

Accademia delle Stelle

Corso di Astronomia

Lezione #6 - A

Come nascono le Stelle

(2) Pallas

Tipo: asteroide
Magnetudine: 9.12
Magnetudine Assoluta: 4.20
Magnetudine Media di Opposizione: 7.66
Indice Colore (B-V): 0.63
AR/Dec (J2000.0): 15h47m57.76s/+26°37'28.4"
AR/Dec (in data): 15h47m26.15s/+26°39'39.6"
RA/Dec: 14h50m53.40s/+26°39'39.5"
Az./Alt.: +38°07'50.0°/-10°54'04.0°
Gal. long./lat.: +42°37'10.9°/+50°50'27.3°
Supergal. long./lat.: +94°15'49.9°/+45°18'11.1°
Ecl. long./lat. (J2000.0): +226°17'42.5°/+45°10'58.3°
Ecl. long./lat. (in data): +226°07'03.0°/+45°11'03.0°
Obliquità dell'eclittica (in data): +23°26'35.8°
Tempo Siderale Medio: 6h38m19.7s
Tempo Siderale Apparente: 6h38m19.5s
Alba: 16h33m
Tramonto: 0h21m
Tramonto: 0h09m
Angolo Parallattico: +30°57'07.6°
Costellazione IAU: CrB
Hourly motion: +0°00'26" towards 271.9°
Hourly motion: $da=-0^{\circ}00'29"$ $db=+0^{\circ}00'01"$
Longazione: +129°55'41.2°
Angolo di fase: +15°22'02.0°
Distanza dal Sole: 2.934 UA (438.975 M km)
Distanza: 2.179 UA (325.916 M km)
Light time: 0h18m07.1s
Velocità orbitale: 16.872 km/s
Periodo siderale: 1686.06 giorni (4.616 a)
Diametro apparente: +0°00'00.34°
Diametro: 545.0 km
Tipo Spettrale Tholen: B
Tipo Spettrale SMASS: 4

Data				
Data e ora				
1987	-	6	-	1



Dove nascono le stelle:
le nubi *interstellari*



Una galassia a spirale può contenere, sotto forma di nubi oscure,
più del doppio della massa



Dove nascono le stelle:
le nubi *interstellari*

Una galassia a spirale può contenere, sotto forma di nubi oscure,
più del doppio della massa di tutte le sue stelle



Le nubi di polvere sono presenti quasi esclusivamente nelle galassie
A SPIRALE









M51

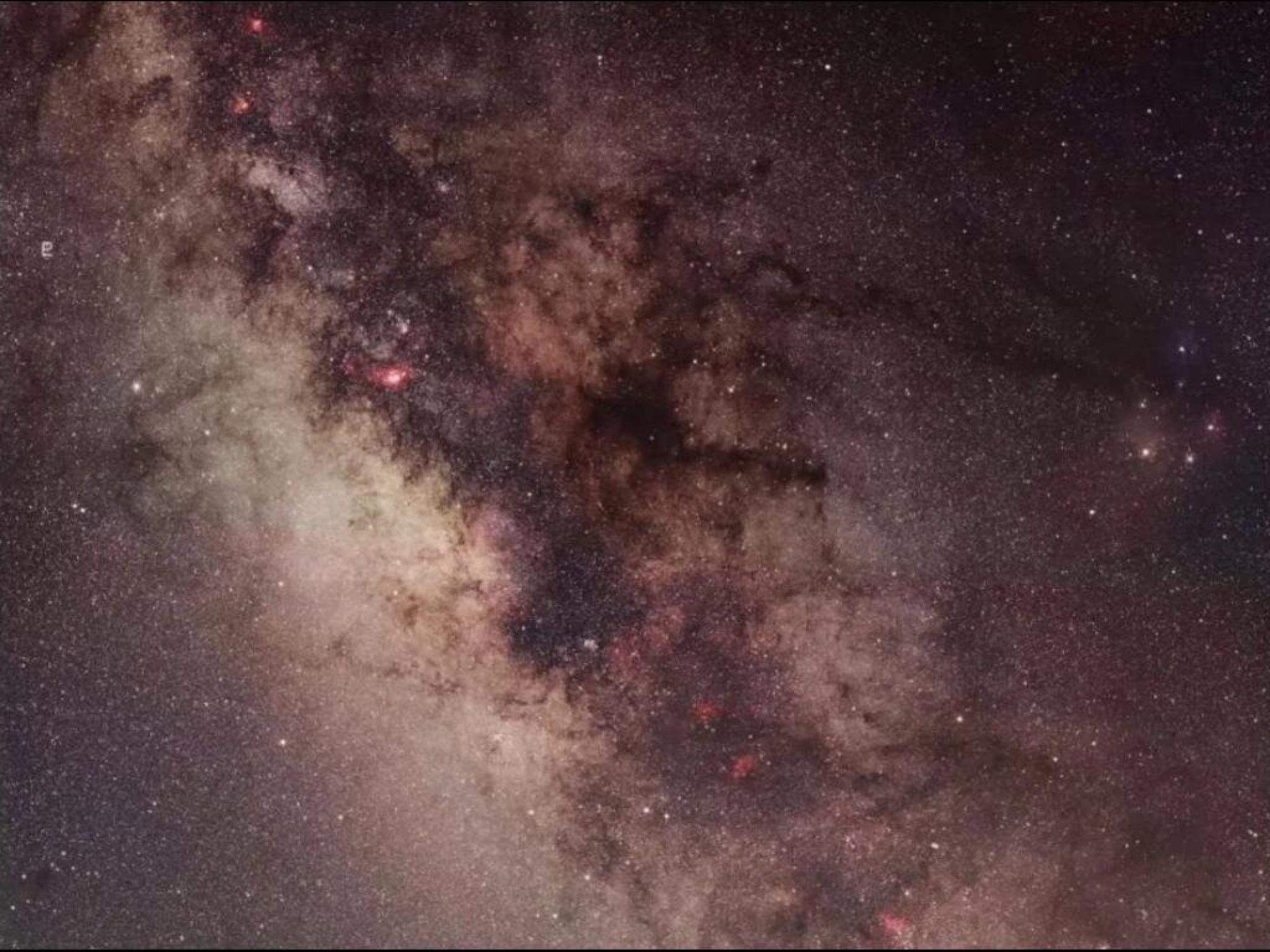


AM 0500-620 nêl Dorado - Hubble







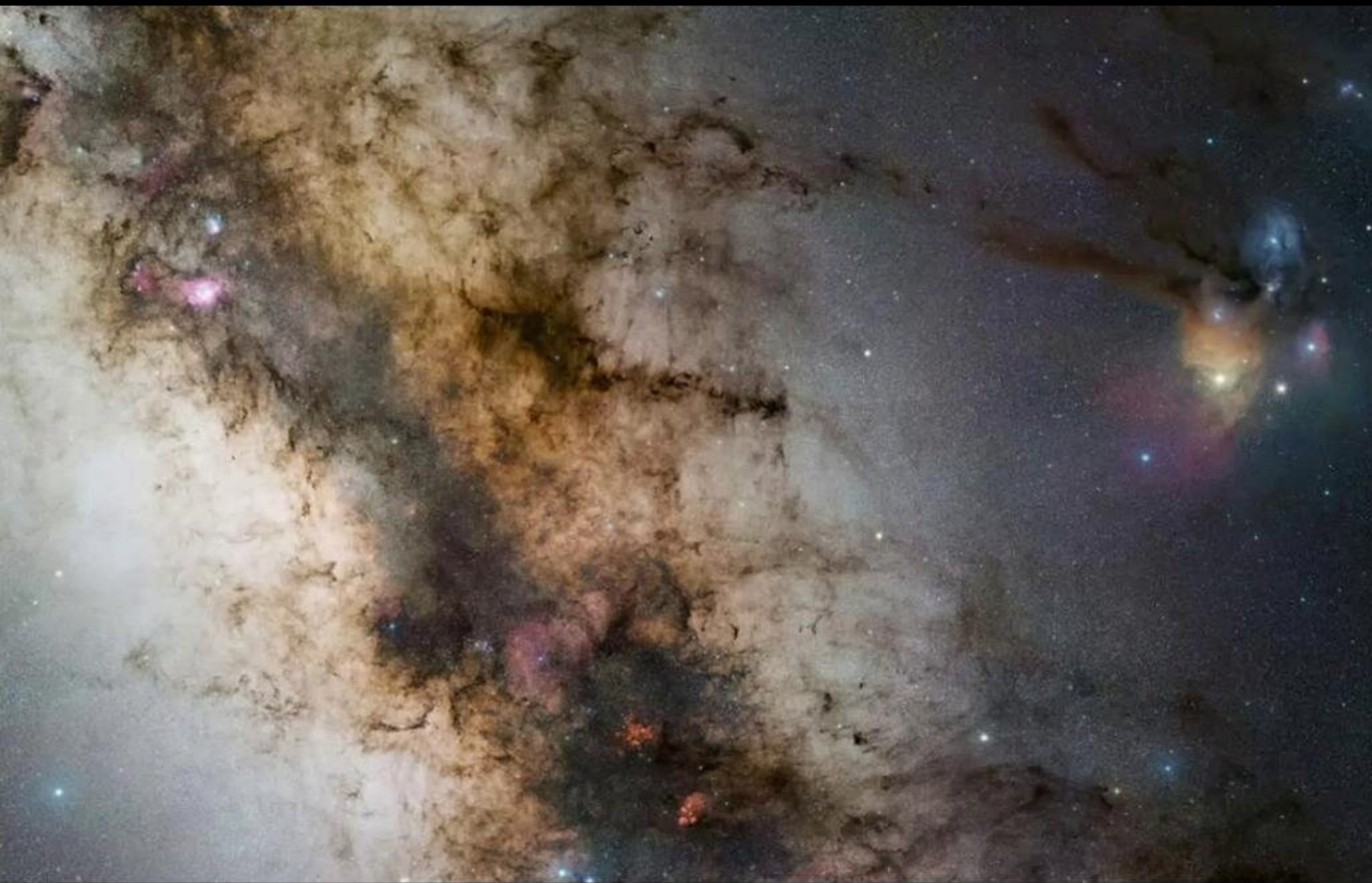


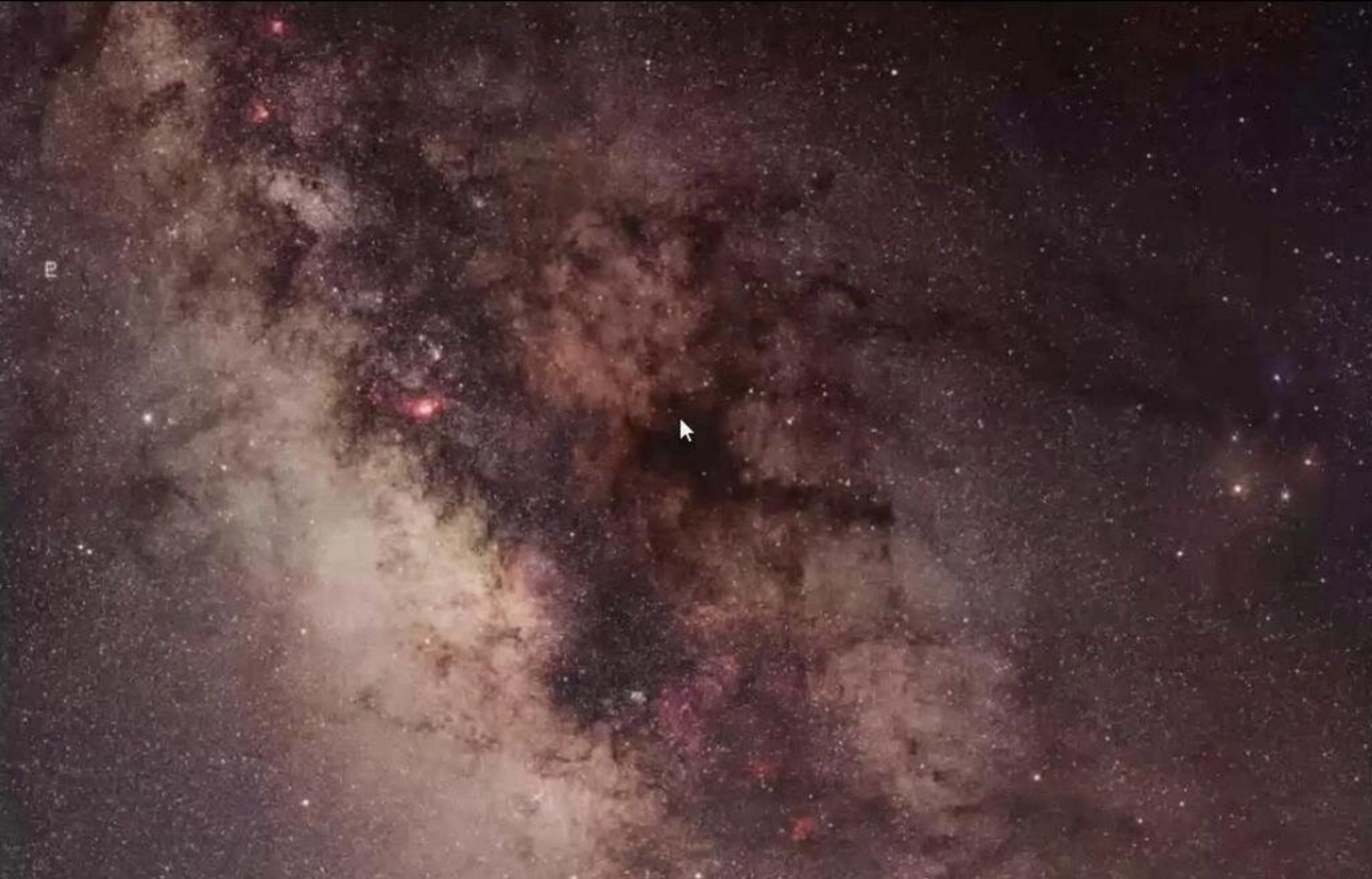


pesante più di 100.000 volte il Sole. In questa vista del nucleo galattico (costellazioni Sgr e Sco), se ne vedono diverse



Nella Via Lattea si trovano circa 6000 nubi “molecolari” (oscuere), ciascuna pesante più di 100.000 volte il Sole. In questa vista del nucleo galattico (costellazioni Sgr e Sco), se ne vedono diverse





Nella Via Lattea si trovano circa 6000 nubi “molecolari” (oscure), ciascuna pesante più di 100.000 volte il Sole. In questa vista del nucleo galattico (costellazioni Sgr e Sco), se ne vedono diverse







Il collasso delle nubi interstellari



Il collasso delle nubi interstellari

- Per “diventare stelle” il materiale interstellare deve concentrarsi



Il collasso delle nubi interstellari

- Per “diventare stelle” il materiale interstellare deve concentrarsi
- Oltre certi valori di densità e di massa e al di sotto di una certa temperatura (Massa di Jeans), la nube può collassare sotto il proprio peso
- Il collasso, che dura anche decine di milioni di anni, può essere innescato dall'esplosione di supernove
- All'interno della nube in contrazione si formano delle condensazioni più piccole da cui nasceranno sistemi stellari



Palomar



Le stelle nate all'interno della nube la illuminano
e, con gli UV, eccitano gli elettroni del gas che
così diviene *fluorescente*



HST

NGC 604 in Galaxy M33

Regione HII

HST • WFPC2

PRC96-27 • ST ScI OPO • August 7, 1996 • Hui Yang (U.I.L) and NASA



Regione HH NGC 609 in M33.in colori reali

Palomar



Le stelle nate all'interno della nube la illuminano
e, con gli UV, eccitano gli elettroni del gas che
così diviene *fluorescente*



