

“Planetario tra passato e presente”

Classe IC, Liceo classico G.D. Romagnosi

A.S. 2016/2017



Alternanza Scuola Lavoro

presso il plesso di Fisica del dipartimento di Scienze Matematiche, Fisiche e Informatiche (Università di Parma). Referente per ASL: prof. A. Parisini

Tutor universitario: prof. Maria Teresa Di Bari

Tutor scolastico: prof. Patrizia Aiello

con la collaborazione dei proff. unipr R. De Pietri e M. Pietroni

con la collaborazione esterna del prof. G. Donelli

Introduzione

Il lavoro qui presentato è frutto dell'esperienza svolta dalla classe 1C del Liceo Classico "Romagnosi" (a.s.2016/2017) nell'ambito dell'attività di Alternanza Scuola Lavoro.

In aggiunta a questo scritto, gli studenti hanno preparato alcune presentazioni orali con testi, filmati e simulazioni dell'osservazione del cielo notturno di Parma del 29/9/2017 prodotte col programma software 'Stellarium'. Tali attività verranno esposte al pubblico il 29 settembre 2017 nell'ambito dell'iniziativa "La Notte dei Ricercatori". In quell'occasione, eventi meteorologici permettendo, l'attività espositiva verrà integrata dalle osservazioni del cielo notturno con telescopi ottici amatoriali.

Questo progetto nasce dall'idea di realizzare un 'planetario informatico' da utilizzare come strumento divulgativo che possa da un lato affiancare le osservazioni del cielo tramite telescopi ottici amatoriali e dall'altro aprire uno squarcio su argomenti scientifici-culturali non strettamente astrofisici e di diversa difficoltà. L'intento è infatti quello di utilizzare il planetario come una moderna enciclopedia della scienza, in cui ad ogni "oggetto astrofisico" presente sulla mappa stellare vengono associati (tramite filmati, scritti, etc..) argomenti scientifici più o meno approfonditi e non solo; possono infatti essere anche inseriti argomenti letterari, filosofici, artistici in senso lato. Le possibilità sono le più disparate.

Un aspetto didatticamente importante è quello di dare rilevanza ai lavori svolti dagli studenti che svolgono attività a vario titolo nel nostro ateneo, motivandoli nel svolgere al meglio la loro attività e coinvolgendoli nell'attività educativa e divulgativa dei loro colleghi più giovani. Si pensa quindi di inserire i lavori svolti per alcuni corsi di laboratorio, come p.e. simulazioni al calcolatore realizzate durante il corso di Laboratorio di metodi computazionali (laurea triennale in Fisica).

Maria Teresa Di Bari

Indice

1. **Tutto comincia con un Bang** (*G. Chiodarelli e G. Rossetti*) p. 4
2. **Quando una stella muore** (*M.C. Grondelli e L. Pelosi*) p.13
3. **Le galassie e l'oscuro** (*A. Buccella e R. Landini*) p.22
4. **La via Lattea** (*A. Coscia e L. Trivioli*) p.29
5. **Lo zodiaco** (*S. Fernandez, A. Gusman e S. La Rezza*) p.35
6. **Le costellazioni circumpolari e gli esopianeti** (*M. Cipriani, G. Martini e M. I. Pallisco*) p.45
7. **Il sistema planetario in cui viviamo** (*C. Ughini e G. Azzali*) p.56
8. **Marte** (*A.C. Gabriele e S. Bronzoni*) p.61
9. **La luna** (*G. Giuffredi e M. Sciacca per la sezione scientifica, G. Bonzanini e M. Cavalieri per la sezione culturale*) p.69

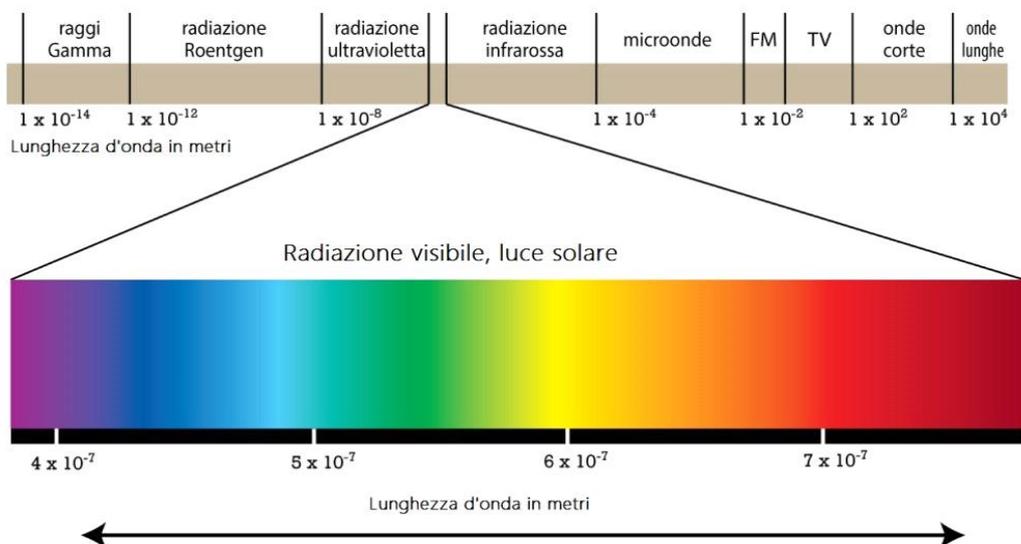
Bibliografia e sitografia

- nasa.gov
- spacetelescope.org
- treccani.it
- focus.it
- *“La Luna”* di Marina Incerti dell’Associazione scandinava di fisica astronomica.
- *Stelle da paura*, Margherita Hack e Gianluca Ranzini
- *Manuale di zoologia fantastica*, Jorge Luìs Borges e Margherita Guerrero
- *Orlando Furioso* di Ludovico Ariosto raccontato da Italo Calvino, Italo Calvino
- *Osservazioni e esperimenti di Galileo e Animali della Luna* (cloudquestblog)

1. TUTTO COMINCIA CON UN BANG!

L'ipotesi cosmologica attualmente più accreditata è che l'Universo sia nato da un'esplosione primordiale di un 'punto' di materia infinitamente densa, che prende il nome di big bang, letteralmente «grande bang». Inizialmente l'Universo, molto piccolo e a temperatura incredibilmente elevata, si andò poi espandendosi e raffreddandosi. L'energia si trasformò in materia, e si formarono gli elementi più leggeri, idrogeno ed elio. Dopo circa un milione di anni, la forza di gravità portò la materia – sotto forma di gas idrogeno ed elio – ad aggregarsi e lentamente si costituirono le protogalassie in leggera rotazione. Tre miliardi di anni dopo il big bang le protogalassie cominciarono a fondersi e a dare origine alle prime galassie. Cinque miliardi di anni dopo si formarono le prime galassie di dimensioni maggiori, fra cui alcune a spirale, come quella nella quale viviamo noi oggi.

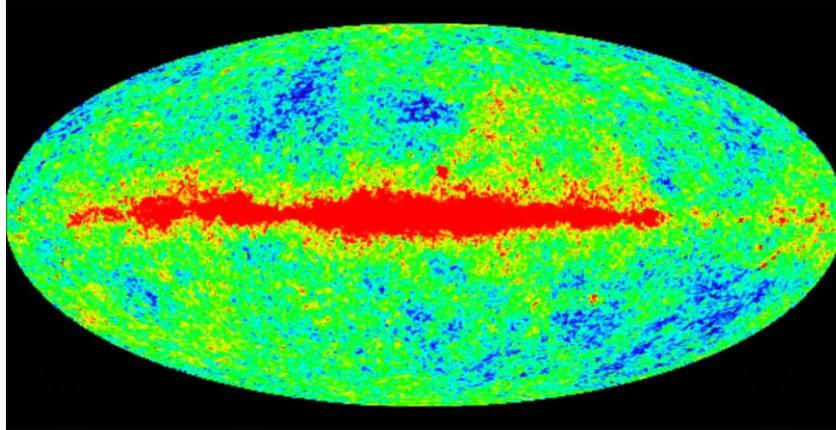
Se una sorgente di luce si avvicina a noi, la luce tende ad assumere una colorazione più bluastra rispetto al suo 'vero' colore– che corrisponde a una frequenza maggiore – mentre quando la sorgente di luce si allontana la luce assume una colorazione che si sposta verso il rosso, che ha una frequenza minore. Studiando lo spettro della luce emessa dalle galassie, gli astronomi hanno rilevato uno spostamento verso il rosso, prova inequivocabile del loro allontanamento. La conclusione a cui si è giunti è che se tutte le galassie si stanno allontanando, questo fatto vuol dire che l'Universo si sta espandendo.



La legge che lega la velocità di allontanamento di una galassia alla sua distanza da noi, prende il nome di legge di Hubble. Secondo questa legge esiste proporzionalità diretta tra lo spostamento verso il rosso (che nel linguaggio dei fisici è chiamato *redshift*) e la distanza delle galassie. La costante che esprime tale proporzionalità è chiamata costante di Hubble, il cui valore esprime la rapidità con cui l'Universo si espande.

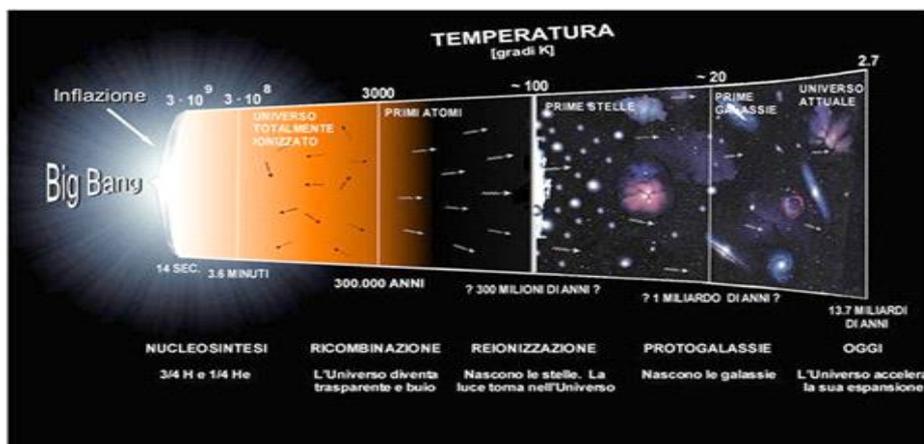


Nel 1965, due tecnici statunitensi della *Bell Telephone Company*, Arno Penzias e Robert Wilson, scoprirono casualmente – mentre mettevano a punto una sensibile antenna destinata a ricevere i segnali radio emessi dai satelliti artificiali – un disturbo radio costante, presente in qualsiasi direzione puntassero la loro antenna. Pensarono perfino che il disturbo dipendesse dalla presenza di una coppia di piccioni sull'antenna, ma non era così. Avevano invece scoperto la radiazione cosmica di fondo prevista dalla teoria del big bang formulata anni prima da George Gamow; era il residuo di energia prodotto dall'esplosione dalla quale è nato l'Universo. La radiazione individuata da Penzias e Wilson, infatti, non poteva essere associata a stelle, galassie o ammassi di galassie, ma era coerente a un fenomeno su larga scala, un fenomeno cosmologico come l'origine dell'Universo.



A partire dal 1989, anno in cui fu lanciato il satellite COBE (COsmic Background Explorer «Esploratore del fondo cosmico») sono stati effettuati numerosi esperimenti da Terra (BOOMERanG 2003) e da satellite (WMAP 2001, con il compito principale di individuare la radiazione residua lasciata dal big bang. Si è quindi riusciti a tracciare una mappa globale della radiazione cosmica mettendone in luce debolissime fluttuazioni di temperatura legate a fluttuazioni di densità. La materia e la radiazione primordiale non sono quindi distribuite in modo omogeneo.

Queste piccole disomogeneità, chiamate fluttuazioni primordiali, grazie alla forza di attrazione gravitazionale, si sono evolute nel corso della vita dell'Universo, fino a dare origine alle strutture odierne, cioè le stelle e le galassie, che possiamo considerare distribuite uniformemente se consideriamo l'Universo su grande scala. Sembra che una componente particolare della materia abbia guidato, più delle altre, il processo di addensamento: la cosiddetta materia oscura (astronomia) che secondo le moderne teorie domina l'Universo.



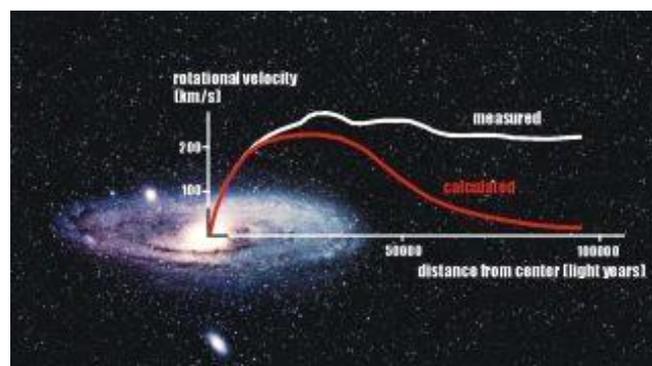
Zwicky e l'intuizione della materia oscura

Zwicky notò, osservando l'ammasso di galassie della Chioma, che le galassie viaggiano a una velocità così elevata che l'ammasso si disgregherebbe rapidamente se l'unica massa in gioco fosse quella delle stelle visibili che formano le galassie. Deve esserci invece moltissima materia in più, distribuita nello spazio apparentemente vuoto tra una galassia e l'altra, in grado di tenere insieme l'ammasso con la sua forza di gravità. Una materia che però non emette alcun tipo di radiazione elettromagnetica visibile con i più sofisticati telescopi.



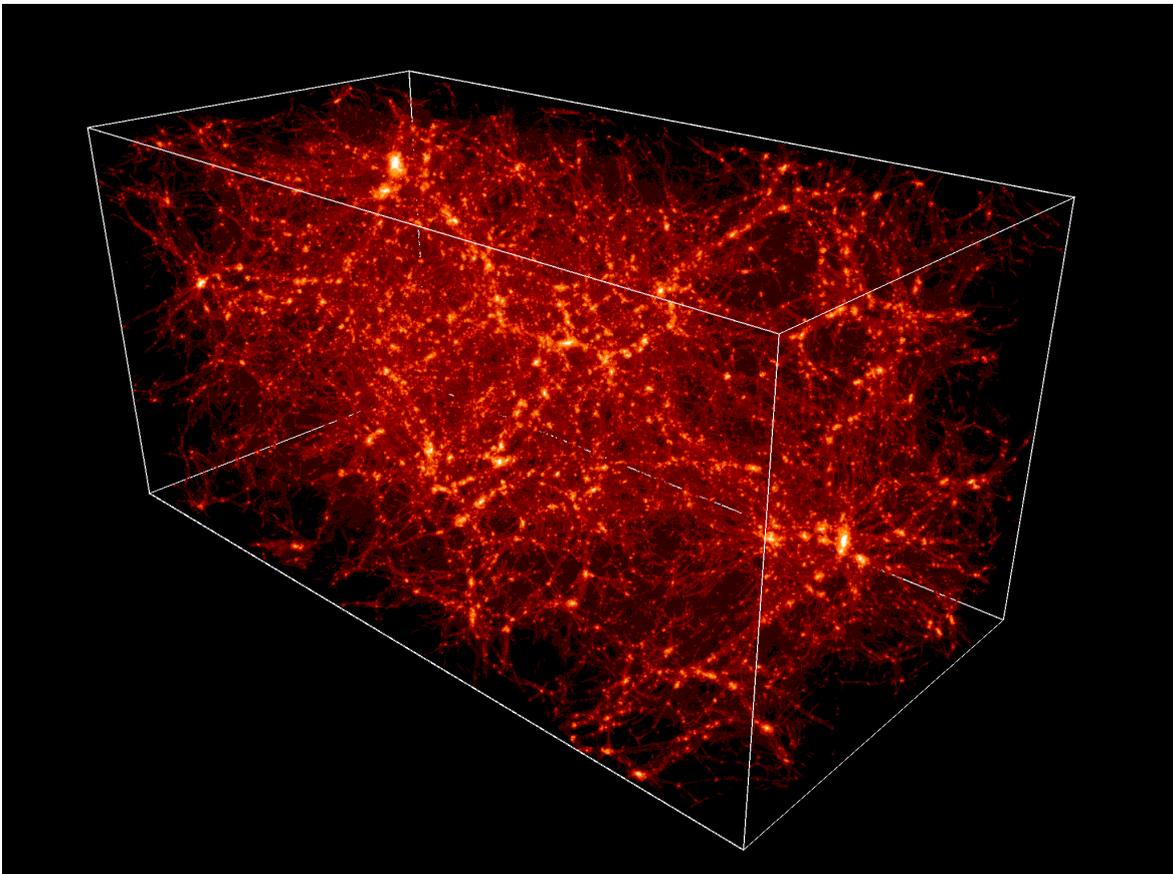
Vera Rubin

Vera Rubin, osservando le stelle nelle singole galassie, fece un'osservazione simile a quella di Zwicky: la rotazione delle galassie, che teoricamente sarebbe dovuta diminuire andando verso l'esterno delle stesse, rimaneva all'incirca costante. Ciò confermava l'esistenza di "aloni" di materia oscura.



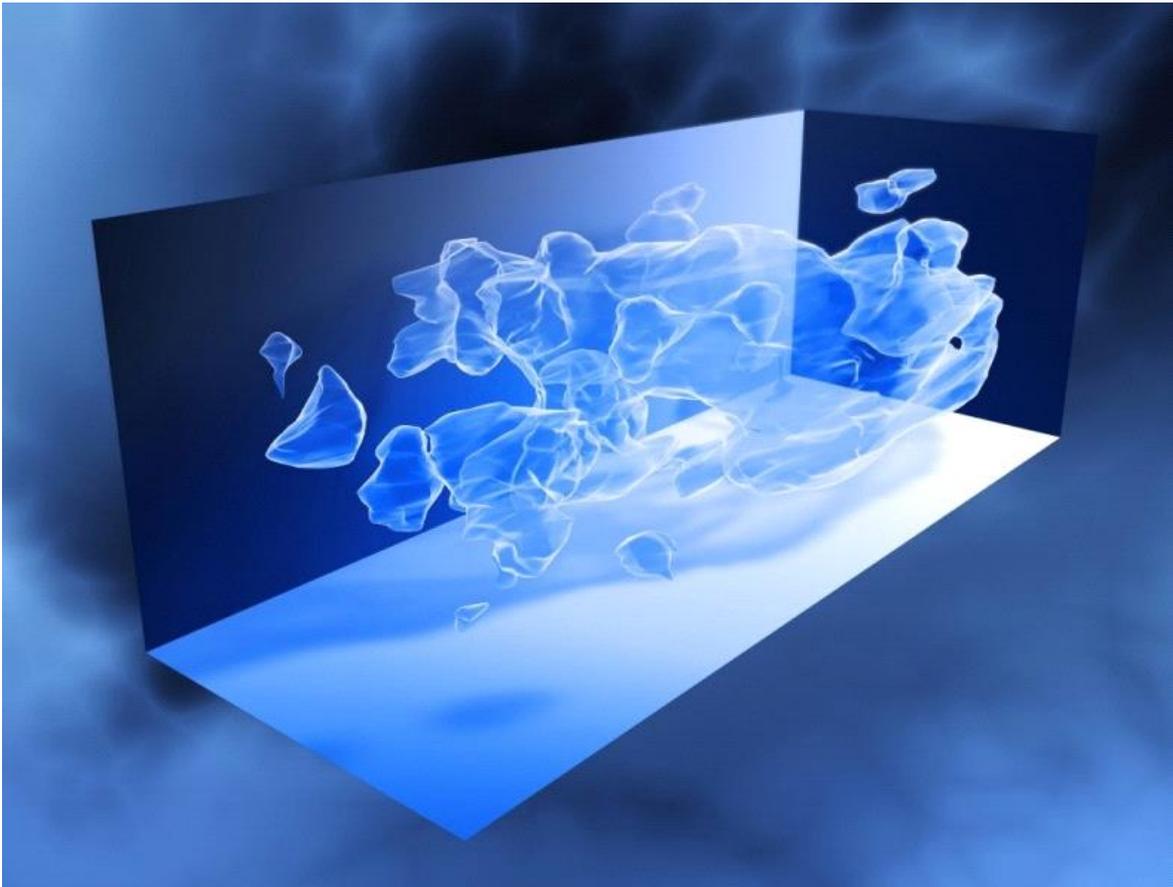
Materia oscura

La materia di cui siamo fatti noi, i pianeti e le galassie, tutta insieme fa solamente il 4,9 per cento della materia dell'Universo. Il 26 per cento circa del cosmo è *materia invisibile*: non sappiamo di che cosa sia effettivamente fatta. Il restante 69 per cento circa dell'Universo è "energia oscura", della quale sappiamo... ancor meno. Il fatto che la materia più diffusa nell'Universo sia "oscura" non significa solo che è invisibile ai nostri occhi o quasi del tutto sconosciuta: è oscura perché non emette alcun tipo di radiazione elettromagnetica, né nello spettro della luce visibile, né ad energie più basse (infrarosso e radio) e nemmeno alle altissime energie dei raggi X e γ .



