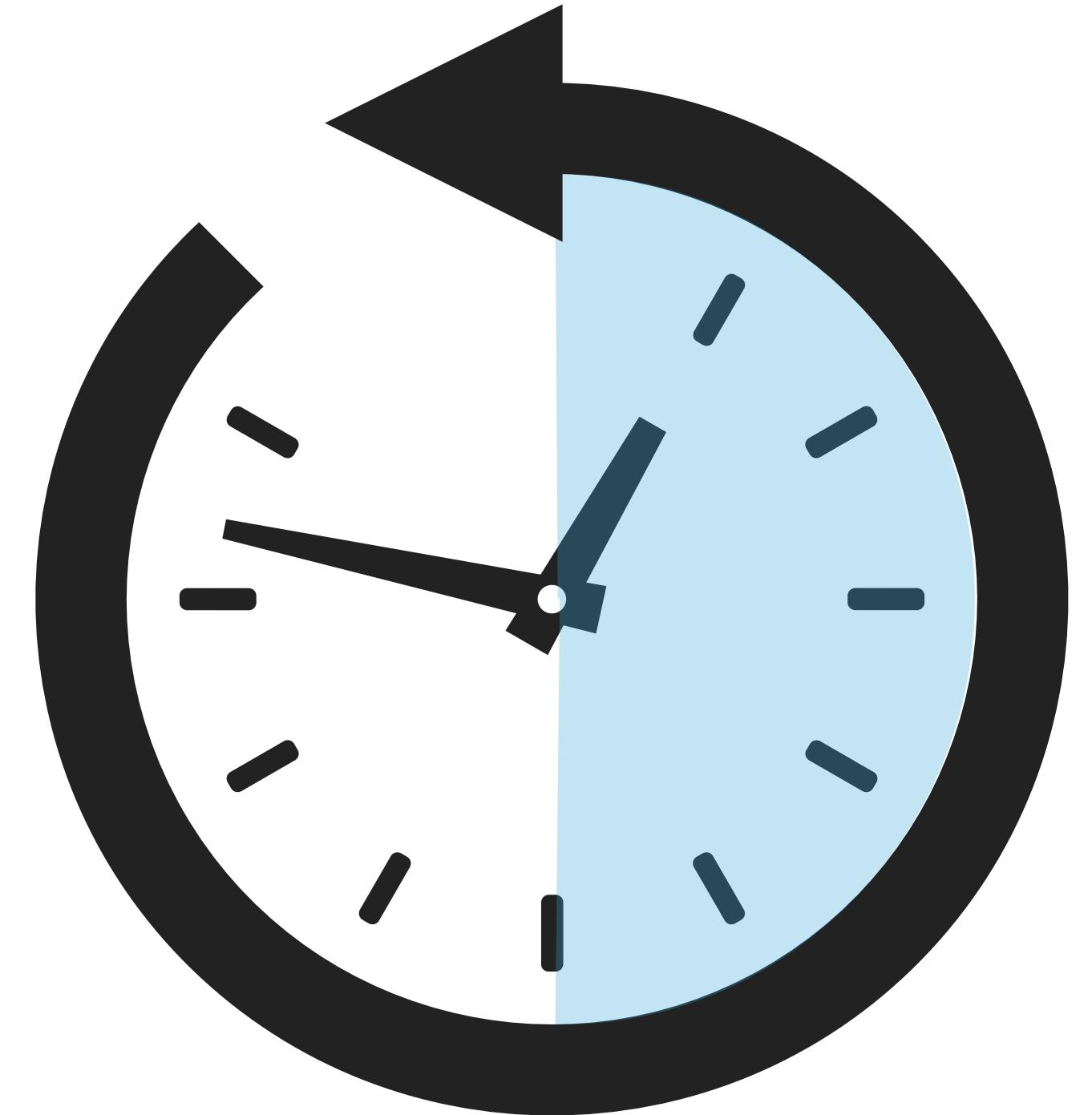


# AGUJEROS NEGROS & MAQUINAS DEL TIEMPO



---

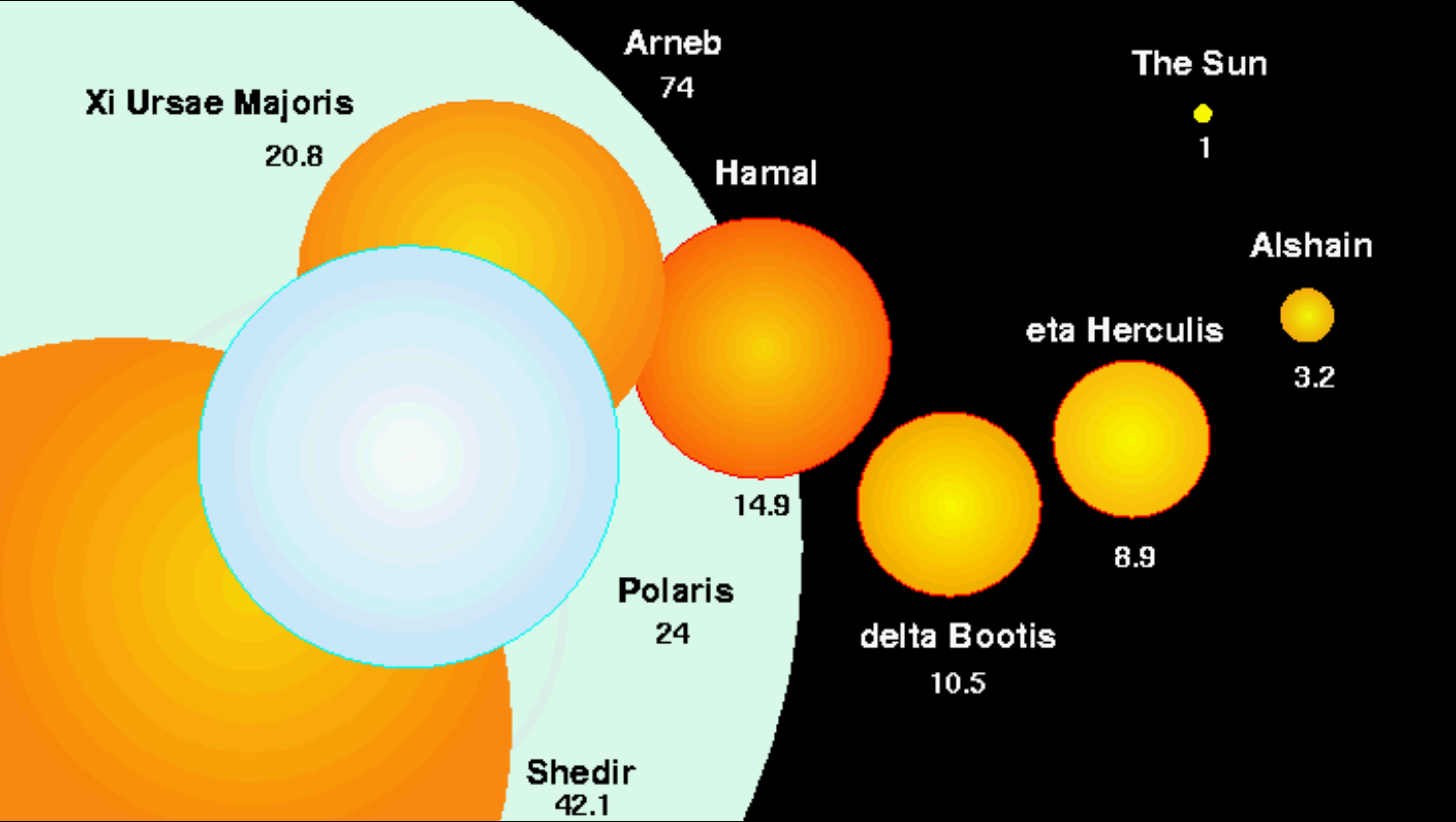
A09. LA VIDA Y LA MUERTE DE LAS ESTRELLAS



