



## MODULO A - DOVE SIAMO?

### A.1 - IL NOSTRO UNIVERSO

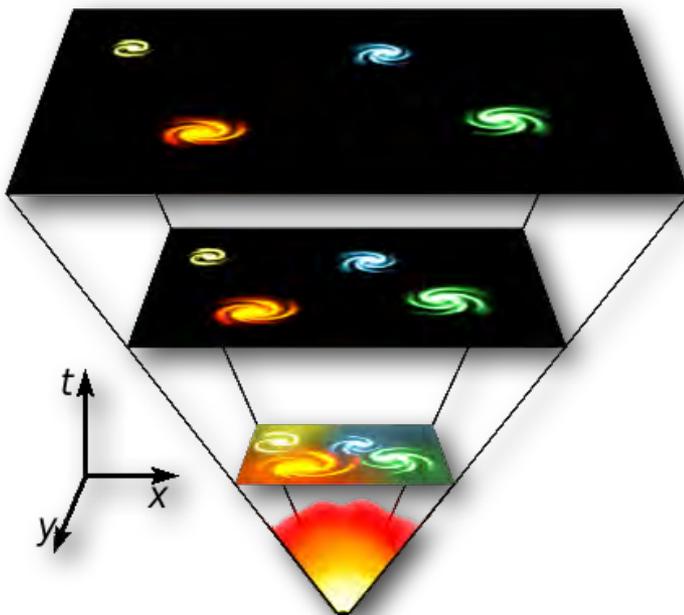
**L'Universo.** Tutto ciò che esiste e che ci è noto fa parte del nostro Universo. Si tratta di una enorme regione di spazio-tempo in evoluzione, che ha una sua storia e una sua origine.

**Il Big Bang.** Secondo le teorie più accreditate, coerenti con i dati osservativi in possesso della comunità scientifica, l'Universo si originò con una sorta di grande esplosione, il Big

Bang, avvenuta tra 13 e 14 miliardi di anni fa.

Questa esplosione generò materia, energia, spazio e tempo (Figura 1).

**L'espansione dell'Universo.** A partire da quel momento iniziale l'Universo continuò ad espandersi: l'espansione prosegue ancora oggi, come testimoniato dall'osservazione del reciproco allontanamento delle galassie a noi visibili.



*Figura 1 - Secondo il modello del Big Bang, l'Universo iniziò a espandersi da uno stato iniziale estremamente denso e caldo e continua ad espandersi oggi. Una comune analogia spiega che lo spazio stesso si sta espandendo, trascinando con sé le galassie, come le uvette nell'impasto di un panettone che lievita. Questa immagine è una rappresentazione artistica che illustra l'espansione di una porzione di un universo piatto.*

*Fonte: Wikipedia.*

**La composizione dell'Universo.** Terminati i primi 300.000 mila anni di esistenza, le minuscole particelle di materia generate con il Big Bang si organizzarono a formare enormi quantità di atomi di Idrogeno, quantità molto inferiori di atomi di Elio e tracce di atomi di Litio: questa è ancora oggi la composizione a noi nota della materia che forma l'Universo.

**La struttura dell'Universo.** Come conseguenza dell'esplosione iniziale e della successiva rapidissima espansione, la materia e l'energia formate si suddivisero in grandi aggregati separati da spazio vuoto.

Le conseguenze di tale processo sono evidenti ancora oggi. In base ai dati osservativi, l'Universo ha una struttura a "spugna" o a "schiuma": enormi "bolle" di spazio vuoto delimitate da materia osservabile organizzata in galassie, raggruppate in ammassi di galassie, a loro volta riuniti in superammassi.

## OSSERVIAMO IL CIELO

Quando si parla di astronomia, in generale, si pensa a una disciplina difficile, riservata a pochi eletti tra gli scienziati. Invece sarebbe bello renderci conto che può essere affrontata anche da dilettanti, e non per questo è meno affascinante.

Tutti, in realtà, possiamo godere dello spettacolo che il CIELO ci regala, lo spettacolo che colpì Galileo e altri astronomi famosi. Anche uno studente potrebbe, per primo, scorgere una cometa, o effettuare precise osservazioni di una stella variabile.

Oltre alla curiosità, all'interesse, alla pratica dell'osservazione, occorre però anche uno studio specifico, per acquisire alcune competenze scientifiche.

### Cosa si può osservare a occhio nudo?

Molte meraviglie del cielo sono osservabili anche senza binocolo o cannocchiale. L'importante è sapere come guardare e che cosa cercare.

Si possono osservare:

- ★ le costellazioni,
- ★ alcuni ammassi stellari aperti,
- ★ le eclissi,
- ★ alcune comete,
- ★ la posizione mutevole del Sole, della Luna e dei pianeti più luminosi (i pianeti si vedono a occhio nudo fino a Saturno),
- ★ le stelle cadenti (meteore),
- ★ alcuni satelliti artificiali.

Prima di usare un telescopio, si consiglia di allenare la vista osservando il cielo ad occhio nudo e di imparare ad orientarsi guardando le stelle.

## A.2 - LE GALASSIE

Le galassie sono grandi aggregati di stelle e nebulose, enormi ammassi di materiale disperso, formato da gas e polveri.



Guarda i video

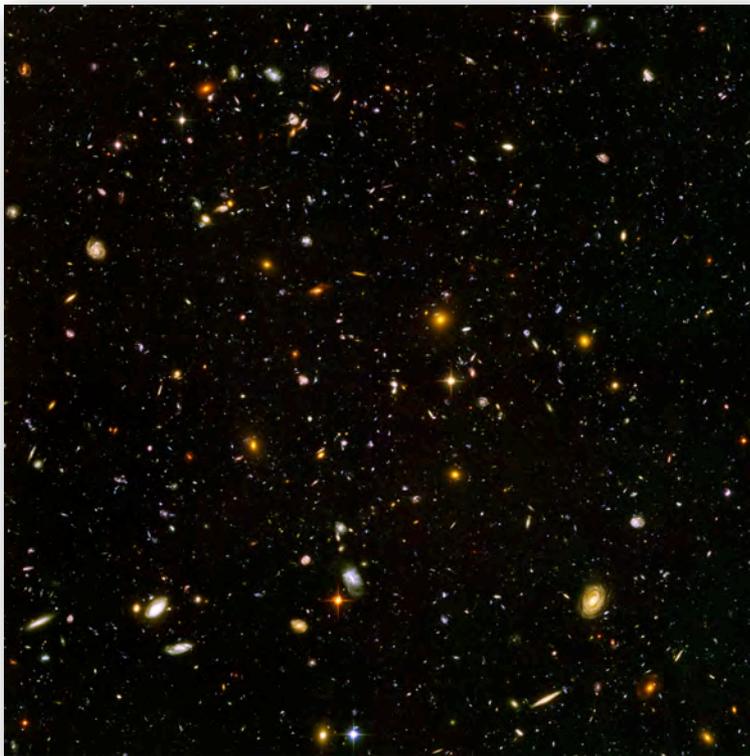
“La scala dell’Universo”

<http://htwins.net/scale/>

“Piercing the sky”

[http://hubblesite.org/explore\\_astronomy/piercing\\_the\\_sky/](http://hubblesite.org/explore_astronomy/piercing_the_sky/)

**Il numero delle galassie.** In base alle osservazioni condotte con moderni telescopi posti sulla superficie terrestre e nello spazio, si sa che nell’Universo vi sono almeno 100 miliardi di galassie (Figura 2).