NGC 604 in Galaxy M33

PRC96-27 · ST ScI OPO · August 7, 1996 · Hui Yang (U.I.L) and NASA

Regione HII

HST
HST · WFPC2



Regione HH NGC 609 in M33, in colori reali



N90, star-forming region in the Small Magellanic Cloud (Hubble Space Telescope)



I90, star-forming region in the Small Magellanic Cloud (Hubble Space Telescope)



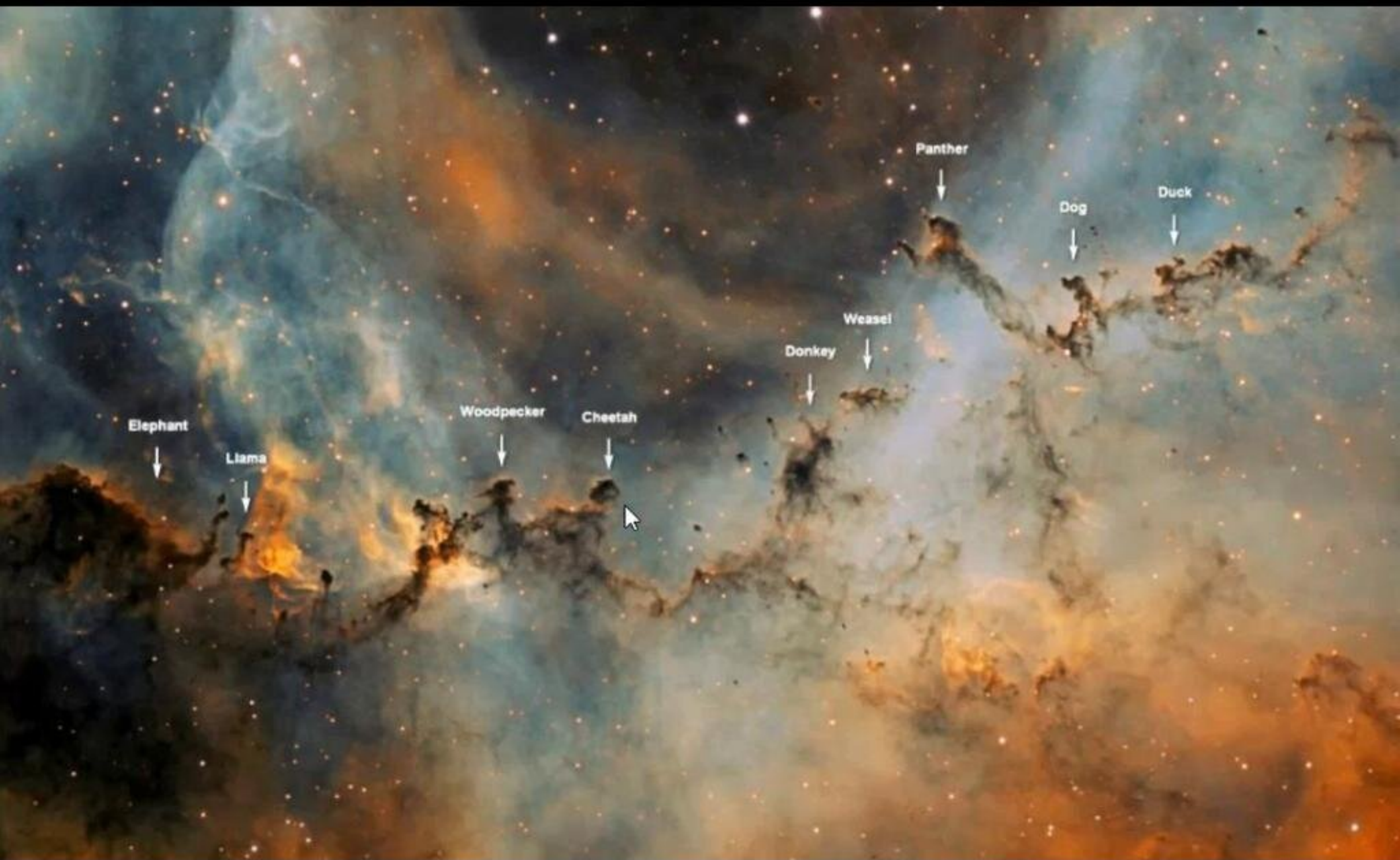






La Nebulosa Rosetta, nell'Unicorno. Al suo interno sono già nate delle stelle che hanno prodotto una grande cavità centrale con il loro vento stellare, e si osservano molte condensazioni piccole e oscure dalle quali nasceranno le stelle: i globuli di Bok







Alcuni globuli di Bok osservati con il Telescopio Spaziale. La loro dimensione tipica è di qualche anno luce. Densità intorno alle 1000 particelle per cm^3 e temperature sui 10K.



Globuli di Bok nella regione H II IC 2944 (Globuli di Thackeray)



Astronomy Picture of the Day

2014 February 25

(c) David L...

anno attraversando una nebulosa. Qui si vede Merope che passa
azione di questa nebulosa (probabilmente pronta a diventare un
la erode con la sua radiazione altamente energetica.





Il meccanismo che si osserva è simile a quello di una manciata di sabbia nel vento: le parti più pesanti proseguono il loro viaggio, la componente volatile evapora e si disperde.

"Grano e pula nel setaccio delle Pleiadi"...









ACS/MFEC2
2004

WFPC2
1995





I cosiddetti "Pilastri della Creazione", foto popolarissima dell'HST.





HH 901/902 • Hubble Space Telescope • WFC3/UVIS/IR

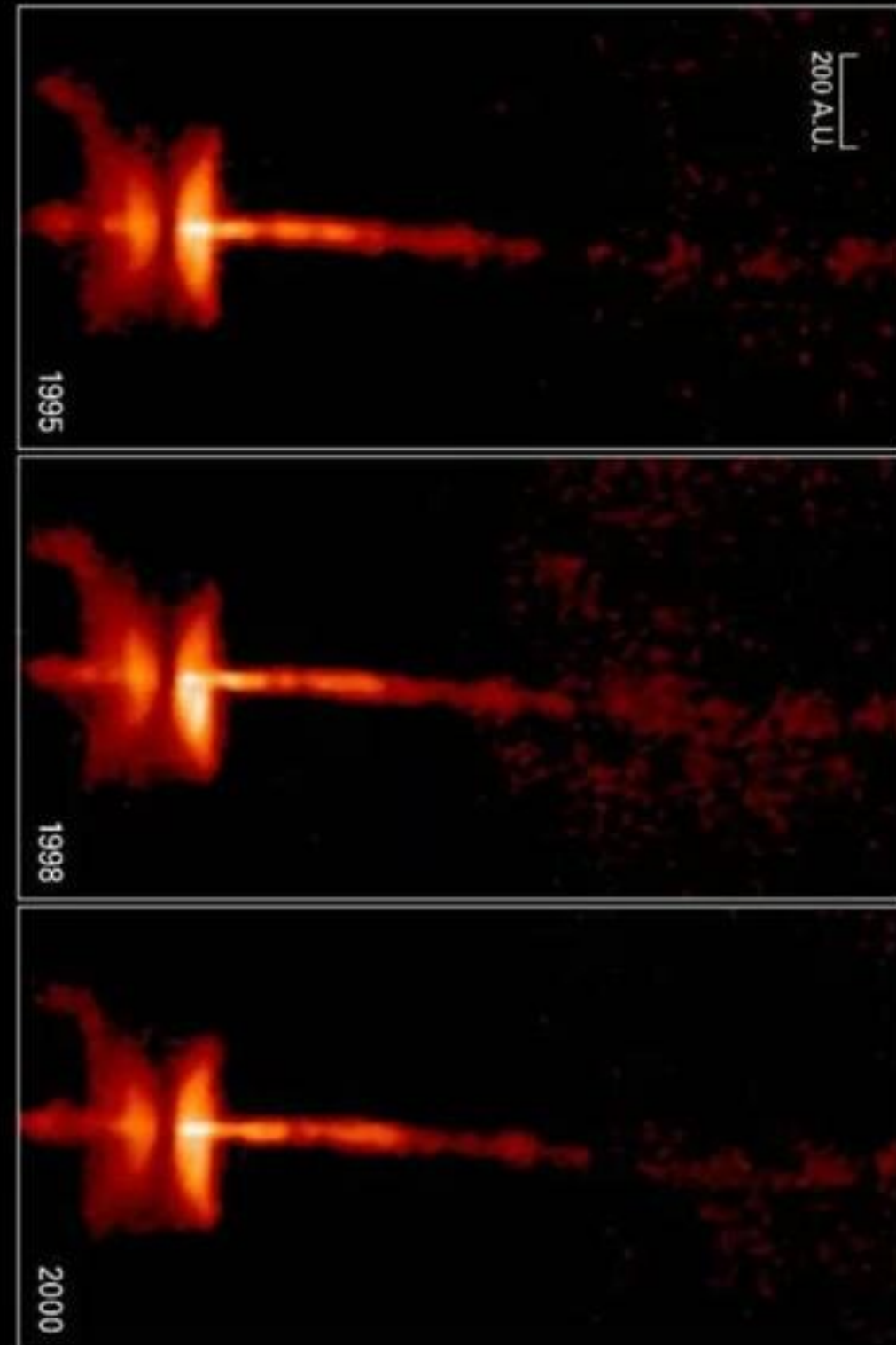


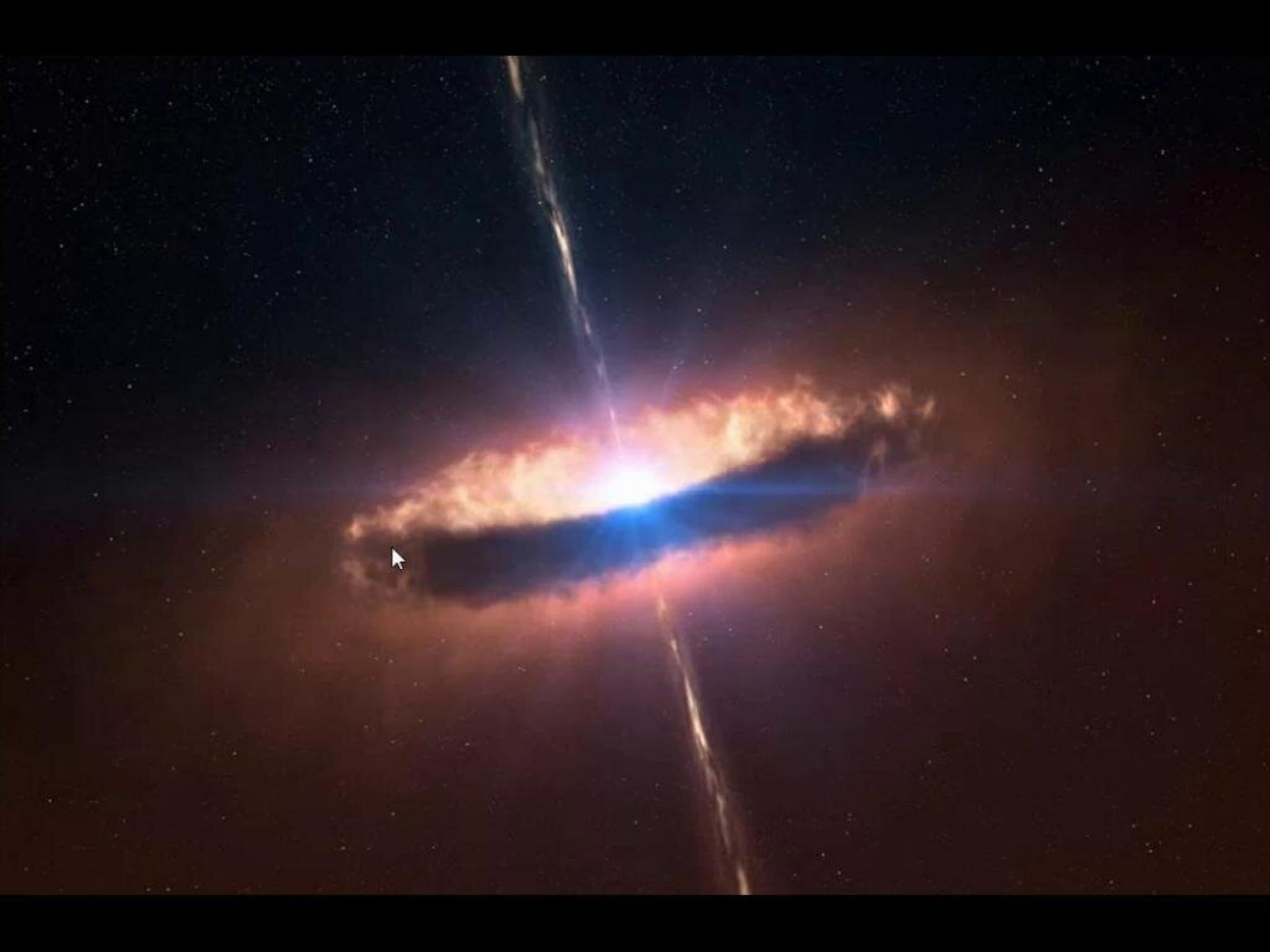


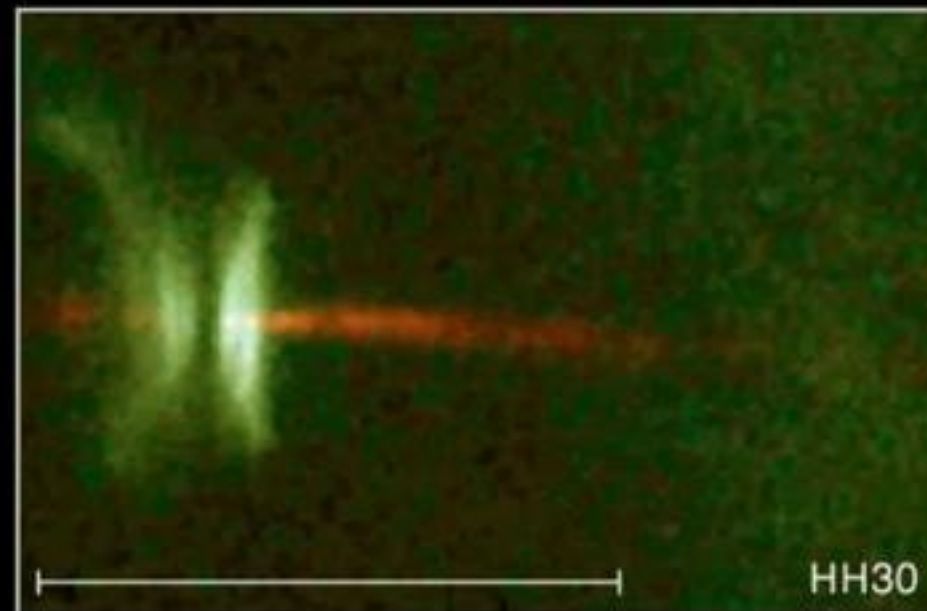
Si notano strutture rettilinee che interagiscono con il mezzo interstellare creando onde d'urto: è il primo vagito di una stella!