---

# ESTRELLAS

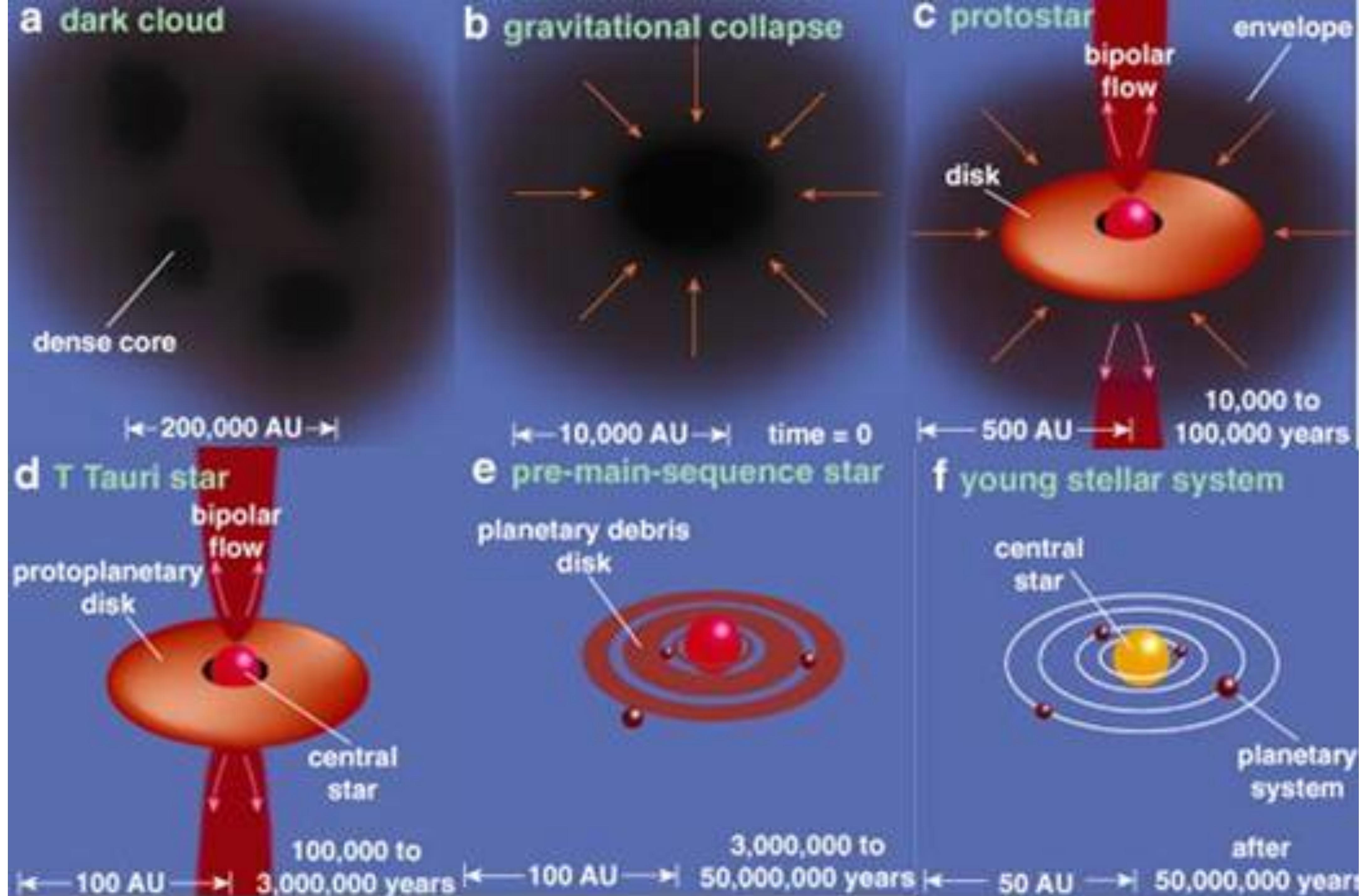


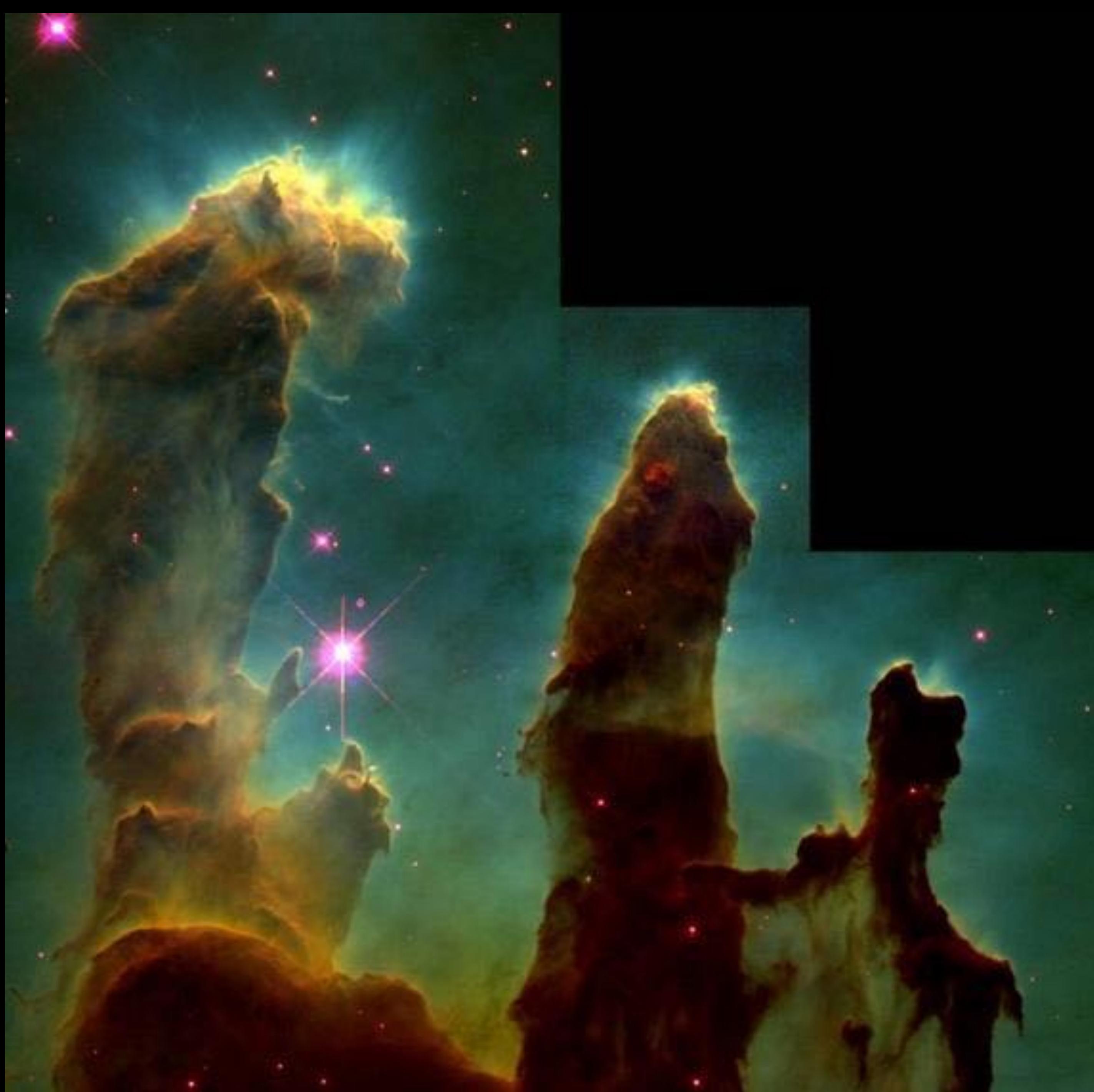




---

# EL NACIMIENTO DE UNA ESTRELLA



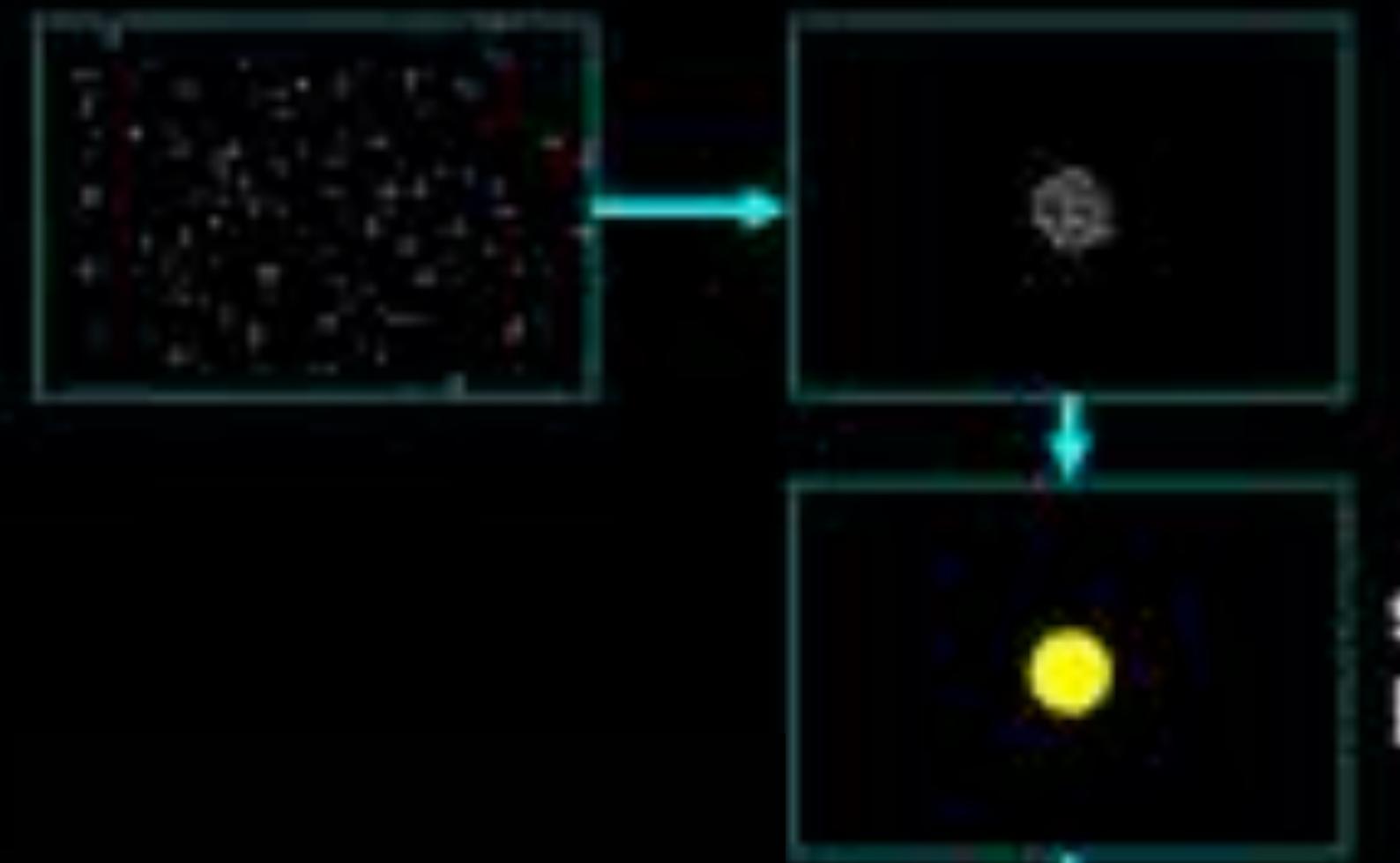


Nubes densas en M16



Región de formación de estrellas en la Gran nube de Magallanes

Nube de  
Polvo y Gas



La gravedad une  