*Figura 2 - Tutti i puntini luminosi di questa immagine sono galassie, riprese in una lontana regione dello spazio dal telescopio spaziale Hubble.*

Fonte: <http://>

[www.spacetelescope.org/images/heic0406a/](http://www.spacetelescope.org/images/heic0406a/).



*Figura 3 - Cinque galassie di forma diversa legate tra loro da reciproca attrazione gravitazionale. Si tratta del cosiddetto quintetto di Stephan.*

*Fonte: <http://>*

*[www.spacetelescope.org/images/heic0910i/](http://www.spacetelescope.org/images/heic0910i/)*

### PER I PIÙ CURIOSI

Consulta i seguenti siti per capire meglio cosa è l'ASTRONOMIA, quale è oggi il suo campo di indagine, di quali strumenti si avvale:

ASA associazione salentina astrofili

[www.deepspace.it](http://www.deepspace.it),

[www.pd.astro.it](http://www.pd.astro.it),

[www.gruppoastronomicotradatese.it](http://www.gruppoastronomicotradatese.it),

<http://hubblesite.org> .

**La forma.** La loro forma è abbastanza varia, ma si può ricondurre a poche tipologie: galassie a spirale, galassie a spirale barrata, galassie ellittiche e galassie irregolari (Figura 3).

**Il movimento.** Tutte le galassie ruotano lentamente su se stesse: solo in questo modo, infatti, la forza centrifuga legata alla rotazione può opporsi alla reciproca attrazione gravitazionale delle stelle e delle nebulose che le costituiscono; da sola, quest'ultima tenderebbe a far collassare su se stessa tutta la materia della galassia.

**Le dimensioni.** Le dimensioni delle galassie variano da alcune decine di migliaia di anni-luce fino ad alcuni milioni di anni-luce. la nostra Galassia ha un diametro di circa 100.000 anni-luce.

**Le distanze.** Le distanze tra galassie normalmente sono molto maggiori rispetto alle loro dimensioni: se una galassia media può avere un diametro di 100.000 anni-luce, la distanza tra l'una e l'altra normalmente è almeno 10 volte maggiore.

Ad esempio, la distanza tra noi e la galassia più vicina, Andromeda, è di poco maggiore a 2 milioni di anni luce.

### L'anno-luce.

Espressa con le consuete unità di misura, la distanza tra la Via Lattea e Andromeda sarebbe pari a 21.000.000.000.000.000 km, un numero troppo grande da scrivere e da leggere: per questo motivo si utilizza l'anno-luce, cioè la distanza che la luce percorre in un anno. La luce viaggia nello spazio a una velocità di circa

300.000 Km/sec, quindi in un anno può percorrere circa dieci trilioni di km.

**Un anno luce corrisponde a circa 9.500 miliardi di chilometri**

Nel caso citato, questo significa che la luce che oggi riceviamo da Andromeda è partita più di due milioni di anni fa.

### Osserviamo il cielo.

Nel cielo è possibile osservare ad occhio nudo solo due galassie satelliti della nostra: le due Nubi di Magellano. Si tratta di due piccole galassie di forma irregolare, osservabili nei cieli dell'emisfero Sud del nostro pianeta.



Guarda il video

“Quanto è grande la nostra galassia”

<http://www.videojug.com/film/how-big-is-the-galaxy>

Guarda il multimedia

“Cosmic collisions”

[http://hubblesite.org/explore\\_astronomy/cosmic\\_collision/](http://hubblesite.org/explore_astronomy/cosmic_collision/)

## A.3 - LA NOSTRA GALASSIA

Dal nostro punto di osservazione sulla Terra, le moltissime stelle che si possono osservare a occhio nudo

appartengono alla nostra **Galassia** (si noti la “G” maiuscola).

Il termine Galassia deriva dal greco (“gala” in greco significa latte), perché nell’antica Grecia si pensava che la striscia bianca che appare di notte nel cielo (vedi più avanti) fosse il latte che la dea Era o Giunone perse, allattando Ercole.

La Galassia ha un diametro di 100.000 anni luce, ha la forma di un disco schiacciato un po’ più spesso al centro, con numerosi bracci: si tratta di una galassia a spirale. Nella zona centrale della Galassia vi è un nucleo con uno spessore di circa 15.000 anni luce; esso contiene, in una regione di spazio abbastanza ristretta, la maggior parte delle stelle. Tali stelle non sono a noi visibili poiché sono nascoste dalla presenza di nubi scure.

La nostra galassia “danza”: i suoi bracci ruotano intorno al nucleo e a questo movimento prendono parte tutte le stelle in essa presenti, compreso il Sole con i suoi pianeti e satelliti. Al Sistema solare sono necessari circa 250 milioni di anni, un **anno cosmico**, per compiere una rivoluzione completa attorno al centro.

Il Sole, con il Sistema solare, non è al centro della Galassia ma è posto in periferia: si trova a circa 30.000 anni luce dal centro, in uno dei bracci della spirale, quello di Orione.

La Galassia è circondata da un **alone galattico** formato da materiale molto rarefatto e da **ammassi globulari**, cioè aggregati sferici comprendenti numerosissime stelle.

### Una curiosità

All'interno della Via Lattea, il Sole si muove alla velocità di 20 km/sec verso la costellazione di Ercole.

### Osserviamo il cielo.

Nelle notti stellate, in montagna o al mare, in posti lontani dai luoghi illuminati artificialmente, è possibile osservare una fascia luminosa bianca

che attraversa il nero del cielo: si tratta della **Via Lattea**. Se osservata con un binocolo, si scopre che questa luminescenza è formata da un gran numero di stelle: (Figura 4). Guardando la Via Lattea, noi osserviamo la nostra Galassia di taglio, dall'interno del piano galattico. La Via Lattea contiene almeno cento miliardi di stelle, tra le quali si trova il **mezzo interstellare**, formato da gas e polveri cosmiche.



Figura 4 - La Via Lattea. L'unione di 3 immagini a grande campo (obiettivo da 28 mm) ha permesso di mettere assieme uno splendido mosaico in cui si riconoscono decine di nebulose e galassie.  
Foto di Lorenzo Comolli, Unione Astrofili Tradatese.