Si tratta di vera e propria materia!

La materia oscura, per quanto misteriosa, ha gli stessi comportamenti della materia comune almeno per ciò che riguarda l'interazione con lo spazio e con il tempo: si diluisce quando può espandersi in un volume più ampio ed esercita la stessa attrazione gravitazionale della materia ordinaria.



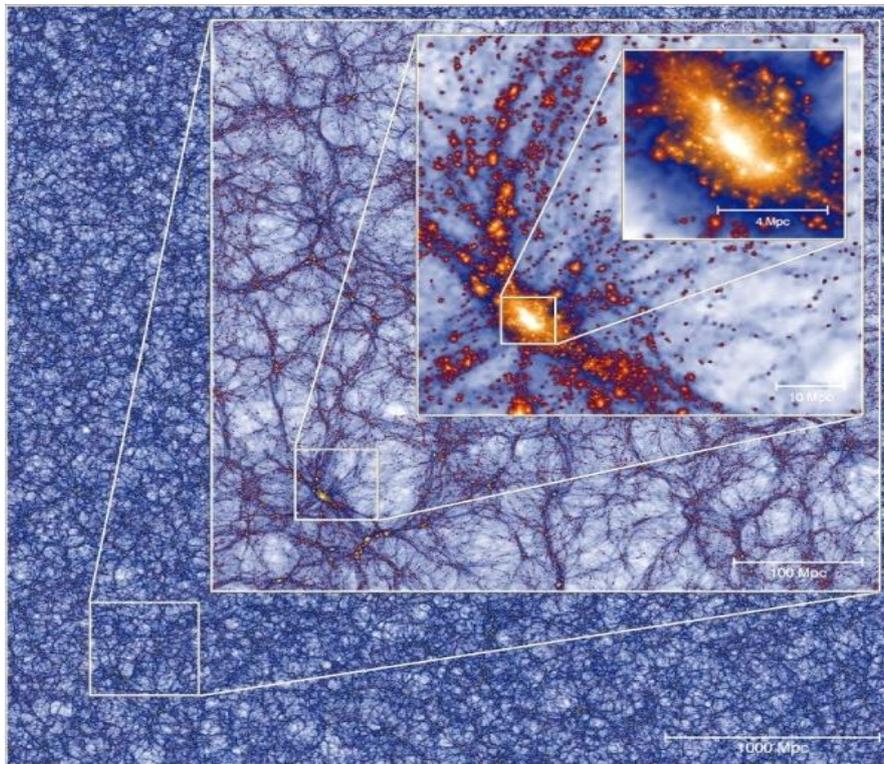
Come percepiamo la sua esistenza?

L'esistenza della materia oscura è dimostrabile: per esempio con il fatto che le galassie esercitano una forza di attrazione gravitazionale più grande di quella attribuibile alla sola materia visibile. La materia oscura è anche necessaria per spiegare perché le stelle più esterne ruotano così velocemente attorno al centro della loro galassia. E le fluttuazioni nella radiazione cosmica di fondo, cioè la radiazione elettromagnetica residua prodotta dal Big Bang che permea l'Universo, non sarebbe spiegabile senza la materia oscura.

Contribuisce a determinare la struttura dell'Universo

Non interagendo con la materia ordinaria, la materia oscura è il primo tipo di elemento che si espande insieme all'Universo e il primo a formare strutture grazie alla sua stessa forza gravitazionale. La materia oscura dà cioè forma ai primi filamenti che formano la struttura delle galassie: attorno a questi, attratta

dalla loro forza di gravità, converge la materia ordinaria. Nell'immagine: la formazione di strutture di materia oscura in una simulazione.



Le teorie dei fisici!

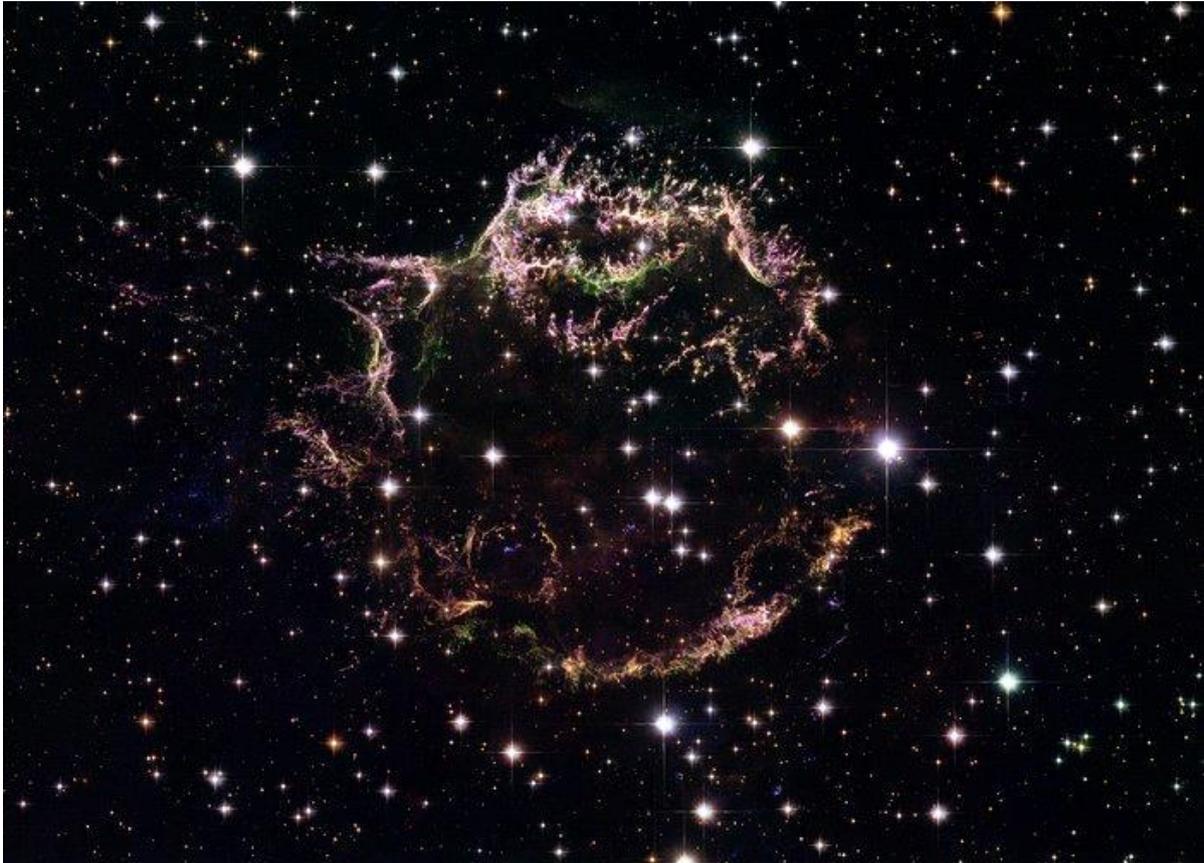
Che cosa potrebbe essere la materia oscura? Secondo le ipotesi più accreditate si tratta di particelle diverse dai “soliti” protoni, neutroni ed elettroni a noi noti. I fisici per il momento le chiamano **Wimp** (Weakly Interacting Massive Particles, cioè “particelle con massa poco interagenti”), perché questi presunti corpuscoli non emettono (né riflettono) luce e attraversano come fantasmi la materia ordinaria. Si tratterebbe di particelle molto pesanti - con massa pari almeno a quella della più pesante particella conosciuta. Oppure potrebbe trattarsi di **assioni**, particelle elementari molto leggere che però si aggregano in ammassi molto pesanti che riempiono l'Universo. Nell'immagine composta: l'ammasso galattico Abell 520 dove si suppone sia presente un "picco" di materia oscura.

Chi ha visto la materia oscura?

Nessuno è mai riuscito a osservare direttamente una particella di materia oscura e le uniche prove che abbiamo della sua esistenza sono indirette. Ogni tanto, però, qualche collisione potrebbe esserci, e vari esperimenti in tutto il mondo (in Italia, nei laboratori del Gran Sasso) cercano di “fotografare” questi eventi per capire qualcosa sulle Wimp. Finora non si sono ottenuti risultati, e non manca chi ritiene che si tratti di un abbaglio. Secondo il fisico israeliano Mordehai Milgrom, per esempio, la materia oscura non esiste affatto: è la gravità che bisognerebbe riscrivere. Ai margini delle galassie, afferma, questa forza sarebbe più intensa di quanto ipotizzato dalle attuali teorie. Nella foto: uno scienziato nel laboratorio sotterraneo di Boulby (Inghilterra), dove si svolge l’esperimento denominato Drift che sta cercando di rilevare la materia oscura.



2. QUANDO UNA STELLA MUORE

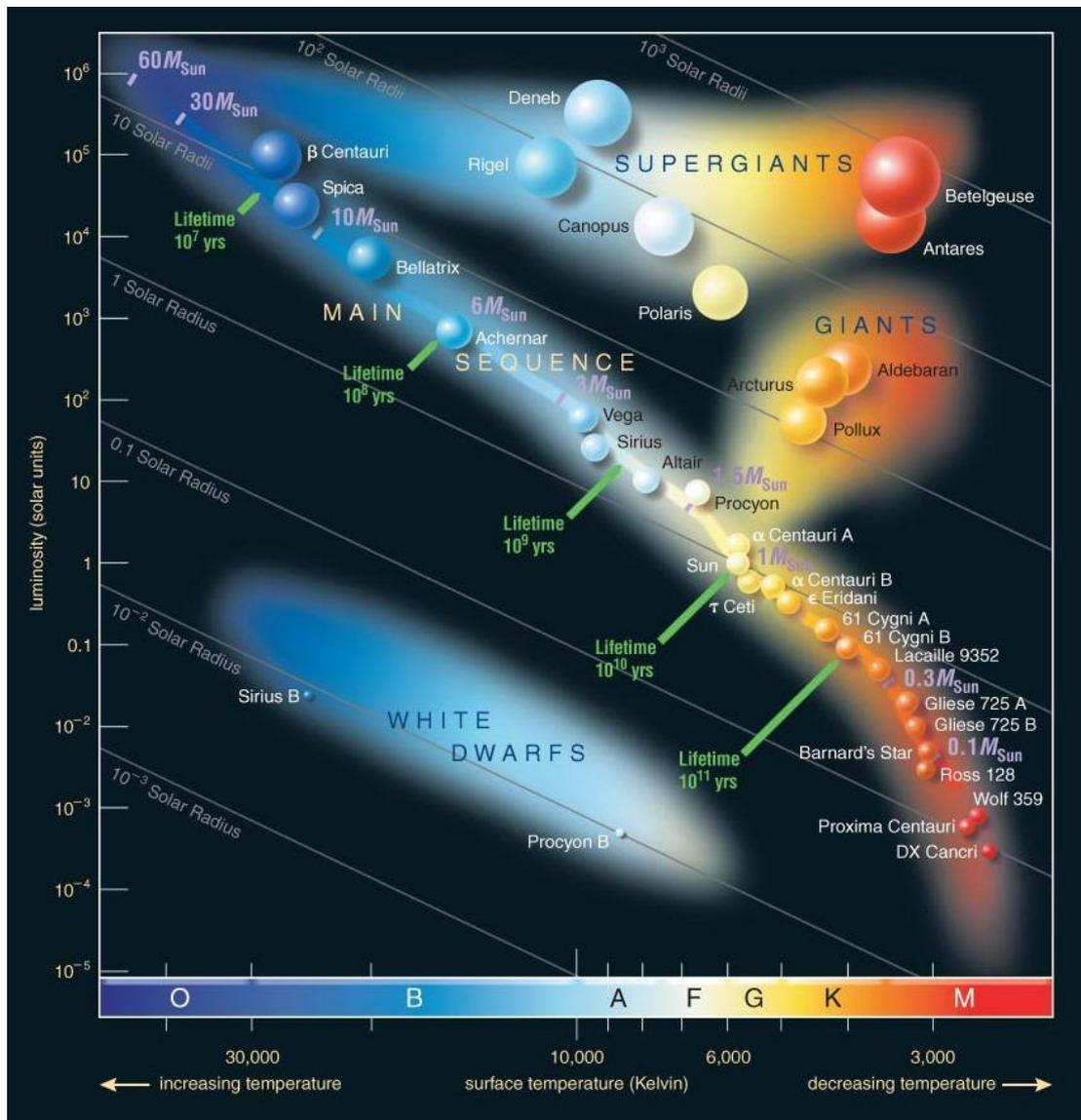


Nel 1054, gli astronomi arabi e cinesi dell'epoca, riportarono sui registri un evento straordinario: improvvisamente, per circa la durata di un mese, una stella divenne visibile in cielo anche durante il giorno, superando perfino la luminosità di Venere.

In seguito si scoprì che, in quel momento, la luce provocata dall'esplosione della stella aveva raggiunto la Terra, con una magnitudo apparente tale da permetterne l'osservazione durante tutto l'arco del giorno. Si era formata una supernova.

È proprio questo il modo in cui le stelle di grandi dimensioni, con una massa pari a 8-20 volte rispetto a quella del sole, concludono solitamente il loro ciclo vitale. Fin dalla nascita, nel nucleo, avvengono alcune reazioni nucleari che, attraverso l'energia rilasciata, tendono a far espandere la stella: a questa spinta è contrapposta la forza di gravità, provocando una situazione di equilibrio destinata a durare per millenni. Ad un certo punto, però, la temperatura interna aumenta a tal punto da iniziare a bruciare l'idrogeno contenuto, trasformandolo in elio. Solitamente, le stelle più piccole (di raggio 100 volte più piccolo di quello

della Terra), terminata questa reazione, finiscono per spegnersi, trasformandosi in nane bianche. Le altre, invece, procedono bruciando anche l'elio, che diviene carbonio. Iniziano così processi che le portano a fondere metalli sempre più pesanti, fino ad arrivare, solitamente, al ferro. A questo punto, nel nucleo della stella non possono avvenire più reazioni, e l'unica forza in gioco rimasta è quella di gravità: essa porta il nucleo a restringersi sempre di più, avvicinando gli elettroni e i protoni che vi si trovano: quando, infine, essi entrano in 'contatto', ciò a cui danno origine è una particella di carica neutra, il neutrone. È proprio per questo motivo che chiamiamo l'oggetto venutosi a creare stella di neutroni.



Stella di neutroni



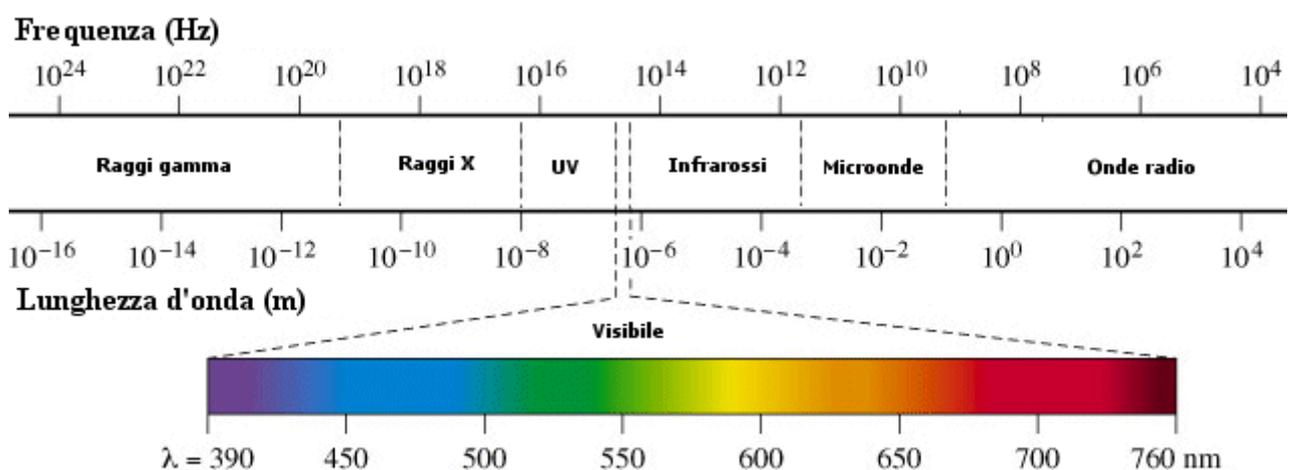
La stella di neutroni è una stella spenta, in cui la forza di gravità viene contrastata dalla pressione dei neutroni liberi che vengono ad abitare il nucleo di queste stelle degeneri.

In genere, la sua massa è pari o superiore (non oltre le tre volte) a quella del Sole ma il suo raggio non è che di pochi chilometri, 10 all'incirca. Ecco perché la sua densità è compresa tra i 10^{15} e 10^{18} kg/m^3 , altissima se confrontata a quella della Terra ($5,51 \text{ g}/\text{cm}^3$), a quella del corpo umano ($0,985 \text{ g}/\text{cm}^3$) e a quella del Sole ($1,408 \times 10^3 \text{ kg}/\text{m}^3$).

È inoltre dotata di un potentissimo campo magnetico, compreso tra 10^8 e 10^{16} Gauss (basti pensare che quello della terra è solo di 1 Gauss), e di una velocità molto alta di rotazione, con periodo di rivoluzione compreso tra 1,4 millisecondi e 8,5 secondi.

Per alcune stelle di neutroni avviene un fenomeno molto particolare: esse ruotano attorno al loro asse di simmetria, che non coincide però con l'asse del

campo magnetico. Questo provoca uno spostamento di particelle cariche negativamente, gli elettroni, superstiti dopo il collasso del nucleo; tale flusso di particelle interagisce con il campo magnetico della stella, emettendo una grandissima quantità di radiazione elettromagnetica, che è allineata con l'asse del campo magnetico, e che ruoterà così nell'universo come potrebbe succedere al fascio di luce di un faro (da qui, il nome "effetto faro"). Un osservatore lontano, dunque, finirà per trovarsi periodicamente nella posizione adatta per percepire questa emissione sotto forma di raggi gamma, raggi X e onde radio, osservando così il tipico effetto della pulsazione, che dà il nome a questo particolare tipo di stelle di neutroni: le pulsar.



Fino ad oggi, le pulsar conosciute sono circa 2000, mentre quelle rilevabili arrivano a sfiorare le 300000: molte sono oggetti singoli, ma altrettante si trovano invece inserite in un sistema binario. Ciò significa che una pulsar può trovarsi ad essere in compagnia di un'altra stella: può trattarsi tanto di una stella ancora in vita quanto anche di un'altra pulsar; la vastità dell'universo ci offre un'innumerabile casistica.

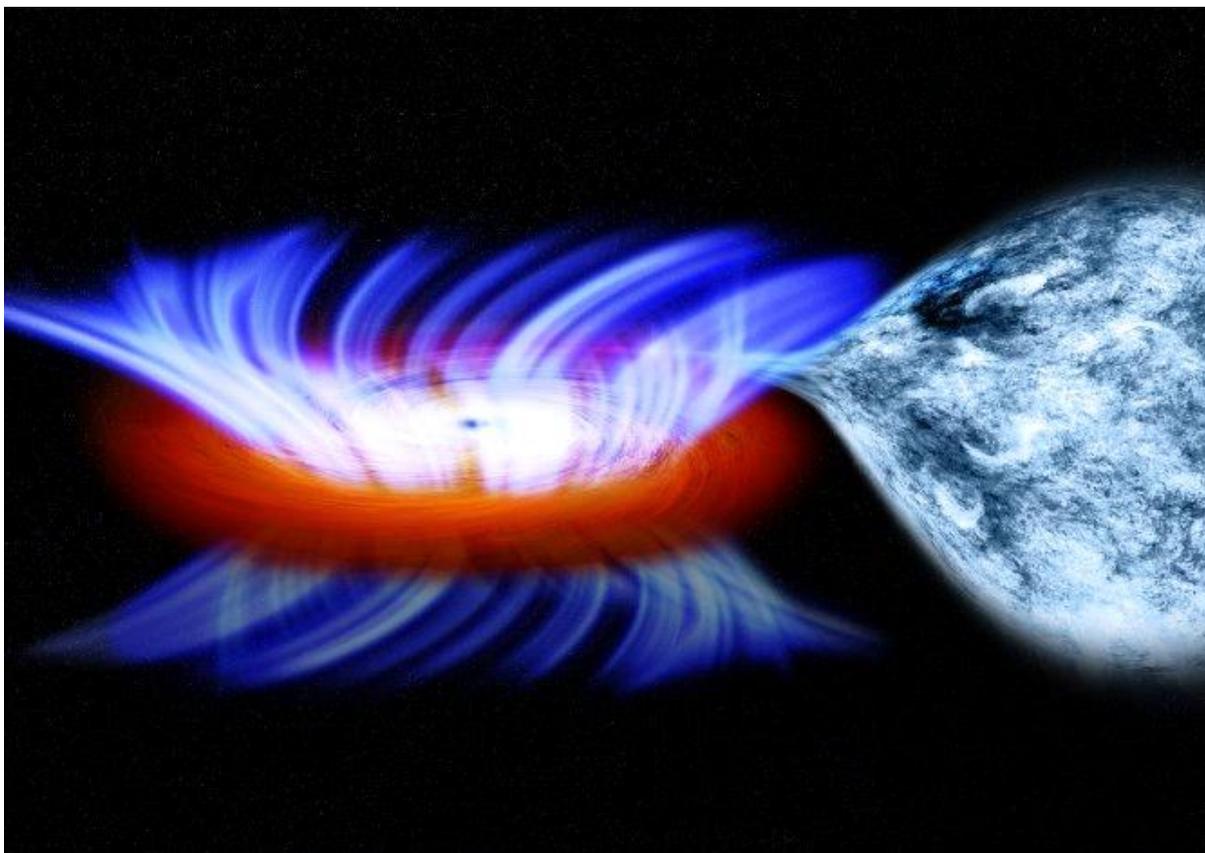
Nel primo caso, quando cioè si tratta di una stella di neutroni e una stella ancora in vita, il campo magnetico della prima ha una forza tale da provocare un trasferimento, tanto di energia quanto di materia, da una stella all'altra.