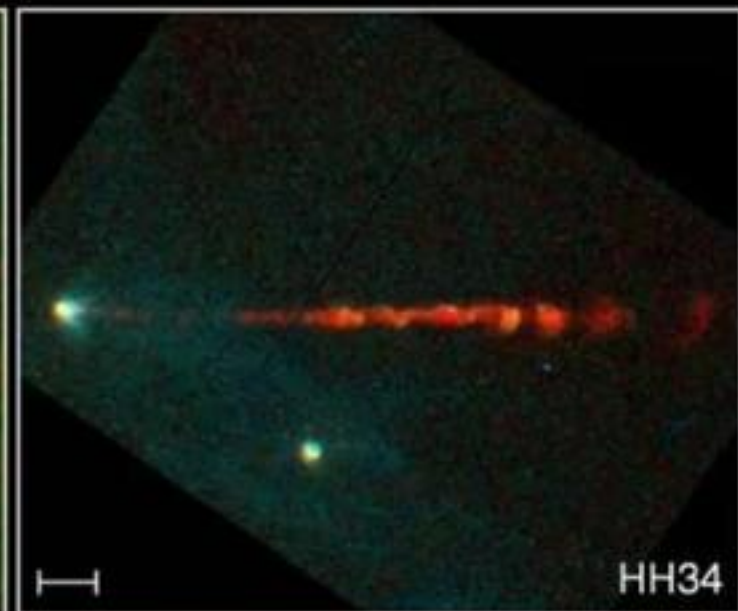
Oggetto di Herbig-Haro







HH30



HH34



HH47

Jets from Young Stars

PRC95-24a · ST ScI OPO · June 6, 1995

C. Burrows (ST ScI), J. Hester (AZ State U.), J. Morse (ST ScI), NASA

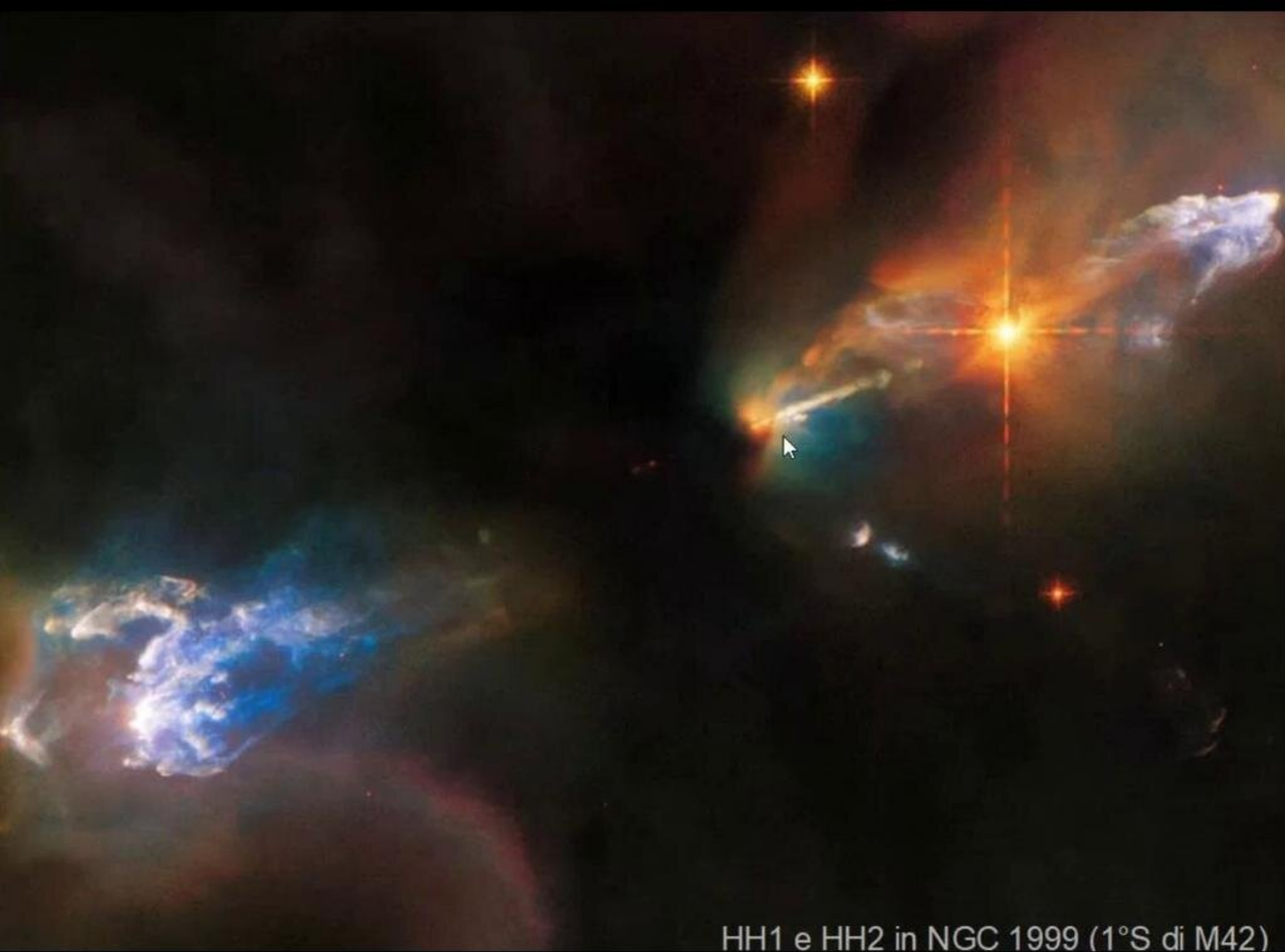
HST · WFPC2



HH 34 in Orione



HH 212 in Orione



HH1 e HH2 in NGC 1999 (1°S di M42)



HH 24 in Orione

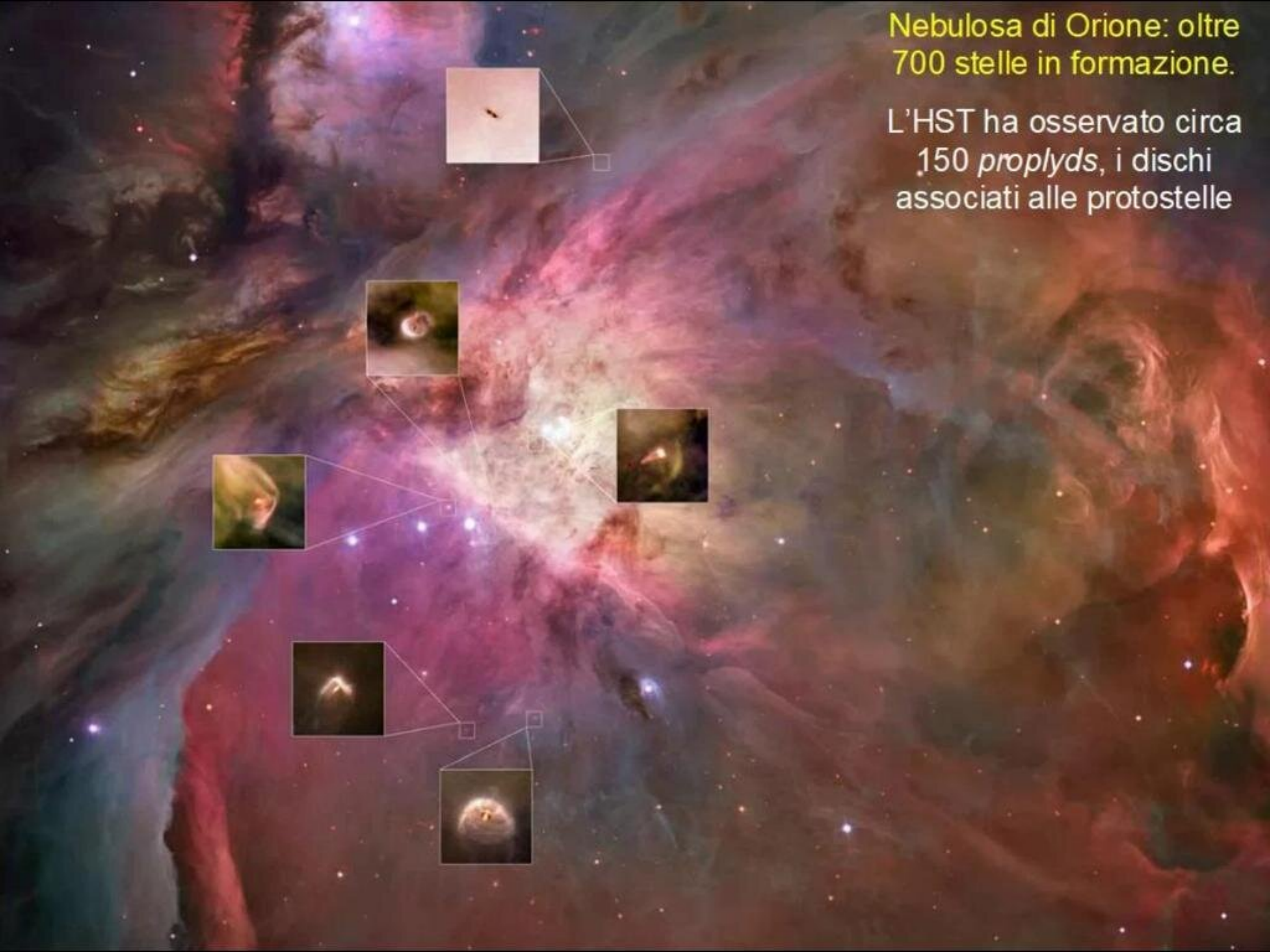




M78 in Orione

Nebulosa di Orione: oltre
700 stelle in formazione.

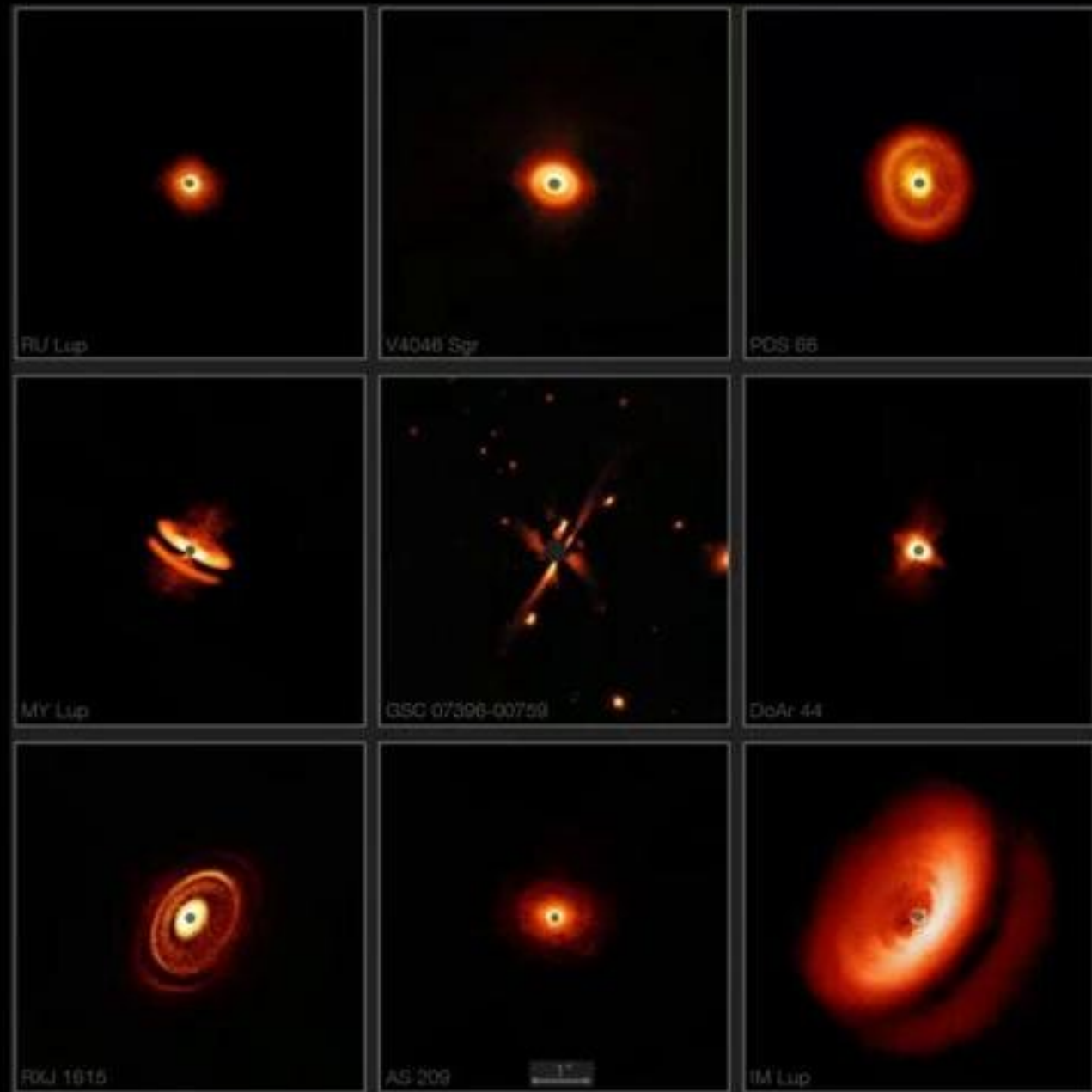
L'HST ha osservato circa
150 *proplyds*, i dischi
associati alle protostelle







Immagini di *proplyds*
ottenute con lo
strumento SPHERE
installato sul VLT
(Very Large
Telescope) dell'ESO -
aprile 2018





La Nebulosa Fantasma (VdB 141): una stella nascente





"Nebulosa infrarossa del Camaleonte", nebulosa a riflessione attorno a un disco circumstellare. A destra si nota un piccolo oggetto di Herbig-Haro (HH 909A)

Accademia delle Stelle

Corso di Astronomia



Lezione #6 - B

Classificazione ed evoluzione stellare



N90, star-forming region in the Small Magellanic Cloud (Hubble Space Telescope)

Quando la nebulosa è stata completamente dissolta o abbandonata, le stelle si mostrano in bellissimi gruppi chiamati **ammassi aperti**



M44, Ammasso del Presepe, nel Cancro





N90, star-forming region in the Small Magellanic Cloud (Hubble Space Telescope)







M46 e M47



M46 e M47



M46 e M47



M46 e M47



M46 e M47



M46 e M47



M46 e M47



M46 e M47



M46 e M47



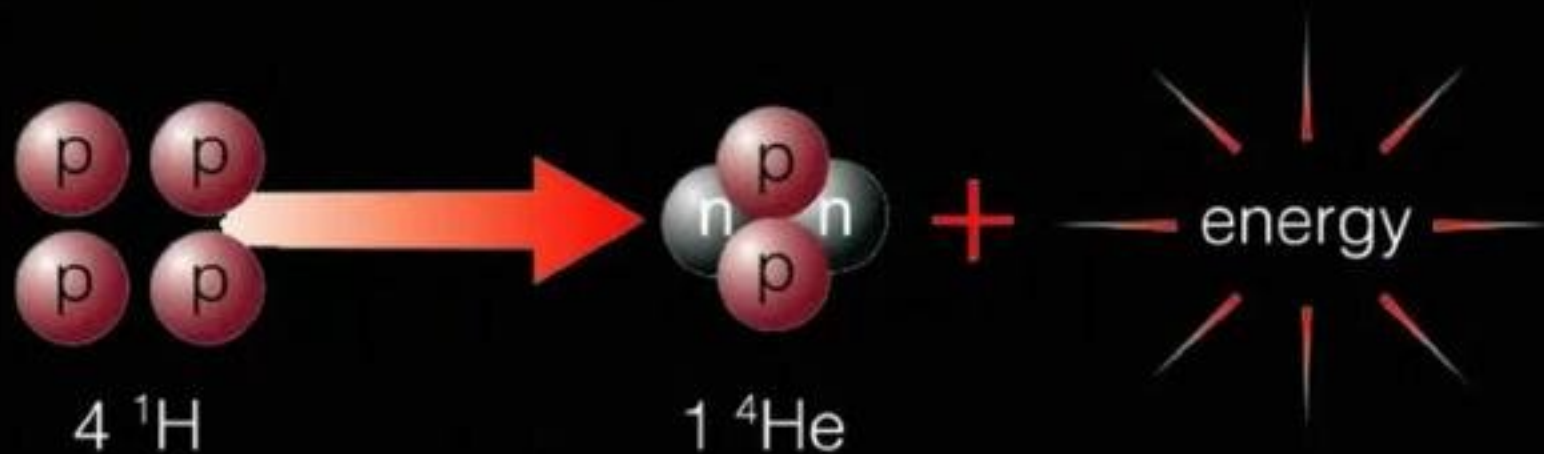
M46 e M47

Come fanno a brillare di luce propria?