## A.4 - NEBULOSE E AMMASSI STELLARI

All'interno delle galassie, quindi anche entro la nostra Galassia, le stelle sono spesso raggruppate in ammassi.

Inoltre, osservando le galassie, si notano enormi regioni scure o chiare dette nebulose.

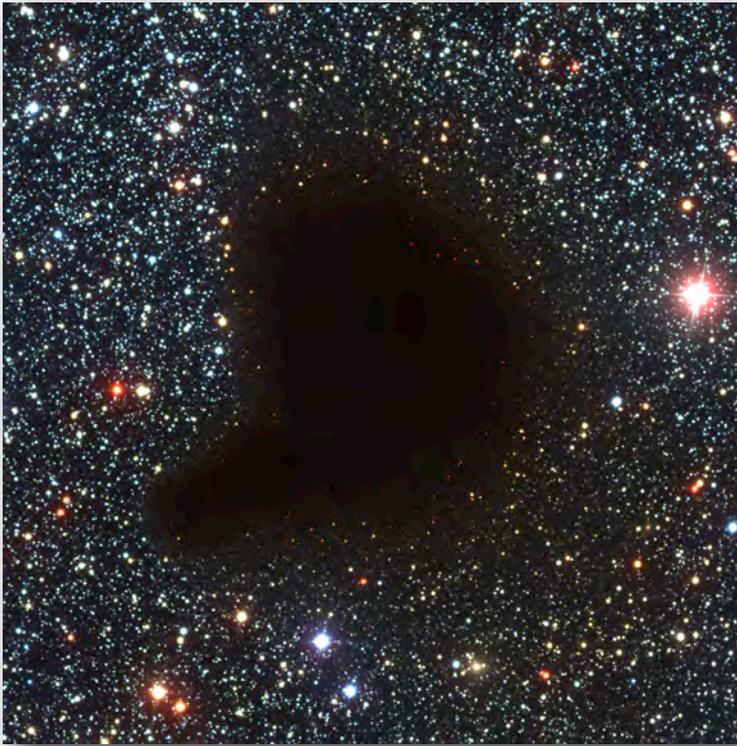
Vediamo di che si tratta.

### A.4.1 - LE NEBULOSE

In alcuni punti della nostra galassia ci sono anche le **nebulose**: si tratta di

enormi ammassi di gas e polveri (Figura 5).

La composizione chimica di tali nebulose rispecchia la composizione generale dell'intero universo: vi è grande prevalenza di idrogeno, seguito dall'elio e poi da atomi di altri elementi presenti in tracce. Le nebulose sono definite la "culla delle stelle" poiché dalla loro contrazione gravitazionale e conseguente aumento di temperatura si originano protostelle, le quali evolvono poi in stelle.



*Figura 5 - La nebulosa Barnard 68. Si tratta di una nebulosa oscura, che assorbe completamente la luce dei corpi celesti che si trovano dietro di essa. Ai margini si osservano alcune stelle con luce che vira al rosso a causa dell'assorbimento solo parziale.  
Fonte: <http://www.eso.org/public/images/eso9924a/>*

Le stelle nascono all'interno di questi ammassi di gas e polveri, e vivono finché hanno a disposizione del "combustibile" che alimenta le reazioni nucleari che avvengono al loro interno.

### Osserviamo il cielo

Una grande nebulosa osservabile a occhio nudo è quella di **Orione** (Figura 6 alla pagina seguente). Si tratta di una gigantesca nebulosa luminescente, costituita di gas e polveri posta a 1.300 anni luce dal nostro pianeta. Le sue dimensioni reali appaiono essere di circa quindici anni luce di diametro. La nebulosa è visibile a occhio nudo come una tenue luminescenza nell'omonima costellazione, poco al di sotto della cintura di Orione.



*Figura 6 - La nebulosa di Orione, M42, è una vasta nube di gas e polveri all'interno della quale si stanno formando migliaia di nuove stelle.  
Fonte: <http://www.eso.org/public/images/eso0421a/>*

#### **A.4.2 - GLI AMMASSI STELLARI**

All'interno della nostra galassia, alcuni ammassi stellari sono di tipo "aperto", formati da decine o centinaia di stelle vicine tra loro, legate debolmente le une alle altre dalla reciproca attrazione gravitazionale.

##### **Osserviamo il cielo**

Tra tali ammassi stellari aperti, uno dei più noti è quello delle **Pleiadi** (Pleiades), l'ammasso stellare più brillante e famoso di tutto il cielo, visibile d'inverno a occhio nudo e citato in ogni tempo, da Omero a D'Annunzio. Il nome è di origine greca e deriva da "plein", cioè navigare,

oppure da "pleios" cioè molti. A occhio nudo, sopra la costellazione di Orione in alto nei cieli invernali, si possono vedere sette stelle, ma l'ammasso ne conta molte di più (Figura 7).

#### **A.5 - LE COSTELLAZIONI**

Consideriamo ora le stelle visibili di notte a occhio nudo: i gruppi di stelle correlate da una particolare configurazione, riconducibile a forme note all'occhio umano (animali, oggetti, ecc), sono le **costellazioni**. Il raggruppamento delle stelle in costellazioni varia da cultura a cultura e nel corso del tempo (Figura 8).



*Figura 7 - L'ammasso aperto delle Pleiadi. Si tratta di alcune centinaia di stelle giovani, ancora avvolte da residui dell'involucro di gas e polveri che le ha generate.  
Fonte: <http://hubblesite.org/newscenter/archive/releases/2004/20/image/a/>*



*Figura 8 - La costellazione del Cigno: si vedono la Via Lattea, la nebulosa Nord America, le nebulosità attorno a Gamma Cygni e la nebulosa Velo (in basso).  
Foto di Lorenzo Comolli, Unione Astrofili Tradatese.*

### A.5.1 - LE COSTELLAZIONI SONO FORMATE DA STELLE VICINE TRA LORO?

Nella maggior parte dei casi, la vicinanza e la relazione tra le stelle di una stessa costellazione sono solo apparenti: l'uomo, infatti, non è in grado di cogliere la profondità, cioè la distanza tra le stelle lungo la linea che congiunge l'osservatore alle stelle, nello spazio tridimensionale.

Si può quindi affermare che, in generale, **tra le stelle di qualsiasi costellazione non esiste alcun legame**, date le enormi distanze che quasi sempre separano stelle solo in apparenza vicine.



Video interattivo

“La costellazione dell’Orsa maggiore”

<http://astro.unl.edu/classaction/animations/coordsmotion/bigdipper.html>

### A.5.2 - UTILITÀ DELLE COSTELLAZIONI

Nonostante questo, può essere utile riferirsi alle costellazioni per orientarsi nel cielo. In proposito, l’Unione Astronomica Internazionale (UAI) definisce nel cielo ottantotto costellazioni ufficiali: a ciascuna di esse corrisponde una differente zona di cielo circostante la figura individuata dalle stelle stesse.

