, e' stato calcolato che sulla terra sarebbe possibile rivelare alcuni eventi al giorno. I telescopi gamma, al momento operativi, arrivano a rivelare alcuni eventi alla settimana. Il lampo gamma piu' lontano mai osservato e' stato rivelato da

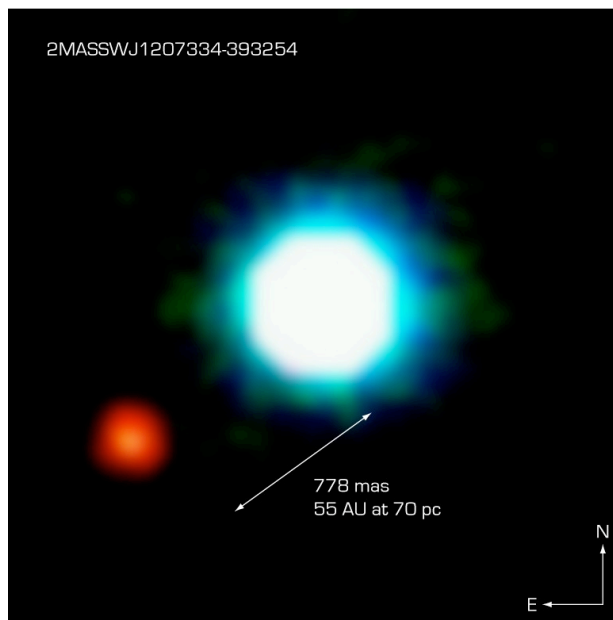


Figura 5: Il pianeta extrasolare M1207b (in basso a sinistra) orbitante la stella nana 2M2107, una stella nella costellazione del Centauro a 170 anni luce di distanza dalla terra. Scoperto nel 2003 grazie alle osservazioni effettuate con il Very Large Telescope, questo pianeta ha una massa che è da 3 volte a 10 volte la massa del pianeta Giove. La sua superficie ha una temperatura di circa 1300 gradi centigradi. Il pianeta si trova ad una distanza dalla stella parente equivalente alla distanza di Plutone dal Sole, e compie un'orbita in 1700 anni.

Terra il 23 aprile 2009. L'esplosione è avvenuta quando l'universo aveva un'età di mezzo miliardo di anni (oggi l'universo ha un'età di 13 miliardi e mezzo di anni). L'emissione di radiazione in raggi gamma è durata appena 10 secondi. Questo lampo gamma è l'oggetto più distante mai rivelato dall'umanità.

Torniamo alla nostra galassia. La stima della massa di una galassia ha portato ad una scoperta fondamentale per la conoscenza dell'universo. La massa in forma di stelle, gas e polvere, è circa il 10% della massa totale. Questa scoperta è stata fatta studiando la velocità di rotazione delle stelle intorno al nucleo galattico. La velocità piuttosto elevata, rimane costante fino ad una grande distanza dal centro (il sole si muove ad una velocità di circa 240 chilometri al secondo). Una velocità così elevata e costante è possibile solo se la massa totale della galassia è molto più grande della massa 'osservata' in atomi. Esiste quindi un'altra componente di massa non visibile e non in forma di atomi, che mantiene un equilibrio gravitazionale nella galassia. Così è stata scoperta quella che oggi è nota con il nome di Massa Oscura. La natura della massa oscura è ad oggi ancora sconosciuta. Ma non finisce qui. Le ultime scoperte nel campo dell'astrofisica sembrano suggerire che l'universo non è dominato dalla materia oscura, ma da una forma di energia che governa l'espansione dell'universo osservata. Tale espansione avviene attualmente in maniera accelerata, da cui la necessità di ipotizzare l'esistenza di una qualche forma di energia. Di questa energia non sappiamo veramente niente. Per questo motivo essa è stata chiamata Energia Oscura.

Gli studi più recenti nel campo delle particelle elementari e della cosmologia cercano di il mistero sulla creazione della materia nell'universo. Nel passato remoto dell'universo,



*Figura 6: Albert Einstein mentre suona il violino. Einstein amava molto la musica. Egli stesso diceva che suonare il violino lo aveva fatto diventare intelligente. Tra i suoi autori preferiti Mozart e Bach.*

durante le primissime fasi dopo il Big Bang, e' esistita una particella elementare chiamata in gergo "particella di Dio", ma che tecnicamente e' nota con il nome di bosone di Higgs. Si ipotizza che il bosone di Higgs e' responsabile della creazione della materia. Il bosone di Higgs, esistito in grande quantita' in passato, e' oggi prodotto solo grazie ad enormi sforzi in grandi laboratori di ricerca. E' oggi studiato al CERN, il grande laboratorio di alte energie europeo localizzato vicino Ginevra, in Svizzera.

Parlando del nostro pianeta, oggi sappiamo che esistono pianeti fuori dal sistema solare, Questi pianeti sono chiamati 'pianeti extrasolari'. Ad oggi ne sono stati scoperti circa 350. In genere si tratta di pianeti simili a Giove, cioe' pianeti giganti gassosi e caldi. Un esempio, il pianeta M1207b, e' mostrato in Figura 5. I pianeti extrasolari fino ad ora scoperti ruotano intorno a stelle vicine al nostro Sole (al massimo alcune centinaia di anni luce di distanza), semplicemente perche' tali pianeti sono piu' facili da osservare. Nei progetti futuri si cercheranno pianeti più piccoli, simili a Mercurio, Marte, o la Terra. I pianeti piccoli rocciosi sono piu' interessanti per i nostri studi, perche' possono avere un'atmosfera di tipo terrestre (ossigeno e vapore acqueo) e quindi possono ospitare qualche forma di vita.

Al momento non sappiamo se siamo soli nell'universo. La scienza non puo' ancora dare delle risposte in merito. Per essere piu' precisi, non e' possibile dimostrare che ci siano, oppure non ci siano, altre forme di vita in altri pianeti oltre alla Terra. Si puo' avere un'opinione, ma non una prova. Sono stato sviluppati dei modelli matematici con cui e' possibile calcolare la probabilita' di presenza di vita in altri pianeti. Questo al momento

e' tutto quello che possiamo fare. E' possibile che ci sia vita in altri pianeti, perche' la combinazione di un fatto estremamente raro (la vita) con un numero di stelle e pianeti molto elevato, fa si che la probabilita' non sia del tutto nulla. E' come giocare al lotto: avere un biglietto della lotteria non assicura la vittoria. Quello che si sa di sicuro e' che qualcuno vincera'. Ecco: noi non sappiamo nemmeno quello, se da qualche parte esiste un'altra forma di vita.

Voglio concludere il mio intervento ricordando cosa diceva Albert Einstein (uno dei piu' grandi scienziati di tutti i tempi, Figura 6) a proposito della fisica: *"I concetti della fisica sono libere creazioni dello spirito umano, e non sono, nonostante le apparenze, determinati unicamente dal mondo esterno"*. Forse un giorno l'essere umano sara' in grado di creare una nuova forma di ricerca scientifica che sara' in grado di rispondere a tutte le domande ancora aperte. Chissa' forse la persona che dara' origine a questa rivoluzione scientifica e' gia' nata e si trova proprio tra di noi. Forse quel giorno non e' poi cosi' lontano.

Vorrei ringraziare il Conservatorio di Musica Torrefranca di Vibo Valentia e la sua direttrice Antonella Barbarossa per il gentile invito e l'affettuosa accoglienza. La Calabria avrebbe una reputazione diversa al livello nazionale se i media parlassero piu' spesso di realta' di questo tipo, rare anche nelle citta' del Nord.