M46 e M47

Nel nucleo delle stelle si innesca
una reazione nucleare di fusione:

L'idrogeno si trasforma in elio



(come nelle bombe H...)

Come fanno a brillare di luce propria?

M46 e M47

Come fanno a brillare di luce propria?

M46 e M47

Come fanno a brillare di luce propria?

M46 e M47

Come fanno a brillare di luce propria?

M46 e M47

Come fanno a brillare di luce propria?

M46 e M47

Come fanno a brillare di luce propria?

M46 e M47

Come fanno a brillare di luce propria?

M46 e M47

Come fanno a brillare di luce propria?

M46 e M47

Come fanno a brillare di luce propria?

M46 e M47

Nel nucleo della stella si accendono le reazioni di fusione nucleare

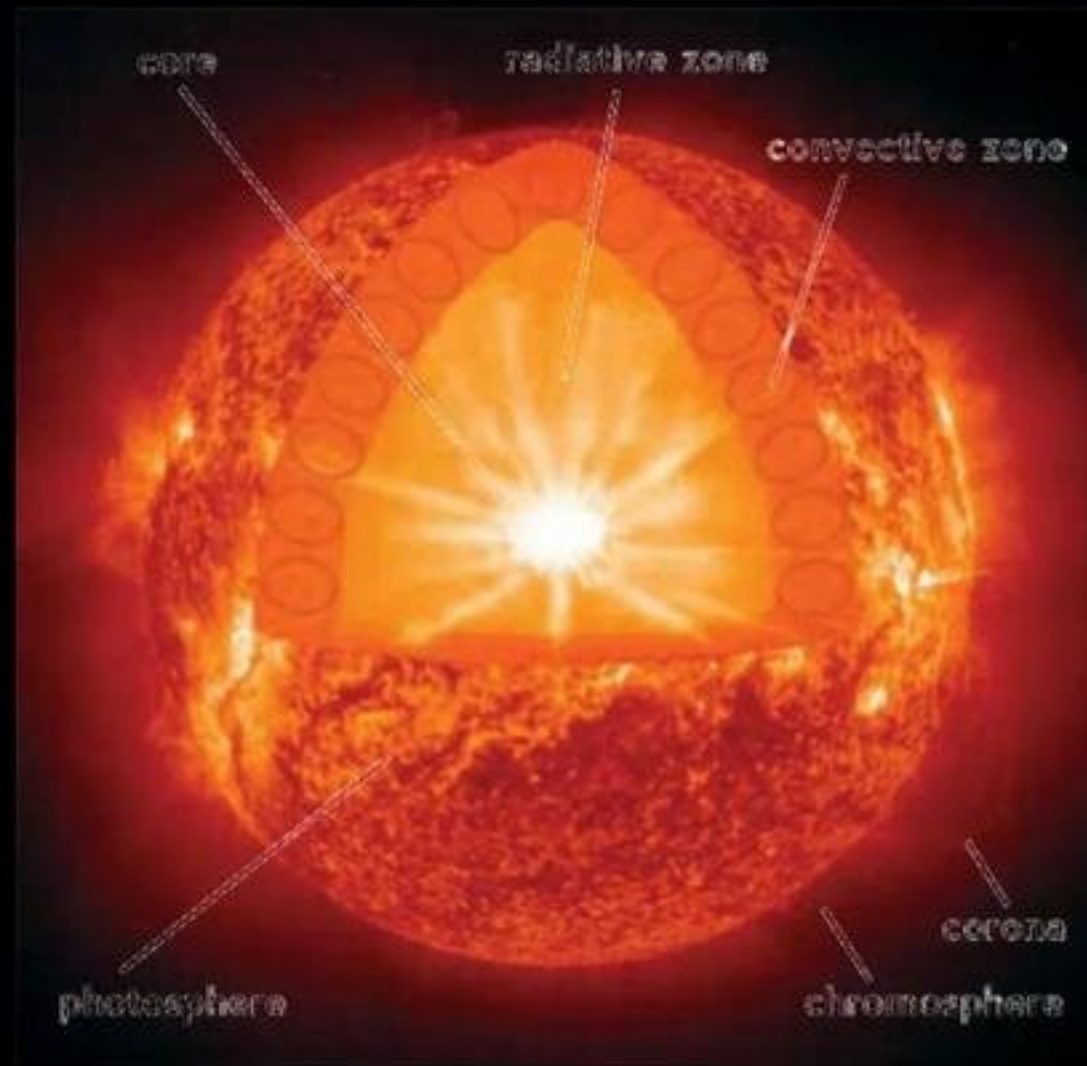
$$\text{Massa} (\text{He}) < \text{Massa} (\text{H} + \text{H} + \text{H} + \text{H})$$

- 4 nuclei di idrogeno si fondono in un nucleo di elio
- La differenza di massa è di circa 26,7 MeV (circa il 2,7% della massa di un protone) che si trasforma in energia

$$E = mc^2$$

- ogni secondo nel sole 600 milioni di tonnellate di idrogeno vengono trasformate in 596 milioni di tonnellate di Elio.
- La differenza viene trasformata in energia
- Si tratta di $3,8 \times 10^{26}$ W!

Il peso della stella è sostenuto da un gradiente di pressione causato dall'energia prodotta dal suo nucleo



Quando nascono, le stelle non sono tutte uguali!



Le stelle grandi hanno bisogno di bruciare molto più carburante di quelle piccole, e sono quindi più calde e luminose

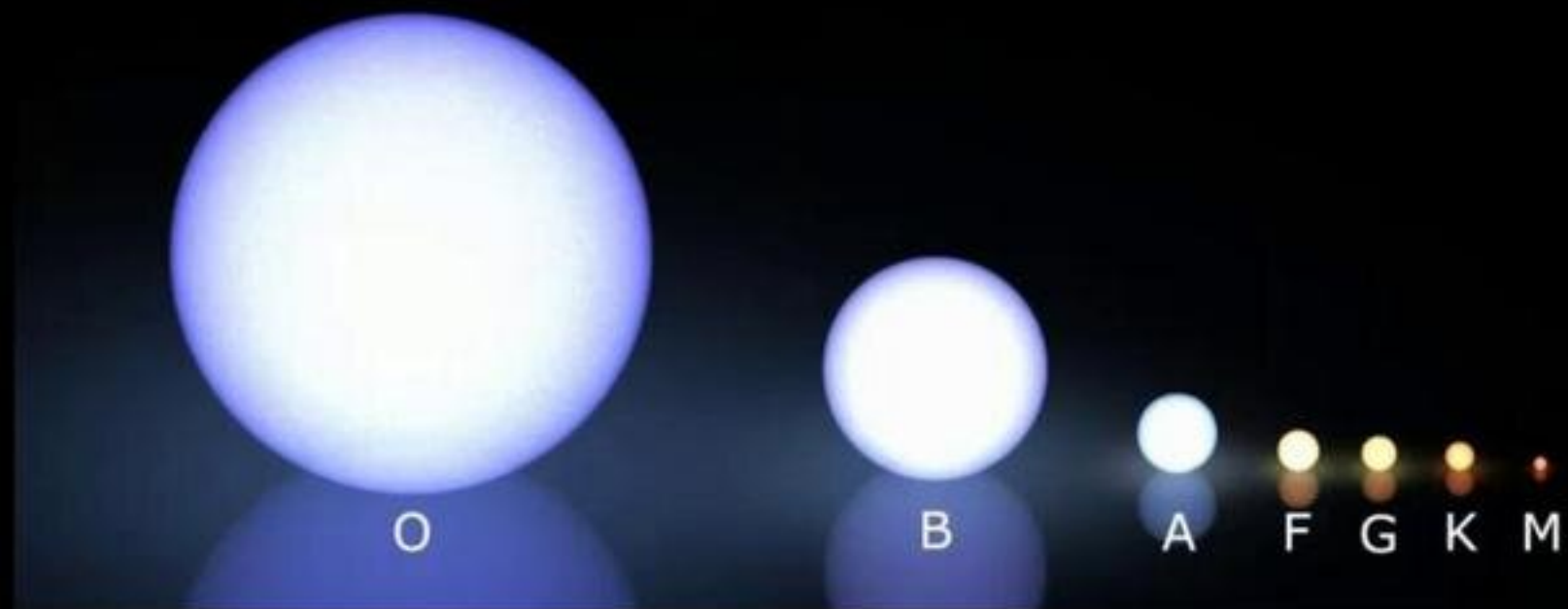


Le stelle si presentano in grande varietà...

A seconda della massa con cui nascono, possono essere debolissime e fredde o gigantesche e caldissime...

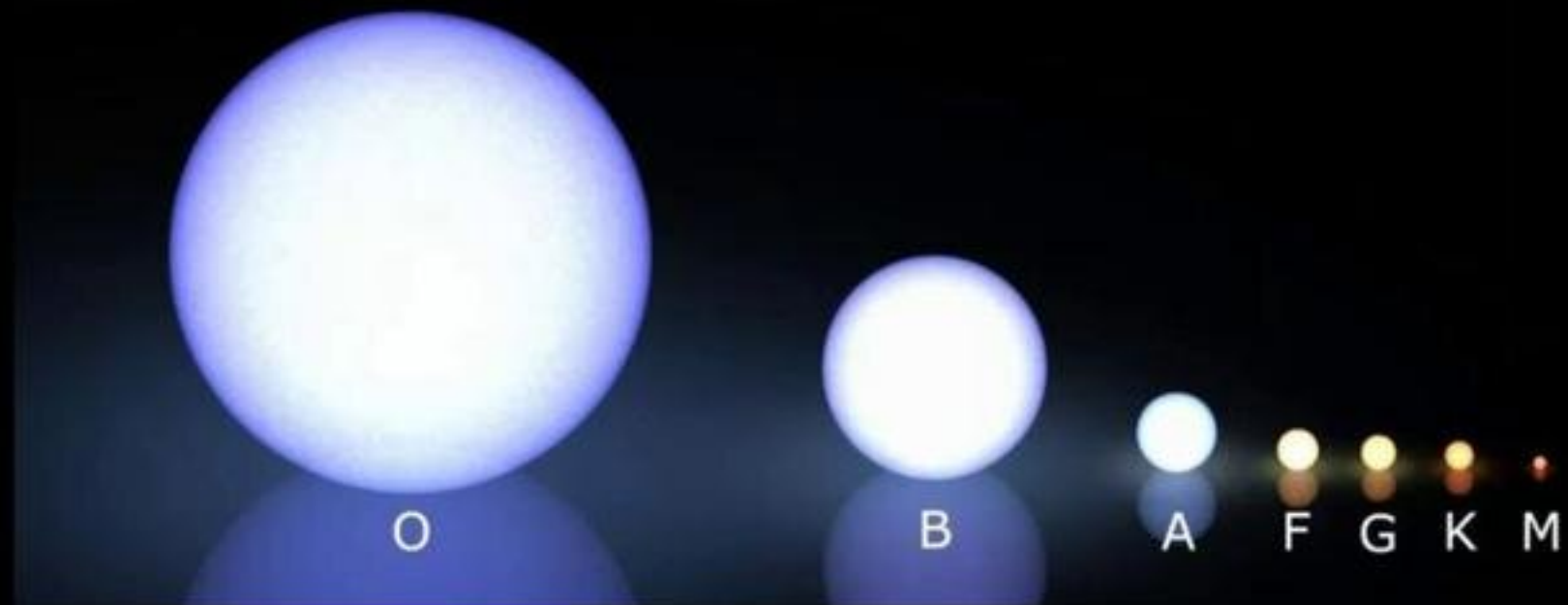


In base a tali differenze, le stelle si possono classificare!