### A.5.3 - I NOMI DELLE COSTELLAZIONI

Gli astronomi hanno attribuito a tali configurazioni dei nomi propri, la maggioranza dei quali di origine greca, araba o latina. Alcune di esse, come Orione e lo Scorpione, sono frequentemente identificate con stessa denominazione in diversi popoli e civiltà del passato (Figure 9 e 10).

Le costellazioni visibili da luoghi situati nell’emisfero settentrionale sono state studiate e denominate dalla civiltà dell’antica Grecia; i loro nomi sono riferibili a personaggi della mitologia.

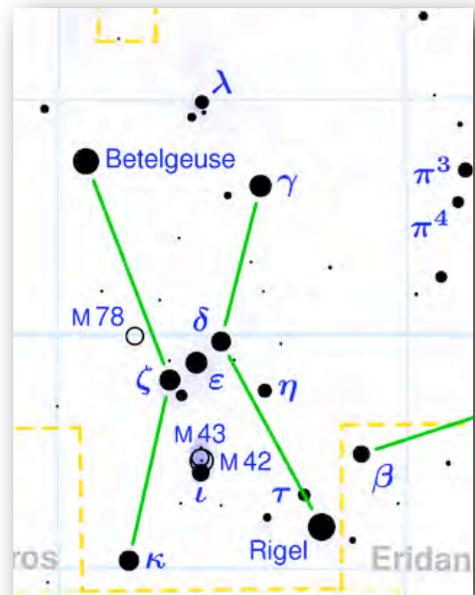


Figura 9 - Nel disegno è rappresentato il gruppo di stelle della costellazione di Orione. I numeri preceduti da una lettera maiuscola (ad esempio M43) indicano le nebulose.

Fonte: Wikipedia.



*Figura 10 - La costellazione di Orione. Confronta questa fotografia con il disegno in figura 5 e individua la posizione della nebulosa di Orione M43. Foto di Lorenzo Comolli, Unione Astrofili Tradatese.*

Quelle visibili da luoghi situati nell'emisfero australe, che sono state studiate soprattutto da scienziati nell'età illuministica, dopo le grandi esplorazioni del XVI secolo, prendono i loro nomi dalle invenzioni del periodo come "Orologio" e "Microscopio".

#### **A.5.4 - I NOMI DELLE STELLE NELLE COSTELLAZIONI**

Alle stelle più luminose o più importanti di ciascuna costellazione è stato dato, generalmente dagli antichi, un nome mitologico o di fantasia: così, ad esempio nella costellazione dei Gemelli, troviamo che le due stelle più luminose sono chiamate Castore e Polluce, nella costellazione di Orione

due tra le stelle principali sono denominate Betelgeuse e Rigel (vedi Figura 9) e la stella che individua la punta della coda nella costellazione dell'Orsa Minore si chiama Stella Polare.

Nell'ambito di ciascuna costellazione, le diverse stelle sono indicate con una lettera dell'alfabeto greco, seguita dal nome latino della costellazione cui appartengono; l'ordine delle lettere corrisponde all'ordine di luminosità in senso decrescente.

Ad esempio  $\alpha$  Ursae Minoris è la stella più luminosa della costellazione dell'Orsa Minore.



Guarda i video

"Cos'è una costellazione"

<http://www.videojug.com/film/what-is-a-constellation>

"Guida alle costellazioni"

<http://www.youtube.com/watch?v=uKXBtWHEXwQ&feature=related>

#### **A.5.5 - LE COSTELLAZIONI NEL CORSO DELL'ANNO**

In periodi diversi dell'anno, nel cielo notturno si possono osservare costellazioni differenti. Questo fatto è dovuto alle diverse posizioni che la Terra assume nel suo moto di rivoluzione attorno al Sole rispetto alla

volta celeste: così, se in un certo periodo dell'anno durante la notte sarà visibile una parte di cielo con le sue costellazioni, nel corso di un periodo differente, sarà accessibile all'osservazione un'altra parte di cielo. Ne consegue la suddivisione stagionale delle costellazioni: si parla, infatti, di costellazioni estive, autunnali, invernali, primaverili a seconda della stagione in cui è possibile osservarle nel cielo notturno.

### A.5.6 - LE COSTELLAZIONI ZODIACALI

Alcune costellazioni si trovano a cavallo dell'eclittica, la linea immaginaria che si ottiene dall'intersezione tra la volta celeste e il piano definito dal percorso della Terra intorno al Sole. Nella tradizione se ne individuano dodici, che fanno parte dello zodiaco.

Lo **zodiaco** - il termine deriva dal greco e significa "immagine di uomini o animali" - è una fascia della volta celeste che si estende all'incirca per 8° a Sud e a Nord rispetto all'eclittica.

Si tratta di una regione utile da definire per le osservazioni pratiche: tutti i pianeti e la maggior parte degli altri corpi celesti del sistema solare sono visibili e compiono il loro moto apparente avendo come sfondo la fascia dello zodiaco.

#### Una curiosità

Facendo un torto alla botanica, nessuna costellazione dei due emisferi ha il nome di una pianta o di un fiore!



Simulazione interattiva

"Le costellazioni zodiacali"

<http://astro.unl.edu/classaction/animations/coordsmotion/zodiac.html>

Guarda il video

"Le costellazioni zodiacali"

<http://www.youtube.com/watch?v=eeQwYrfmvoQ&feature=related>

### A.5.7 - ZODIACO E OROSCOPO

Che legame esiste tra costellazioni zodiacali e oroscopi?

In astronomia, appartengono allo zodiaco le costellazioni presenti in quella fascia celeste che interseca l'eclittica.

L'**astrologia**, termine greco che significa "discorso sulle stelle", si propone di fare previsioni sul destino degli uomini, delle popolazioni, delle comunità, degli stati e dei personaggi pubblici in base a presunti influssi che le costellazioni zodiacali avrebbero sulla Terra in relazione ad eventi particolari o sui singoli individui, in base alle posizioni di Sole, Luna e pianeti nelle varie costellazioni della fascia dello zodiaco.

Nei tempi precedenti a Copernico, l'astrologia godeva di molto credito, anche poiché astronomia e astrologia erano trattate come unica branca. Oggi

l'astrologia è considerata dagli scienziati una disciplina priva di fondamento.

Nonostante questo, le persone sovente ritengono credibili le previsioni contenute negli oroscopi. Questa fiducia viene data in maniera acritica e senza controlli successivi sull'effettivo realizzarsi di quanto previsto. Occorre inoltre notare che molto spesso le descrizioni relative alle caratteristiche di ciascun segno zodiacale e le previsioni sono così generiche, che chiunque può trovare elementi di coincidenza con la propria personalità e la propria vita.

Tuttavia, per chi vuole affrontare la vita con approccio scientifico, è importante, saper distinguere tra astronomia (scienza) e astrologia (pseudoscienza).