estas partículas

Estrella estable en la  
secuencia principal

Parte central del cúmulo RCW 38,  
alrededor de las estrellas jóvenes  
IRS2



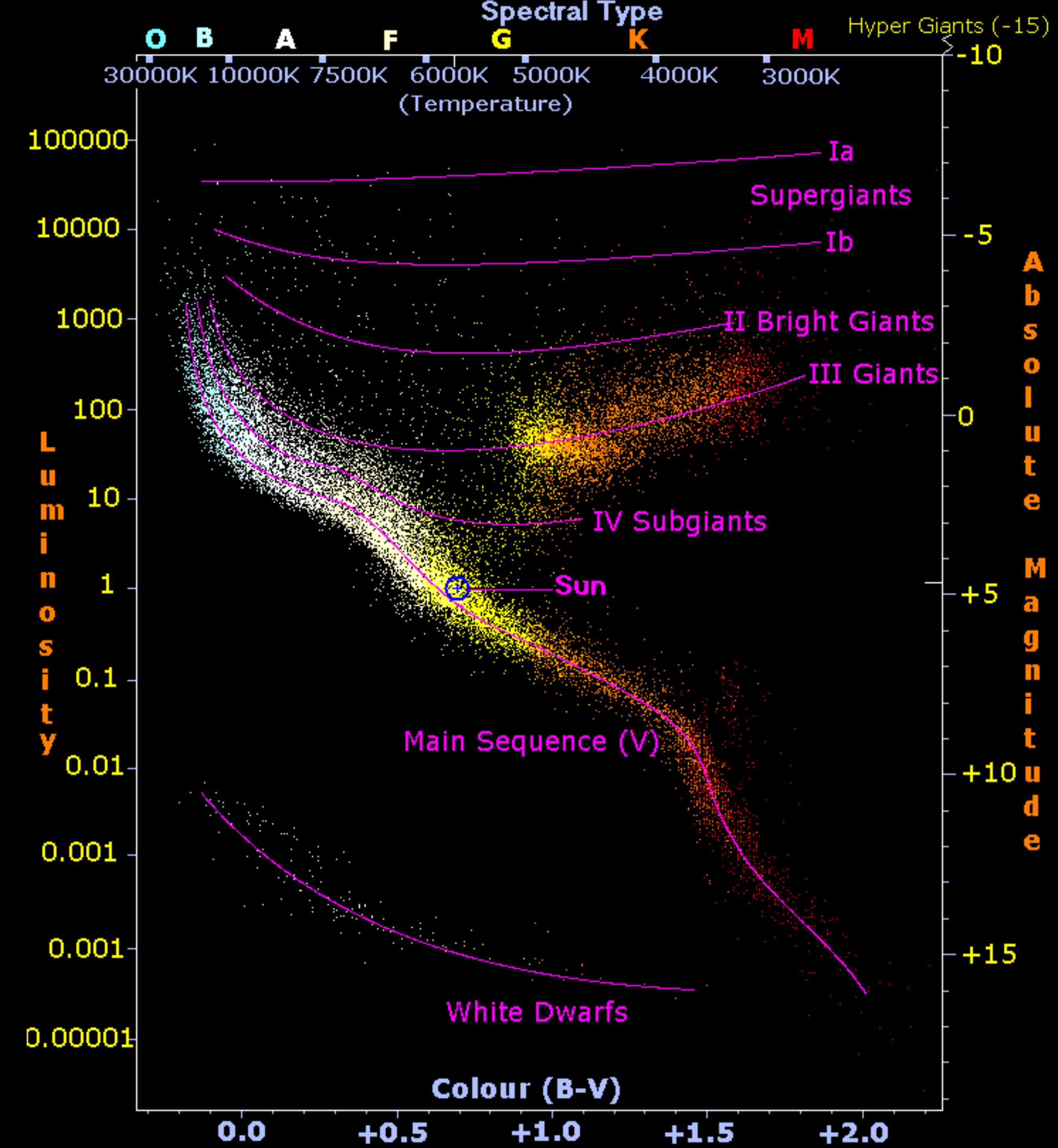


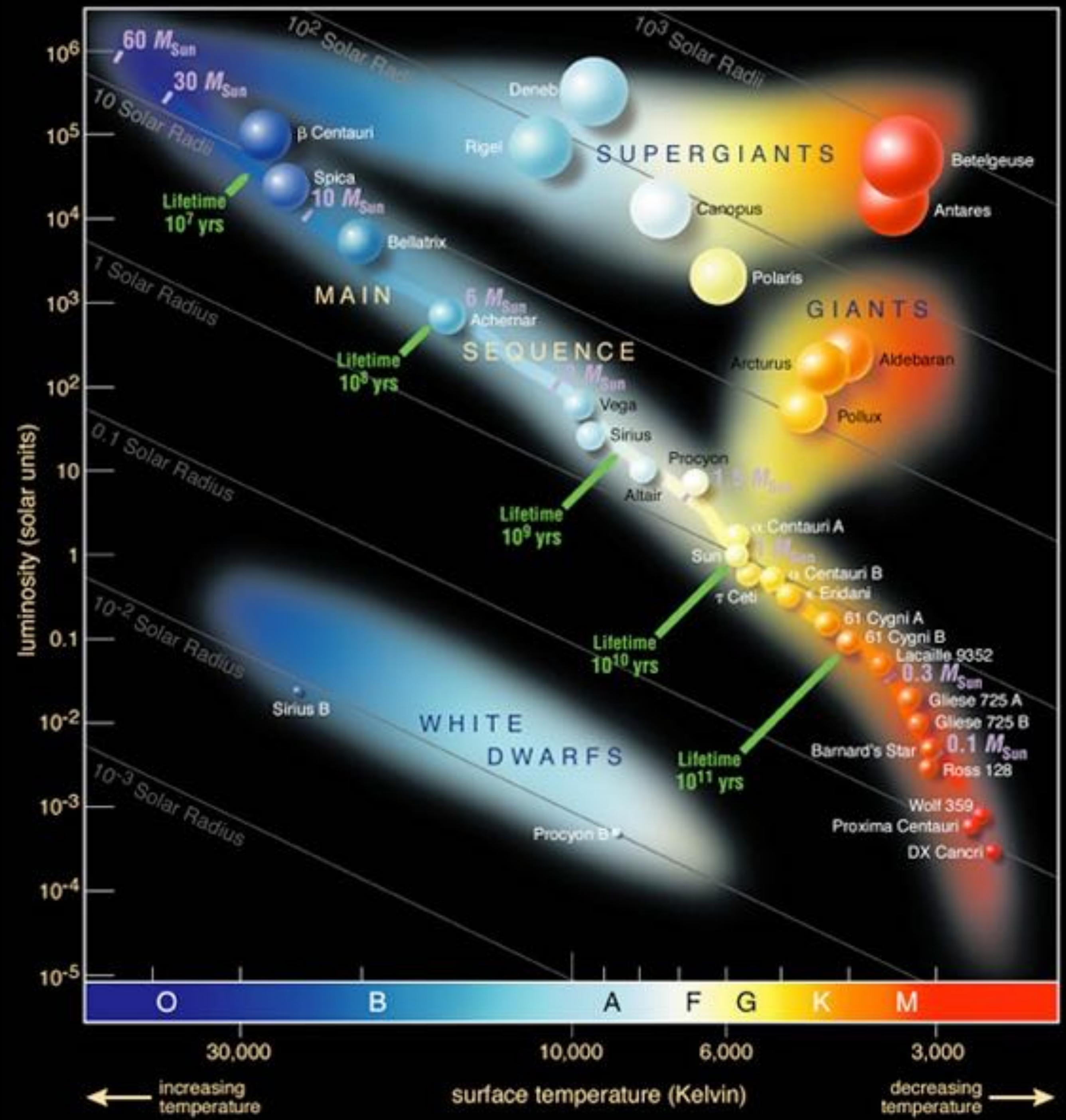
---

# LA VIDA DE LAS ESTRELLAS

# Diagrama de Hertzprung-Russell (HR)

## La Secuencia