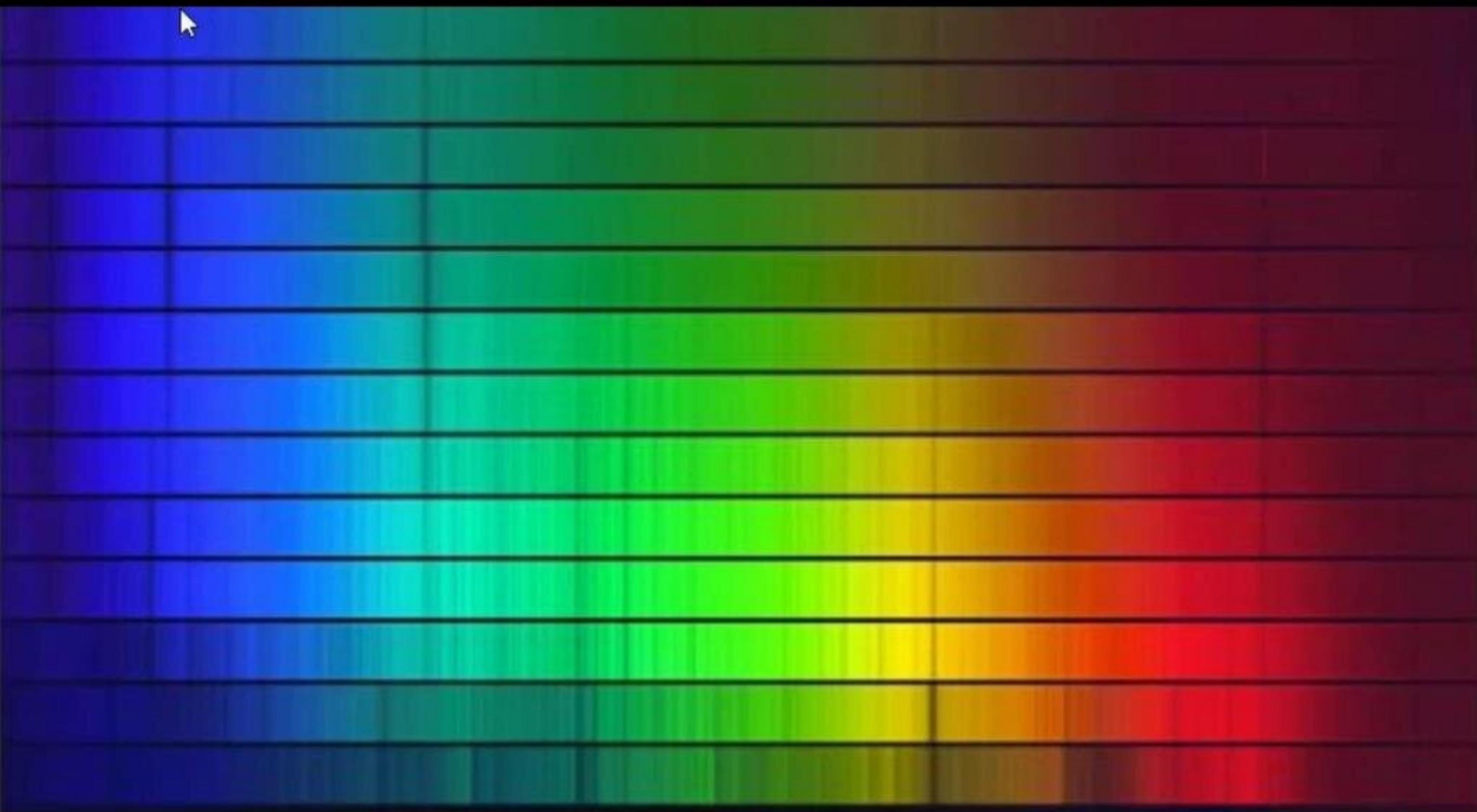
La classificazione stellare

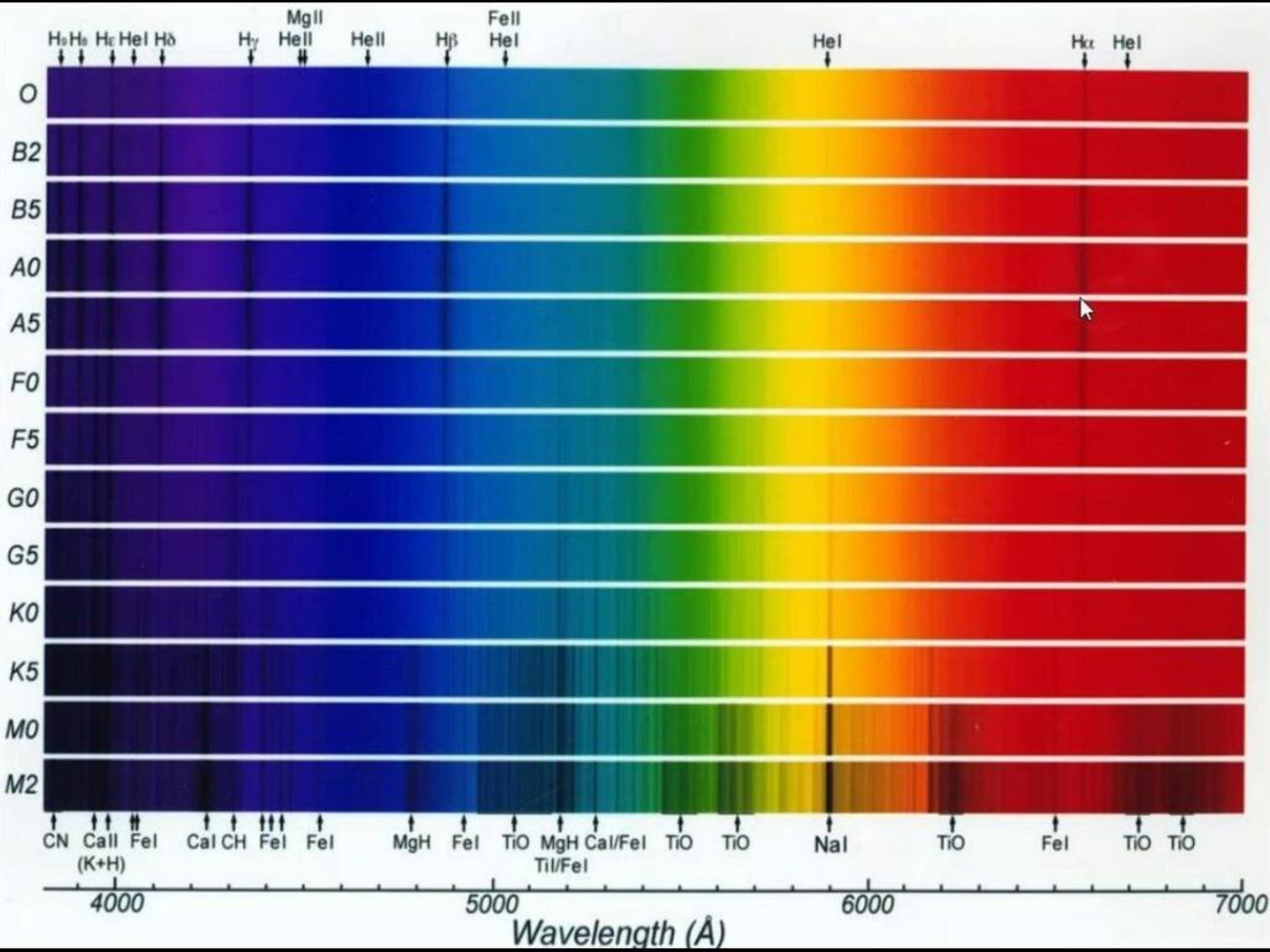
Classe spettrale:	O	B	A	F	G	K	M
Temperatura:	40 000K	20 000K	8500K	6500K	5700K	4500K	3200K
Raggio (Sole=1):	10	5	1.7	1.3	1.0	0.8	0.3
Massa (Sole=1):	50	10	2.0	1.5	1.0	0.7	0.2
Luminosità (Sole=1):	100 000	1000	20	4	1.0	0.2	0.01
Durata (10^6 a):	10	100	1000	3000	10 000	50 000	200 000
Rappresentatività:	0.00001%	0.1%	0.7%	2%	3.5%	8%	80%





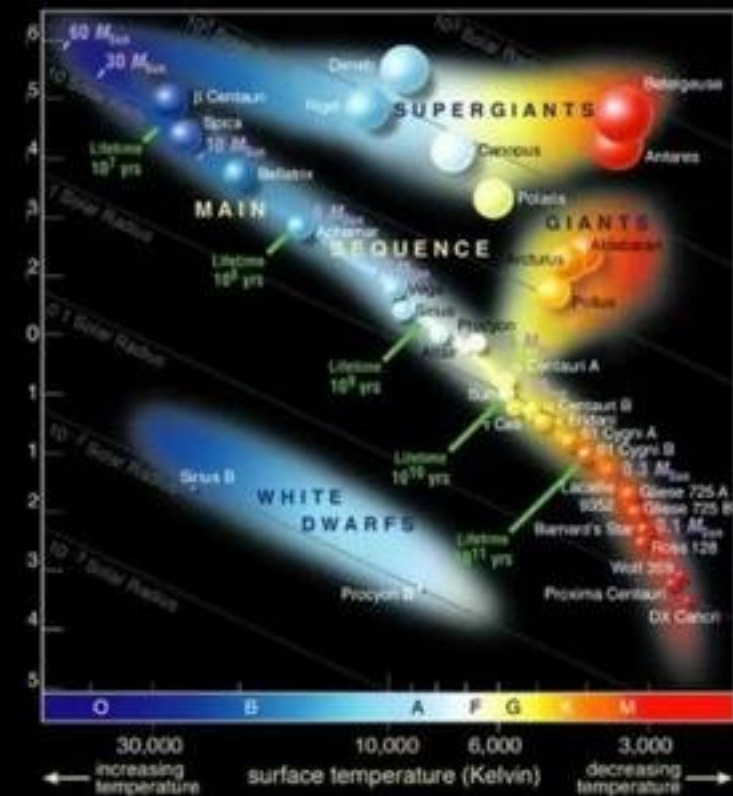
Classe Spettrale	Raggio	Massa	Luminosità	Temperatura	Esempi
	$R/R_{\odot}$	$M/M_{\odot}$	$L/L_{\odot}$	K	
O5	18	40	500.000	38.000	Zeta Puppis
B0	7,4	18	20.000	30.000	Phi1 Orionis
B5	3,8	6,5	800	16.400	Pi Andromedae A
A0	2,5	3,2	80	10.800	Alpha Coronae Borealis A
A5	1,7	2,1	20	8.620	Beta Pictoris
F0	1,4	1,7	6	7.240	Gamma Virginis
F5	1,2	1,29	2,5	6.540	Eta Arietis
G0	1,05	1,10	1,26	6.000	Beta Comae Berenices
G2	1,00	1,00	1,00	5.920	Sole
G5	0,93	0,93	0,79	5.610	Alpha Mensae
K0	0,85	0,78	0,40	5.150	70 Ophiuchi A
K5	0,74	0,69	0,16	4.640	61 Cygni A
M0	0,63	0,47	0,063	3.920	Gliese 185
M5	0,32	0,21	0,0079	3.120	EZ Aquarii A
M8	0,13	0,10	0,0008	2.600	Stella di Van Biesbroeck (Gliese 752, nell'Aquila)