### PER I PIU' CURIOSI

Visita il sito [www.cicap.org](http://www.cicap.org)  
in particolare la sezione sull'astrologia  
[http://www.cicap.org/new/  
articolo.php?id=200263](http://www.cicap.org/new/articolo.php?id=200263)

### A.5.8 - LE OBIEZIONI DELLA SCIENZA ALL'ASTROLOGIA

Le motivazioni che portano la scienza a escludere ogni possibile relazione tra posizioni degli astri nel cielo e destino degli uomini sono numerose:

#### Le costellazioni della volta celeste sono 88.

Per quale motivo le costellazioni zodiacali dovrebbero contare più delle altre? In effetti, a parte la posizione

sulla volta celeste, nulla distingue le costellazioni zodiacali da tutte le altre e non vi è alcun valido motivo per pensare diversamente. Perché, per esempio, non dovrebbe contare la costellazione che si trovava allo zenit (nel punto più alto nel cielo) al momento della propria nascita? In questo modo si potrebbe dire davvero di "essere nati sotto il segno di...".

#### Le costellazioni zodiacali hanno ampiezza diversa nel cielo.

Contrariamente alle credenze comuni, le costellazioni zodiacali hanno ampiezze anche molto diverse: la più estesa è la Vergine, la più ridotta quella dello Scorpione. Se l'ampiezza occupata sulla volta celeste dalle costellazioni zodiacali è diversa da caso a caso, il Sole non può impiegare lo stesso tempo a percorrerle: esso resta 44 giorni nella costellazione della Vergine e solo 7 giorni in quella dello Scorpione. Questo comporta che le suddivisioni dell'anno in dodici periodi di uguale durata, dal 21 di un mese al 20 del successivo, non abbiano alcun significato.

#### Le costellazioni zodiacali sono 13.

Se si osserva il cielo, ci si rende conto che nella fascia dello zodiaco, si trovano 13 costellazioni e non 12. Oltre a quelle che danno il nome ai segni zodiacali, Ariete, Toro, Gemelli, Cancro, Leone, Vergine, Bilancia, Scorpione, Sagittario, Capricorno, Acquario e Pesci, ve n'è una tredicesima, la costellazione dell'Ofiuco, o Serpentario. Quindi non vi è corrispondenza tra i 12 segni zodiacali e le 13 costellazioni poste nella fascia dello zodiaco. La tredicesima costellazione occupa uno

spazio nella volta celeste posto tra quelli occupati dallo Scorpione e dal Sagittario.

**Il Sole entra ed esce dalle costellazioni zodiacali in periodi diversi da quelli dei corrispondenti segni.**

La causa è la precessione degli equinozi. La corrispondenza tra i periodi in cui il Sole permane in una data costellazione zodiacale e i diversi periodi dell'anno venne stabilita più di

tremila anni fa. A causa del moto doppio conico dell'asse, l'ingresso e l'uscita del Sole da ciascuna costellazione zodiacale sono posticipati di circa un mese rispetto a quanto stabilito dalla ripartizione dell'anno nei vari segni zodiacali.

Nella tabella 1 sono mostrati i periodi effettivi in cui il Sole, nell'anno 2000, ha percorso le varie costellazioni zodiacali.

Segno	Simbolo		Date astrologiche	Date astronomiche anno 2000
Ariete	ariete	♈	21 marzo – 20 aprile	19 aprile – 13 maggio
Toro	toro	♉	21 aprile – 20 maggio	14 maggio – 19 giugno
Gemelli	gemelli	♊	21 maggio – 21 giugno	20 giugno – 20 luglio
Cancro	granchio	♋	22 giugno – 22 luglio	21 luglio – 9 agosto
Leone	leone	♌	23 luglio – 23 agosto	10 agosto – 15 settembre
Vergine	giovane donna	♍	24 agosto – 22 settembre	16 settembre – 30 ottobre
Bilancia	bilancia	♎	23 settembre – 22 ottobre	31 ottobre – 22 novembre
Scorpione	scorpione	♏	23 ottobre – 22 novembre	23 novembre – 29 novembre
Ofiuco	serpentario	♐		30 novembre – 17 dicembre
Sagittario	arciere	♑	23 novembre – 21 dicembre	18 dicembre – 18 gennaio
Capricorno	mostro marino	♒	22 dicembre – 20 gennaio	19 gennaio – 15 febbraio
Aquario	portatore d'acqua	♓	21 gennaio – 19 febbraio	16 febbraio – 11 marzo
Pesci	pesci	♈	20 febbraio – 20 marzo	12 marzo – 18 aprile

Tabella 1 - I segni zodiacali aggiornati all'anno 2000. Fonte: Wikipedia.

### Osserviamo il cielo

#### Dove si trovano le costellazioni zodiacali?

Sulla volta celeste, l'eclittica è l'intersezione tra il piano dell'orbita terrestre e la sfera celeste. Poiché i principali corpi celesti del Sistema solare hanno il piano orbitale quasi coincidente con il piano dell'eclittica, ne segue che il cammino

apparente del Sole e dei cinque pianeti osservabili a occhio nudo, Mercurio, Venere, Marte, Giove e Saturno, si troverà nei pressi dell'eclittica. Le costellazioni attraversate da questi corpi celesti sono quelle dello zodiaco. In momenti diversi dell'anno si osserveranno costellazioni differenti: se il Sole a ottobre si trova nella costellazione della Vergine, questa sarà impossibile da osservare durante quel mese, ma si potrà vedere nel cielo di aprile, sei mesi dopo. Allo stesso modo, Toro e Gemelli, due costellazioni molto riconoscibili, saranno osservabili in pieno inverno, poiché sono percorse dal Sole in estate. Per osservare le varie costellazioni zodiacali occorre dotarsi di un Astrolabio. Nelle librerie si possono acquistare astrolabi di cartone e plastica che possono servire bene allo scopo. Anche internet ovviamente è un valido strumento. Buona ricerca...

## A.6 - LE STELLE

Le **stelle** sono corpi celesti di forma sferica che brillano di luce propria. Si tratta di ammassi di gas caldissimi, principalmente idrogeno ed elio, all'interno dei quali avvengono processi fortemente esoenergetici, responsabili della continua emissione di energia.

Le stelle sono corpi celesti prodotti dall'equilibrio tra forze contrapposte. Esse si mantengono stabili per periodi di tempo anche molto lunghi a causa dell'equilibrio tra la pressione diretta verso il centro dovuta alla forza di gravità e la cosiddetta "pressione di radiazione" diretta verso l'esterno, prodotta dall'energia che si genera al loro interno.

Anche utilizzando i più potenti telescopi, le stelle appaiono puntiformi poiché si trovano a distanze enormi dal nostro sistema solare .