Principal



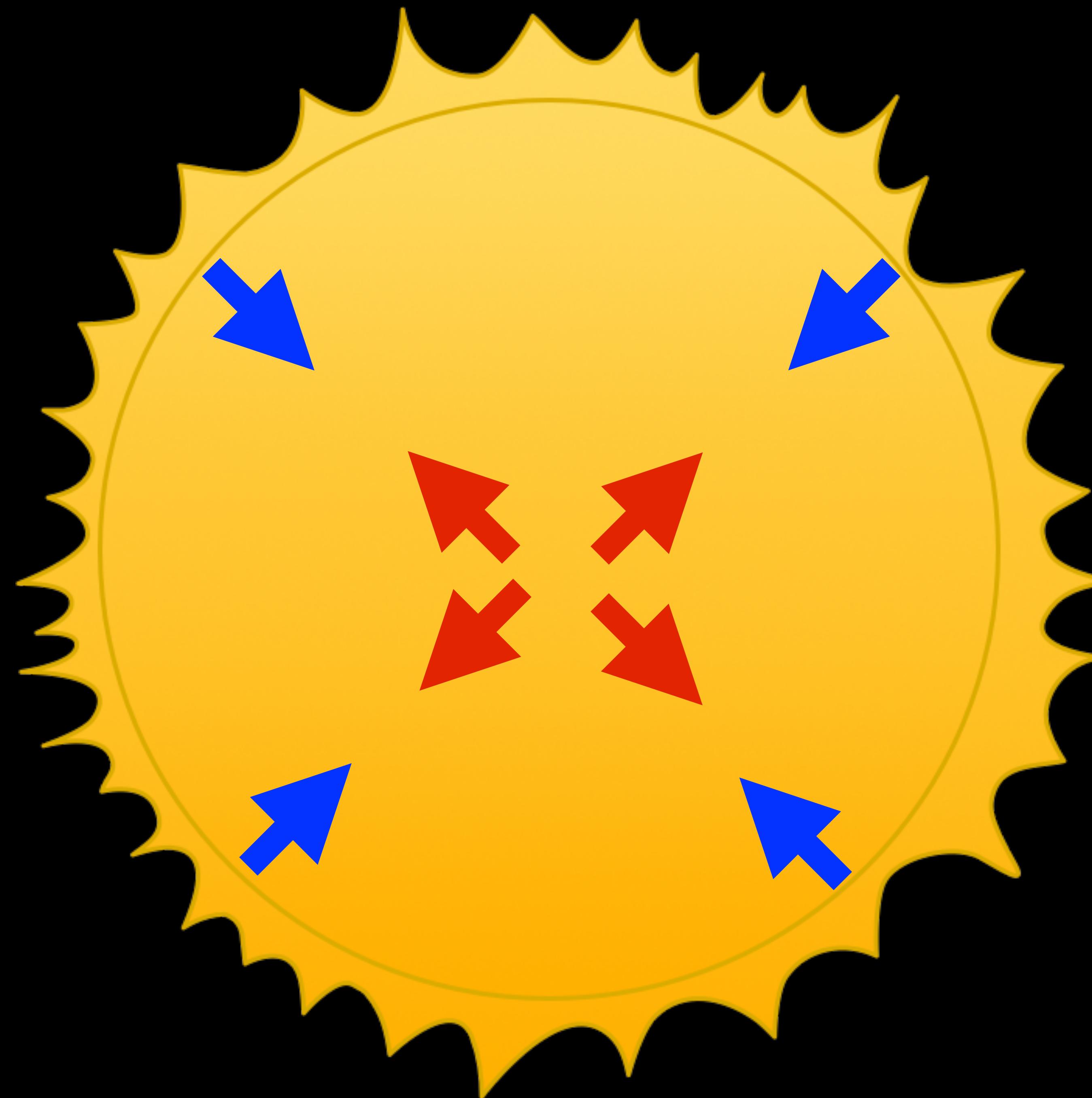


Las Estrellas son un sistema  
termodinámico en equilibrio

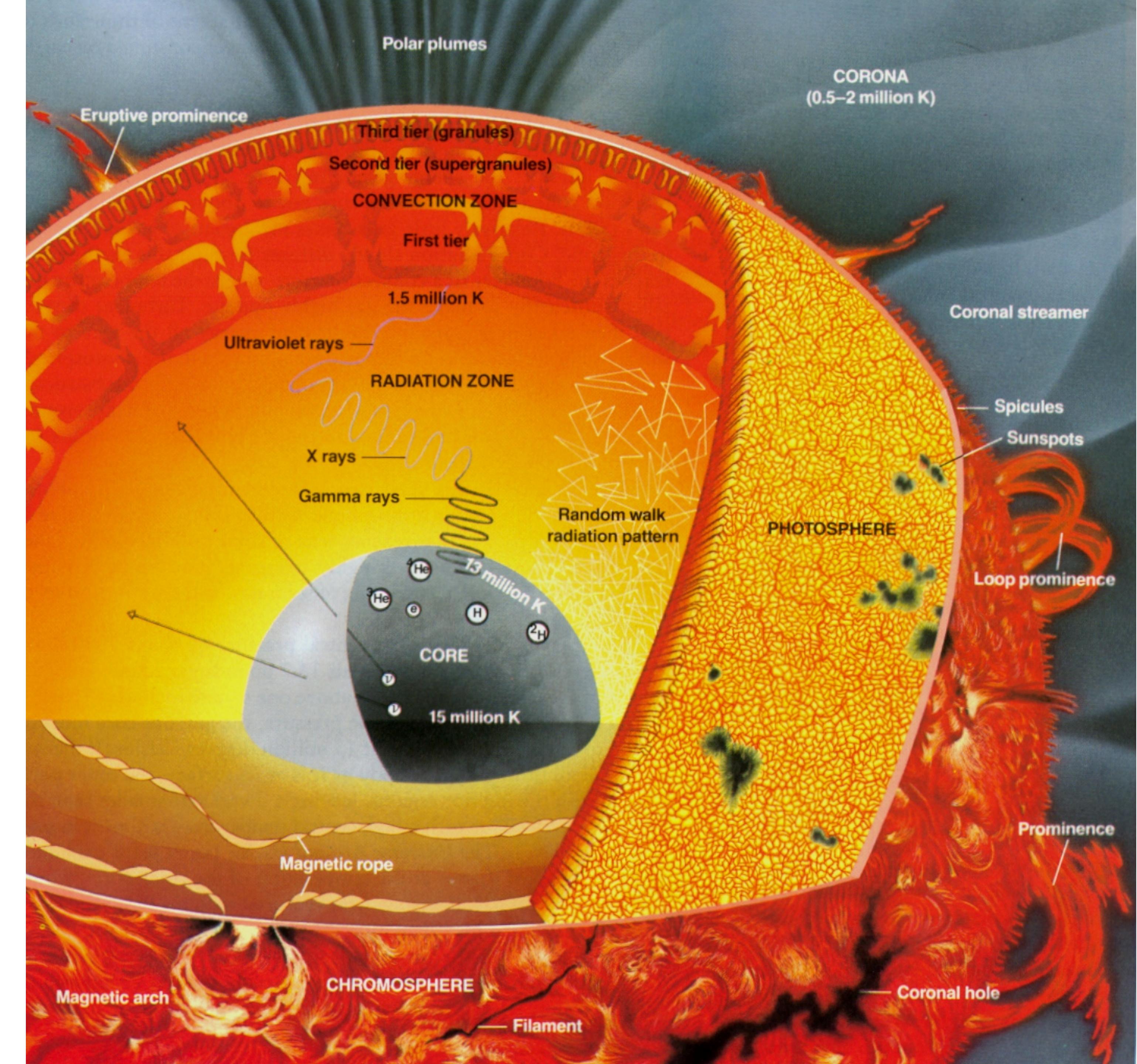


Gravedad

Presión



La estrella vive con un delicado balance entre la fuerza nuclear en su interior y la fuerza gravitacional que intenta comprimirla