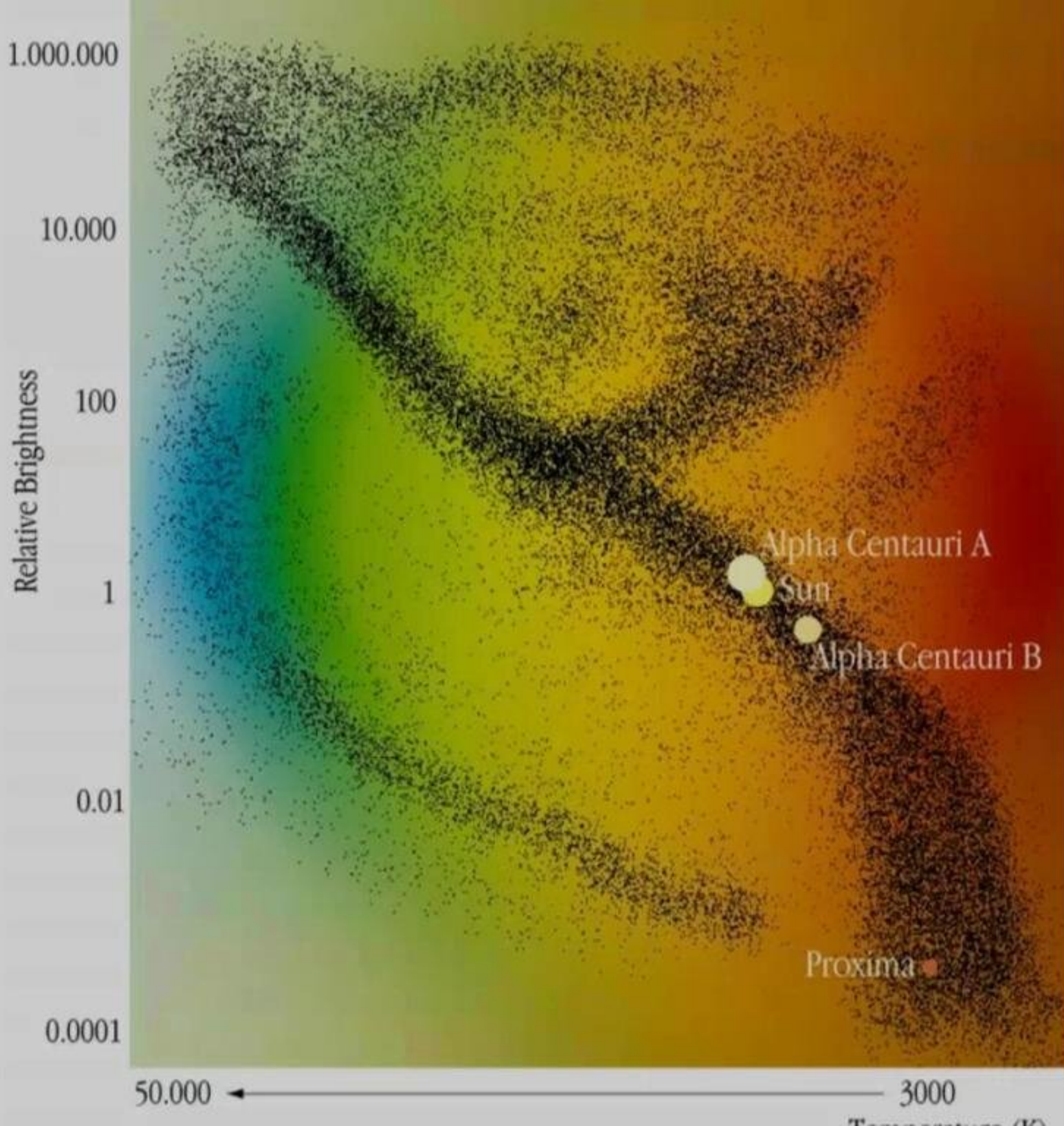


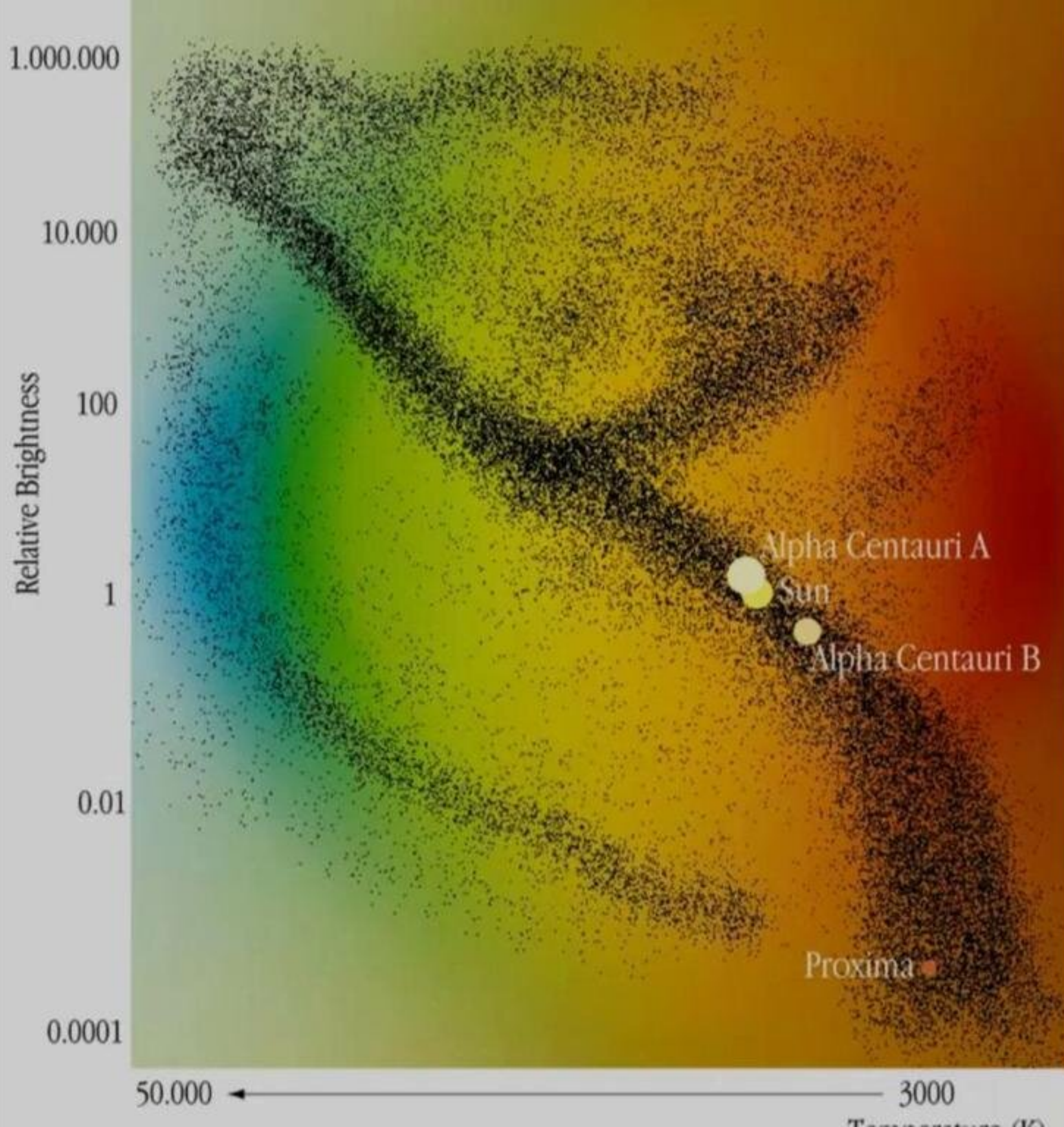


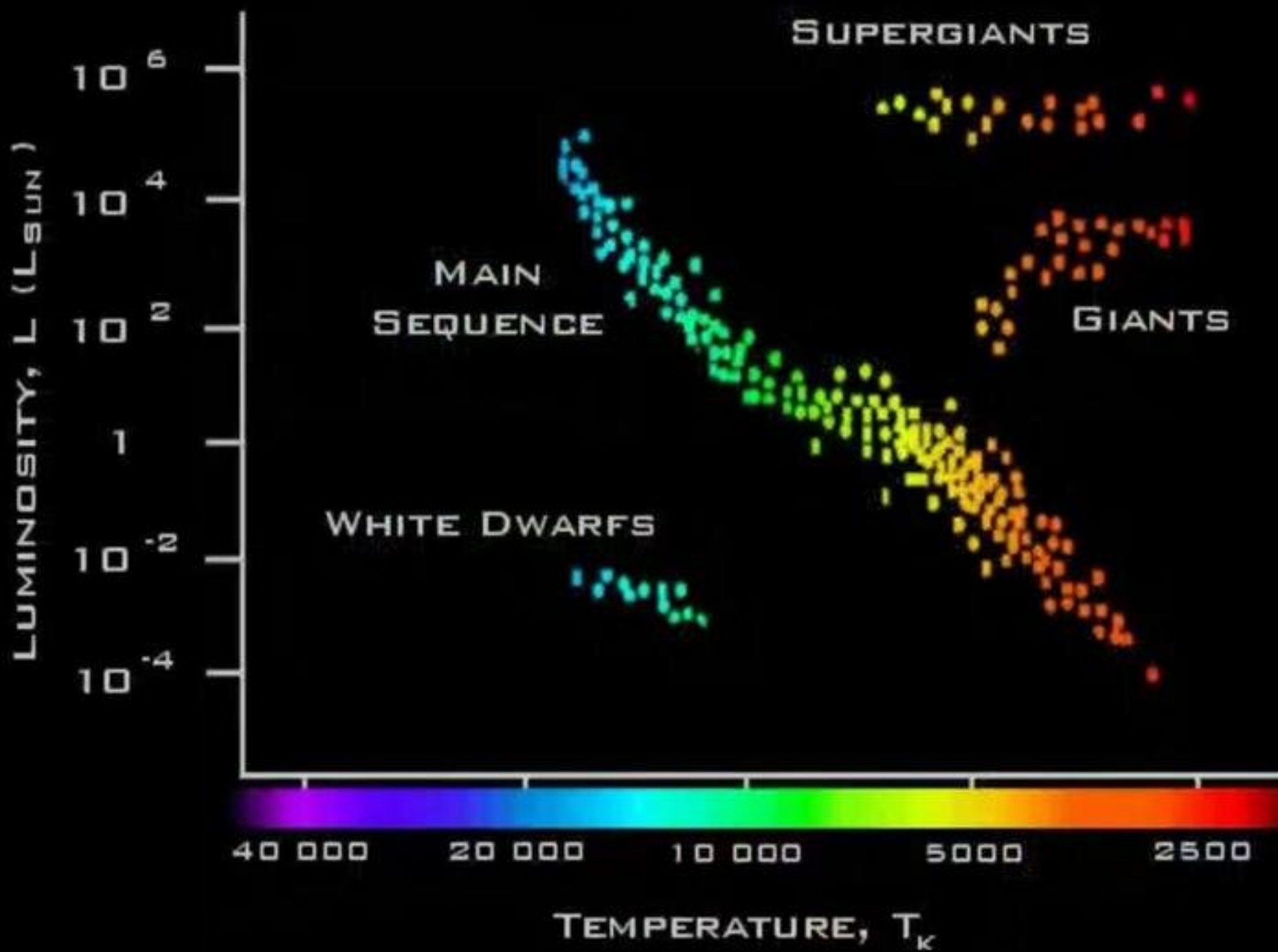
Dato che le stelle rosse sono deboli
e quelle blu molto luminose...

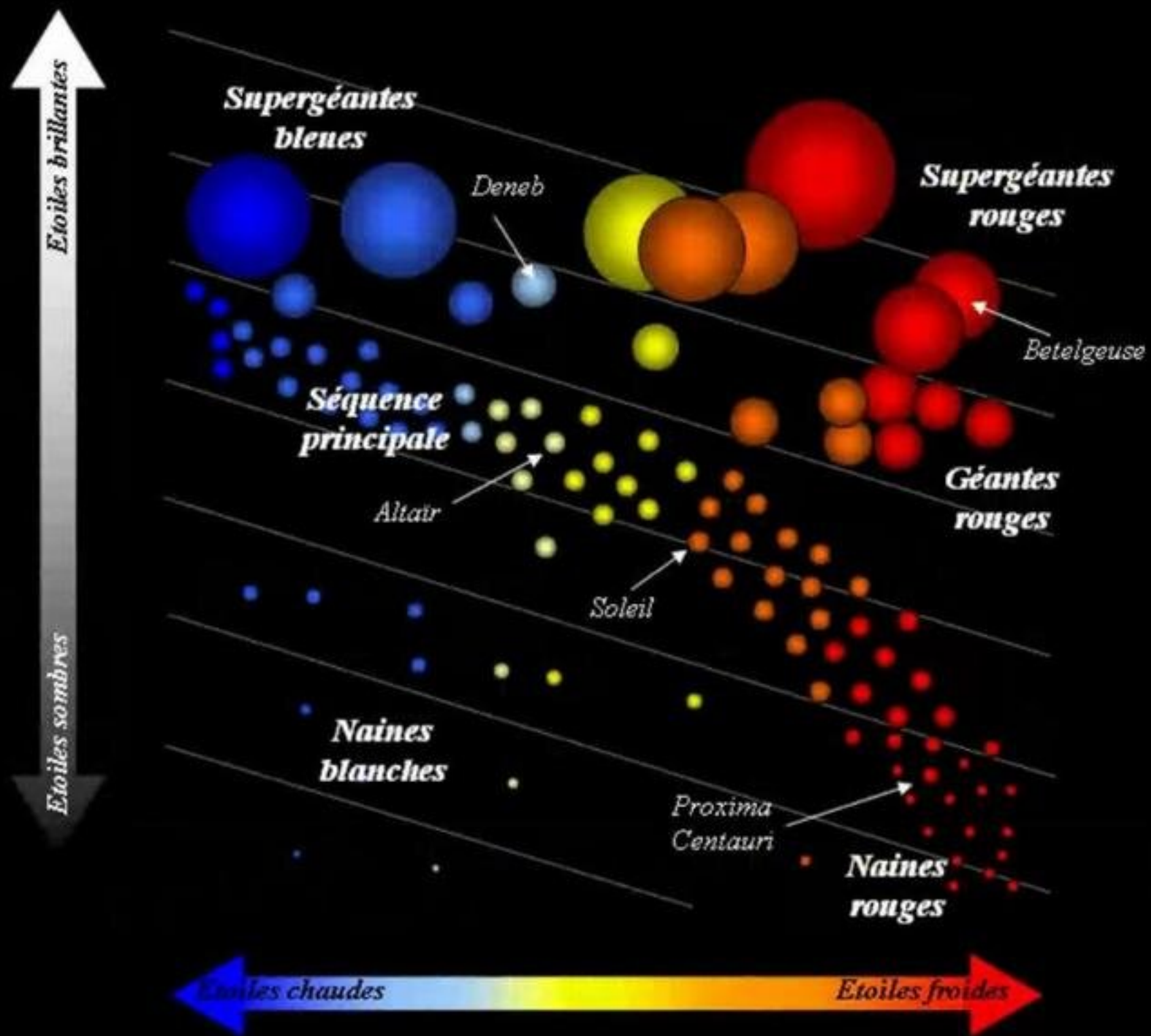
...Perché non mettere le stelle in
un grafico colore vs luminosità?







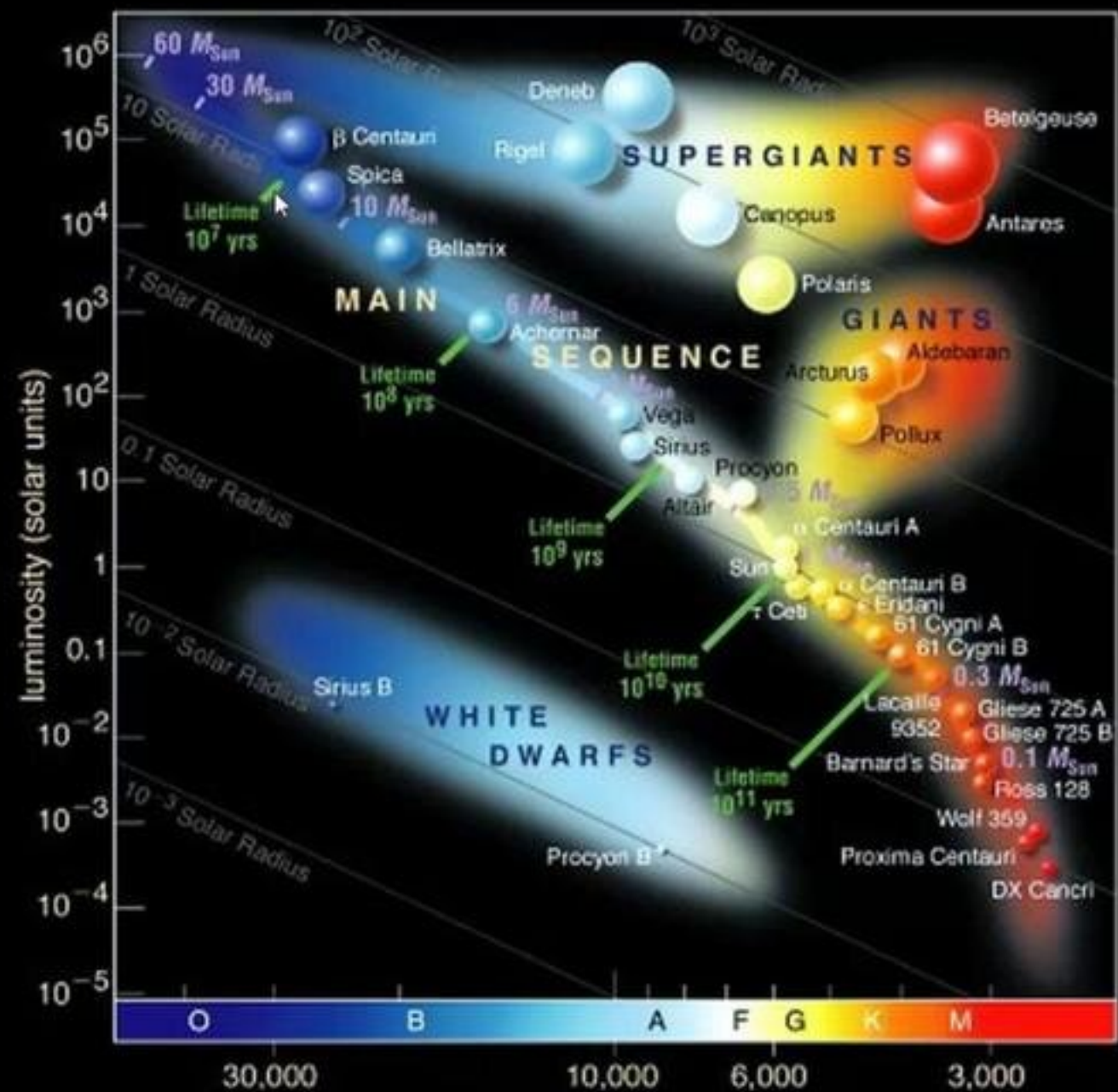




Il diagramma H-R (o colore-magnitudine)

- Attorno al 1910 gli astronomi Hertzsprung e Russell ebbero l'idea di fare un grafico colore vs luminosità. Notarono che le stelle si raggruppano in alcune zone.
- Tra queste la *Sequenza Principale*
- Il Diagramma H-R è un potentissimo strumento dell'astrofisica stellare.