### A.6.1 - FORMAZIONE DELLE STELLE.

Le stelle si originano dalla contrazione di nebulose di grandi dimensioni, formate da gas e polveri. Una sola

nebulosa può originare decine o centinaia di stelle, a seconda della sua dimensione originaria. Per azione della forza di gravità, i materiali che costituiscono la nube si comprimono, aumentando la propria temperatura. (Figura 11)

L'inizio del processo di contrazione può avvenire per interferenze gravitazionali di altri corpi o a causa di altri fenomeni, come esplosioni molto violente di stelle molto grandi che avvengano nelle vicinanze: le particelle di gas e polveri, investite dall'onda d'urto dell'esplosione, si avvicinano tra loro a sufficienza per innescare il processo di formazione stellare.

Il materiale diffuso della nebulosa si frammenta così in porzioni distinte, che andranno a generare numerose stelle, destinate di solito ad allontanarsi nel tempo le une dalle altre.

Alcune, tuttavia, restano legate da una forza di tipo gravitazionale e ruotano attorno a un baricentro comune: all'osservazione con il telescopio appaiono doppie, o anche triple.



*Figura 11 - La nebulosa dell'Aquila. Si tratta di un'enorme nebulosa di gas e polveri all'interno della quale si stanno formando migliaia di stelle.*

*Fonte: <http://www.spacetelescope.org/images/heic0506b/>*

### A.6.2 - STRUTTURA DELLE STELLE

La superficie esterna di una stella è definita **fotosfera**, e può avere temperature che variano tra i 4.000 e i 30.000 gradi a seconda della massa

della stella: stelle più grandi sono caratterizzate da temperature più alte.

Le stelle sono corpi celesti con una struttura a strati: al di sotto della fotosfera vi sono strati di gas che trasmettono verso l'esterno l'energia che si genera nella parte più interna, il nucleo. Nel nucleo, la zona più calda, la temperatura è tale da dar luogo ai processi che generano energia.

### A.6.3 - L'ENERGIA DELLE STELLE

I processi che avvengono all'interno delle stelle sono reazioni di fusione nucleare. Nel corso della maggior parte dell'esistenza di una stella, i nuclei degli atomi di idrogeno fondono insieme generando nuclei più grandi di elio.

Il rapporto numerico tra idrogeno consumato ed elio prodotto è di 4 a 1. Poiché 4 nuclei di idrogeno hanno una massa leggermente maggiore di un nucleo di elio, durante il processo la massa si riduce, in un certo senso "scompare". Tuttavia, in natura nulla può sparire del tutto: la massa mancante in realtà si converte in energia.

Questi processi di fusione nucleare possono avvenire solamente a pressioni elevatissime e a partire da temperature di circa 10.000.000 gradi Kelvin, condizioni che si verificano nella parte più interna delle stelle, nel nucleo appunto. Queste pressioni e temperature sono tali da superare la forza di repulsione elettrostatica tra i nuclei di idrogeno, particelle con cariche dello stesso segno.



Video animazione

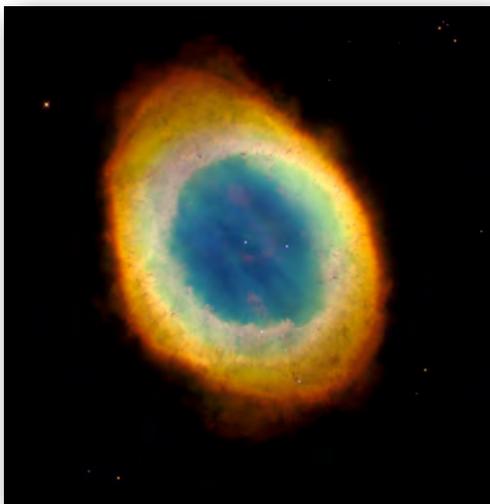
“Le reazioni di fusione dell'idrogeno in elio”

<http://astro.unl.edu/classaction/animations/sunsolarenergy/fusion01.html>

#### A.6.4 - LA FINE DELL'IDROGENO

Quando l'idrogeno presente nel nucleo termina, le stelle vanno incontro a squilibri e cambiamenti durante i quali la loro dimensione aumenta enormemente e si riduce la temperatura superficiale: si formano così le cosiddette **giganti e supergiganti rosse**. In questo stadio, buona parte della loro massa viene dispersa nello spazio circostante e va ad alimentare le nebulose eventualmente presenti nelle loro vicinanze.

Il destino finale delle stelle dipende unicamente dalla loro massa iniziale.



#### A.6.5 - STADI FINALI DI STELLE PICCOLE

Le **stelle più piccole** (quelle con massa iniziale inferiore a 8 volte quella del Sole) si spengono lentamente e tranquillamente.

Buona parte del loro materiale si compatta in piccoli corpi celesti detti **nane bianche**, destinate lentamente a spegnersi nel corso di miliardi di anni; la parte restante viene espulsa verso lo spazio esterno e forma nubi sferiche in espansione, dette **nebulose planetarie**; i gas che formano queste nebulose sono luminosi a causa dell'energia emessa dalla nana bianca posta al centro. (Figura 12).

Il diametro delle nane bianche è pari a qualche migliaio di chilometri, molto inferiore a quello delle stelle originarie e dello stesso ordine di grandezza dei pianeti più piccoli. La temperatura superficiale si attesta inizialmente attorno ai 10.000 K.

*Figura 12 - La nebulosa planetaria Ring. La stella posta al centro è una nana bianca, ciò che resta della stella originaria.*

*Fonte: <http://www.spacetelescope.org/images/opo9901a/>*



Guarda il video

“The death of stars”

<http://www.spacetelescope.org/videos/hubblecast52a/>

### A.6.6 - STADI FINALI DI STELLE GRANDI

Le **stelle più grandi** (massa iniziale maggiore di 8 masse solari) attraversano stadi esplosivi. Nel corso di queste esplosioni, in brevissimo tempo queste stelle emettono enormi quantità di energia e scagliano nello spazio circostante gran parte della materia di cui sono formate. In questo stadio tali stelle divengono luminosissime e sono definite **supernove**. Il materiale disperso forma nubi luminose in rapidissima espansione, di forma caotica e sfilacciata, come la nebulosa del Granchio (Figura 13).

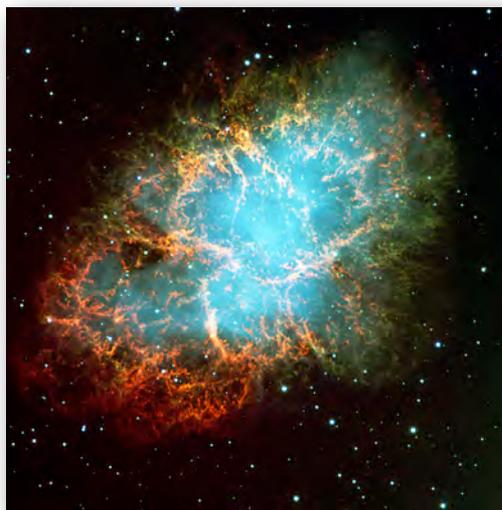
Quel che resta dell'esplosione si contrae in maniera catastrofica, originando corpi celesti molto piccoli e densi: **stelle di neutroni o buchi neri**.