In un sistema binario di tal genere, la forza di gravità della pulsar deforma la compagna, portandola ad assumere una forma a goccia e alla formazione di un "cerchio di energia" attorno alla pulsar. Inoltre, spesso, la radiazione emessa dalla pulsar riscalda la stella normale, facendola lentamente evaporare; questo fenomeno porta alla formazione di nubi di gas che rendono temporaneamente invisibile la pulsar. La stella compagna della pulsar è dunque destinata a spegnersi molto più velocemente di quanto sia normale per un tipico ciclo vitale.

Il secondo caso conosciuto, invece, è quello di due pulsar che orbitano l'una attorno all'altra. Un esempio è quello del "Relativistic Binary Pulsar B1913+16", un sistema binario in cui i due corpi impiegano, per fare un intero giro l'uno attorno all'altro, quattro millesimi di un anno, cioè circa tre giorni.

Questa situazione non può però durare eternamente: le due pulsar infatti si trovano a perdere energia piegando lo spazio tempo lungo il quale si trovano a muoversi. Si avvicinano così l'una all'altra, finendo per ruotare a velocità sempre maggiori. Questo processo le porterà infine a scontrarsi, collassando e trasformandosi per la maggior parte delle volte in un buco nero.

Buchi Neri



Un buco nero è un luogo nello spazio in cui la gravità preme così tanto che nemmeno la luce è in grado di uscirne. La ragione per cui ciò accade è che un enorme quantità di materia è stata compressa in uno spazio piccolissimo. Inoltre, non emettendo luce, i buchi neri non sono visibili ad occhio nudo e gli stessi telescopi riescono ad osservarli solo attraverso il movimento delle stelle che vi gravitano attorno.

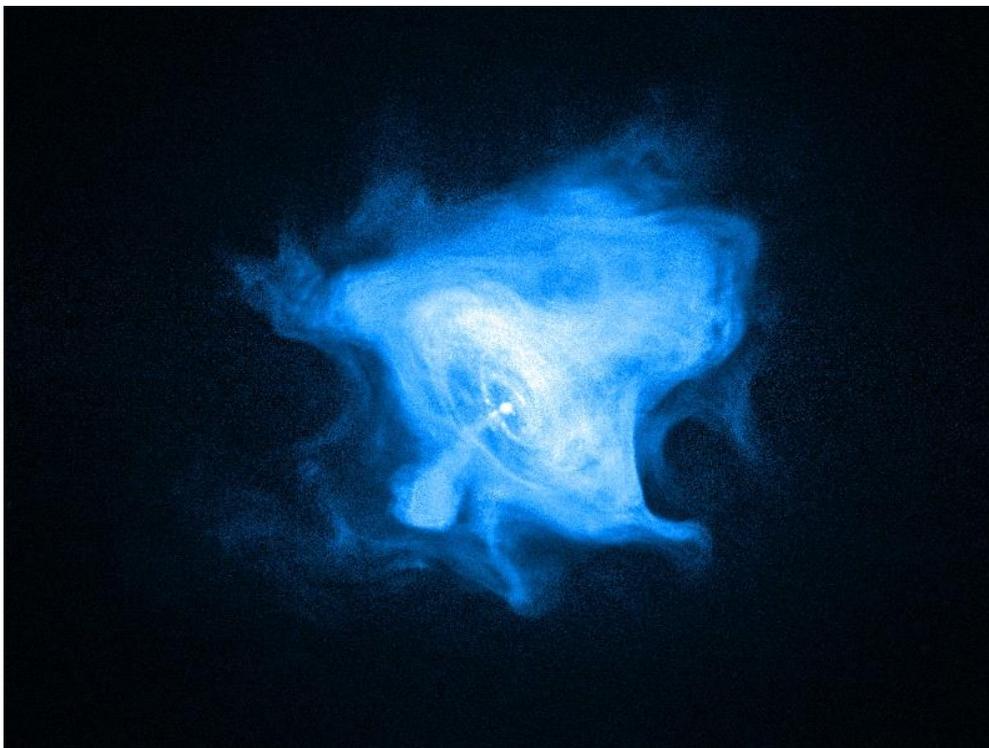
I buchi neri possono avere diverse dimensioni: possono essere piccoli come un atomo (e allo stesso tempo avere la massa di una montagna); possono avere venti volte la massa del sole, e in tal caso sono chiamati “stellari”; oppure possono avere la dimensione di un milione di soli messi insieme, ed essere chiamati “supermassicci”.

Quelli che prenderemo in considerazione sono i buchi neri stellari.

Prendiamo una stella che abbia almeno otto volte la massa solare. Se si genera una stella di neutroni essa avrà almeno tre volte la massa del Sole; in questo caso avviene il collasso gravitazionale. Se invece ciò non avviene, il buco nero può crearsi attraverso un sistema binario: una stella di neutroni ad esempio può attrarre massa dalla sua vicina fino a superare la massa critica e collassare.

All'interno del sistema il buco nero può trascinare con lui il gas rimasto alla sua compagna, creandone un disco attorno a sé. Da quest'ultimo viene prodotto un fortissimo vento che può portare via più materiale di quanto ne può attrarre il buco nero.

Pulsar del Granchio



La Nebulosa del Granchio, situata nella costellazione del Toro, è ciò che rimane di una stella massiccia che alla fine della sua vita esplose in una supernova. È

proprio questa la stella osservata dai telescopi cinesi nel 1054 AD, e che fu visibile per diversi giorni anche con la luce del Sole.

La pulsar del Granchio è una stella di neutroni situata al centro della Nebulosa del Granchio e guida, grazie al suo rapido movimento, la nube elettronicamente ionizzata di cui essa è formata. Fu scoperta nel 1968 e fu la prima ad essere messa in relazione con un resto di supernova.

Essa ha un diametro nel visibile di circa 30 km e compie 30 giri al secondo, ma si ritiene che stia rallentando a causa della forte energia emanata tramite vento. Quest'energia è grandissima e potenzia le radiazioni luminose della Nebulosa del Granchio, che ha una luminosità totale di circa 75'000 volte quella del Sole.

Le Pulsar in poesia

Pulsar

Dilati le pareti del cielo
nel tuo cammino impietoso
guarda con me il mistero
del campo di grano mosso;
la tua scia bruciante ha sciolto nodi
stretti addosso
e stracciato impalpabile seta
facendone coda di stella cometa.
Su quale riva stavi
in agguato di lupo
quando tra le spighe
il sacrificio era compiuto?
I suoi occhi sono ora pulsanti stelle
e nella notte tu
non distingui
queste da quelle.

-Anna Bisi

Sonetto astrale

pulsano pulsar con forti pulsioni:
ecco a voi quasar, quasi stelle vive:
collassano assai dense, per pressioni
che imbucano per sempre, in nere rive:

così forse è: facelle in evezioni,
sciami di nebulose fuggitive,
supergiganti, code in librazioni,
variabili cefeidi recidive:

protuberanze, e getti, e radiazioni
corpuscolari, eclissi comprensive
di pieni pianetini e pianetoni,
aurore ipercomprese in somme stive:

oh, chiare notti gravitazionali,
mie fragili scintille zodiacali!

-Edoardo Sanguineti

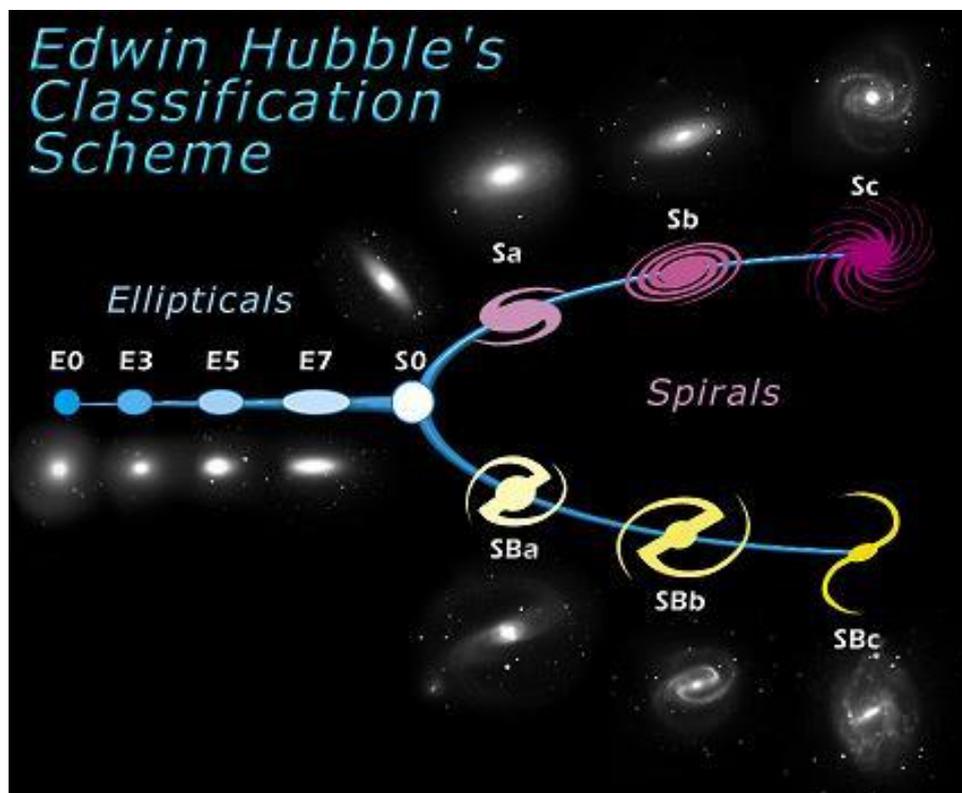
2. LE GALASSIE E L'OSCURO

Scopo delle classificazioni

La classificazione morfologica delle galassie è legata principalmente alla loro conformazione fisica e alle loro proprietà globali, come il contenuto di gas o il tasso di formazione stellare. Riprodurre e catalogare la varietà delle forme osservate è stato ed è uno degli obiettivi delle teorie di formazione e di evoluzione delle galassie, ma è anche importante in quanto primo passo verso la comprensione fisica delle stesse.

Classificazione delle galassie normali

Il tipo di classificazione che illustreremo, nonché quello più usato, è la Classificazione di Hubble. Egli distingue le galassie in quattro principali famiglie: le ellittiche (indicate con la lettera E), le lenticolari normali (S0) e barrate (SB0), quelle a spirale normali (S) e barrate (SB) e infine le irregolari (Irr).



Questo è lo schema ideato da Hubble per riassumere la sua classificazione

Galassie ellittiche

Le galassie ellittiche hanno la forma di un ellissoide più o meno schiacciato. Esse vengono indicate con la lettera E, seguita da un numero da 0 a 7, che indica il minore o maggiore grado di schiacciamento (le E0 sono le più sferoidali, le E7 le più schiacciate). Le galassie di questo tipo sono meno luminose delle spirali a parità di massa, quindi sembrano meno numerose, ma è probabile che costituiscano poco meno della metà del totale. Le galassie ellittiche sono quasi totalmente prive di gas, nonché di stelle giovani (come quelle massicce, di tipo spettrale O e B). Predominano invece le stelle vecchie, fredde e quindi degli ultimi tipi spettrali: lo spettro di queste galassie è rosso. Le stelle si sono formate tutte nelle prime fasi di vita di queste galassie, consumando quasi tutto il gas disponibile; il resto è stato espulso dalla galassia dopo essersi riscaldato a causa di processi violenti, come le esplosioni di supernovae.

Galassie lenticolari normali e barrate

Le galassie lenticolari sono un tipo di galassia intermedio tra le ellittiche e le spirali nello schema di classificazione morfologica della sequenza di Hubble.

Le galassie lenticolari hanno un disco (come le spirali) che contiene poca o nessuna materia interstellare che è stata utilizzata o perduta e pertanto presentano una ridotta attività di formazione stellare. Sono di conseguenza costituite per lo più da stelle vecchie (come le galassie ellittiche).

Nella maggior parte delle galassie lenticolari la polvere interstellare si trova solo vicino al nucleo e generalmente segue il profilo del bulge, il rigonfiamento centrale. A causa dei loro bracci di spirale poco definiti, se sono inclinate e viste di taglio è difficile distinguerle dalle galassie ellittiche.

Galassie a spirale normali e barrate

Le galassie a spirale hanno la forma di un disco, con un nucleo globulare più o meno prominente detto bulge (bulbo) e alcune braccia a spirale che si avvolgono attorno ad esso. Il tutto è in rotazione attorno all'asse del disco, con una velocità angolare che varia dal centro alla periferia. Le spirali vengono designate con la lettera S, seguita da una lettera (a, b o c) a seconda dell'importanza dei bracci. Nelle spirali di tipo Sa, i bracci sono piuttosto stretti e il nucleo è preponderante,

nelle Sb invece i bracci sono più prominenti e nelle Sc sono ancora più importanti rispetto al nucleo e hanno anche un aspetto più "diffuso". La nostra Galassia è una spirale di tipo Sb, come M31, la galassia di Andromeda. Le galassie a spirale sono piuttosto numerose, hanno masse comprese tra 1 e 100 miliardi di volte quella del Sole e diametri di 70.000 anni luce in media. Le galassie spirali possiedono una grande quantità di gas mischiato a polvere, dal quale si formano tutt'ora molte nuove stelle; la quantità di gas disponibile cresce dalle Sa alle Sc. Le stelle sono concentrate nel nucleo, nei bracci e in un alone di ammassi globulari disposti intorno alla galassia. Le stelle si distinguono all'incirca in due popolazioni, una più vecchia nel bulge e nell'alone, una più giovane concentrata per lo più nei bracci.

Galassie irregolari

Le galassie irregolari, a differenza delle altre, non possiedono alcuna struttura o simmetria riconoscibile. Esse si dividono a loro volta in due sottoclassi, le Irr I (irregolari del primo tipo) quando è possibile risolverle in stelle, e le Irr II (irregolari del secondo tipo) in caso contrario. Spesso le irregolari sono associate ad una grossa galassia spirale, della quale costituiscono una specie di satellite. E' il caso della Piccola e della Grande Nube di Magellano, due piccole galassie irregolari che si trovano a circa 180.000 anni luce dalla Via Lattea. Le galassie irregolari costituiscono solo una piccola frazione del totale, all'incirca l'1%. Esse sono molto ricche di gas e polveri e formano stelle ad un tasso più elevato delle galassie spirali. Contengono molte stelle giovani, dei primi tipi spettrali, cioè massicce e blu.

Gruppo Locale

Il Gruppo Locale è un gruppo di galassie comprendente più di trenta elementi tra i quali la nostra Via Lattea e la galassie M31 (Andromeda), estendendosi per almeno 7 milioni di anni luce di diametro.

Il Gruppo si può suddividere in più o meno in due sottogruppi. Il primo gruppo fa capo alla Via Lattea e si porta dietro due galassie-satellite, come la Piccola e la Grande Nube di Magellano, e Sag DEG, la galassia più vicina alla nostra (80 000 anni luce). Il secondo gruppo contiene la galassia di Andromeda, che possiede anch'essa due galassie satelliti più piccole M32 e M110.

La massa globale stimata è di 650 miliardi di masse solari.

Gli oggetti del Gruppo Locale sono, prevalentemente, delle galassie nane, ellittiche o sferoidali, che ruotano intorno alle galassie a spirale più grandi.

Alcuni esempi all'interno del Gruppo Locale sono Maffei 1, contenente Maffei 2, M81, M83 ed il Gruppo del Polo Sud. Si tratta di piccoli gruppetti, il cui nome è preso dalla galassia principale.

Il Gruppo Locale fa parte del Superammasso Locale (anche detto superammasso della Vergine), all'interno del quale si dispone in posizione periferica.

Energia Oscura

Si ipotizza componga circa il 68% dell'universo conosciuto.

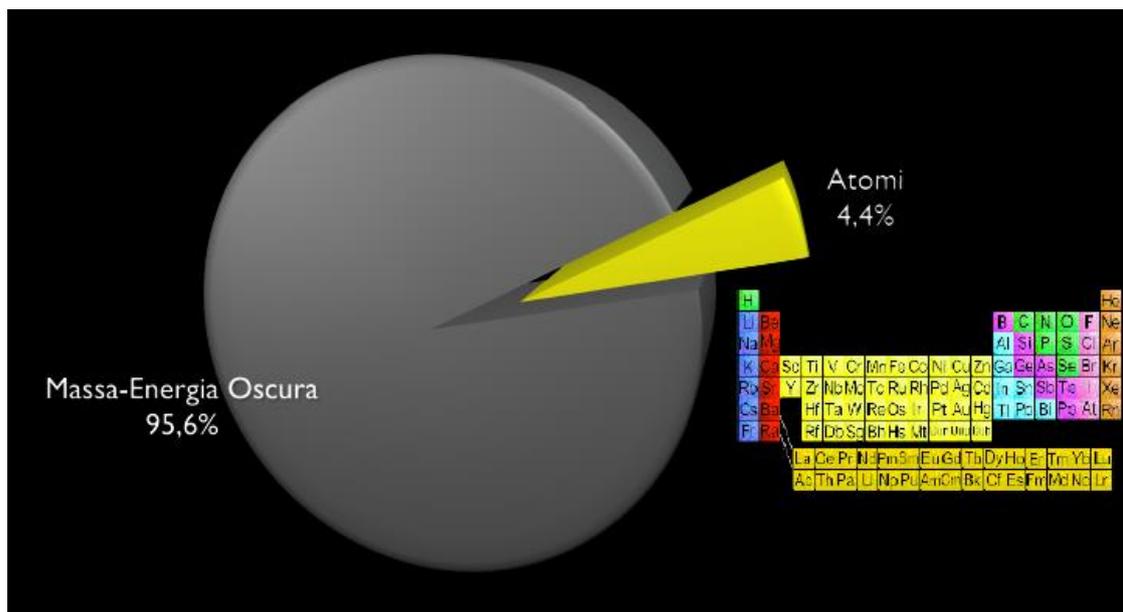
Dato che all'interno dello spazio troviamo materia che crea attrazione gravitazionale, questa tende a rallentare l'espansione che quindi si fa più lenta col tempo. Nell'ultimo secolo le persone hanno dibattuto se l'espansione dello spazio debba continuare per sempre. Un rallentare fino a fermarsi in maniera asintotica, oppure se debba rallentare, fermarsi, per poi cominciare a contrarsi sino ad un *Big Crunch*: si alternerebbero quindi fasi: un big bang ed un big crunch. La risposta stupefacente ottenuta da alcuni esperimenti è che lo spazio si sta espandendo più rapidamente adesso rispetto a quanto faceva un miliardo di anni fa: la velocità con cui lo spazio si espande sta quindi aumentando. Non c'è nessuna teoria scientifica che giustifichi perché questo accade. Nessuno avrebbe potuto prevedere che i risultati sarebbero stati questi. È stato osservato esattamente l'opposto di quello che ci si aspettava. C'è bisogno quindi di una teoria per spiegarlo... e viene fuori che, nei calcoli, c'è un termine che si può inserire che rappresenta un'energia; ma è un tipo di energia completamente diversa da tutto quello che conosciamo al momento. La chiamiamo energia oscura ed è la causa dell'espansione dello spazio, ma non abbiamo ancora una spiegazione valida per inserirla nei calcoli. Il problema è quindi che non sappiamo perché dobbiamo inserirla.

Materia Oscura

Si ipotizza componga circa il 27% dell'universo conosciuto.

Come per l'energia oscura non sappiamo la sua composizione, ma è stata teorizzata per spiegare come le stelle nella periferia delle galassie abbiano velocità di rivoluzione simile a quelle più vicine al nucleo. La materia oscura, infatti, aumenta la massa che attrae le stelle distanti aumentandone di conseguenza la forza di gravità da cui sono attratte.