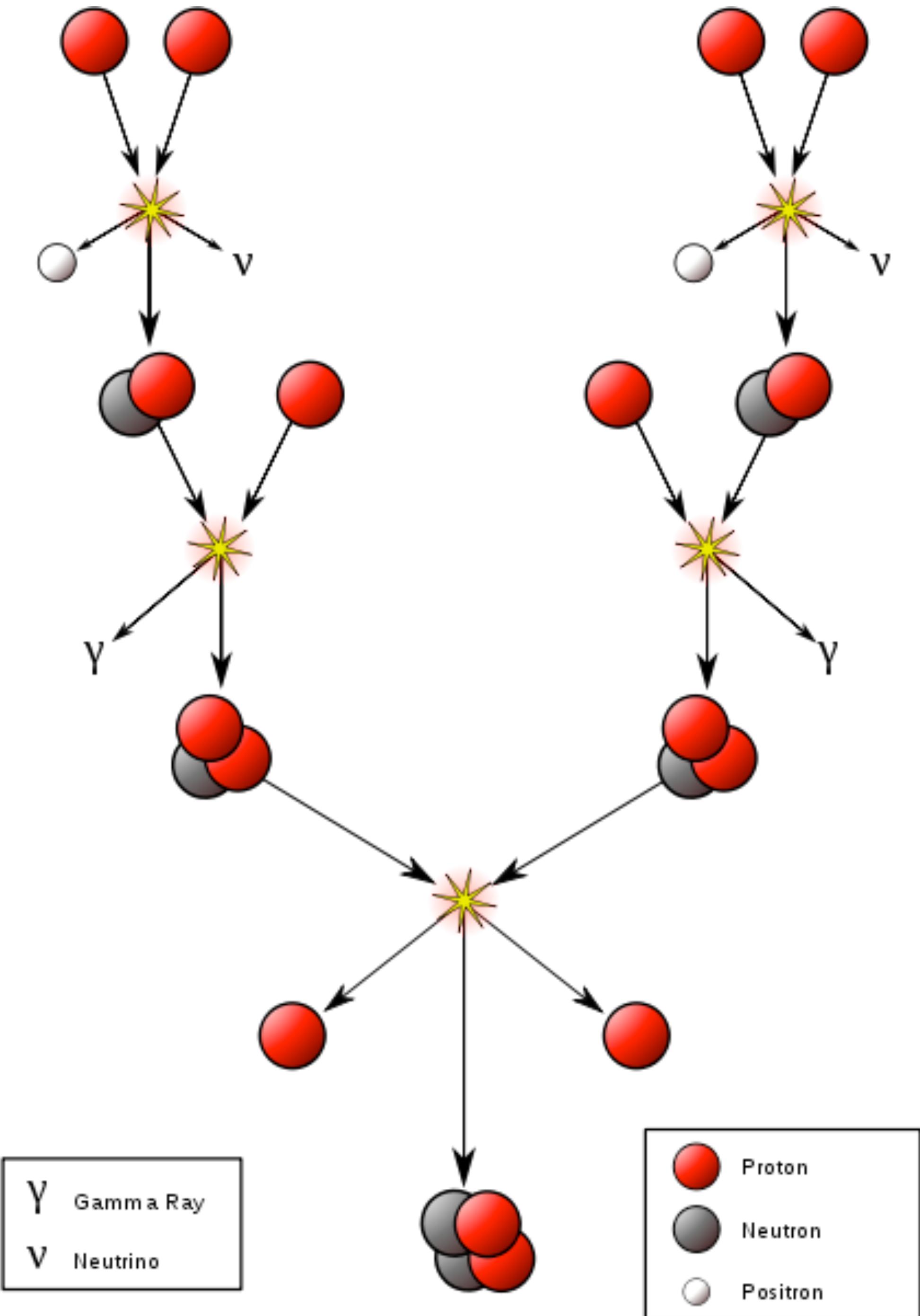


---

**FUSIÓN!**

# FUSIÓN NUCLEAR

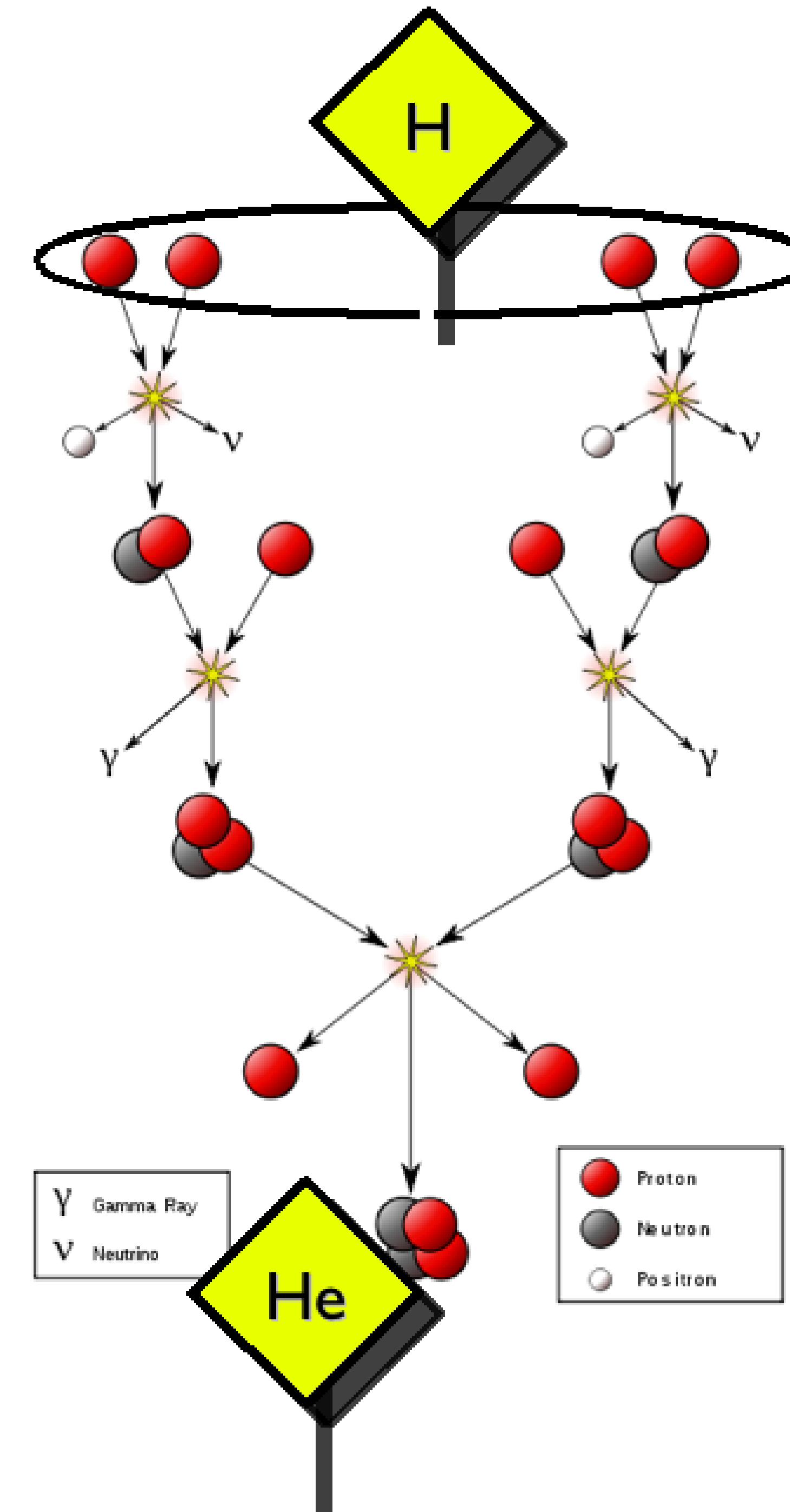
Fusión Nuclear en Estrellas Jóvenes



# FUSIÓN NUCLEAR

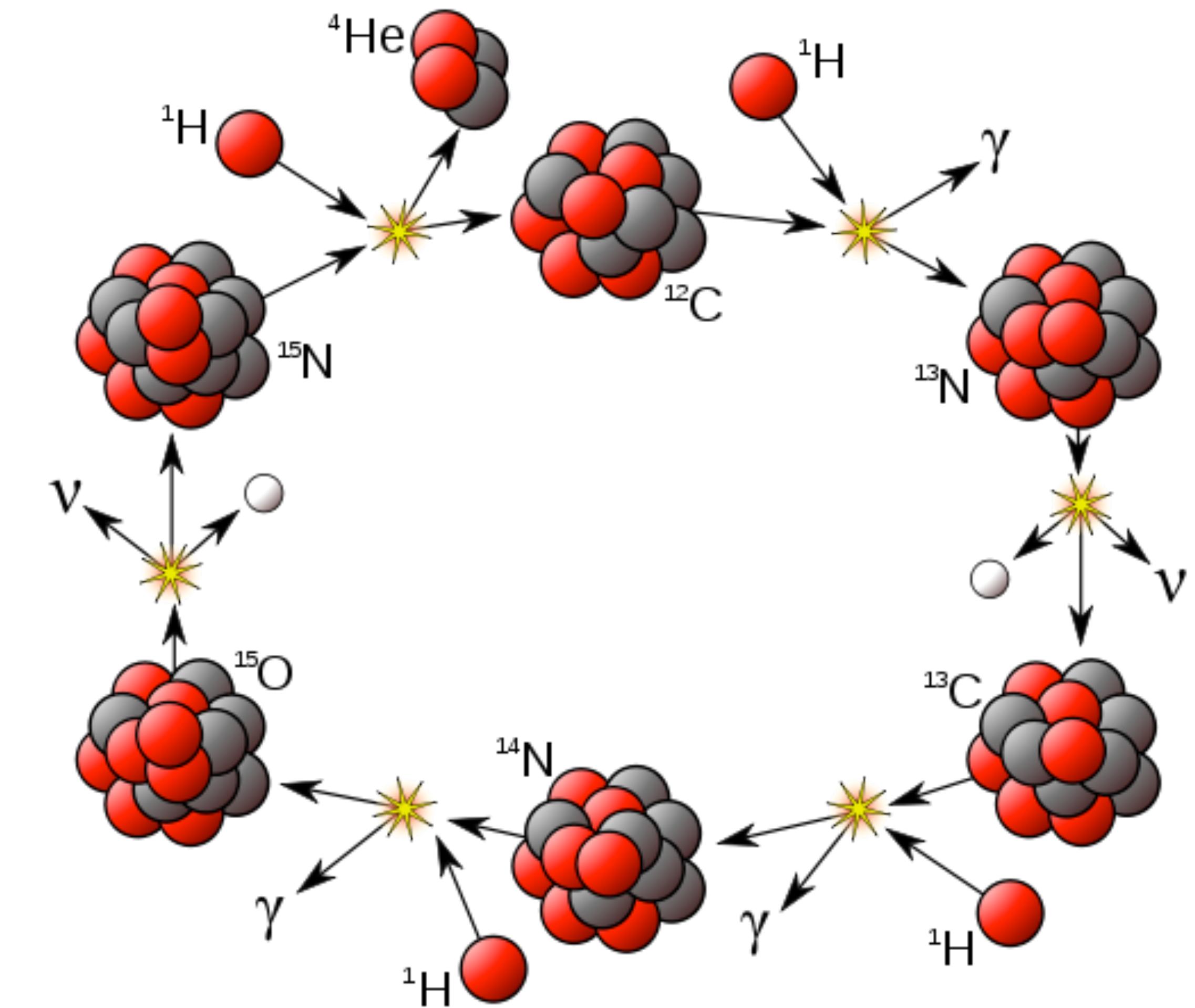
El proceso nuclear convierte Hidrógeno en Helio.

Al disminuir la cantidad de Hidrógeno, el colapso gravitacional comprime la estrella aumentando su temperatura y permitiendo la creación de elementos más pesados