*Figura 13 - La nebulosa del Granchio: ciò che resta dell'esplosione in forma di supernova di una stella di massa molto grande.*

*Fonte: <http://www.eso.org/public/images/eso9948f/>*

Le **stelle di neutroni**, come dice il termine, sono costituite da soli neutroni, in quanto l'elevatissima forza di gravità ha spinto gli elettroni a fondersi con i protoni dei nuclei atomici. Poiché il volume degli atomi è dato soprattutto da quello della zona orbitale, mentre il volume del nucleo è migliaia di volte inferiore, questo processo determina una grande riduzione del volume del corpo celeste: le stelle di neutroni hanno, infatti, diametri di qualche decina di chilometri. Esse inoltre ruotano molto velocemente su se stesse, poiché con la contrazione la velocità di rotazione viene grandemente accelerata.

I **buchi neri** sono strani corpi celesti molto piccoli, qualche chilometro di diametro, di cui si sa poco, se non che la gravità è così forte che nemmeno l'energia eventualmente da essi generata può allontanarsi da essi in forma di luce o altro tipo di radiazione. Così a una certa distanza dal centro vi è una superficie sferica detta **orizzonte degli eventi**, al di là del quale non è possibile spingersi con le osservazioni.

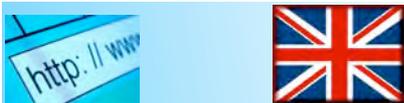


Data la grande intensità del loro campo gravitazionale, essi sono inoltre in grado di attrarre a sé con molta efficacia eventuale materiale presente nello spazio circostante.

Da queste due caratteristiche deriva il nome dato ad essi dagli scienziati: il termine “**buco**” fa riferimento al fatto che qualsiasi materiale si avvicini troppo, ne viene attratto senza possibilità di allontanarsi e “cade” dentro di esso come in una sorta di voragine cosmica; il termine “**nero**” si riferisce all'impossibilità di emettere direttamente radiazione nello spazio esterno: un corpo che non emette radiazione è nero.

Ma se non sono visibili, come si può essere certi della loro esistenza?

In effetti, se è vero che è impossibile osservare direttamente un buco nero, se ne possono osservare gli effetti nel caso che vi siano altri corpi celesti nelle vicinanze. Se ad esempio un buco nero si trova vicino a una stella, esso è in grado di risucchiarne progressivamente il materiale costituente: dalla superficie della stella si forma così un flusso di gas incandescente diretto verso il buco nero. Man mano che si avvicina, la velocità e la temperatura di questo gas aumenta ed esso emette radiazione sempre più intensa fin a un istante prima di sparire alla vista al momento del suo ingresso oltre l'orizzonte degli eventi.



Guarda il multimedia “Black holes”

[http://hubblesite.org/explore\\_astronomy/black\\_holes/](http://hubblesite.org/explore_astronomy/black_holes/)



Guarda i video “Vita e morte di una stella” History channel

parte 1 - <http://www.youtube.com/watch?v=Kbrbz90GuJc>

parte 2 - <http://www.youtube.com/watch?v=-GeL2Jvcae8>

parte 3 - <http://www.youtube.com/watch?v=c-hboIk4Fzw>

### A.6.7 - LA LUMINOSITÀ DELLE STELLE

Le stelle non appaiono tutte uguali, alcune sono più luminose di altre: la differenza si vede anche a occhio nudo, senza utilizzare alcuno strumento.

L'intensità della luce emessa da una stella così come ci appare dalla Terra, è detta **magnitudine apparente** e si indica con “m”. La magnitudine apparente dipende da due parametri: la **luminosità intrinseca** della stella, cioè la quantità di luce che essa emette, e dalla **distanza** tra la stella e la Terra. La magnitudine si indica con un numero preceduto da un segno: le stelle più luminose sono quelle con valori negativi più alti (vedi la Tabella 2).

Gli astronomi, per confrontare tra loro stelle e anche altri corpi celesti, considerano anche la **magnitudine assoluta** (M): una grandezza fisica che non dipende dalla distanza della stella ma solo dalla quantità di energia emessa e quindi permette il confronto delle luminosità delle varie stelle. La magnitudine assoluta si può ricavare solo per le stelle di cui è nota la distanza dalla Terra.

## MODULO A - DOVE SIAMO?

STELLA	MAGNITUDINE APPARENTE	MAGNITUDINE ASSOLUTA	COLORE
SOLE	$m = -26,8$	$M = 4,9$	giallo
BETELGEUSE	$m = 0,4$	$M = 0,4$	rosso
RIGEL	$m = 0,14$	$M = -6,8$	bianco
PROXIMA CENTAURI	$m = 11$	$M = 15,4$	rosso

Tabella 2 - Nella tabella sono indicate la magnitudine apparente "m" e assoluta "M" di alcune stelle.

Si può notare l'elevata magnitudine apparente del Sole e la sua scarsa magnitudine assoluta: è molto vicino alla Terra e quindi ci appare molto luminoso, pur essendo una stella non particolarmente significativa in termini assoluti.

N.B. Betelgeuse e Rigel fanno parte della costellazione di Orione e si possono osservare a occhio nudo nelle serate limpide invernali. Proxima centauri è la stella più vicina a noi: dista "solo" 4,3 anni luce, cioè 40.880 miliardi di km.

### Osserviamo il cielo

#### A cosa è dovuto lo scintillio delle stelle?

L'emissione di luce da parte delle stelle è costante, salvo i casi di stelle variabili, la cui luminosità può variare nell'arco di giorni o mesi, ma non da un istante all'altro.

Lo scintillio delle stelle è causato dalla presenza dell'atmosfera terrestre e dai suoi movimenti. Quando le stelle sono alte in cielo, tremolano meno poiché lo strato di atmosfera che la luce attraversa prima di giungere ai nostri occhi è più sottile.



Guarda il video

"Perché le stelle scintillano?"

<http://www.videojug.com/film/why-do-the-stars-twinkle>

temperature superficiale tra i 3.000 e i 4.000 Kelvin, le stelle gialle hanno temperatura tra 5.000 e 6.000 gradi, le stelle bianche hanno temperatura attorno ai 10.000 gradi, mentre quelle azzurre, le più calde hanno temperature superficiali intorno ai 20.000 °C. La temperatura superficiale del Sole, una stella gialla, è di 5.500 °C.

### Osserviamo il cielo

#### Perché la luce delle stelle ci appare bianca?

Osservando di notte un bel cielo terso se avessimo pazienza di contare le stelle, finiremmo per stancarci e forse riusciremmo a distinguerne fino a qualche migliaio.