L'esistenza di questa è provata dai calcoli effettuati con le lenti gravitazionali: con queste infatti su corpi come il *Bullet Cluster* si è calcolata una massa che non corrisponde a quella che risulta con gli altri strumenti. Da ciò si deduce che è presente una massa da noi attualmente non identificabile.



L'ignoto

"Io so di non sapere", diceva il filosofo greco antico Socrate, per il quale l'ignoranza era anzi il movente fondamentale del desiderio di conoscere. Duemilacinquecento anni dopo gli fanno eco anche (e ancora) molti scienziati, come il fisico Stephen Hawking, secondo il quale "Il più grande nemico della conoscenza non è l'ignoranza, ma l'illusione di sapere". Certo, di solito si pensa alla scienza come a quello che già ben conosciamo e raramente la si associa all'ignoto o all'importanza del non sapere. Ma a ben guardare che cos'è la scienza se non una sfida attraverso la porta dell'ignoto? È proprio ciò che non sappiamo a fare da spinta propulsiva a domande sempre nuove, sulla base di risposte basate sulle migliori evidenze ma, per la loro stessa natura, potenzialmente sempre errate. E dunque se l'ignoto è il carburante della scienza, il dubbio è il primo passo per intraprendere l'avventura della conoscenza: non

avremmo imparato che la terra è rotonda se non avessimo messo in dubbio che è piatta.



Vasiliy Vasil'evič Kandinskij, "Alcuni Cerchi" (1926)

“È qui che parla il mai incontrato Oscuro,
lui che c’innalza mentre ci seduce,
ma se sia sogno, maledizione o bene,
lui lascia tutto umanamente intatto.”

Gottfried Benn, “L’Oscuro” (1950)



René Magritte, “Il Figlio Dell’Uomo” (1964)

Ogni cosa che noi vediamo ne nasconde un'altra;
noi vogliamo sempre vedere quello
che è nascosto da ciò che vediamo.
Proviamo interesse in quello che è nascosto
e in ciò che il visibile non ci mostra.
Questo interesse può assumere la forma
di un sentimento letteralmente intenso,
un tipo di disputa, potrei dire,
fra ciò che è nascosto e visibile
e l'apparentemente visibile.

René Magritte, su “Il Figlio Dell’Uomo” (1964)

4. LA VIA LATTEA

La **Via Lattea** è la nostra **galassia**, un sistema formato da un gran numero di stelle e da nubi di gas e di polveri di cui fa parte anche Il Sole.



Etimologia e origini mitologiche

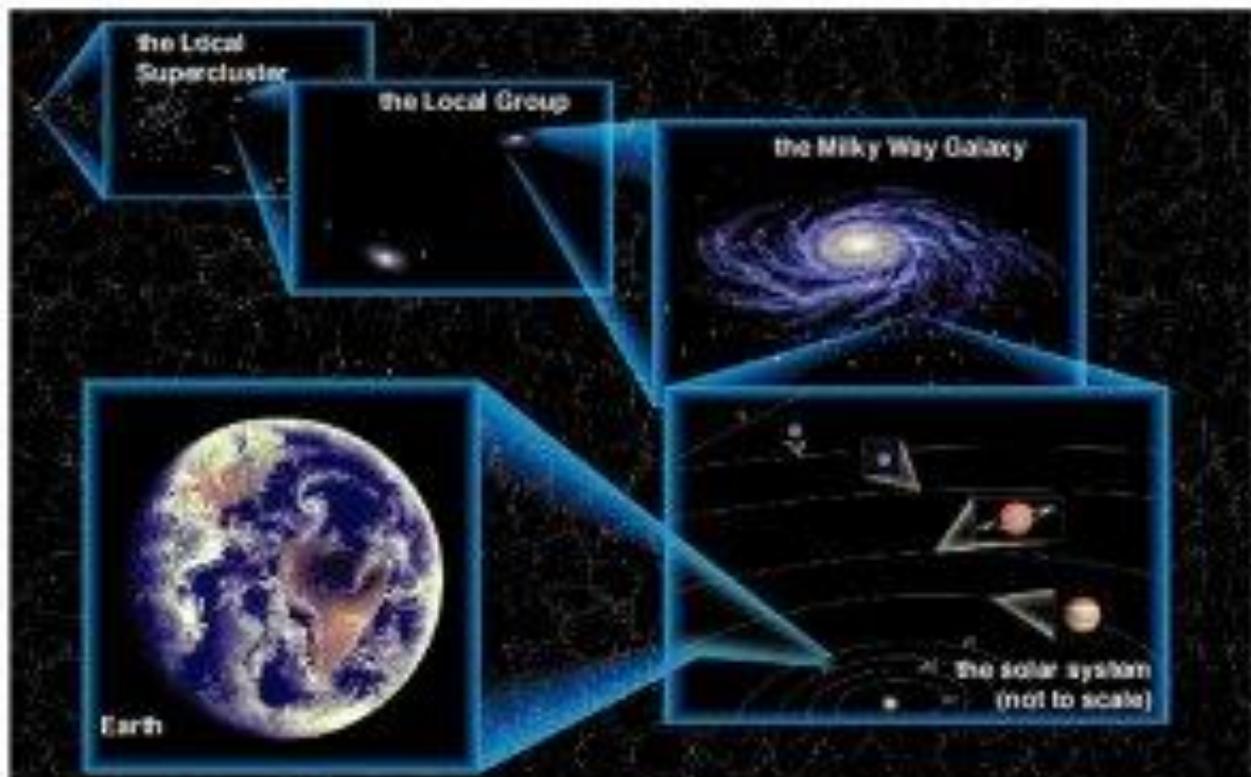
Il **nome** italiano, inglese, ed europeo in generale, deriva dall'antico nome **greco** Γαλαξίας (*Galaxias*), che deriva a sua volta dalla parola γάλα, γάλακτος (*gala, galaktos*), ossia *latte*; che è pure l'origine stessa della parola galassia.

Il nome deriva da un noto episodio della mitologia greca. Zeus, invaghitosi di Alcmena, dopo avere assunto le fattezze del marito, il re Trezene, ebbe un rapporto con lei e la ingravidò. Nacque Eracle, che Zeus decise di porre, appena nato, al seno della moglie Era addormentata, cosicché il bambino potesse berne il latte divino e diventare immortale. Ma Era si svegliò, s'accorse che stava nutrendo un bambino sconosciuto, e lo respinse; il latte, sprizzato dalle mammelle, schizzò e bagnò il cielo notturno, originando la "Via Lattea".

Posizione

La Via Lattea si trova all'interno del gruppo locale di galassie, che ne contiene circa 50. Le più vicine a noi sono la grande e la piccola nube di **Magellano**, distanti all'incirca 40 mila anni luce. La galassia di dimensioni maggiori invece è **Andromeda**. A sua volta il gruppo locale è contenuto nel superammasso locale, chiamato anche superammasso della Vergine. Ha la forma di un disco appiattito, con un diametro di circa 200 milioni di anni luce. Contiene circa 100 tra gruppi e ammassi di galassie, e prende il nome dall'ammasso della Vergine, che si trova vicino al suo centro. Il **Gruppo Locale** si trova al bordo del superammasso, e si muove lentamente verso il suo centro.

Il Superammasso Locale



Età

Definire l'**età esatta** della Via Lattea presenta notevoli **difficoltà**; l'età della stella più antica conosciuta nella Galassia, HD 140283, è stimata a circa 13,6 miliardi di anni, una datazione non molto diversa da quella dell'Universo stesso.

Nel 2004 un team di astronomi, che si servirono dello spettrografo del Very Large Telescope misurò, per la prima volta, il contenuto in berillio di due stelle dell'ammasso globulare NGC 6397. Da queste ricerche emerse che l'età delle stelle più vecchie della Via Lattea si aggirerebbe sui $13,7 \pm 0,8$ miliardi di anni. Il disco galattico di conseguenza avrebbe un'età compresa tra 6,5 e 10,1 miliardi di anni.

Forma e struttura

La nostra è una galassia a **spirale**, un rigonfiamento centrale e un disco formato dai bracci. E' stato osservato che il disco è attraversato da una lunga barra formata da stelle e nubi di gas e polveri, pertanto la galassia viene oggi classificata come galassia a spirale barrata.

Si stima che la Via Lattea abbia un **diametro** di circa 100.000 anni luce e contenga almeno 100 miliardi di stelle. La sua **massa** oscilla tra mille e duemila masse solari (la massa del Sole è di $2 \cdot 10^{30}$ kg); si ipotizza che una parte preponderante della materia da cui essa è costituita non sia direttamente osservabile (materia oscura). La massa contenuta nella regione centrale della Via Lattea, di raggio 500 pc (1 pc=3,26 anni luce), è dell'ordine di 10^{10} masse solari. Per la maggior parte, la materia è concentrata in stelle e soltanto una frazione minore di essa si trova sotto forma di gas e polvere.

Per descrivere la sua **struttura** si distinguono le seguenti parti:

1. Il **bulbo**, avente un raggio di circa 3 kpc e contenente stelle giovani e ricche di metalli e nubi molecolari, sedi di processi di formazioni di nuove stelle, nel quale vi è il nucleo o centro galattico;
2. Il **disco sottile** che si articola nei vari bracci a spirale, ha un raggio di circa 15 kpc e uno spessore variabile da circa 200 pc nella zona interna fino a circa 500 pc in quella periferica;
3. Il **disco spesso**, che circonda il disco sottile, avente uno spessore dell'ordine di 1 kpc';
4. L'**alone**, approssimativamente sferico, si estende fino a oltre 40 kpc dal centro galattico e includerebbe una corona di materia oscura. E' la parte più vasta ma più tenue, contiene ammassi globulari e stelle isolate.

Movimento

L'intera Via Lattea è dotata di un **moto di rotazione** intorno a un **asse**, passante per il centro galattico: le intersezioni di questo asse con la sfera celeste definiscono i **poli galattici** (situati, rispettivamente, nella costellazione della Chioma di Berenice e in quella dello Scultore). L'equatore galattico è il cerchio massimo perpendicolare all'asse di rotazione: a esso si fa riferimento nel sistema di **coordinate celesti** dette appunto galattiche.

Il fatto che la Via Lattea sia dotata di movimenti le garantisce l'esistenza, perché se così non fosse non sarebbe un sistema stazionario, ma i suoi componenti tenderebbero a precipitare verso il centro, dov'è concentrata la massa maggiore e quindi dove è più intensa la forza di attrazione gravitazionale.

Collisione con Andromeda

La **collisione** tra Andromeda e la Via Lattea, le due maggiori galassie del Gruppo Locale, è un'ipotesi che potrebbe avere luogo tra circa 4 miliardi di anni.

Come per tutti questi tipi di collisione, è molto improbabile che oggetti come le stelle contenute in ciascuna delle galassie interessate possano scontrarsi, poiché la **distanza** tra le singole stelle all'interno di una galassia è relativamente alta; per fare un esempio, la stella più vicina al Sole si trova infatti ad una distanza pari a trenta milioni di volte il diametro solare. Se si immagina il Sole delle dimensioni di una moneta, la moneta più vicina si troverebbe a quasi 800 km di distanza. Se la teoria è corretta, le **stelle** e i **gas** contenuti nella Galassia di Andromeda saranno visibili ad occhio nudo fra circa tre miliardi di anni. Se la collisione avrà luogo, le due galassie si fonderanno l'una con l'altra. Sebbene si sappia che la Galassia di Andromeda si avvicina alla nostra ad una velocità di circa 120 km/s, non si può prevedere con certezza se avverrà lo scontro oppure se le galassie si avvicineranno senza scontrarsi. Per la **Galassia di Andromeda** questo tipo di collisioni di grande portata non sarebbero una novità: si crede infatti che in passato la galassia abbia conosciuto nel corso della sua vita almeno un'altra collisione.

La Via Lattea descritta da Dante

« Come distinta da minori e maggi
lumi biancheggia tra' poli del mondo
Galassia sì, che fa dubbiar ben saggi;
sì costellati facean nel profondo
Marte quei raggi il venerabil segno
che fan giunture di quadranti in tondo. » (Par. XIV, 99-104)

Come la Via Lattea, formata da tante distinte luci piccole e grandi, si estende fra i due poli del cielo, tale da lasciare in dubbio i più sapienti scienziati, così trapunti di innumerevoli stelle quei due raggi luminosi formavano nella profondità di Marte il segno venerabile che formano in un cerchio i quattro raggi che delimitano i quattro quadranti.

5. LO ZODIACO

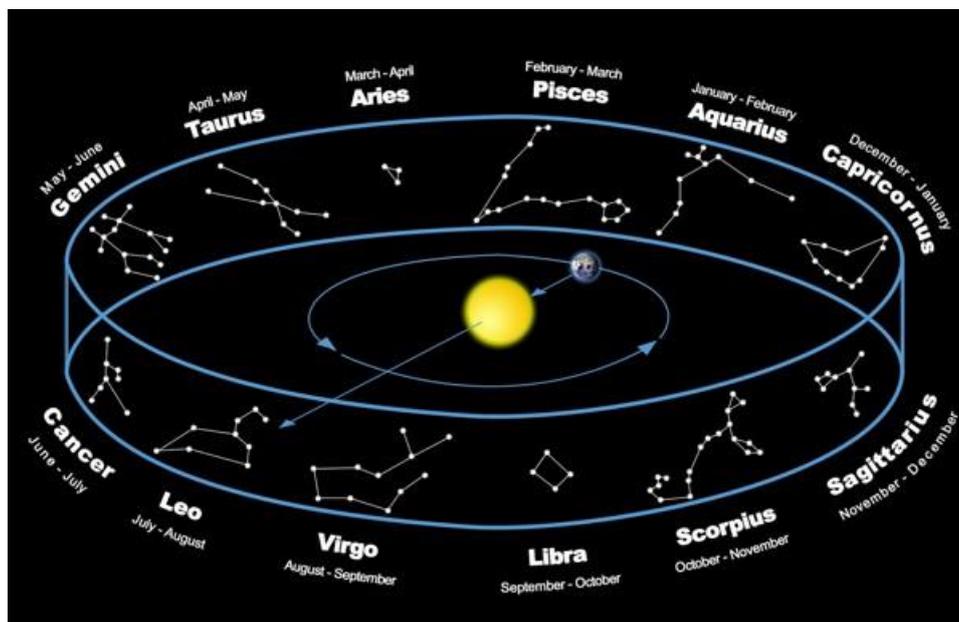


Lo zodiaco individua una fascia del cielo che si espande più o meno per otto gradi da entrambi i lati del percorso apparente del Sole nel suo movimento annuale, in cui sono inclusi anche i percorsi apparenti della luna e dei pianeti.

Le stelle dello Zodiaco e i fantasiosi gruppi ai quali appartengono sono state studiate dalla notte dei tempi e raggruppate in costellazioni a ciascuna della quale è stato dato un nome, tanto che in base ai movimenti della Terra esse sembrano

percorrere il cielo dello Zodiaco.

Le stelle dello zodiaco sono state raggruppate in costellazioni, alle quali da tempo immemorabile sono stati assegnati nomi di esseri viventi, reali o fantastici. Ciò spiega l'etimologia del nome, derivato dal greco ζῳδιακός, "zōdiakòs", parola a sua volta composta da ζῳον, zōon, "animale, essere vivente" e ὁδός, hodòs, "strada, percorso". A causa del moto di rotazione della Terra, infatti, le costellazioni zodiacali sembrano percorrere lo zodiaco.



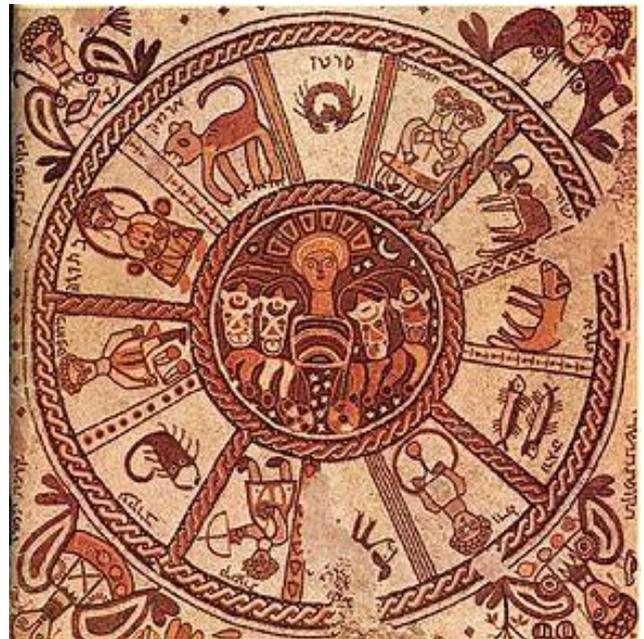


Lo Zodiaco siderale

Il più antico dei due Zodiaci è quello siderale. Esso consiste in una suddivisione della fascia del cielo zodiacale in 12 parti uguali, di 30° ciascuno, che si trovano in una particolare relazione con alcune stelle fisse. Fu definito nel periodo compreso tra il VI e il V secolo a.C. dagli astronomi babilonesi. Esso veniva usato per la redazione di oroscopi, come è stato dimostrato dall'esame di oroscopi in scrittura cuneiforme trovati negli scavi di Babilonia ed Uruk.

Lo Zodiaco siderale può considerarsi «naturale», nel senso che i movimenti dei pianeti possono venir osservati direttamente ogni notte all'interno della fascia di stelle fisse dello Zodiaco.

Dal momento che l'osservazione dei pianeti in relazione alle stelle fisse rivestiva un ruolo importante nella cultura babilonese, non stupisce il fatto che gli astronomi babilonesi col passare del tempo abbiano suddiviso la fascia zodiacale nel modo che ritenevano più sensato, definendo così lo Zodiaco siderale, per descrivere i movimenti dei pianeti. Lo Zodiaco siderale divenne allora la base dell'astronomia e astrologia babilonese.



Durante i tempi più antichi dell'osservazione del cielo, gli astronomi babilonesi iniziarono a descrivere determinate stelle fisse che nel cerchio zodiacale attiravano l'attenzione, indicandole come «stelle reggenti». Veniva indicato se un pianeta si trovava ad occidente oppure ad oriente di una «stella reggente» e se al di sotto o al di sopra di questa. Le «stelle reggenti» vennero così a costituire

dei punti di riferimento per il movimento dei pianeti nello zodiaco. Le «stelle reggenti» più importanti sono le cinque più grandi: Aldebaran, Polluce, Regolo, Spica e Antares. Aldebaran, la più luminosa tra queste stelle, è la stella centrale della costellazione del Toro, e indica l'occhio del toro. Polluce si trova nei Gemelli, insieme alla vicina stella chiamata Castore, e formano le due teste dei Gemelli. Regolo si trova nella costellazione del Leone, nella posizione del cuore. Spica si trova nella Vergine, e indica le spighe tenute dalla stessa Vergine. Infine Antares è la stella centrale dello Scorpione, il cuore dello Scorpione.



L'origine babilonese dello Zodiaco è dimostrata dal fatto che la maggior parte dei nomi greci per le costellazioni dello Zodiaco sono traduzioni o modifiche del corrispondente nome babilonese.

La scomparsa dello Zodiaco siderale dall'astrologia occidentale non può unicamente venir attribuita al tramonto della civiltà babilonese, in quanto vi erano astrologi greci che conoscevano la dottrina babilonese e che facevano uso nel loro lavoro astrologico dello Zodiaco siderale. Anche astrologi egiziani, soprattutto ad Alessandria, che diventò il centro dello sviluppo dell'astrologia greca (per l'influenza dell'astrologia babilonese dopo la

conquista di Babilonia da parte di Alessandro Magno nel 331 a.C.), utilizzavano lo Zodiaco siderale.

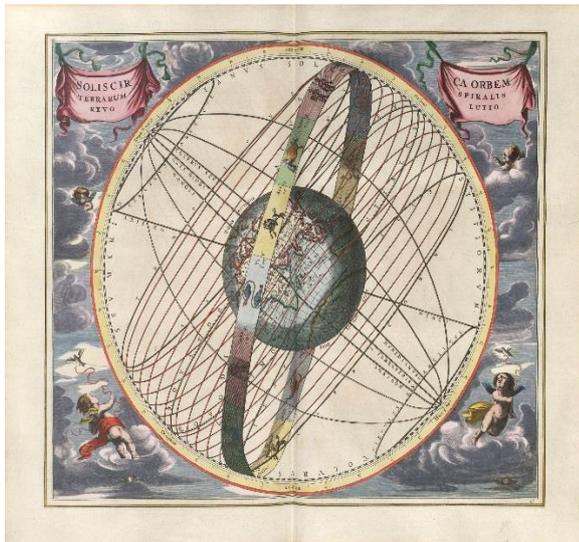
Lo Zodiaco tropico

In opposizione allo Zodiaco siderale, nato a Babilonia, lo Zodiaco tropico venne calcolato e sviluppato dai Greci. Precisamente fu l'astronomo greco Ipparco (II secolo a.C.) a fornire la prima definizione dello Zodiaco tropico. Egli sviluppò il suo Zodiaco, proprio come i Babilonesi avevano fatto con quello siderale, in analogia ad un calendario preesistente.