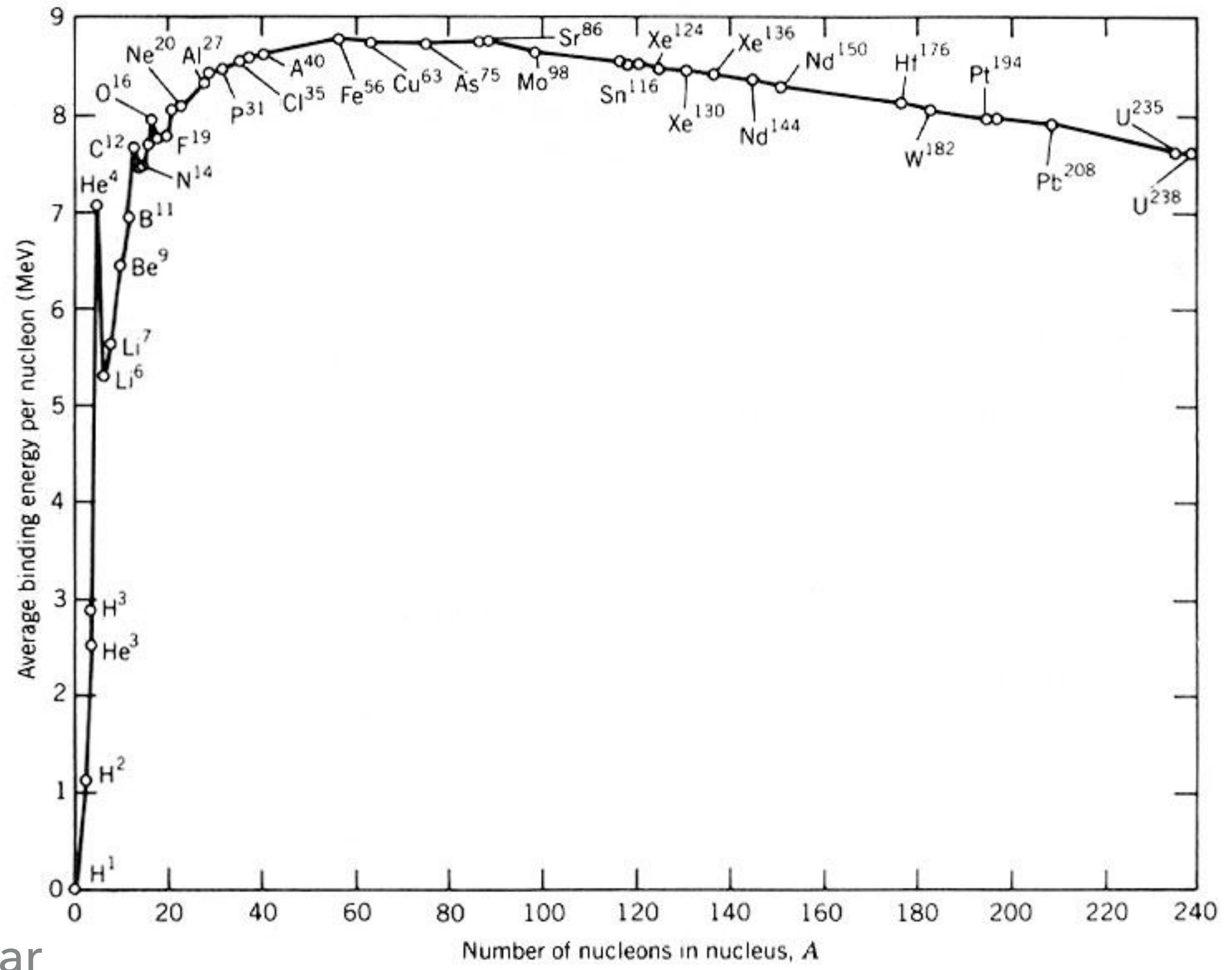
# FUSIÓN NUCLEAR

Ciclo CNO

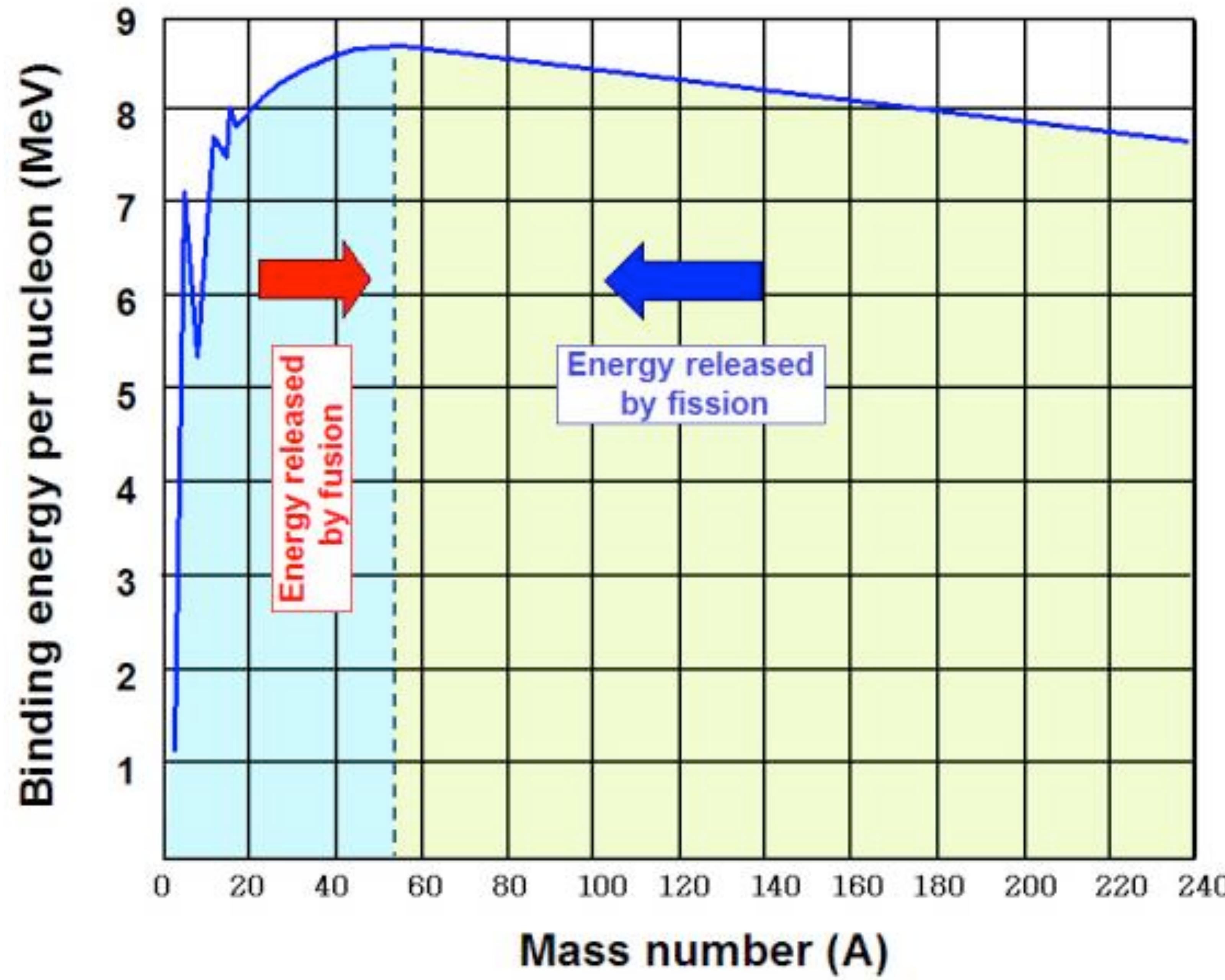


	Proton
	Neutron
	Positron
$\gamma$	Gamma Ray
$\nu$	Neutrino

# FUSIÓN NUCLEAR

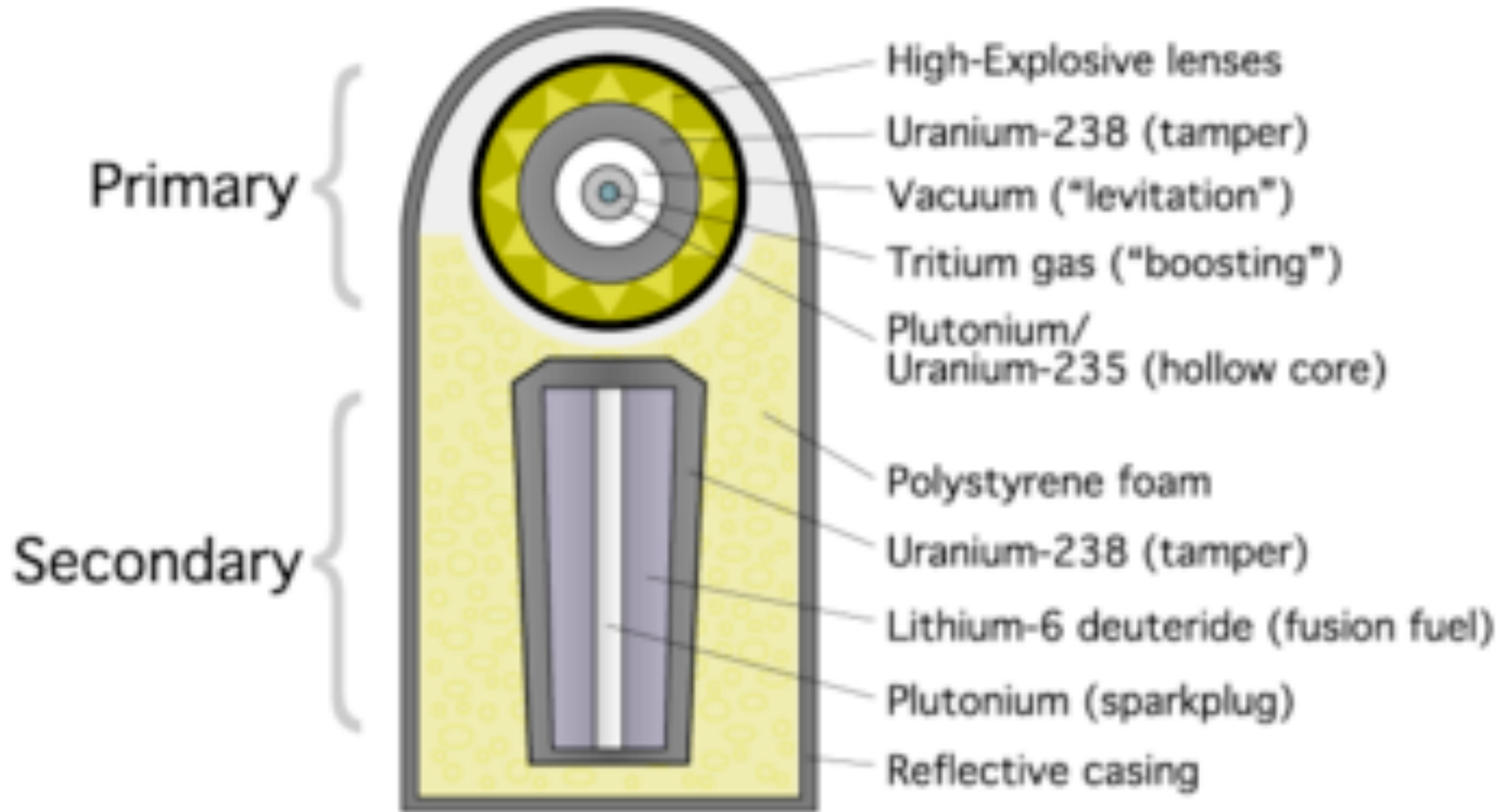


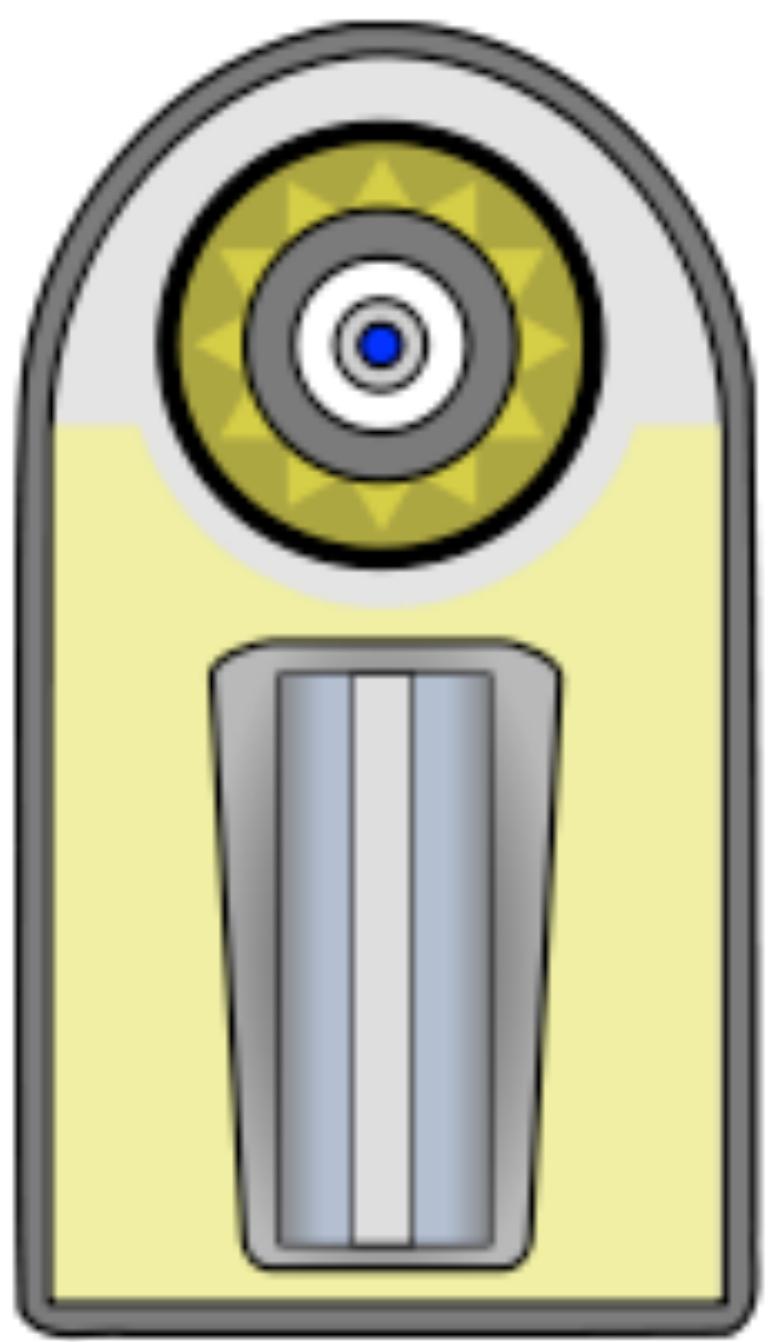
Energia de Ligadura Nuclear



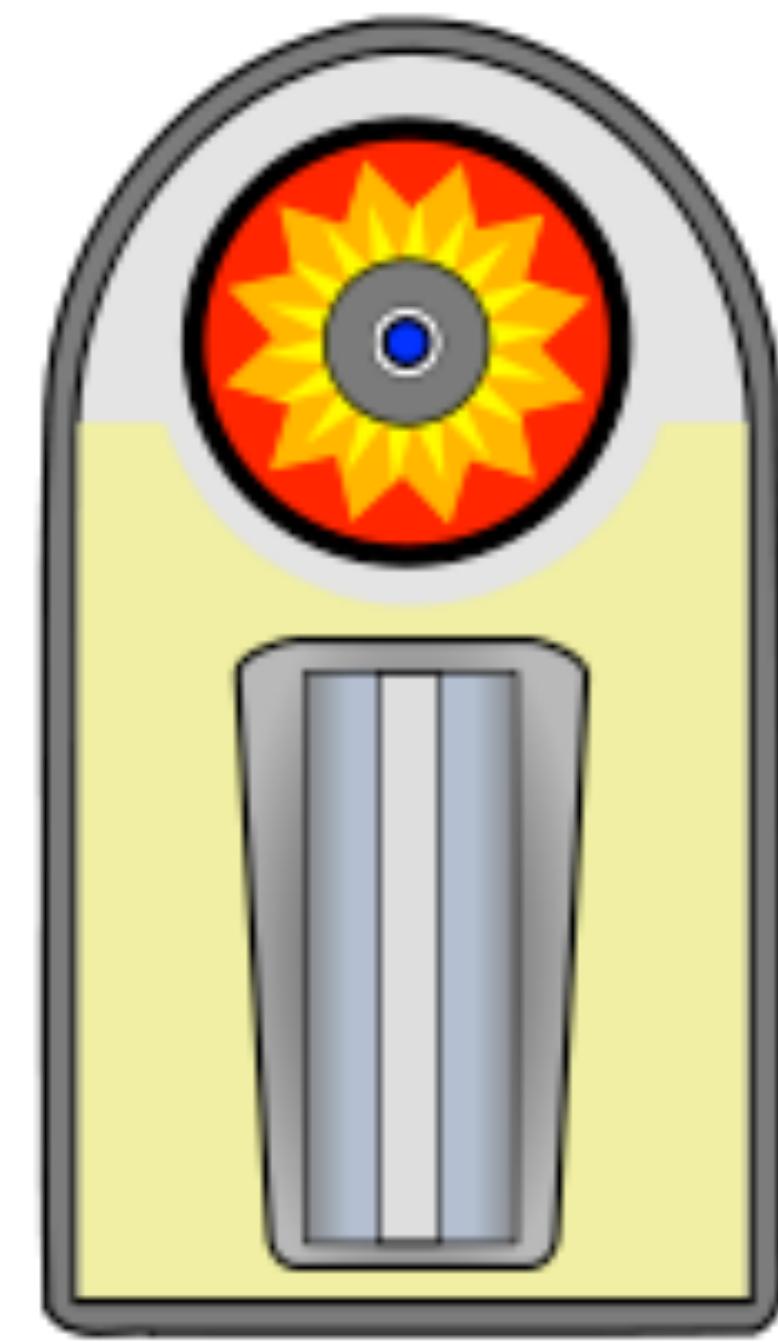


Fusión no controlada: Bomba H