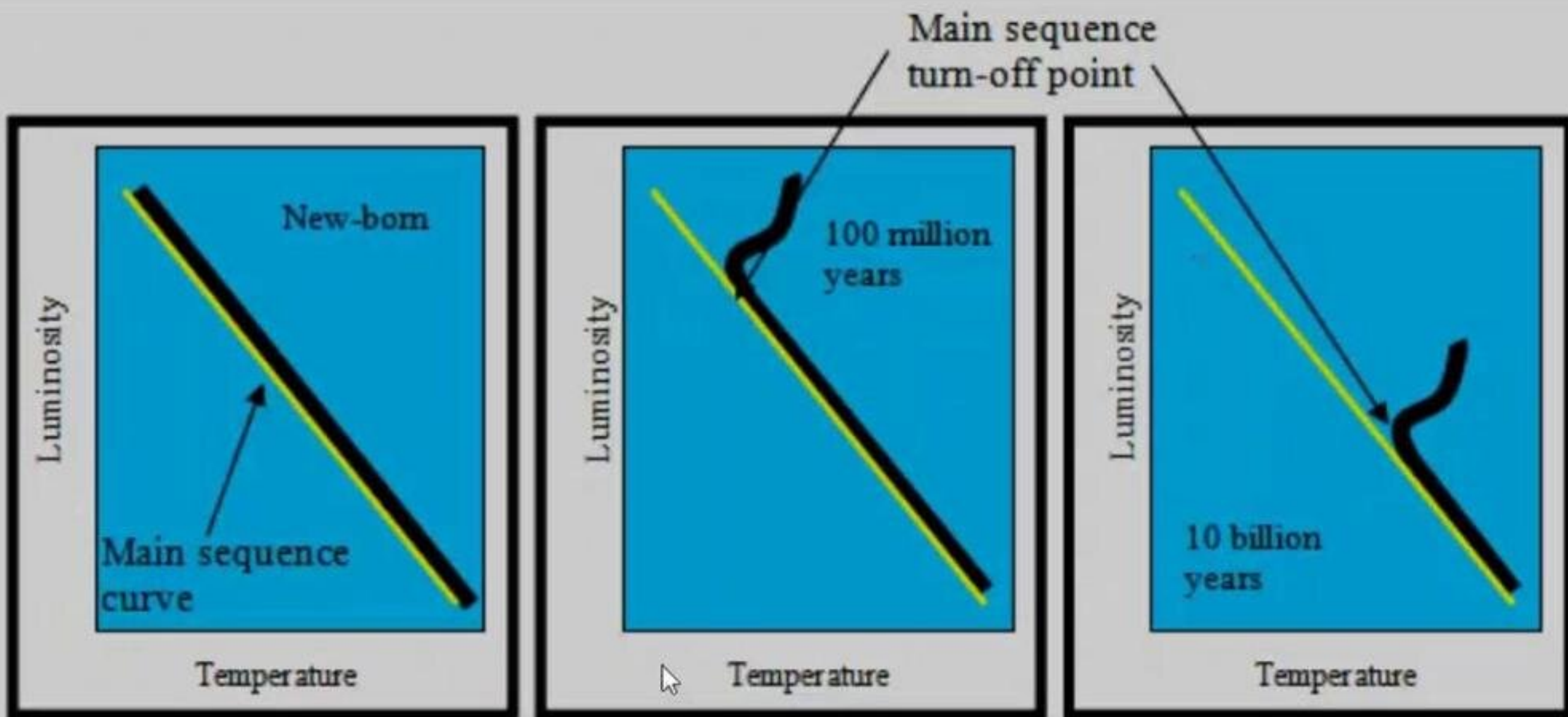
L'utilità del diagramma HR

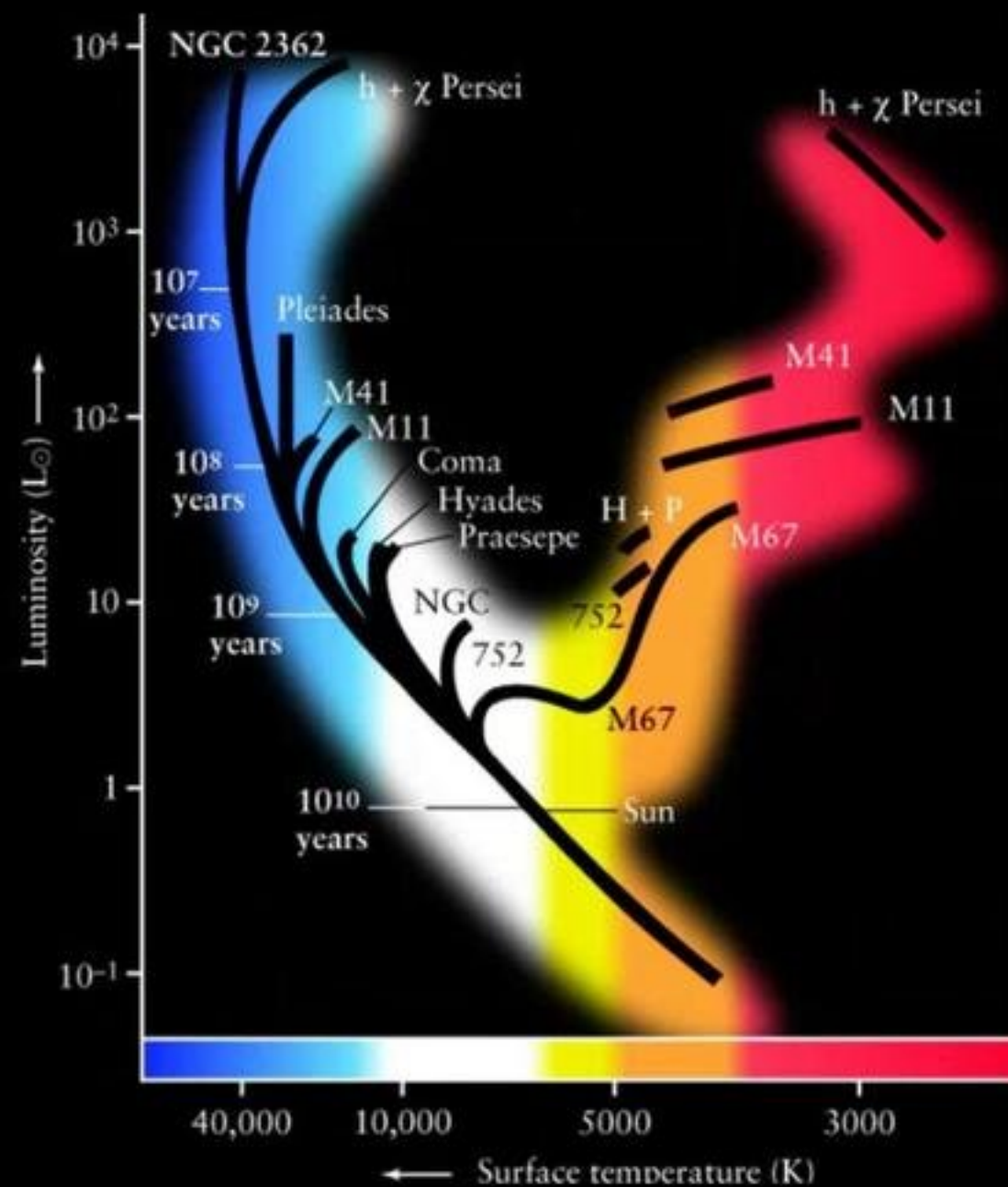
- Si possono determinare molti parametri di una stella una volta che la si mette sul diagramma:
- Colore e luminosità (sono determinate da principio)
- Temperatura (dipende dal colore)
- Raggio (dipende da colore e luminosità)
- Massa (dipende dalla luminosità)
- Età (dipende dalla massa)
- Dato lo spettro si ricava la luminosità assoluta e quindi la distanza
- E tanto altro ancora...

Gli ammassi stellari sono ciò che resta del collasso gravitazionale di una nube interstellare. Tutte le stelle sono nate assieme.

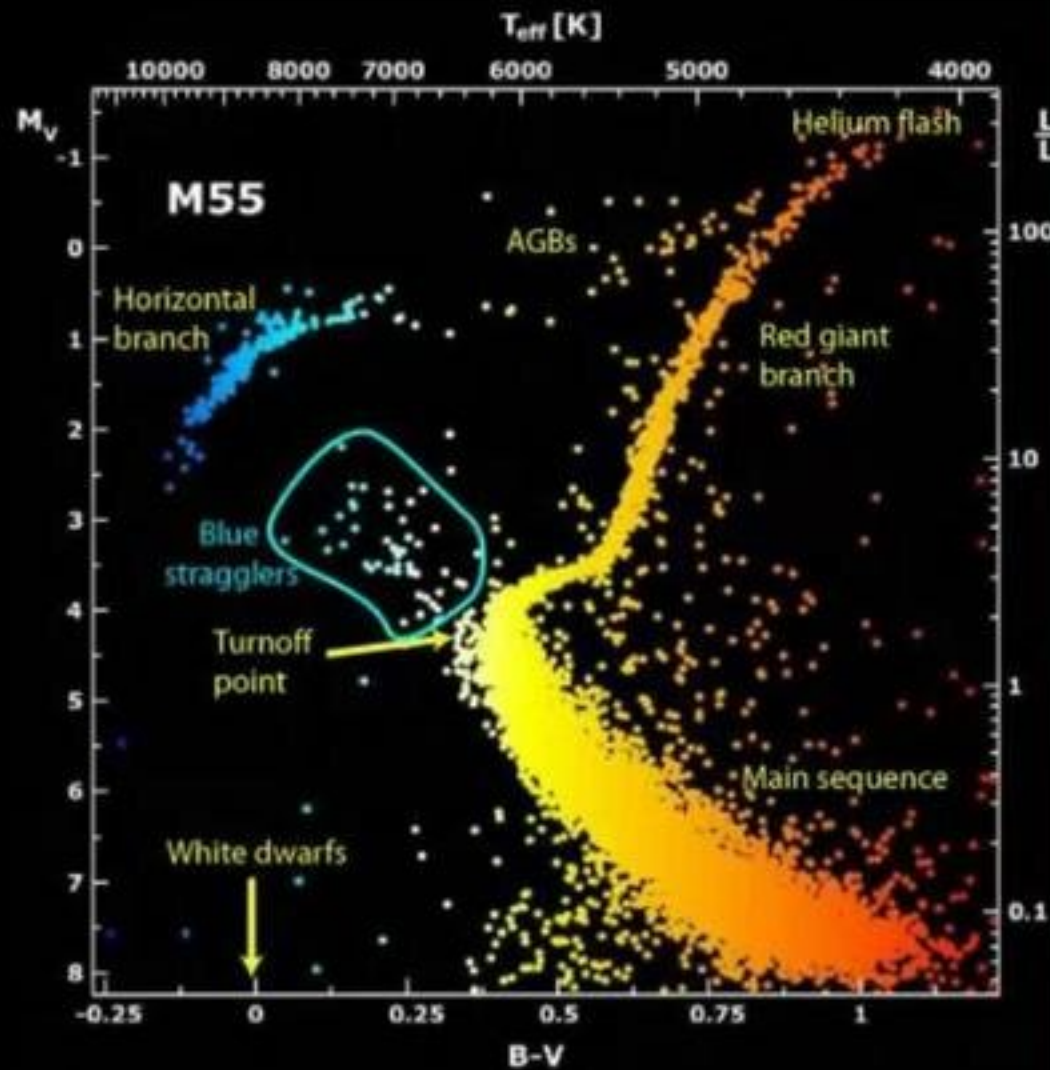
Il diagramma HR permette di stabilire l'età degli ammassi aperti!



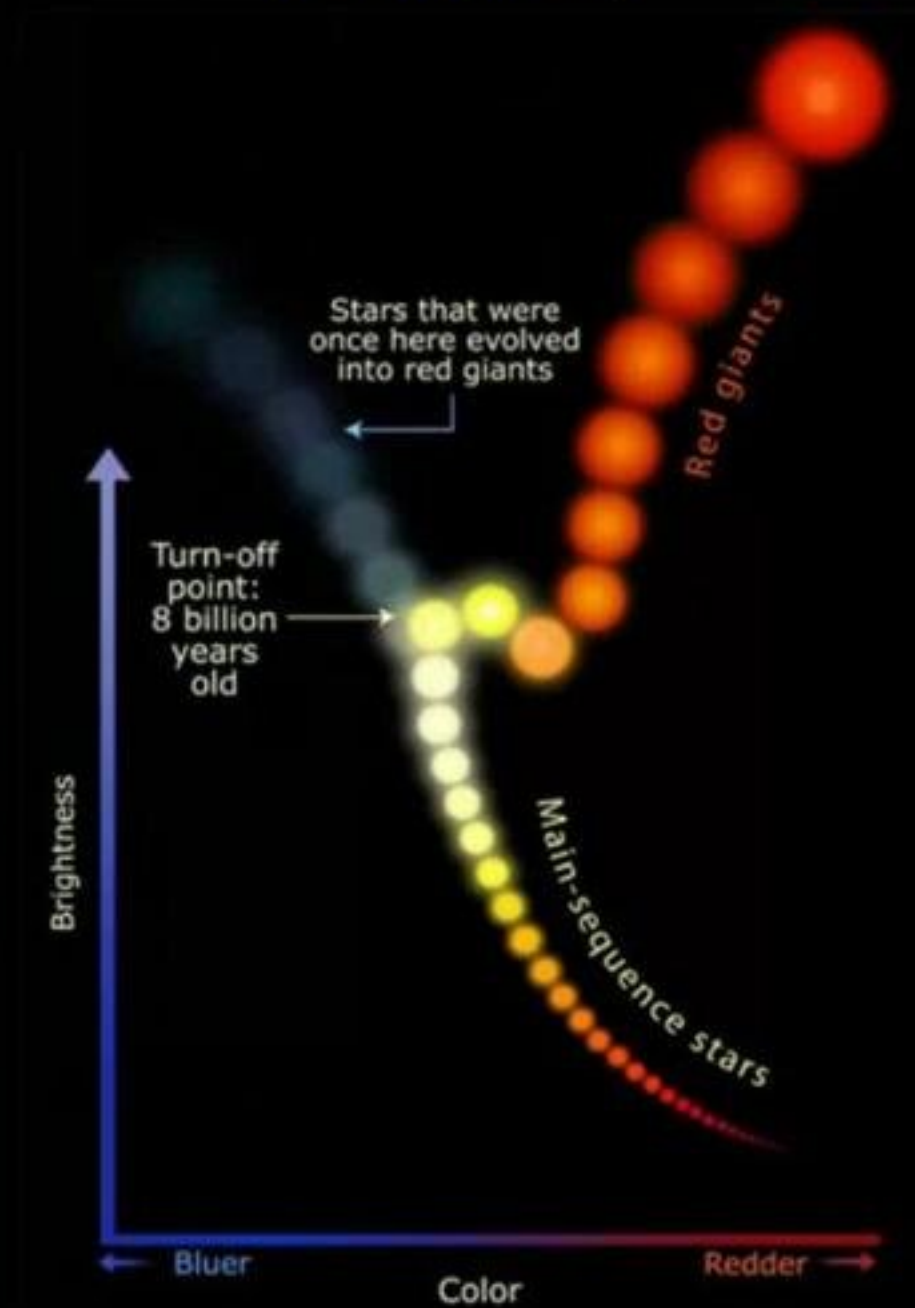




M55, un *ammasso globulare*, di 12,3 miliardi di anni



NGC 6791 nella Lira, uno degli ammassi aperti più antichi che si conoscano (8 miliardi di anni)