Il calendario utilizzato da Ipparco come modello per definire lo Zodiaco tropico risale all'astronomo



greco Eudemone di Atene (V sec. a.C.), e consisteva in 12 mesi solari, determinati in relazione alle quattro stagioni, agli equinozi e ai solstizi.



Le denominazioni dei mesi del calendario di Eudemone corrispondevano a quelle usate a Babilonia per i segni zodiacali.

Così il mese solare successivo all'equinozio di primavera venne attribuito all'Ariete e quello estivo, che segue il solstizio estivo, al Cancro, mentre il mese che seguiva l'equinozio d'autunno era il mese della Bilancia e quello che iniziava col solstizio

d'inverno era attribuito al Capricorno. Gli altri mesi vennero calcolati suddividendo i giorni in gruppi di 30 o 31 per ogni mese.

Il calendario delle stagioni di Eudemone serviva all'astronomia greca come base per la suddivisione dell'eclittica che noi conosciamo con il nome di zodiaco tropico. Il percorso (apparente) del sole sullo sfondo delle stelle fisse determina l'eclittica, quella zona del cielo in cui sono situati i punti in cui si può verificare un'eclissi. Eclissi di sole si verificano solo lungo l'eclittica, quelle di luna soltanto se la luna si trova lungo l'eclittica o nelle vicinanze di questa.

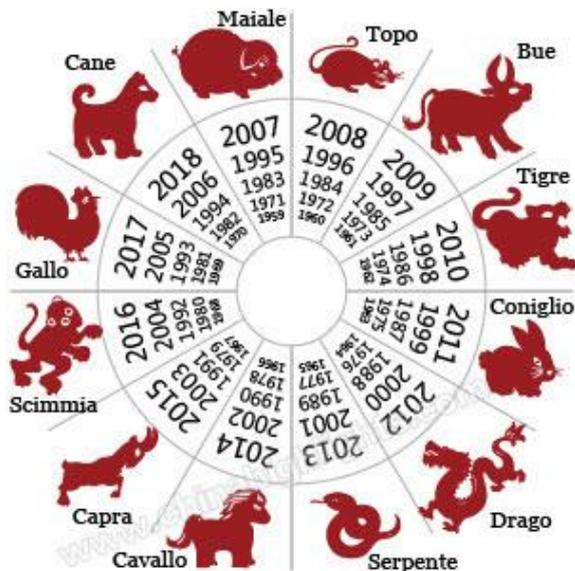
In termini moderni, l'eclittica è il percorso apparente del Sole nell'arco di un anno rispetto alla sfera celeste.

Differenze tra zodiaco siderale e tropico

Una differenza fondamentale del punto di osservazione tra l'astronomia babilonese e quella greca consiste nel fatto che lo zodiaco tropico è una suddivisione dell'eclittica, mentre quello siderale una suddivisione dello zodiaco. I babilonesi infatti osservavano la fascia zodiacale, lungo la quale si muovono il sole,



la



Questi animali furono scelti deliberatamente dopo attente revisioni. Essi sono collegati alla vita quotidiana degli antichi Cinesi oppure hanno un significato simbolico di fortuna.

Il bue, il cavallo, la capra, il gallo, il maiale e il cane sono sei degli animali domestici allevati dalla popolazione cinese.

Gli altri (il topo, la tigre, il coniglio, il drago e la scimmia) sono animali adorati dalla popolazione Cinese, per esempio il drago è

un animale leggendario che nella cultura Cinese è simbolo di buona fortuna e di potere.

La costellazione del toro

Trovare la costellazione del Toro non è complicato, soprattutto perché è posta vicino ad una costellazione facilmente individuabile come Orione. Partendo dalla cintura di Orione e spostandosi verso Nord Est si giunge alla Testa del Toro.

Visibile soprattutto tra Novembre e Dicembre, quando è alta in cielo, è tra le costellazioni più ricche di tutte le costellazioni zodiacali: conta 125 stelle di magnitudine superiore alla sesta. Il suo posto in cielo è tra Ariete (ovest) e Gemelli (est) e il periodo più propizio per la sua osservazione nel cielo serale va da ottobre ad aprile. Già identificata come Toro dai Caldei, oltre 5000 anni fa, questa costellazione rappresenta la parte anteriore di un toro che emerge tra le onde. Nell'epoca classica, infatti, si



racconta come Zeus, vista la straordinaria bellezza di Europa, figlia di Agenore re di Fenicia, si fosse invaghito di lei. Un giorno per avvicinarla e rapirla, assunse l'aspetto di un toro e si mescolò alle mandrie di Agenore. La ragazza venne attratta dal maestoso toro bianco e, al suo avvicinarsi, il toro le si inginocchiò

davanti e la fanciulla salì sulla sua schiena, per intrecciargli una ghirlanda di fiori intorno alle corna. Non appena si fu sistemata sul suo dorso, l'animale balzò in piedi e corse verso il mare nuotando verso Creta, dove Zeus prese il suo aspetto seducendo Europa e regalandole anche il cane che poi divenne la costellazione del Cane Maggiore. Uno dei loro figli sarà poi Minosse, re di Creta.

Un racconto alternativo afferma che Taurus rappresenterebbe Io, un altro amore illecito di Zeus, la quale fu tramutata in giovenca dal dio per nascolderla a sua moglie Era. Ma Era era sospettosa e posizionò il guardiano dai cento occhi, Argo, a sorvegliare la giovenca. Su richiesta di Zeus, Ermete uccise Argo e liberò la giovenca. Era furibonda mandò un tafano a inseguire la giovenca, che si tuffò in mare e nuotò via.

La costellazione dei gemelli

Con 70 stelle di magnitudine superiore alla sesta, la costellazione dei Gemelli è osservabile da fine agosto, quando sorge ad Est prima dell'alba, a fine maggio, quando tramonta ad ovest poco dopo il Sole.

La costellazione è rintracciabile tra due stelle molto brillanti: Regolo nel Leone e Aldebaran nel Toro. Confina con Orione, quindi trovarla è molto facile. Secondo una leggenda greca, questa costellazione rappresenta i due gemelli Castore e Polluce, chiamati anche Dioscuri. Erano entrambi figli di Leda,



moglie del re di Sparta Tindaro. Dall'unione con il marito e con Zeus, trasformato in cigno, Leda generò due uova. Da uno nacquero Polluce ed Elena, immortali perché figli di Zeus, e dall'altro Castore e Clitemnestra, mortali poiché figli di Tindaro. Durante la spedizione degli Argonauti conobbero un'altra coppia di gemelli, Idas e Linceo, a cui erano state promesse le bellissime figlie di Leucippo e Arsinoe. Castore e Polluce, innamoratisi delle fanciulle, le rapirono e, inseguiti,

le due coppie di gemelli si sfidarono in combattimento. Durante il duello Castore venne trafitto dalla spada di Linceo che fu poi subito ucciso da Polluce.

Idas attaccò Polluce, ma perì colpito da una folgore di Zeus. Affranto per la morte del fratello, Polluce chiese al dio suo padre di dividerne la sorte, e Zeus concesse loro di vivere un giorno nell'Olimpo e un giorno negli Inferi.

Infine, come premio per l'amore fraterno, gli dei portarono entrambi in cielo nell'omonima costellazione dove sono raffigurati abbracciati.

La costellazione dello scorpione

Lo Scorpione, oltre ad essere una costellazione estiva, è una delle più brillanti di tutto il cielo tanto da competere con la ben nota costellazione di Orione. Alle nostre latitudini, purtroppo, è visibile per poche ore dopo il tramonto, dopodiché scompare all'orizzonte non raggiungendo mai altezze elevate sopra l'orizzonte..

Può essere rintracciata a partire dal prolungamento della coda dell'Orsa Maggiore ed il modo più sicuro per scovare quest'area di cielo è puntare la sua stella più brillante, la rossa Antares, che è preceduta e seguita da due coppie di stelle abbastanza visibili. Si trova tra le costellazioni della Bilancia e del Sagittario. Conta 100 stelle di magnitudine superiore alla sesta (ben dodici superiore alla terza).

Lo scorpione greco era diviso in due metà: una metà conteneva il corpo e il pungiglione, mentre l'altra metà comprendeva le chele (chiamate dai greci Chelae; nel I secolo a.C. con i Romani le chele andranno a costituire una costellazione separata, la Bilancia).

Nella mitologia questo è lo scorpione che punse a morte Orione il cacciatore, sebbene ci siano resoconti diversi. Eratostene fornisce due versioni. Nella sua descrizione dello Scorpione dice che Orione tentò di violentare Artemide, la dea della caccia e che quindi lei mandò lo Scorpione a colpirlo. Ma alla voce che riguarda Orione, Eratostene dice che la Terra mandò lo Scorpione a pungere Orione dopo che lui si era vantato di poter uccidere qualsiasi animale selvaggio. In entrambi casi, Orione fu castigato per la sua insolenza.



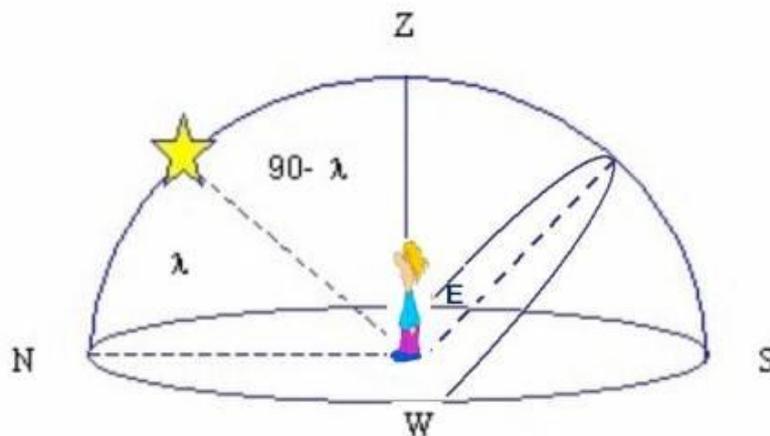
Sembra che questo sia uno dei miti greci più antichi e la sua origine potrebbe derivare semplicemente dalla sua posizione nel cielo, dato che le due costellazioni sono sistemate una di fronte all'altra in modo che Orione tramonta mentre lo Scorpione sorge. Ma la costellazione è molto più vecchia dei Greci stessi,

poiché i Sumeri la conoscevano come GIR-TAB, lo Scorpione, più di 5000 anni fa.

6. LE COSTELLAZIONI CIRCUMPOLARI e GLI ESOPIANETI

La Stella Polare

La **stella polare** è visibile ad occhio nudo e si trova approssimativamente allineata con l'**asse di rotazione** della Terra. Nella navigazione astronomica, la sua posizione è un'indicatrice infallibile della direzione di un **polo geografico** e la sua altezza angolare permette di determinare la **latitudine**.



Per via del suo allineamento con l'asse di rotazione, la stella polare è percepita come immobile da un osservatore, mentre le altre stelle sembrano descrivere un **moto circolare antiorario** attorno al polo nel corso della notte.



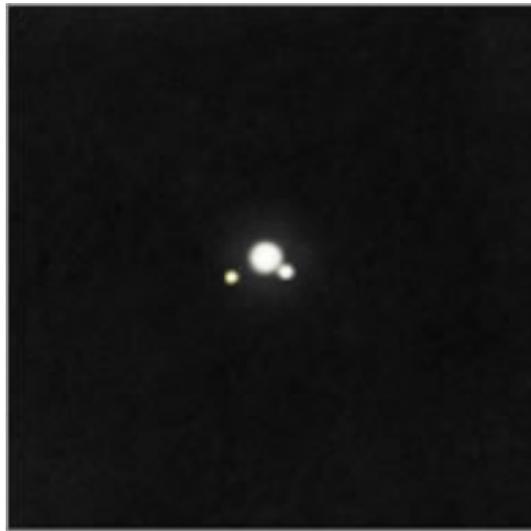
Tra queste, ve ne sono alcune dette **circumpolari**, che non tramontano mai durante tutto l'arco dell'anno. Di conseguenza, formano costellazioni visibili durante tutto il corso dell'anno, che appaiono comunque in posizioni diverse, dapprima "dritte", poi "capovolte" e poi di nuovo "dritte", ripresentandosi nella stessa posizione a distanza di un anno. Le principali sono: l'Orsa maggiore, l'Orsa minore, Cassiopea e Cefeo.

Cassiopea, Andromeda e Cefeo

Cassiopea è facilmente identificabile per via delle le sue 5 stelle principali di seconda e terza **magnitudine** (l'occhio umano non riesce a vedere le stelle oltre sesta magnitudine) e per la forma a "W" o a "M", a seconda dell'orientazione. La costellazione è situata in piena **Via Lattea**; la sua posizione nel firmamento, rispetto alla Stella Polare, è opposta a quella dell'Orsa Maggiore. Il mese in cui è più visibile a mezzanotte è ottobre, mentre la stagione in cui si trova più bassa è la primavera. È una delle 88 costellazioni moderne, ed era anche una delle 48 costellazioni elencate da Tolomeo.



Tra le stelle della costellazione, vi è **Alpha Cassiopeiae** o **Schedar**, gigante gialla di cui si sospetta una leggera variabilità di 2 o 3 decimi di magnitudine. È la stella più brillante della costellazione di Cassiopea: più che dalla temperatura, tale luminosità è dovuta alla grande superficie radiante della stella. La lettera alpha indica che è la stella più brillante della costellazione. Iota Cassiopeiae, invece, è una **stella tripla**: un sistema stellare che consiste in tre stelle legate gravitazionalmente, due di colore giallo e la terza di colore blu.



Nel 1572 nei pressi di Kappa Cassiopeiae vi fu l'esplosione di una Supernova, che raggiunse una notevole luminosità, superiore anche a quella di Venere e fu visibile per ben sedici mesi. Di questa esplosione restano numerose testimonianze da parte degli astronomi del tempo, fra cui anche da parte di Galileo, che si servirono dell'inatteso fenomeno per riconfermare la totale inattendibilità scientifica della rappresentazione cosmologica aristotelica, fondata sull'assoluta perfezione e incorruttibilità delle nove sfere celesti.

Al di là delle sue cinque stelle più luminose, Cassiopea si estende notevolmente anche verso nord, occupando una vasta area di cielo dove la Via Lattea è fortemente oscurata dalle **polveri interstellari** ed è perciò relativamente povera di stelle e oggetti appariscenti.

Il nome di Cassiopea è di origine latina e lo si trova nel quarto libro delle Metamorfosi di **Ovidio** ove ne sono narrate le vicende. La leggenda che ha dato origine alla costellazione di Cassiopea la collega strettamente alle vicende di **Andromeda** e di **Cefeo**.



Cassiopea, moglie di Cefeo, re dell'antica Etiopia, pensava che lei e sua figlia Andromeda fossero le più belle donne mai vissute. Andava anche dicendo che la figlia era talmente bella che neppure le Ninfe del Mare, le cinque Nereidi, potevano superarla in bellezza. La superbia della regina d'Etiopia giunse alle orecchie delle stesse Nereidi che, infuriate, si rivolsero a Poseidone, chiedendogli una terribile ed immediata punizione per l'oltraggio di Cassiopea. Poseidone scatenò contro il regno di Cefeo il mostro marino Tiamat (rappresentato nella costellazione dalla Balena). Il re d'Etiopia, vedendo il proprio reame in grave pericolo, si rivolse ad un Oracolo. Questo gli disse che il solo modo per salvare l'Etiopia consisteva nel sacrificio della figlia Andromeda alla furia del mostro marino, ed il re fu obbligato dal popolo ad accettare. Andromeda venne trascinata fino alle rocciose coste etiopiche e lì abbandonata al suo orribile destino. Ma il Fato volle che passasse di là l'eroe Perseo, che attaccò il mostro e lo riuscì a sconfiggere solo mostrandogli la testa di Medusa che, guardandolo, lo tramutò in pietra. Così la fanciulla fu salva e, al ritorno a casa, Cefeo la diede in sposa a Perseo.

Gli dei posero in cielo le costellazioni raffiguranti ognuno dei protagonisti di questa storia. Cefeo e Andromeda sono raffigurati nelle costellazioni adiacenti a Cassiopea, ma la regina, come punizione, venne condannata a girare per sempre col suo trono intorno al Polo Nord, trovandosi a volte anche a testa in giù, posizione disdicevole per chi pecca di vanità. Infatti Cassiopea si incastra fra Cefeo e Andromeda ed è attraversata per tutta la sua lunghezza dal piano della Via Lattea.

La costellazione di Cassiopea contiene diverse aree di **formazione stellare** (la nascita di una stella a partire dal collasso gravitazionale delle porzioni più dense, dette "nuclei", di una **nube molecolare** e il successivo accrescimento dell'embrione stellare, originatosi dal collasso, a partire dai materiali presenti della nube) fra le quali spiccano le nebulose IC 1805 e IC 1848, agglomerati interstellari di polvere, idrogeno e plasma, soprannominate Cuore e Anima, facenti parte di un'estesa regione in cui ha luogo la formazione di stelle massicce.

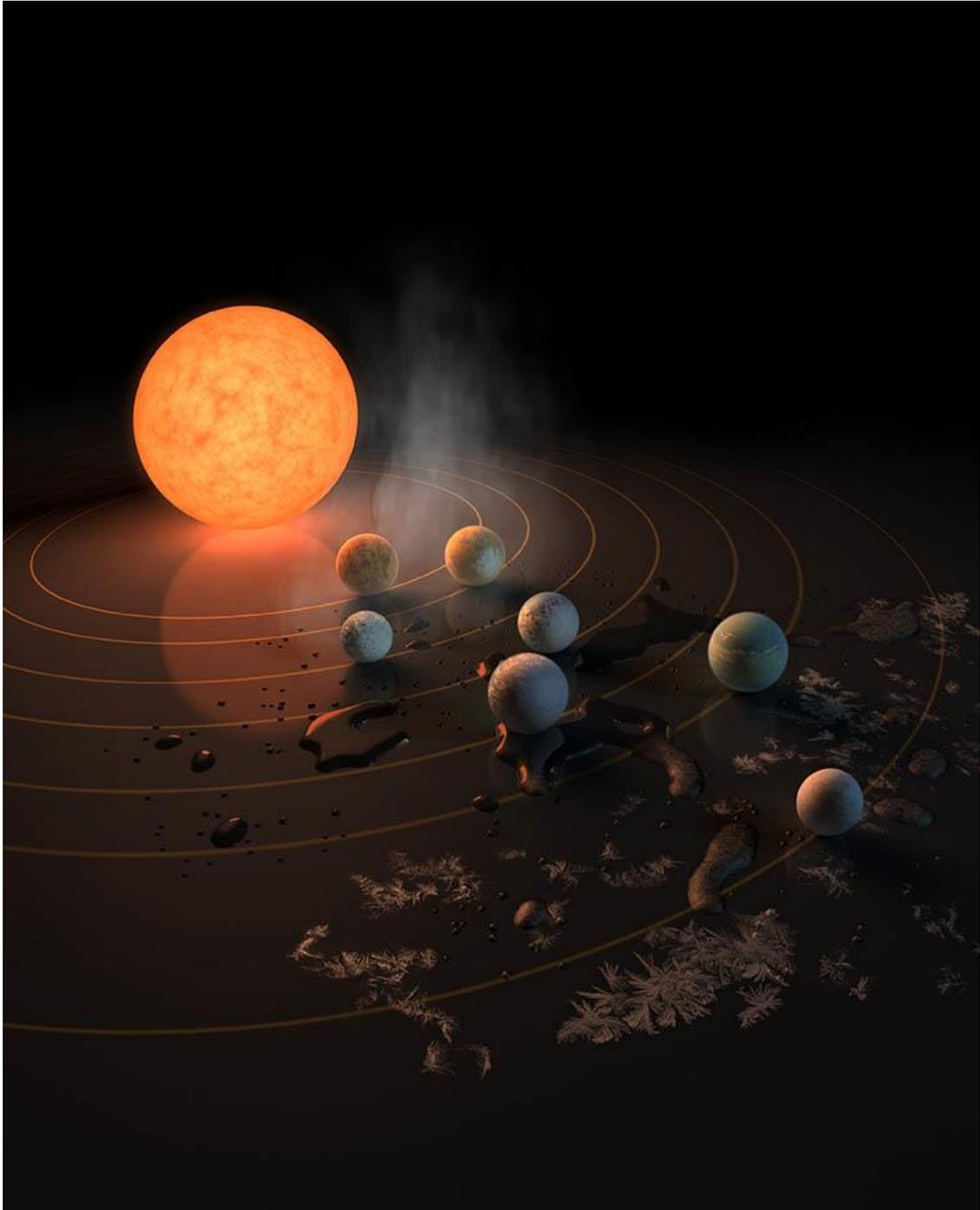


IC 1805 (nota anche come **Nebulosa Cuore**) è una nebulosa diffusa in associazione ad un ammasso aperto, verso il confine con la Giraffa e dista dalla Terra 7500 anni luce. Per poterla individuare occorre un telescopio con un grande diametro, non tanto per le dimensioni, dato che la nebulosa è abbastanza estesa, quanto per la sua debolezza. Una foto a lunga posa o una camera CCD rivela invece l'oggetto con una certa facilità. L'intero complesso di nebulose visibili in quest'area si presenta circumpolare dalla gran parte delle regioni dell'**emisfero boreale**; i mesi migliori per la sua osservazione vanno da ottobre ad aprile.