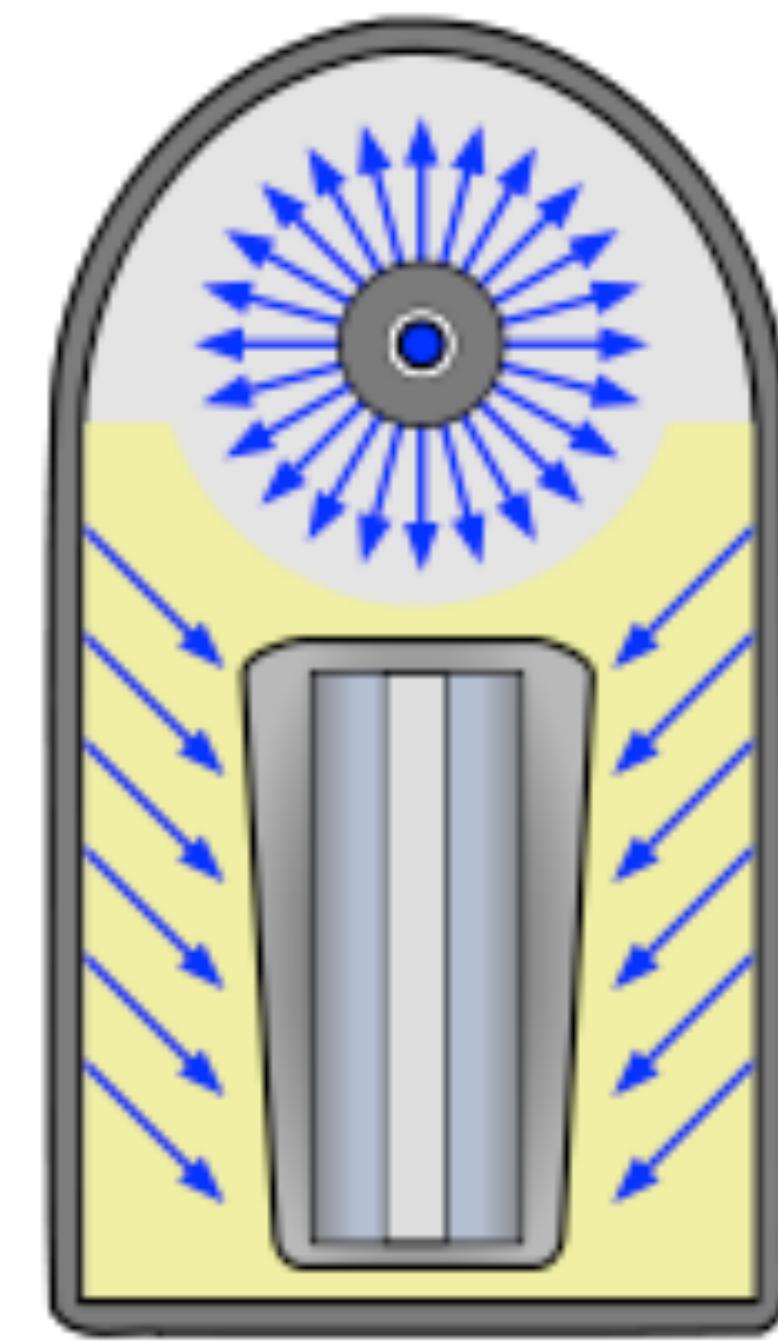




A



B



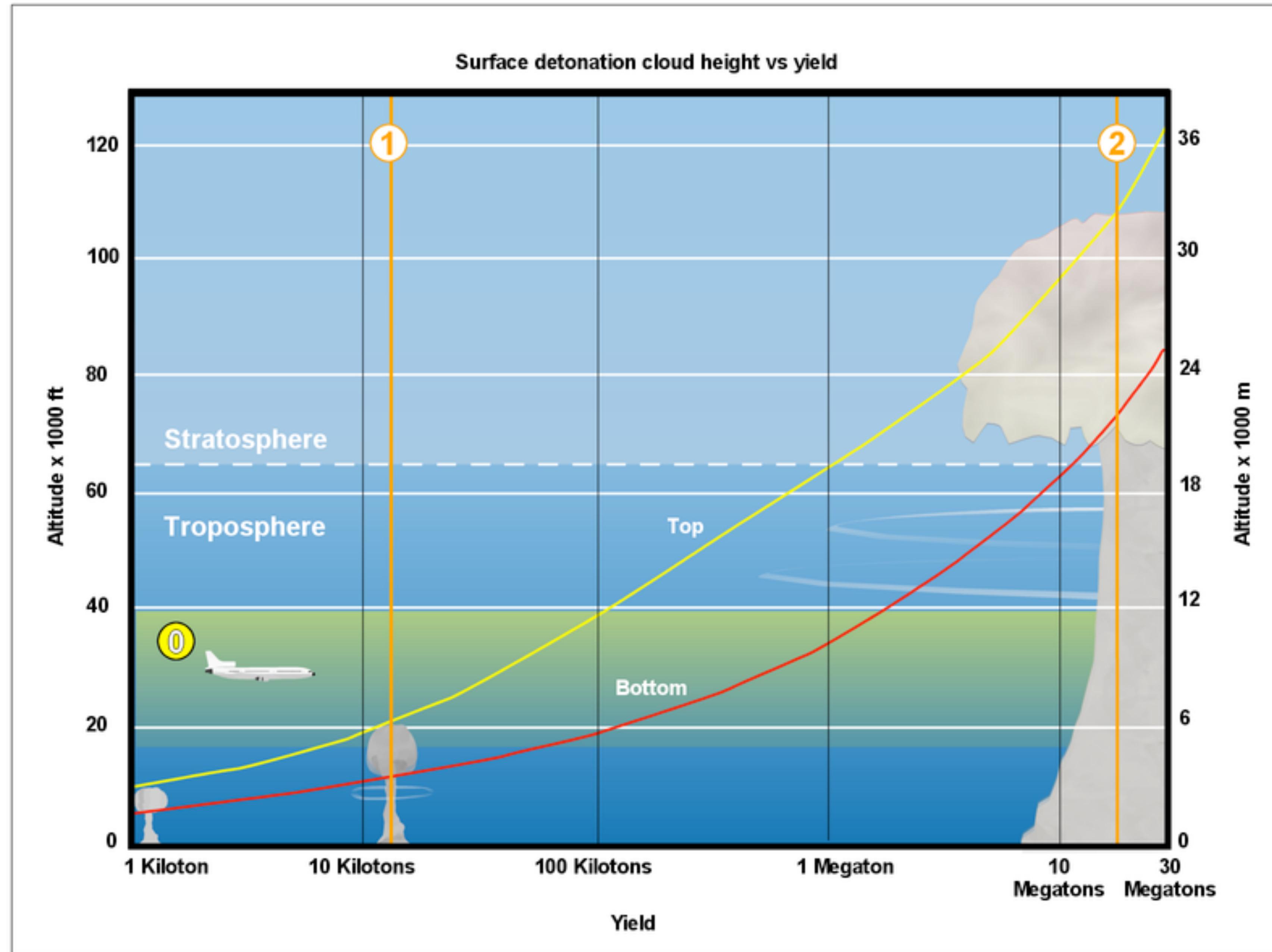
C



D



E





Bomba Tsar (sovietica). El arma mas grande detonada (1961)  
50 megatons (97% de la fusión)

# HOW POWERFUL WAS HIROSHIMA?

When an atomic bomb was dropped on Hiroshima in August 1945, it was the most devastating explosion ever. It started the age of weapons of mass destruction.