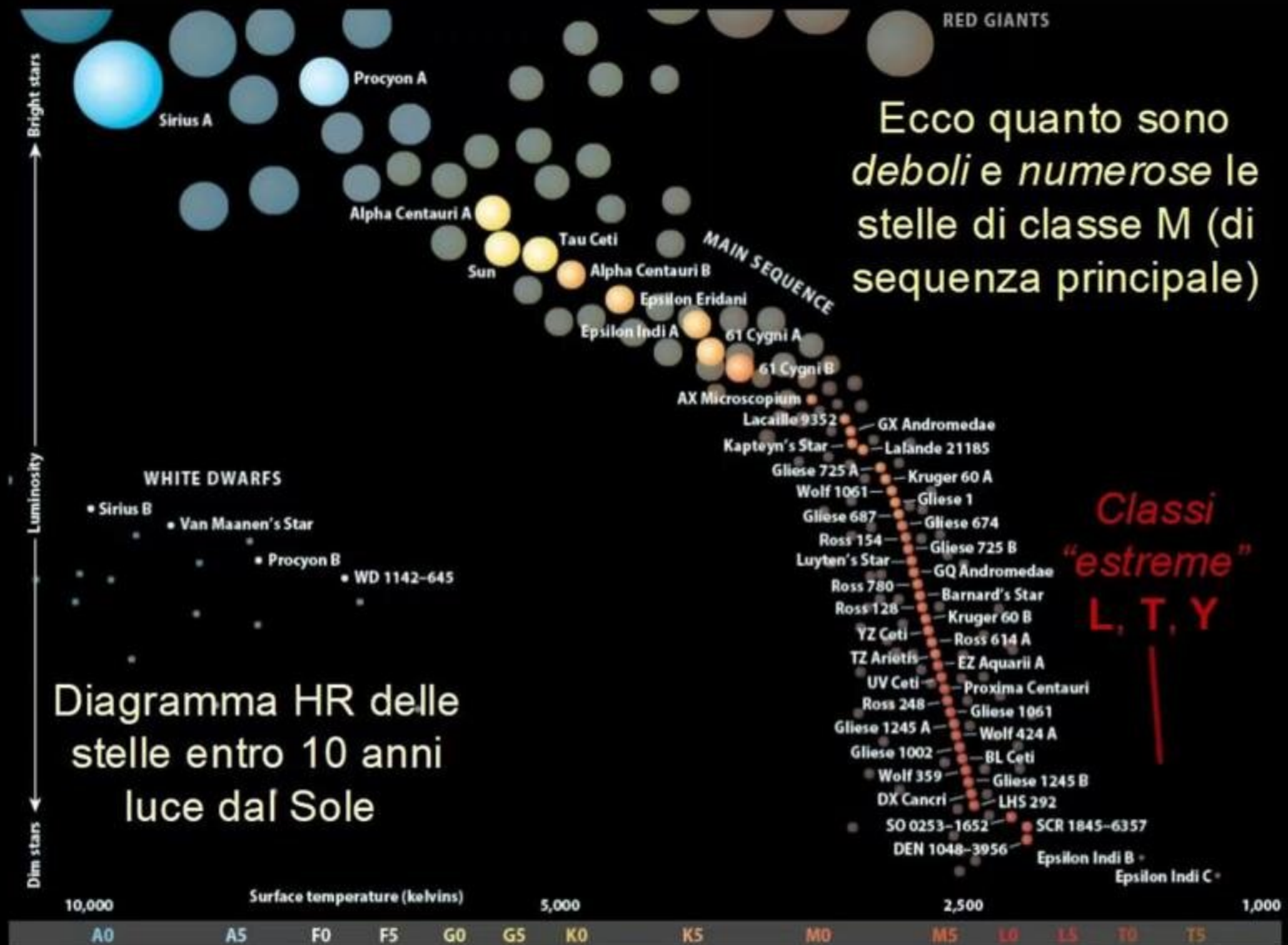
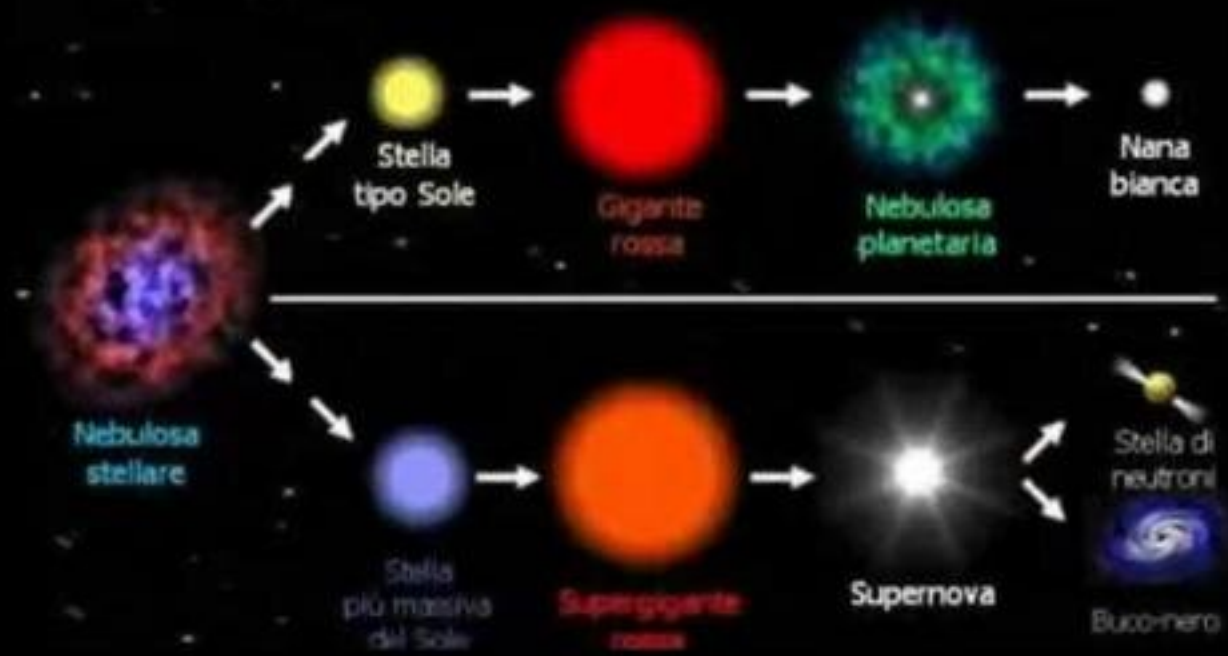


Diagramma HR delle
stelle entro 10 anni
luce dal Sole

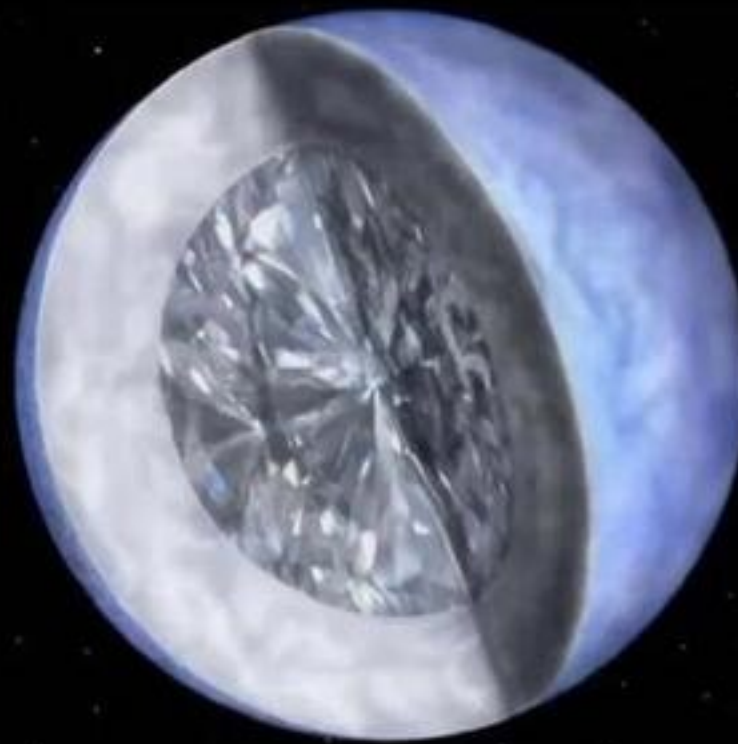
Ecco quanto sono
deboli e numerose le
stelle di classe M (di
sequenza principale)

L'evoluzione post sequenza principale delle stelle

- Quando l'idrogeno nel nucleo delle stelle finisce, esse escono dalla sequenza principale
- La loro sorte dipende dalla loro massa...



Struttura delle nane bianche



- Le nane bianche meno massicce sono composte da He e circondate da una tenue atmosfera di H quasi puro.
- Quelle di taglia solare hanno un nucleo costituito da C e O
- Le (rare) nane bianche più pesanti possiedono un nucleo di Ne-Mg, con una percentuale di O, circondato da un mantello ricco di C e O.
- La tenue atmosfera delle nane bianche più pesanti è composta da uno strato di elio sovrastato da un involucro di H





Diapositive



Normale Struttura Note Stampati Ordine diapositive

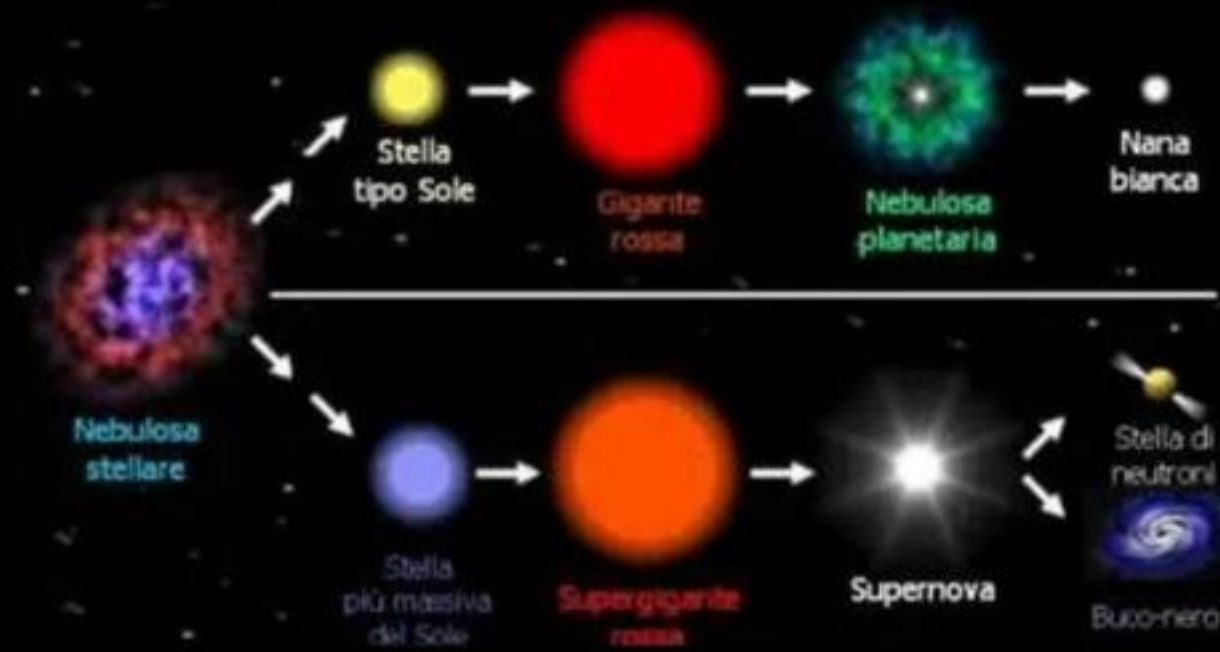


Proprietà



L'evoluzione post sequenza principale delle stelle

- Quando l'idrogeno nel nucleo delle stelle finisce, esse escono dalla sequenza principale
- La loro sorte dipende dalla loro massa...

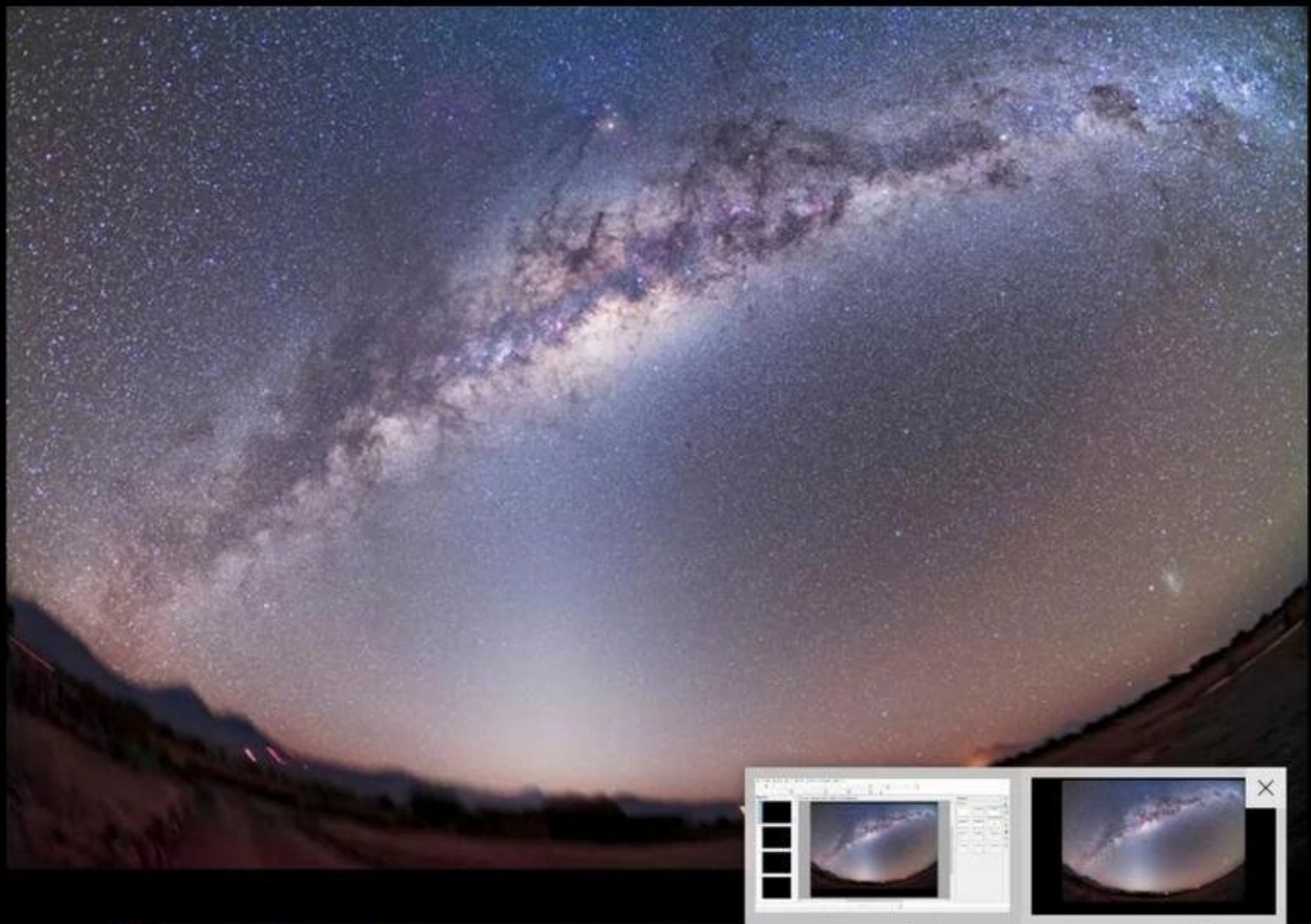




Proprietà

Layout

I





Normale Struttura Note Stampati Ordine diapositive

4Diapositiva

25 

26 

27 

28 

29 

30 

31 

32 

33 

34 

35 

36 

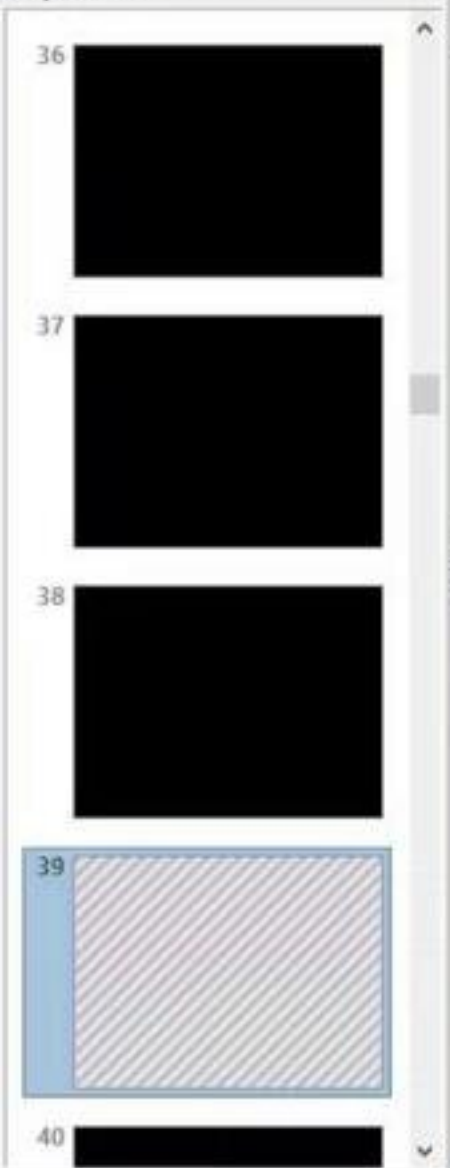
Proprietà

Layout





Diapositive



Normale Struttura Note Stampati Ordine diapositive



Proprietà





L'esito è il collasso della stella e l'esplosione come
supernova



Una supernova è decine di miliardi di volte più luminosa del Sole

L'esito è il collasso della stella e l'esplosione come
supernova



Una supernova è decine di miliardi di volte più luminosa del Sole

L'esito è il collasso della stella e l'esplosione come
supernova



Una supernova è decine di miliardi di volte più luminosa del Sole

L'esito è il collasso della stella e l'esplosione come
supernova



Una supernova è decine di miliardi di volte più luminosa del Sole