Gli esopianeti

Un esopianeta o pianeta extrasolare è un pianeta non appartenente al sistema solare. Esso orbita quindi attorno ad un'altra stella diversa dal sole.



Il 21 febbraio 2017 la NASA ha annunciato la scoperta di 7 esopianeti, pianeti rocciosi con raggio e massa simili a quelle terrestri ed orbitanti attorno alla stella TRAPPIST-1, che dista da noi 40 anni luce.

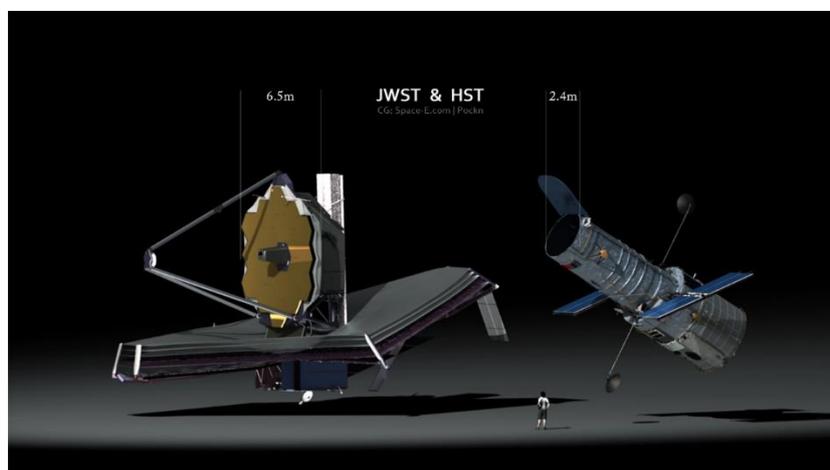
Il punto forse più importante della scoperta è che tre di queste "sette sorelle" della Terra si trovano nella cosiddetta fascia di abitabilità, e potrebbero quindi ospitare acqua allo stato liquido, ingrediente fondamentale per lo sviluppo della vita. I ricercatori hanno recentemente identificato tre pianeti promettenti nel sistema TRAPPIST-1 (e, f, g) che potrebbero avere una temperatura che permetta la presenza di acqua allo stato liquido.

Un sistema planetario da record, perché allo stesso tempo ospita il maggior numero di pianeti come la Terra e il maggior numero di pianeti nella zona abitabile.

TRAPPIST-1 è una nana rossa che ha circa un decimo della massa del Sole e un millesimo della sua brillantezza. La sua massa ridotta permette ai suoi pianeti di orbitarle molto vicini, pur rimanendo nella fascia di abitabilità. Trovarsi in questa zona non equivale però ad essere effettivamente abitabile. Per esempio Venere e Marte, pur trovandosi nella fascia di abitabilità del Sole, non sono però abitabili. La vicinanza di una stella nana rossa che rilascia raggi X ed ultravioletti potrebbe non essere l'ideale per ospitare la vita, ma è anche vero che questi generi di astri sono ancora incredibilmente giovani e in futuro potrebbero rendere ospitali i pianeti che gli gravitano attorno.

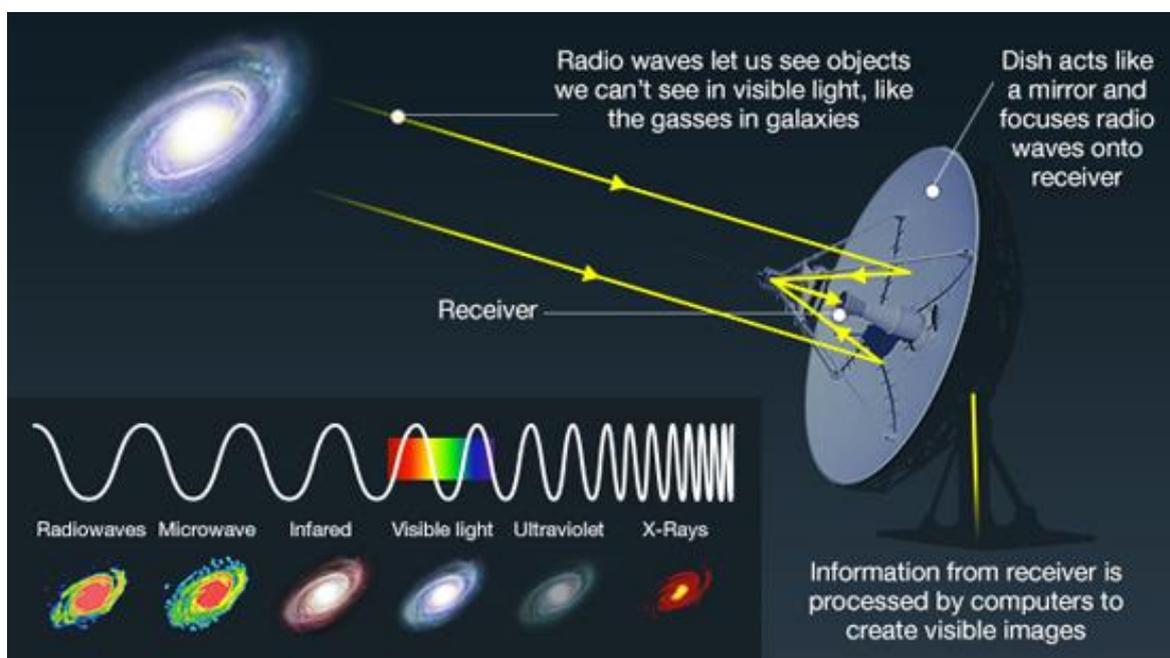
Gli astronomi, utilizzando il *James Webb Space Telescope*, cercheranno di scoprire se qualcuno di questi pianeti potrebbe sostenere la vita. Per determinare ciò, sono necessarie più informazioni oltre alle dimensioni del pianeta o alla distanza dalla sua stella.

Uno degli obiettivi principali del telescopio Webb, che verrà lanciato nel 2018, è quello di utilizzare la spettroscopia, un metodo sperimentale di analizzare la radiazione elettromagnetica separandola in lunghezze d'onda distinte, che permette di identificare i suoi componenti chimici per determinare le componenti atmosferiche di mondi alieni.

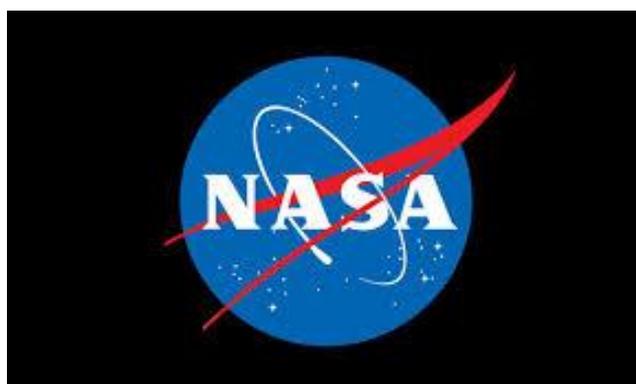


In particolare, il telescopio Webb, sarà in grado di visualizzare questi pianeti nell'infrarosso: a queste lunghezze d'onda saremo in grado di vedere se le loro atmosfere hanno acqua, metano, monossido di carbonio, anidride carbonica, ozono, e/o ossigeno, gli ingredienti necessari per rendere un pianeta *appetibile* da parte dell'uomo.

Grazie alla scoperta dei pianeti del sistema TRAPPIST-1, il telescopio Webb sarà in grado di utilizzare le proprie capacità immense su un sistema relativamente vicino. Il numero di pianeti nel sistema consentirà inoltre nuove ricerche nel campo della planetologia comparata, che scopre i processi planetari fondamentali confrontando mondi diversi.



Il James Webb Space Telescope è il successore scientifico del telescopio spaziale Hubble della NASA. Webb è un progetto internazionale guidato dalla NASA con i suoi partner, l'ESA (European Space Agency) e l'Agenzia spaziale canadese.



<https://www.nasa.gov/>
www.focus.it/

Un altro aspetto molto affascinante di questo sistema gravitazionale riguarda il suo alto grado di armonia: i periodi di rivoluzione orbitale dei suoi sette pianeti sono in un rapporto ben definito tra loro. Una "risonanza" che si registra anche all'interno del nostro Sistema solare, dove ad esempio Nettuno compie tre giri intorno al Sole nello stesso periodo di tempo in cui Plutone ne compie due. Poiché le due orbite si intersecano, in mancanza di una tale regolarità Plutone probabilmente non esisterebbe, essendo destinato prima o poi a scontrarsi con il suo "collega" più massiccio. Tuttavia, grazie alla risonanza le posizioni relative dei due pianeti si mantengono costanti.

Trappist-1 segue esattamente questo schema: tutti i suoi sette pianeti sono coinvolti in una catena di risonanze. Per illustrare questa particolare configurazione, i ricercatori hanno creato un'animazione in cui ciascun pianeta produce una nota di pianoforte ogni volta che passa di fronte alla stella ospite, e un colpo di batteria quando supera il suo vicino più prossimo. Il risultato è una vera e propria "sinfonia", e non è un caso: anche nella musica, infatti, rapporti semplici tra frequenze rendono piacevole l'ascolto di due note suonate contemporaneamente.

Da un punto di vista astronomico, si tratta di una condizione non comune. "La maggior parte dei sistemi planetari sono come band di musicisti amatoriali che suonano i loro strumenti a diverse velocità", sottolinea Matt Russo, del Canadian Institute for Theoretical Astrophysics (Cita), che ha messo a punto l'animazione. "Trappist-1 è diverso: è un super-gruppo in cui tutti i suoi sette membri sincronizzano gli strumenti in modo quasi perfetto".

Al momento della sua formazione, i pianeti avrebbero raggiunto fin da subito la loro configurazione stabile risonante, "Esattamente come una band che sincronizza i propri strumenti prima di cominciare a suonare".

7. IL SISTEMA PLANETARIO IN CUI VIVIAMO

L'astronomia era di vitale importanza così nei tempi antichi come nel Medioevo, soprattutto per la navigazione e l'orientamento. Gli uomini si servivano di strumenti per la navigazione come l'astrolabio, tramite il quale era possibile localizzare o calcolare la posizione dei corpi celesti e anche determinare l'ora locale conoscendo la latitudine.

astrolabio



La massima sintesi del pensiero astronomico medioevale si trova senza dubbio nella *Divina Commedia* di Dante Alighieri.

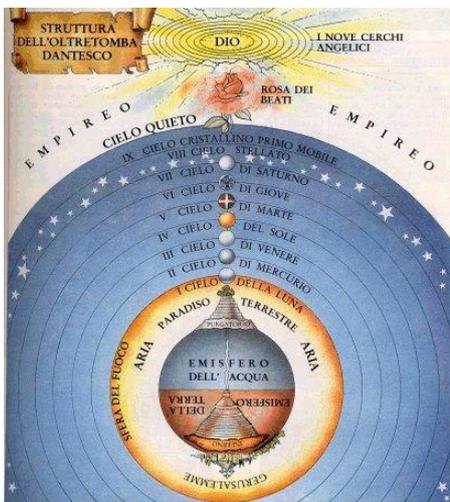
Nell'opera la Terra viene descritta come una sfera sospesa, immobile al centro dell'universo e divisa in due emisferi: l'emisfero boreale o settentrionale, l'unico abitato, e l'emisfero australe, occupato solo dall'acqua.

I riferimenti astronomici sparsi nella *Commedia* sono quasi cento: *Stelle* è la parola con cui si concludono tutte e tre le cantiche dantesche:

- l'*Inferno* si conclude con: "*e quindi uscimmo a riveder le stelle*";
- il *Purgatorio* si conclude con: "*puro e disposto a salire alle stelle*";
- il *Paradiso* si conclude con: "*L'amor che move il Sole e l'altre stelle*".

I regni dell'oltretomba, così come sono stati rappresentati nella *Commedia*, riflettono la visione geocentrica dell'universo illustrata dall'astronomo egiziano Claudio Tolomeo (II sec d.C.).

Il sistema tolemaico quindi rappresentò la visione cosmologica dominante nel Medioevo. Questo sistema prende come punto di riferimento la Terra, dalla



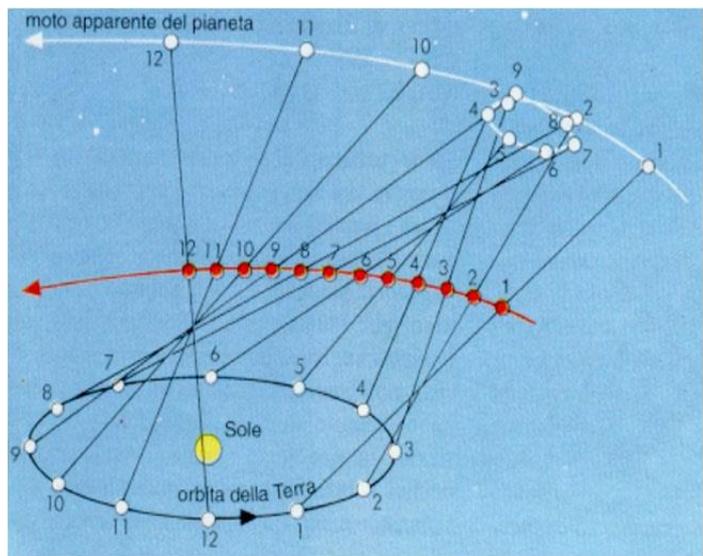
quale vengono osservate le proiezioni delle ombre dei pianeti. Ponendo la Terra al centro, l'ordine dei pianeti risulta questo: Terra, Luna, Mercurio, Venere, Sole.

Per Tolomeo i pianeti erano oggetti erranti che mantenevano sempre la stessa distanza.

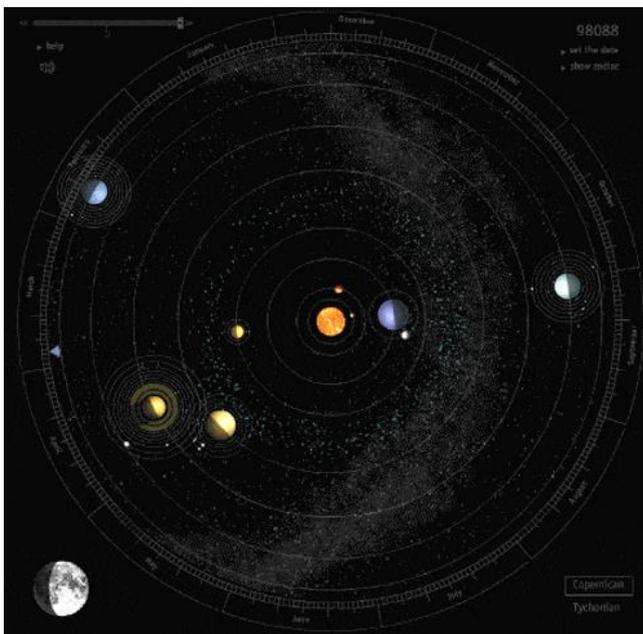
Platone diceva che, poiché i pianeti erano sfere perfette, dal momento che le loro orbite non erano cerchi perfetti, dovevano almeno essere una combinazione di cerchi perfetti.

Tolomeo si domanda quali siano queste combinazioni di moti, con velocità uniforme, che possano spiegare variazioni dell'orbita circolare dei pianeti.

Riesce a rispondere a questa domanda creando un modello per il moto dei 7 corpi celesti "non fissi", dal quale fu possibile predire la posizione dei pianeti nel cielo per molti anni: i moti retrogradi, combinazioni di moti circolari.



Nel Sistema tolemaico si nota che tutti i pianeti disegnano moti retrogradi a eccezione del sole, che ha un moto circolare puro. Riesce a predire la posizione dei pianeti per molti anni con errore inferiore ai 2°



Il modello tolemaico viene abbandonato dal XVI secolo, quando Niccolò Copernico propone la sua teoria, che pone il Sole al centro del sistema di orbite dei pianeti, propone cioè un cambio del punto di osservazione del cosmo.

Copernico nota che nel modello tolemaico il moto di ogni pianeta contiene sempre la velocità angolare del Sole ($2\pi/1$ anno) e capisce che il

cambio di riferimento dalla Terra al Sole rende il suo modello senz'altro esteticamente più elegante di quello di Tolomeo, anche se non tanto meno complicato, poiché usa sempre moti circolari uniformi per descrivere orbite in

realtà ellittiche e percorse a velocità angolare non uniforme.

Copernico non dispone di osservazioni più accurate di quelle di Tolomeo, e la precisione delle previsioni basate sul suo modello non è migliore. Se però il suo modello non viene interpretato in senso puramente matematico,



esso costringe a cambiare radicalmente la visione dell'universo, a cominciare dalle sue dimensioni. Infatti: se davvero il Sole è fermo nell'origine e la Terra gli gira intorno, allora come è possibile che le stelle, viste dalla Terra, occupino sempre le stesse posizioni nel cielo? Dovrebbero invece mostrare un moto periodico con periodo pari al moto della Terra attorno al Sole.

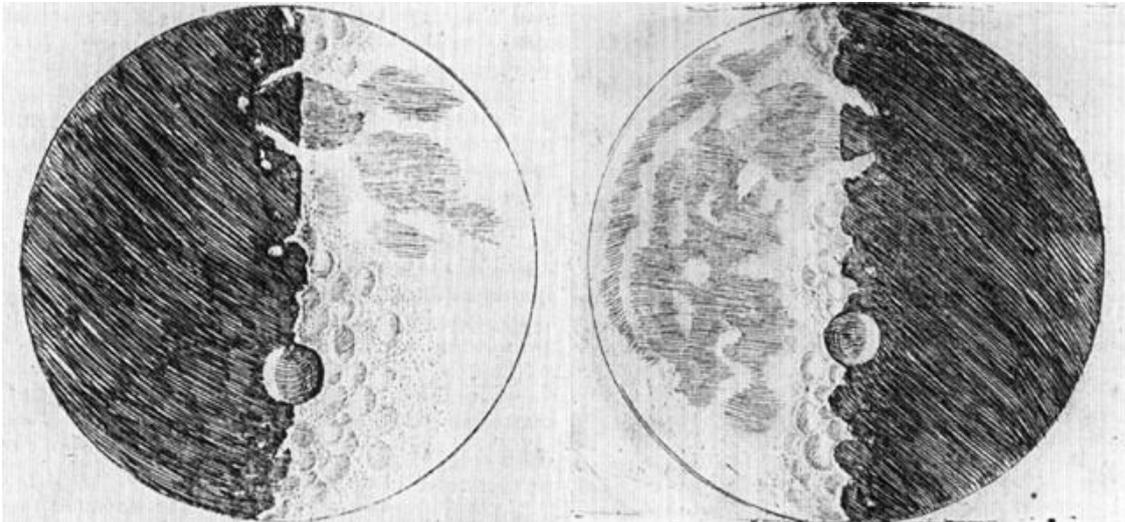
Copernico risponde nell'unico modo possibile: le stelle sono molto più distanti da noi di quanto noi distiamo dal Sole e quindi il loro moto periodico dovuto allo spostamento della Terra nel suo moto intorno al Sole ("parallasse annua") è di fatto impercettibile. Bisogna accettare l'idea di un Universo molto più grande di quanto non si fosse creduto fino ad allora. In Inghilterra il pensiero di Copernico è accettato con entusiasmo e si pensa addirittura ad un Universo infinito....

Nel 1624 Galileo Galilei cominciò il suo nuovo lavoro, un *Dialogo*, che gli avrebbe consentito di esporre le varie teorie correnti sulla cosmologia: *il Dialogo sopra i due massimi sistemi del mondo*, dove i due sistemi sono quello tolemaico e quello copernicano. Galileo confuta il sistema tolemaico a favore del sistema copernicano. Il dialogo si svolge lungo l'arco di quattro giornate: le prime due giornate trattano del confronto tra sistema copernicano (eliocentrico) e aristotelico-tolomaico (geocentrico) e del moto di rotazione giornaliera della Terra. In questa giornata, per spiegare il fatto che l'uomo sulla terra non ne percepisce il movimento, poiché è solidale ad esso, si riporta l'esempio di ciò che avviene all'interno di una barca in movimento.

Grazie Inoltre alla sua invenzione, il cannocchiale, osserva anche che la Luna non è perfetta, e stima dalle sue ombre le dimensioni delle "anomalie": monti e valli. Questo, insieme alla teoria di Copernico, dimostra che i pianeti non sono sfere perfette, come invece si credeva nell'antichità.