### A.6.8 - IL COLORE DELLE STELLE

Il colore di una stella dipende dalla temperatura dello strato di gas più superficiale, la fotosfera. Le stelle rosse e arancio sono le più fredde, con

Esse ci appaiono tutte come punti di luce bianca, nonostante le loro caratteristiche possano essere assai diverse. Sappiamo infatti che la temperatura della fotosfera è diversa per stelle di dimensioni differenti e, dato che corpi incandescenti con temperature differenti assumono colore diverso, anche le stelle dovrebbero apparirci colorate.

Non a caso abbiamo utilizzato il verbo apparire. Osservando con più attenzione, magari con la coda dell'occhio, o utilizzando un binocolo, o prendendo una fotografia con fotocamere particolarmente sensibili, le stelle appaiono effettivamente di colori diversi: alcune bianche, altre azzurre, altre rossastre.

### A.6.9 - IL DIAGRAMMA DI HERTZSPRUNG-RUSSEL

Nella prima parte del ventesimo secolo due astronomi, Hertzsprung (danese) e Russell (americano) concepirono indipendentemente l'uno dall'altro uno schema capace di mettere in relazione i diversi parametri riguardanti le stelle. Questo schema risulta una "istantanea" dell'Universo, con rappresentati gli innumerevoli corpi stellari così come ci appaiono oggi, non solo a diversi stadi di sviluppo, ma anche riferiti a età variabili (Figura 14).

Sono riportate in un grafico bidimensionale le temperature e le luminosità assolute delle varie stelle disponendo un indicatore di temperatura (colore o/ classe spettrale) sull'asse delle ascisse con i valori decrescenti verso destra e un indicatore di luminosità assoluta sull'asse delle ordinate (ponendo per il sole il valore 1 e riportando gli altri valori in potenze di 10).

A ciascuna stella viene fatto corrispondere un punto su tale diagramma, a seconda dei valori delle due proprietà. Tali punti non risultano distribuiti a caso, ma formano dei gruppi di stelle di cui il più evidente risulta quello della **sequenza principale**, contraddistinto da stelle poste tutte in prossimità di una linea che attraversa il grafico dalla parte in basso a destra (nane rosse, le più longeve) alla parte in alto a sinistra (giganti azzurre, le più rapide a consumarsi). Anche il Sole appartiene a questo gruppo e si trova nella zona delle stelle nane gialle. Un gruppo meno numeroso è collocato in alto a destra ed è rappresentato dalle giganti rosse, mentre un altro modesto gruppo è in basso a sinistra ed è contraddistinto da stelle piccole ma molto luminose, le nane bianche. Questi ultimi due gruppi rappresentano momenti evolutivi diversi di una stella durante la sua esistenza. Gli studi teorici sulle reazioni nucleari stellari, basati sulle diverse masse coinvolte in questi fenomeni hanno chiarito il significato del diagramma H-R che è oggi un potente strumento per tracciare le tappe fondamentali dell'evoluzione dei vari tipi di stelle.

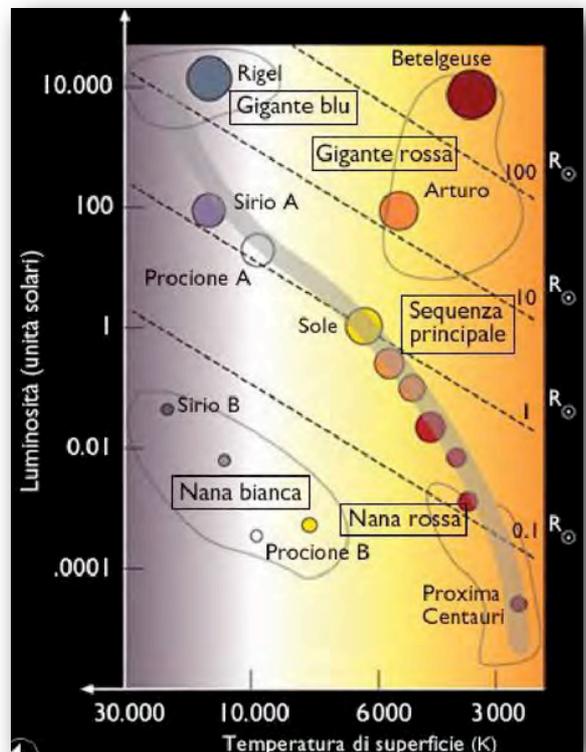


Figura 14 - Il diagramma HR

Nella sequenza principale sono presenti quelle stelle in equilibrio dinamico che stanno trasformando Idrogeno (H) in Elio (He), rimangono in questo stadio evolutivo per la maggior parte della loro esistenza e per un periodo che dipende dalla massa iniziale (stelle più piccole ci restano per tempi più lunghi); tra le giganti rosse si trovano stelle in “rapida” evoluzione che hanno

già abbandonato la sequenza principale e che si accingono a consumare Elio (He) come “combustibile” nucleare per produrre Carbonio (C); tra le nane bianche invece troviamo gli ultimi stadi di esistenza di stelle con dimensioni originali simili al Sole, costituite da materiali in contrazione ed ad altissima densità.

### DOMANDE PER IL RIPASSO MODULO A

1. Si dice che il nostro Universo sia in evoluzione, cioè che esso cambi nel tempo. In cosa consiste il principale cambiamento?
2. In che cosa consiste una galassia?
3. Per quale motivo le galassie ruotano lentamente su se stesse?
4. Di cosa sono formate le nebulose?
5. Qual è l'unità di misura corrente per esprimere le distanze nell'universo? In che cosa consiste? Per quale motivo non si utilizzano i chilometri?
6. In cosa consiste una costellazione?
7. Cos'hanno di speciale le costellazioni zodiacali?
8. In che cosa consistono le stelle?
9. In che cosa consiste il processo che genera l'energia che le stelle emettono in continuazione?
10. Qual è il parametro che influenza in maniera determinante gli stadi finali dell'esistenza di una stella?
11. In che cosa consiste una supernova?
12. Per quale motivo le stelle di neutroni sono più piccole delle nane bianche?

### CACCIA ALL'ERRORE MODULO A

1. Le galassie sono enormi aggregati sferici di stelle e nebulose.
2. Le nebulose sono enormi ammassi di vapore.
3. L'anno-luce è il tempo necessario affinché la luce percorra una distanza pari a 9.500 miliardi di chilometri.
4. Le costellazioni sono gruppi di stelle vicine tra loro nello spazio.
5. Le costellazioni zodiacali sono 12, pari ai 12 segni zodiacali dell'oroscopo.
6. Nelle stelle avviene la combustione dell'idrogeno.
7. Il destino finale di una stella dipende dalle sue dimensioni iniziali.
8. Un buco nero è un corpo celeste cavo, avvolto da un guscio sferico detto orizzonte degli eventi.