La Luna per Dante è il primo dei pianeti che compongono il sistema aristotelico-tolémaico.

Il satellite svolge la funzione di "orologio cosmico": nel canto X del Purgatorio, 13-16 Dante ne contempla il tramonto nel cielo mattutino mentre nel canto XVIII essa è presentata a notte inoltrata. In questo quadro, paragonata nella sua fase calante ad un «secchion», un paiolo di rame lucente o ardente, l'astro offusca col suo splendore la luce delle altre stelle.



Nel canto XVIII del Paradiso Dante visita il VI Cielo, quello di Giove, che contiene gli spiriti giusti. Esso è descritto come una sfera argentata, in contrasto con il rosso acceso di Marte del cielo precedente: *"O dolce stella, quali e quante gemme mi dimostrano che nostra giusitizia effetto sia del ciel che tu ingemme!"* Galilei, tre secoli dopo Dante, osserva anche che ci sono quattro "lune" (satelliti Medicei) che girano intorno a Giove: ha infatti ventotto satelliti accertati, di cui quattro scoperti proprio da lui nel 1610. Mentre osserva il sistema di Giove, egli vede anche Nettuno (nel 1613!), più di 2 secoli prima che venisse scoperto (1845).

8. MARTE

Marte è il **quarto pianeta** del Sistema Solare, in ordine di crescente distanza dal Sole. Paragonato alla Terra, Marte è piuttosto piccolo: il suo **diametro** all'equatore è di **6.787 km**, circa la metà di quello terrestre. L'orbita di Marte intorno al Sole è ellittica. Per percorrere la sua orbita Marte impiega circa due anni, cioè 687 giorni. Il **periodo di rotazione marziano**, e cioè il *giorno marziano*, è invece assai vicino a quello terrestre: dura infatti **24^h 379 220**. L'asse attorno al quale ruota Marte è inclinato rispetto al Sole all'incirca come l'asse terrestre, quindi la successione delle stagioni su Marte, benché queste siano leggermente più lunghe, assomiglia a quella sulla Terra.

Visto che Marte è molto più piccolo della Terra, quando si è formato si è raffreddato molto rapidamente. I minerali ferrosi non hanno fatto in tempo a precipitare nel nucleo del pianeta, ma sono rimasti sulla superficie in



percentuale superiore a quanto è avvenuto sulla Terra: col tempo, a contatto con l'ossigeno e con il vapore acqueo presente nell'aria, si sono ossidati, diventando rossi. Insomma, potremmo dire che Marte è un pianeta 'arrugginito'.

Intorno a Marte girano due piccole **lune**, **Phobos** e **Deimos**, scoperte nel 1877, le quali prendono il nome dai figli che il dio romano Marte (per gli antichi greci "Ares") ebbe da Afrodite.

Informazioni storiche

Marte prende il suo nome dal dio romano della guerra, **Mars**. Gli astronomi Babilonesi lo nominavano Nergal, la loro divinità del fuoco, della distruzione e della guerra, molto probabilmente proprio per la sua colorazione rossastra. Quando i Greci identificarono Nergal con il loro dio della guerra **Ares**, lo chiamarono Ἄρεως ἀστήρ (Aeros aster) o "Stella di Ares".

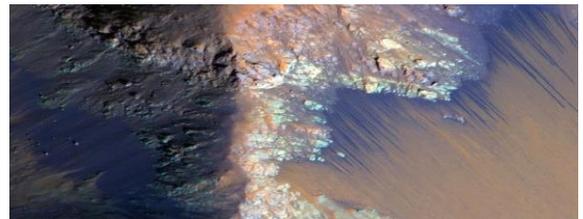


Per gli antichi egiziani era *Hr Dšr* o "**Horus il Rosso**". Gli ebrei lo chiamavano *Ma'adim* (מַאֲדִים) o "colui che arrossisce"; Gli Arabi lo conoscono come *al-Mirrikh*,. I Cinesi, Giapponesi, Coreani e Vietnamiti si riferiscono al pianeta come "Stella infuocata" (火星), nome che deriva dalla mitologia cinese del ciclo dei Cinque Elementi.

Il simbolo del pianeta, derivante dal simbolo astrologico di Marte, è un cerchio con una freccia che punta in avanti. Simboleggia lo scudo e la lancia che il dio romano usava in battaglia. Lo stesso simbolo è usato in biologia per identificare il genere maschile.

Acqua su marte

Sulla superficie di Marte sono ancora ben visibili i **segni lasciati dall'acqua allo stato liquido**: canali con affluenti, fondi di laghi asciutti con depositi di detriti portati dai fiumi, pezzi di scarpate continentali generate dal moto ondoso dell'Oceano Boreale. Una parte di Marte è più liscia dell'altra proprio perché un tempo era il fondo dell'antico oceano marziano. Un'altra prova dell'esistenza dell'oceano è la scarpata di circa 8 km di altezza che separa dai terreni circostanti il Monte Olimpo, il più grande vulcano del Sistema Solare, alto 27 km e con un diametro alla base di 600 km. La scarpata è stata scavata con ogni probabilità dal moto ondoso. **Gli astronomi erano abbastanza sicuri del fatto che da circa 4 miliardi di anni su Marte non ci fosse più acqua allo stato liquido**, finché nel 2011 ne è stata provata l'esistenza dal giovane Lujendra Ojha, studente del Georgia Institute of Technology di Atlanta (USA). Egli ha dimostrato che le "lingue" scure di sabbia (rilevate da lui per la prima volta) lunghe decine di metri che si formano e scendono dai bordi di numerosi crateri, nei periodi più caldi dell'anno, sono dovute alla presenza di acqua salata.



Clima marziano

Su Marte non piove da vari miliardi di anni e fa molto freddo: le **temperature medie superficiali sono comprese tra -140 °C e 20 °C** . Fra il giorno e la notte ci

sono differenze di temperatura di circa 50 °C. Marte è circondato da una tenue **atmosfera formata quasi esclusivamente di anidride carbonica (CO₂)** e la pressione al suolo è circa 1/150 di quella esercitata dall'atmosfera terrestre. Nonostante la rarefazione dell'atmosfera, sul pianeta i venti possono raggiungere grandi velocità, grazie alla **bassa gravità** (è solo il 38% di quella terrestre), e sollevare nubi di polvere che danno origine a vere e proprie **tempeste di sabbia**. Lo spostamento della sabbia modifica le caratteristiche geologiche del pianeta.

Vita su Marte

Per lungo tempo l'uomo ha fantasticato sull'esistenza di forme di vita aliena su Marte. Queste idee furono a un certo punto sostenute da alcune osservazioni fatte alla fine dell'Ottocento dall'astronomo **Giovanni V. Schiaparelli**, che mise in evidenza strutture particolari sulla superficie del pianeta, i cosiddetti **canali**, i quali furono erroneamente interpretati come opera di esseri intelligenti. La parola «*canali*» fu, infatti, tradotta con il termine «*canals*» invece del più corretto «*channels*». Mentre la prima parola indica una costruzione artificiale, il secondo termine definisce una conformazione del terreno che può essere anche di origine naturale. In realtà, ricerche successive hanno mostrato che questa



rete di solchi era dovuta a effetti degli strumenti con cui si osservava il pianeta.

Marte **nelle opere di fantascienza** è uno dei pianeti più popolari, sia come ambientazione sia come luogo di provenienza di extraterrestri. Hanno contribuito a portarlo all'attenzione degli scrittori la sua vicinanza alla Terra,

la somiglianza tra molte sue caratteristiche con quelle del nostro pianeta, il suo acceso colore rosso e la rete di canali scoperta da Schiaparelli alla fine del XIX secolo e pubblicizzata come opera di esseri intelligenti.

Una delle più antiche apparizioni di Marte nella letteratura fantastica avviene ne ***I viaggi di Gulliver*** di **Jonathan Swift**. In una descrizione di una società di scienziati chiamata Laputa, si accenna alla scoperta di due satelliti di Marte invisibili agli astronomi del resto del mondo. Poiché sono stati davvero scoperti due piccoli satelliti attorno a Marte oltre 150 anni dopo, nel 1877 in alcune opere successive di fantascienza si è immaginato che Swift fosse un preveggenente o avesse ricevuto notizie dal futuro. All'ipotesi che Marte avesse due satelliti

aveva fatto riferimento, 25 anni dopo Swift, anche **Voltaire** nel suo racconto filosofico *Micromega* (1752).

Quindi esiste la vita sul pianeta rosso?

Un esperimento di 40 anni fa ripreso in esame fa tornare in auge l'ipotesi che sul Pianeta Rosso ci sia vita, anche se in forma molto semplice.

Tutto parte con la **missione Viking**, che nel **1976** cercò su Marte segni di metabolismo e quindi di presenza di semplici forme di vita. L'**esperimento** fu denominato *Viking Labeled Release*. Iniettando del carbonio debolmente radioattivo nel suolo marziano, **i ricercatori della Nasa cercarono di ritrovare nei gas "ripescati" dalla sonda composti organici derivati**, si sperava, **dall'elaborazione del carbonio stesso da parte di forme di vita**.

I risultati però furono ambigui: alcuni gas di possibile origine organica furono scoperti, ma **la certezza della presenza di questi esseri viventi non ci fu mai**, perché i risultati potevano essere spiegati in modo differente.

Le analisi che si sono succedute nel tempo da allora hanno anche stabilito che le condizioni ambientali del pianeta non erano adatte alla vita, anche quella estremamente resistente di forme simili ai batteri terrestri. L'acqua era pochissima o assente, e le molecole organiche nel suolo marziano inesistenti.

Ripescando però quei risultati, due ricercatori statunitensi che parteciparono all'esperimento del 1976 si dicono convinti che i dati ottenuti quarant'anni fa facevano più che sospettare la presenza di esseri in grado di assimilare ed elaborare il carbonio: insomma, di vita marziana.

Le conclusioni di **Gilbert Levin** e **Patricia Straat**, descritte sulla rivista *Astrobiology*, si basano sul fatto che le condizioni del pianeta che conosciamo oggi sono molto diverse da quelle che si ritenevano alla fine degli anni Settanta del secolo scorso. Ora sappiamo che l'acqua esiste, sia sottoforma di acqua libera sia come brina o acqua salata. Inoltre **sono state scoperte su Marte semplicissime molecole che potrebbero anche far sospettare un'origine organica**.

Infine, gli autori fanno notare che **le temperature del pianeta sono nell'ambito di quelle che alcuni organismi terrestri molto resistenti sopporterebbero benissimo**. A questo si aggiunge il fatto che la nostra conoscenza dei cosiddetti estremofili (batteri o archea che vivono in condizioni estreme di temperatura, salinità, pH o altro) è molto superiore a quella di decenni fa.

Insomma, **la certezza assoluta di forme di vita (molto semplici) su Marte non c'è ancora**, ma il sospetto che l'esperimento Viking del 1976 abbia detto più di quello che abbiamo capito si è fatto più consistente.

Filmografia

- ***A message from Mars*** di Franklyn Barrett (1903), cortometraggio muto, ritenuto perduto, di produzione neozelandese; è una commedia basata sull'opera *A message from Mars* di Richard Ganthoney.
- ***La guerra dei mondi* (*The War of the Worlds*)** è un film del 1953 diretto da Byron Haskin, ispirato all'omonimo romanzo di H.G. Wells del 1897. È considerato un classico del cinema di fantascienza. Il film vinse un Premio Oscar per gli effetti speciali. Nel 2005 Steven Spielberg ha realizzato un remake.
- ***Mars Attacks!*** di Tim Burton (1996) prende in giro i clichè dei film di fantascienza degli anni cinquanta. La Terra viene invasa da marziani tecnologicamente superiori e apparentemente invincibili che vengono alla fine sconfitti dalla musica country. Per l'aspetto raccapricciante degli alieni, Tim Burton si è ispirato a una serie di figurine degli anni sessanta
- ***Sopravvissuto - The Martian* (*The Martian*)** di Ridley Scott (2015); tratto dal romanzo *L'uomo di Marte* di Andy Weir, narra le vicende di un astronauta rimasto isolato sul pianeta rosso.

La prima canzone trasmessa da Marte

Il cantante **Will.i.am**, uno dei componenti del gruppo Black Eyed Peas, ha lanciato il suo nuovo singolo su Marte, grazie alla sonda Curiosity. Il brano ***Reach for the Stars*** è stato **trasmesso in anteprima dal rover della Nasa direttamente dal pianeta rosso**, per la gioia di alcuni studenti che si erano radunati al Jet Propulsion Laboratory in California.

Ma è possibile ascoltare suoni o addirittura canzoni sul suolo del pianeta?

Siamo tutti a conoscenza che **dove non c'è aria è impossibile udire alcun suono: la propagazione del suono è direttamente proporzionale alla quantità di gas presenti in un determinato ambiente** (chiuso o aperto che sia). Meno aria c'è e minore sarà la percezione/propagazione del suono. Per comunicare, due persone che si trovino (per esempio) sulla Luna, devono impiegare ricetrasmittitori via radio. E su Marte?

Beh, poiché l'atmosfera marziana pare composta prevalentemente di CO₂ e, oltretutto, la pressione al livello di superficie parrebbe bassissima vale automaticamente lo stesso discorso che si farebbe se un astronauta si trovasse nello spazio vuoto: non è possibile udire alcun suono.

Esplorazioni su Marte

L'**esplorazione di Marte** è stata una parte importante delle missioni di esplorazione spaziale dell'Unione Sovietica, degli Stati Uniti, dell'Europa e del Giappone. Dagli anni sessanta sono state **inviate verso Marte dozzine di sonde automatiche senza equipaggio**, che includevano *orbiter*, *lander* e *rover*, per raccogliere dati e rispondere a domande sul pianeta rosso e il suo passato, che potrebbero portare a scoperte ulteriori per il passato, presente e futuro della Terra.

L'esplorazione di Marte ha raggiunto costi finanziari considerevoli con un



ammontare di missioni fallite di circa due terzi delle missioni totali, a causa del grande numero di fattori che possono negativamente influire sulla riuscita della missione.

Le prime cinque spedizioni russe, a partire dal 1960 fino al

1962, fallirono perché non raggiunsero o superarono l'orbita terrestre. Successivamente anche gli Stati Uniti spedirono la loro prima sonda verso Marte ma vi fu una mancata apertura dello scudo protettivo.

La prima missione su Marte riuscita, Mariner 4, venne lanciata dalla NASA il 28 novembre 1964. Passò a 9844 km da Marte, scattando, come programmato, 22 immagini.

Nel 1971 altri due veicoli spaziali russi riuscirono nell'impresa, come anche il primo *orbiter* della NASA.

Sempre negli anni '70 vi furono le prime immagini dettagliate della superficie marziana a opera di due sonde gemelle, che mostrarono un paesaggio desertico simile per temperatura alla tundra terrestre.

L'ulteriore esplorazione di Marte conobbe poi una pausa di oltre vent'anni, interrotta solamente da alcuni tentativi falliti o parzialmente riusciti.

Mars Global Surveyor è stata la prima missione sul Pianeta Rosso ad avere successo in un arco di vent'anni. Lanciata nel 1996, raggiunse l'orbita nel 1997. Nello stesso anno un altro rover venne mandato in esplorazione sulla superficie marziana ma fallì nella missione, così come le altre quattro missioni successive. Negli anni successivi altri esperimenti fallirono, finché nel 2001 la sonda statunitense *Mars Odyssey* è riuscita a raggiungere l'orbita con a bordo esperimenti scientifici per condurre osservazioni globali di Marte.

Tuttavia, l'anno 2003, comunque, ha conosciuto un rinnovato interesse per Marte, con un crescendo di missioni verso il Pianeta Rosso, il lancio da parte dell'Agenzia Spaziale Europea di *Mars Express* insieme a *Beagle*, il suo modulo lander, e i due rover della NASA, *Spirit* e *Opportunity*.

In seguito gli Stati Uniti, la Russia e persino l'India, tra il 2005 e il 2013, fecero sei spedizioni di cui cinque riuscite.

L'ultima missione su Marte risale al 14 Marzo 2016 ma l'atterraggio è fallito in Ottobre. Si è calcolato che l'atterraggio dell'uomo su Marte potrebbe avvenire nel 2036.

9. LA LUNA

Sezione scientifica

Introduzione



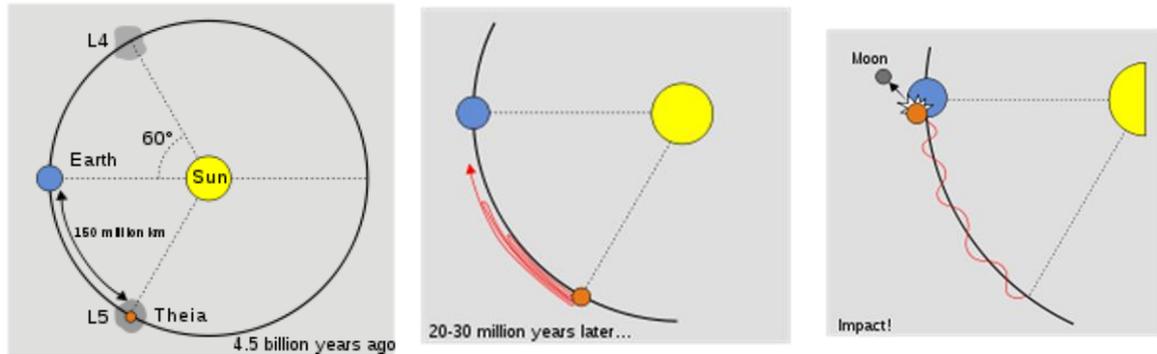
La Luna è stata il primo oggetto notturno ad attirare l'attenzione umana, a generare stupore e meraviglia, ad incutere timore e paura, a suscitare venerazione e rispetto.

La Luna inizialmente veniva immaginata bianca, levigata, lucente e per questo, con l'avvento della religione cristiana, divenne l'emblema della perfezione, simboleggiando la Chiesa.

Nel 1610 Galileo Galilei scoprì - con il suo cannocchiale – che sulla Luna erano presenti montagne e pianure simili a quelle terrestri, un suolo pietroso e scosceso: sfatò, così, le credenze religiose.

La Luna è quindi simile all'imperfetta Terra e ne è l'unico satellite naturale. Ma come si è formata?

La teoria dell'impatto gigante



Proposta nel 1975 da William K. Hartmann e Donald R. Davis, è l'ipotesi sulla formazione della Terra attualmente più accreditata dalla comunità scientifica. L'idea è che un corpo, delle dimensioni di Marte (chiamato Theia o Orpheus), si sia scontrato con la Terra agli albori del sistema solare, lanciando in orbita circumterrestre materiale sufficiente da formare la Luna.

L'ipotetica Theia si sarebbe formata in uno dei due punti triangolari stabili di Lagrange del sistema Terra-Sole, ossia in una posizione gravitazionalmente stabile lungo la stessa orbita del nostro pianeta. Qui Theia si sarebbe gradualmente ingrandita, inglobando planetesimi e detriti che occupavano in gran numero le regioni interne del sistema solare poco dopo la sua formazione. Una volta che la massa Theia fu cresciuta fino a raggiungere la dimensione di Marte, essa non fu più in grado di conservare la sua posizione stabile, le oscillazioni aumentarono e si scontrò con la Terra. In base a questa teoria, 34 milioni di anni dopo la formazione della Terra (circa 4,5 miliardi di anni fa), Theia colpì il nostro pianeta con un angolo obliquo, distruggendosi e proiettando i suoi frammenti e una porzione significativa del mantello terrestre nello spazio. Secondo alcuni calcoli, il 2% della massa di Theia formò un anello di detriti, mentre circa metà della sua massa si unì per formare la Luna, processo che potrebbe essersi completato nell'arco di un secolo. È anche possibile che una parte del nucleo di Theia, più pesante, sia affondata nelle viscere della Terra, fondendosi con il nucleo originario del nostro pianeta.

Si ritiene che un simile impatto debba aver completamente sterilizzato la superficie terrestre, provocando l'evaporazione degli eventuali mari primordiali e la distruzione di ogni tipo di molecola complessa. Se mai sulla Terra fossero stati già all'opera processi di formazione di molecole organiche, l'impatto di Theia li avrebbe bruscamente interrotti.

Caratteristiche

Si è formata 4,6 miliardi di anni fa. Ha un piccolo nucleo di ferro ma è prevalentemente composta da rocce e la sua superficie è costellata da crateri prodotti dall' impatto di asteroidi e comete fino a un miliardo di anni dopo la sua formazione. Ha avuto un'intensa attività vulcanica che ha inondato di basalto fuso aree della sua superficie dette "mari".

Al contrario della Terra è un corpo privo di atmosfera, la sua attrazione gravitazionale è solamente un sesto di quella della Terra, troppo debole dunque per impedire la dispersione nello spazio dell'atmosfera.

Il diametro del nostro satellite (Luna) è 3476 km, il suo volume è poco più del 2% di quello terrestre e la massa è un ottantesimo di quello della terra. A causa dell'assenza dell'atmosfera ha una fortissima escursione termica: sulla superficie lunare si registrano di giorno mediamente 130° e di notte -185° .

La Luna vista dalla Terra

La distanza della Luna dalla Terra di 384400 km non è del tutto precisa: la sua variazione dipende dall'estrema complicazione del suo moto, dovuto al combinarsi dell'influsso gravitazionale del Sole e al rigonfiamento equatoriale della terra dei pianeti.

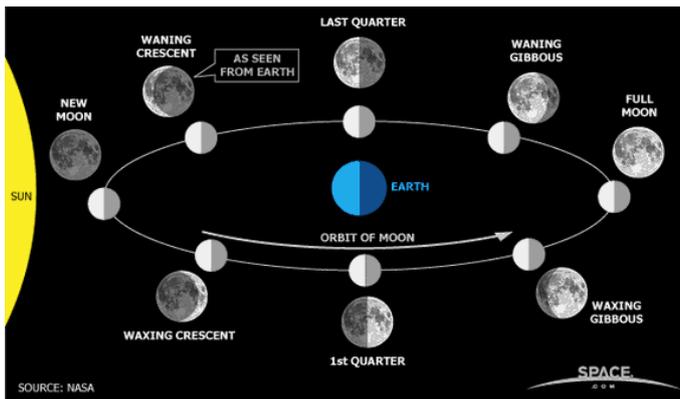
Osservata dalla Terra la Luna sembra muoversi da Est a Ovest, ma questo è solo l'effetto della rotazione terrestre sul proprio asse che avviene in senso antiorario da Ovest a Est.

Con un'osservazione più attenta ci si accorge che la Luna si muove da Ovest a Est di circa 13° al giorno rispetto alle stelle. La sua orbita a forma ellittica non è esattamente centrata sulla Terra a causa della grande differenza di massa dei due corpi. La Luna si sposta ad 1 km al secondo ed impiega 27,2 giorni a compiere un giro completo sulla Terra ma poiché la Terra a sua volta gira intorno al Sole servono 29,5 giorni affinché la Terra torni nella sua stessa posizione. Dalla Terra non si può osservare l'intera superficie lunare (dalla Luna vediamo sempre "la stessa faccia"), perché il moto intorno alla Terra e il moto su sé stessa avvengono in sincronia.

Le fasi della Luna

L'intero ciclo delle fasi lunari (l'intervallo di tempo compreso fra due fasi uguali) dura circa 29,5 giorni. Viene chiamato anche periodo sinodico o lunazione. Esso si compone di quattro fasi principali, separati a loro volta da altrettanti momenti intermedi che in successione vengono definiti:

- **Luna Nuova** - La Luna si trova nella stessa direzione del Sole (congiunzione), e perciò tramonta e sorge con esso. Non è visibile, essendo occultata dall'intensa luce solare, anche se nei giorni immediatamente precedenti o seguenti, quando essa mostra una esile falce, è debolmente illuminata dalla luce cinerea ossia dai raggi solari riflessi dal nostro pianeta.
- **Luna Crescente** - La Luna mostra un disco parzialmente illuminato per meno della metà che è rivolto verso Ovest.
- **Primo Quarto** - A 90° dal Sole verso Est (quadratura), la Luna sorge e tramonta 6 ore dopo di esso mostrando mezzo emisfero illuminato che si trova rivolto verso Ovest.
- **Gibbosa Crescente** - La porzione di disco illuminato ammonta ad oltre la metà.
- **Luna Piena** - Dalla parte opposta al Sole (opposizione), la Luna è completamente illuminata. Sorge e tramonta in maniera opposta al Sole, ossia con una differenza di 12 ore (180°).
- **Gibbosa Calante** - Il disco lunare appare illuminato per oltre metà, ma in fase decrescente.
- **Ultimo Quarto** - Il nostro satellite sta per completare il giro, si trova infatti nuovamente a 90° dal Sole, ma questa volta verso Ovest, per cui sorge e tramonta 6 ore prima. L'emisfero illuminato volge ad Est.
- **Luna Calante** - La frazione illuminata del disco lunare continua a decrescere mostrando ancora una piccola parte che si trova rivolta verso Est.



La Luna si presenta in ogni fase per 29 giorni ovvero il tempo di rivoluzione intorno alla Terra. Talvolta può avvenire il fenomeno dell'eclissi lunare: un'eclissi lunare è un noto fenomeno ottico durante il quale l'ombra della Terra oscura del tutto o parzialmente la Luna e

che si verifica nel momento in cui quest'ultima è in fase di "piena" mentre Sole, Terra ed essa si trovano allineati in quest'ordine.

Mitologia

Nel corso dei secoli e fin dai primordi della civiltà, la Luna è stata il corpo celeste più studiato dagli astronomi, più per motivi di utilità pratica che per obiettivi scientifici: molti calendari infatti erano basati sul ciclo lunare, ed inoltre era di fondamentale importanza, per la navigazione, conoscere con grande precisione la posizione della Luna in cielo.

Il nostro satellite naturale dominava le antiche mitologie, impersonando, nella maggior parte dei casi, una divinità benigna: essa rischiarava, durante il plenilunio, le tenebre notturne ed inoltre permetteva di misurare con precisione lo scorrere del tempo.

Nella tradizione mitologica greco-romana la Luna, grazie alla mutevolezza del suo aspetto che la rende unica fra tutti gli astri, è stata associata non ad una sola, bensì a tre distinte divinità, legate ciascuna a tre sue diverse "manifestazioni": la Luna piena, la Luna nuova e la Luna crescente. Metafora rispettivamente di vita, di morte e di rinascita, da tempo immemorabile queste tre figure lunari hanno rappresentato il ciclo della vita: è in tal modo che il simbolismo lunare ha potuto coinvolgere fenomeni apparentemente così eterogenei come la nascita, la morte, la fecondità, la femminilità, il divenire, l'immortalità. Il primo volto, la Luna nella sua scintillante pienezza, è simbolo di vita: per la mitologia greco-ellenistica esso assume il nome di Selene. Il secondo aspetto, quello della Luna nuova, della Luna in congiunzione con il Sole, è incarnato da Ecate, l'unica divinità a condividere con Zeus, re degli dei, il privilegio di poter estendere il proprio potere sia sul cielo, sia sulla Terra, sia sul mare. Ecate era considerata la Luna nera, simbolo di morte, ma anche del punto in cui tutto rifluisce per poter prepararsi a rinascere. Essa era inoltre una divinità legata anche al mondo del soprannaturale, degli spiriti e degli incantesimi: per

questa ragione le erano sacri i crocevia, luoghi che la tradizione popolare considerava teatro di sortilegi per antonomasia, dove si innalzavano statue con le sue sembianze (poiché si riteneva che Ecate conoscesse il passato, il presente e il futuro, era raffigurata con tre volti o talvolta con tre corpi). È forse per questa sua connessione con il mondo della magia che Ecate finì per essere associata al mondo degli inferi, assumendo i connotati negativi di divinità maligna che in origine non aveva.

La terza manifestazione, infine, la falce di Luna che riappare dopo il novilunio, è simbolo di rinascita, di resurrezione, e assume il nome di Artemide, sorella di Apollo.

Influssi

Senza alcun dubbio la presenza di un grande satellite come la Luna fa sentire la sua influenza sulla Terra.

La conseguenza più evidente dell'attrazione esercitata dalla Luna sulla Terra è il fenomeno delle maree. Le acque dei mari e degli oceani si alzano e si abbassano ogni giorno con il moto del flusso e del riflusso. Newton fu il primo a intraprendere la dimostrazione matematica del fenomeno, in seguito condotta a termine da Laplace(1749-1827) il quale dimostrò definitivamente che le maree sono originate dall'attrazione della Luna e del Sole.

Le maree sono sostanzialmente provocate dall'azione combinata di due forze: l'attrazione gravitazionale esercitata dalla Luna sulla massa acqua e la forza centrifuga che nasce dal movimento reciproco della Terra e della Luna nello spazio. La Terra ruota intorno al proprio asse e, contemporaneamente, Terra e Luna insieme compiono un moto di rivoluzione intorno a un asse ideale, che corrisponde in prima approssimazione al moto orbitale della Luna intorno alla Terra. Questo significa che nell'arco di un giorno i punti della superficie terrestre subiscono l'azione di una forza variabile nel tempo.



Analogamente alla Luna, anche il Sole produce un'azione di marea che risulta però meno efficace a causa della notevole distanza Terra-Sole. Nei giorni di Luna piena e di Luna nuova, quando Sole, Luna e Terra sono astronomicamente allineati, le maree hanno intensità massima (maree vive). La pesca e il comportamento dei pesci come di altri animali dipendono dalle maree e quindi sono influenzate dai moti lunari.

La scienza ha comprovato gli effetti della Luna piena sugli animali, ma vi sono ancora forti dubbi per quanto riguarda l'uomo.

È opinione diffusa che la Luna abbia una relazione con la fertilità dovuta al corrispondente ciclo mestruale, in media ogni 28 giorni. Sono favoriti anche gli accoppiamenti e la fertilità.

Nelle notti di Luna piena aumentano i tassi di natalità e i parti spontanei. Talvolta i chirurghi si rifiutano di operare a causa del rischio maggiore di morte del paziente, attraverso la perdita di sangue. Uno studio ha trovato una correlazione statisticamente significativa tra fasi lunari e i ricoveri in ospedale ricoveri dovuti a sanguinamento gastrointestinale.

Alcuni studi hanno dimostrato che le persone con disturbi mentali, in genere, manifestano periodi di aumento degli episodi violenti o aggressivi durante la Luna piena. Uno studio sull'epilessia ha trovato una significativa correlazione tra il numero medio di convulsioni e la porzione della Luna illuminata dal Sole.

Alti funzionari di polizia raccontano di un aumento della criminalità violenta quando la Luna è piena. Una portavoce della polizia ha detto che "la ricerca effettuata ha mostrato una stretta correlazione tra episodi di violenza e Luna piena". Lo stesso vale per gli omicidi.

La Luna ha la capacità di influenzare anche la struttura del sonno e la secrezione di ormoni come la melatonina e il cortisolo, i quali diminuiscono sensibilmente. Un suggerimento comune è che, dal momento che la Luna influisce su corpi d'acqua come il mare ("maree"), lo stesso effetto potrebbe effettivamente influenzare gli esseri umani, i cui corpi contengono una grande quantità di acqua. Un ulteriore suggerimento è che gli ioni positivi aumentano in abbondanza durante la Luna piena, influenzando il comportamento umano.

XIV ALLA LUNA

O graziosa Luna, io mi rammento
Che, or volge l'anno, sovra questo colle
Io venia pien d'angoscia a rimirarti:
E tu pendevi allor su quella selva
Siccome or fai, che tutta la rischiari.
Ma nebuloso e tremulo dal pianto
Che mi sorgea sul ciglio, alle mie luci
Il tuo volto apparìa, che travagliosa
Era mia vita: ed è, nè cangia stile,
O mia diletta Luna. E pur mi giova
La ricordanza, e il noverar l'etate
Del mio dolore. Oh come grato occorre
Nel tempo giovanil, quando ancor lungo
La speme e breve ha la memoria il corso,
Il rimembrar delle passate cose,
Ancor che triste, e che l'affanno duri!

Giacomo Leopardi

Parte del materiale presentato è tratto da "La Luna" di Marina Incerti dell'Associazione scandinava di fisica astronomica.

Sezione culturale

Animali lunari

Sta il pecoro lunare nella vasta pianura,
in attesa che arrivi la grande tosatura:
il pecoro lunare!
Il pecoro lunare dal suol strappa un fuscello
E all'alpestre ricovero fa ritorno bel bello:
Il pecoro lunare!
Questo in sogno fa il pecoro lunare, alfin, pensiero:
«Dell'universo, dunque, son io il puntaccio nero!»:
Il pecoro lunare!
Il pecoro lunare, ciò dettosi, ne muore.
Sol biancore ha il suo corpo, solo ha il sole rossore:
Il pecoro lunare!

Il pecoro lunare, Christian Morgenstern, 1905

Un abitante della Luna è il pecoro lunare della poesia di Christian Morgenstern. L'animale può simboleggiare il ciclo notte-giorno: appena il Sole sorge, il pecoro è destinato a morire.

Osservando la Luna, i cinesi vedono sulla sua superficie un coniglio seduto sulle zampe posteriori, intento a tritare erbe in un mortaio per ottenere l'elisir di lunga vita. Secondo la leggenda (la Śāsajâtaka), un viaggiatore, sopraffatto dalla fatica e dalla fame, è soccorso da alcuni animali che usano le loro doti per aiutarlo; un coniglio si getta sul fuoco per cuocere le proprie carni. Si scopre in seguito che il viandante è il Buddha che, per ricompensare la povera bestiola, le concede l'immortalità sulla Luna.

Sono legati alla Luna alcuni animale che, per la loro tendenza a nascondersi e riapparire, ricordano le cicliche fasi lunari. Per esempio la chiocciola (poiché si nasconde nel guscio spiraleggiante), l'orso (per il letargo), il cervo (per la capacità rigenerazione delle corna), la cicala, il bruco e il granchio (per le metamorfosi), la lucertola, la rana, il gatto e la civetta (per gli occhi brillanti).

Astolfo sulla Luna

Quivi ebbe Astolfo doppia meraviglia:
che quel paese appresso era sì grande,
il quale a un picciol tondo rassimiglia
a noi che lo miriam da queste bande;
e ch'aguzzar conviengli ambe le ciglia,
s'indi la terra e 'l mar ch'intorno spande,
discerner vuol; che non avendo luce,
l'imagin lor poco alta si conduce.
Altri fiumi, altri laghi, altre campagne
sono là su, che non son qui tra noi;
altri piani, altre valli, altre montagne,
c'han le cittadi, hanno i castelli suoi,
con case de le quai mai le più magne
non vide il paladin prima né poi:
e vi sono ample e solitarie selve,
ove le ninfe ognor cacciano belve.

Orlando furioso, Ludovico Ariosto 1516

È questo uno dei passi più celebri dell'*Orlando furioso*, in cui Astolfo (paladino figlio del Re d'Inghilterra) si reca sulla Luna in compagnia di san Giovanni Evangelista.

La Luna non è solo un luogo magico, che suscita meraviglia e stupore. Viene normalizzata, acquisendo la funzione di deposito: tutto ciò che non si trova sulla Terra finisce lassù. «Nulla mai nell'universo va perduto», ricorda Calvino; si spiega così l'ampolla piena del «senno di Orlando», sulla Luna per compensare la follia amorosa che lo affligge in Terra. È interessante notare il paesaggio lunare: «altri fiumi, altri laghi, altre campagne». Lo sfondo ricorda molto quello tipico del periodo ariosteo («hanno i castelli suoi») e si può cogliere l'astuta ironia dell'autore nel descrivere le fiale ammonticchiate... implicito riferimento alla follia che regna sulla Terra.

Più la Luna si avvicina, più la Terra diventa piccola, accentuando il carattere antitetico dei due corpi celesti: quando uno si ingigantisce l'altro rimpicciolisce, la funzione dell'uno si scambia con quella dell'altro.

Viene a crearsi un universo alla rovescia, dove Astolfo riesce a stento a distinguere i mari e i continenti terrestri a lui familiari: «vista da quassù, è la Terra che può esser detta il mondo della Luna» (riprendendo le parole di Calvino).

Viaggio nella Luna

Il film, prodotto da Georges Méliès nel 1902, è la prima pellicola di fantascienza della storia. La visione torna ad essere fantastica, onirica e popolata da creature e personaggi di fantasia (a differenza di quella «terrena» di Ludovico Ariosto).



La scena iniziale mostra il Congresso degli astronomi, intenti a discutere animatamente dello sbarco sul satellite. Dopo la costruzione della navicella e il lancio da Parigi, il razzo si schianta sull'occhio destro della Luna, in una delle scene più celebri del cinema delle origini. In seguito all'allunaggio, appaiono nel cielo lunare stelle e pianeti interpretati da veri attori; il suolo è ricco di funghi giganti e altre

piante esotiche. Il cortometraggio ci mostra la visione dei primi del Novecento degli alieni (i Seleniti), molto diversa da quella che, anni dopo, ispirerà film come *Alien* di Ridley Scott e *Incontri ravvicinati del terzo tipo* di Steven Spielberg. La rocambolesca fuga dai Seleniti precede il ritorno sulla Terra nella scena che è precorritrice dei viaggi interstellari del cinema moderno.

La messinscena ricorda una farsa teatrale, dove però la scenografia cambia al ritmo di poche decine di secondi. Il ritmo è giocosamente "frenetico", e lo stile ricorda quello di un allegro balletto.

Lo sbarco sulla Luna

Le fonti ufficiali vedono gli statunitensi Neil Armstrong e Buzz Aldrin sbarcare sul suolo lunare il 20 luglio 1969. Accanto alla Storia ci sono le teorie dei «complottilisti», quelli che credono nella falsificazione dell'allunaggio, che insinuano che sulla Luna l'uomo ci sia stato... ma anni dopo la data tradizionale,

o che sostengono l'incontro dell'uomo con gli alieni (ciò giustificherebbe il mancato ritorno dell'uomo sulla Luna in questi anni).

La prima prova che i diffidenti portano a sostegno del loro scetticismo è la bandiera svolazzante. Sul satellite l'atmosfera è quasi nulla e le pieghe del tessuto hanno insospettito molti osservatori. Analizzando le fotografie si nota che, per far sì che la bandiera non resti perennemente afflosciata, è tenuta tesa da due aste di metallo perpendicolari. Quindi il primo attacco sembra confutato. Si dubita inoltre della veridicità della foto dell'impronta. Chi accusa sostiene che sia impossibile lasciare una traccia sul terreno asciutto del satellite; in realtà, la polvere di *regolite* che ricopre la superficie della Luna ha permesso agli astronauti di lasciare la celeberrima impronta.

La questione «alieni» è un po' più ampia. Qualcuno ritiene infatti che, nella faccia nascosta del satellite, l'uomo abbia intrapreso accordi con entità extraterrestri; alcune foto (scattate dalla sonda cinese Chang'e-2) sembrano dar credito alle voci: nelle immagini si vedono basi industriali o militari nella parte



«oscura» della Luna. Si arriva a sostenere addirittura che il «bombardamento» lunare (la missione LCROSS, protratta dal 18 giugno al 9 ottobre 2009) per trovare depositi di ghiaccio, sia stato architettato per cancellare ogni prova dell'eventuale collaborazione.

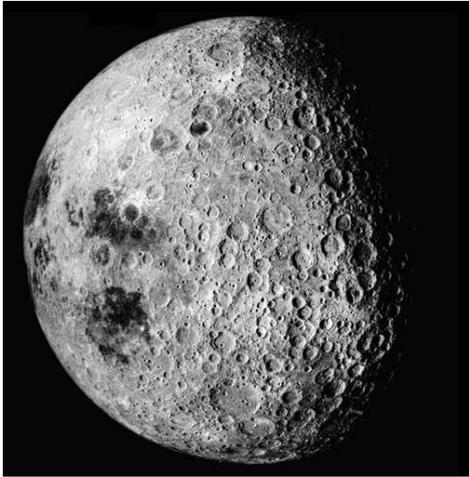
Oggi sappiamo, inoltre, che il Presidente Nixon aveva già scritto un discorso nel caso di un incidente sulla Luna. Coperto dal segreto di Stato, è rimasto sconosciuto per più di 30 anni. “Il destino ha voluto che gli uomini che sono andati ad esplorare la Luna, rimangano sulla Luna a riposare in pace...”, dicevano le prime

parole.

I crateri

«Siamo giunti alla convinzione che la superficie della Luna non è affatto liscia, uniforme e di sfericità esattissima [...] ma, al contrario, diseguale, scabra, ripiena di cavità e di sporgenze, non altrimenti che la faccia stessa della Terra, la quale si differenzia qua per catene di monti, là per profondità di valli». Già nel 1610, nel Sidereus Nuncius, Galileo negava la liscezza della Luna. Nella cosmologia aristotelica, per la quale tutti i corpi celesti appartenevano al regno della

perfezione e pertanto non potevano avere irregolarità, l'apparenza della Luna presentava un problema! Le regioni scure sulla sua superficie venivano spiegate nel Medioevo come variazioni della densità lunare da un punto all'altro, le quali avrebbero dato alla Luna, anche se perfettamente sferica, l'apparenza che ha.



L'avvento del telescopio fece crollare definitivamente il concetto di perfezione degli oggetti celesti. Con il suo cannocchiale, Galileo osservò non solo i "mari" della Luna, quei grandi avvallamenti che ad occhio nudo apparivano come regioni scure sulla sua superficie, ma anche molte regioni di dimensioni minori, contornate da righe scure. Egli notò che la larghezza di queste linee cambiava al variare delle fasi lunari, cioè dell'angolo di incidenza della luce del Sole. Galileo concluse quindi che esse sono ombre e

che la superficie lunare ha montagne e crateri.

La Luna, dunque, non è sferica né perfetta.