## LITTLE BOY

15 KILOTONS\*

Bomb dropped  
on Hiroshima (USA)



## FAT MAN

21 KILOTONS

Bomb dropped  
on Nagasaki (USA)



SOURCE: UCLA

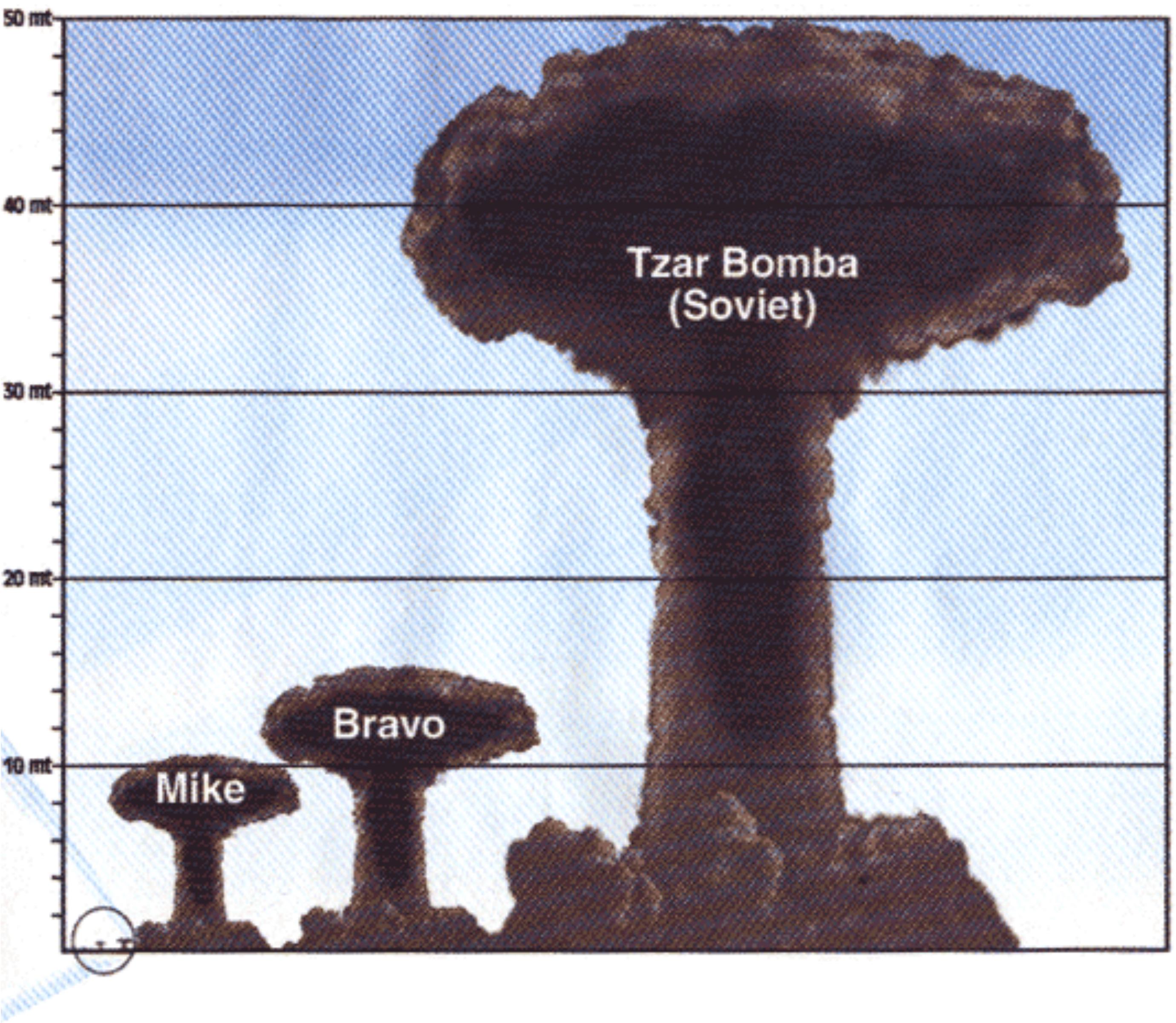
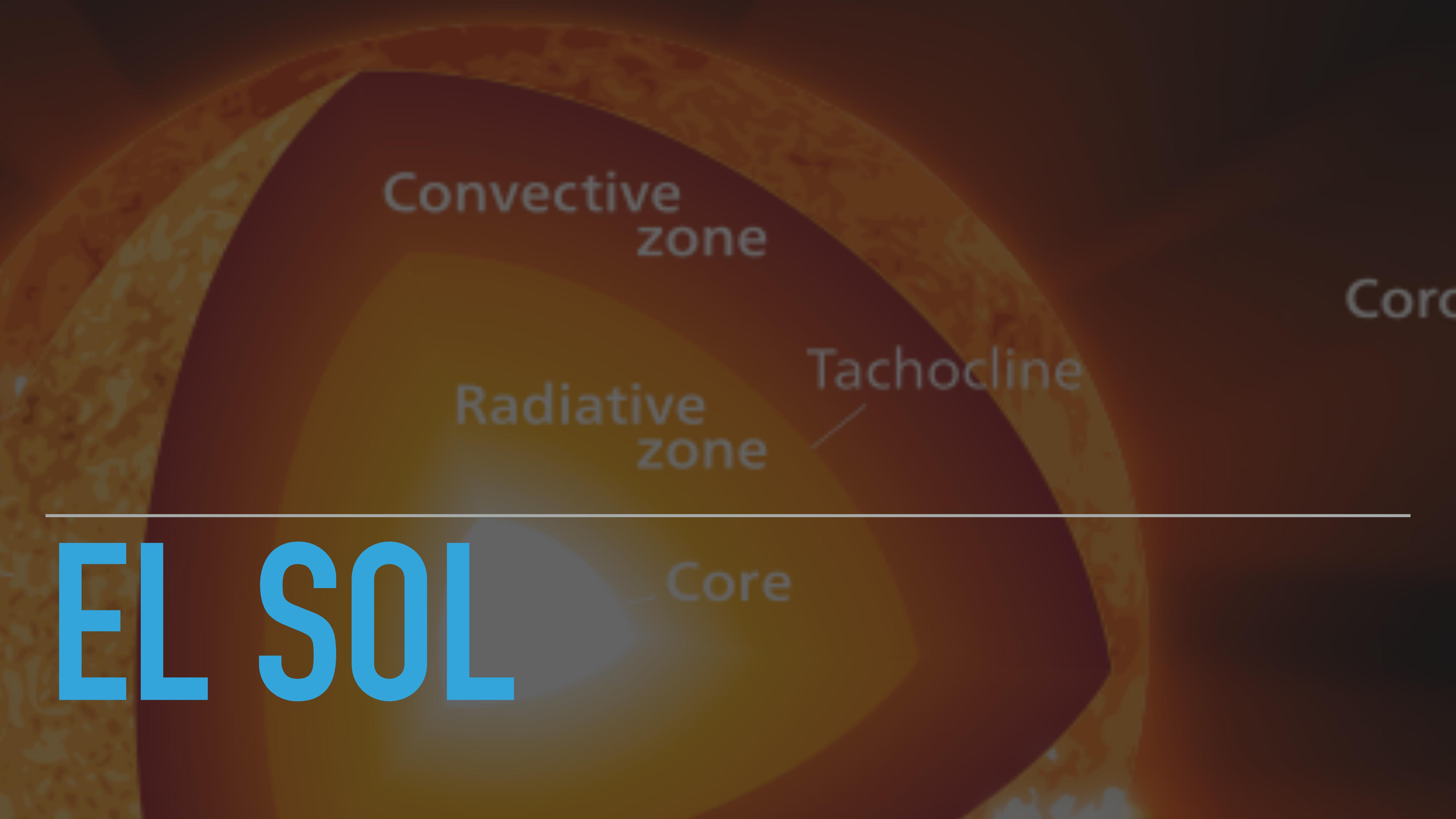


Illustration From October 2002  
Issue of "Popular Mechanics" (pg. 69)

# EL SOL



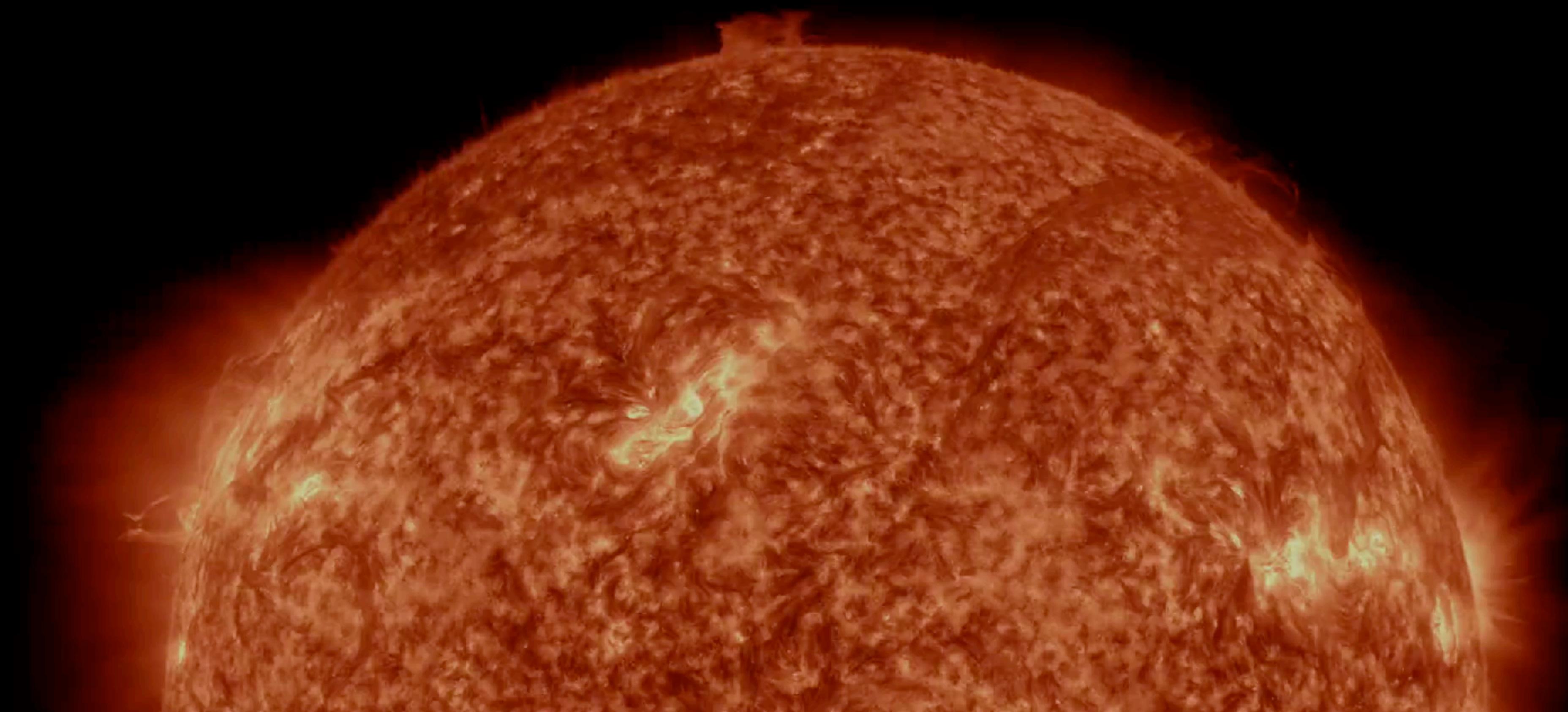
## Composición

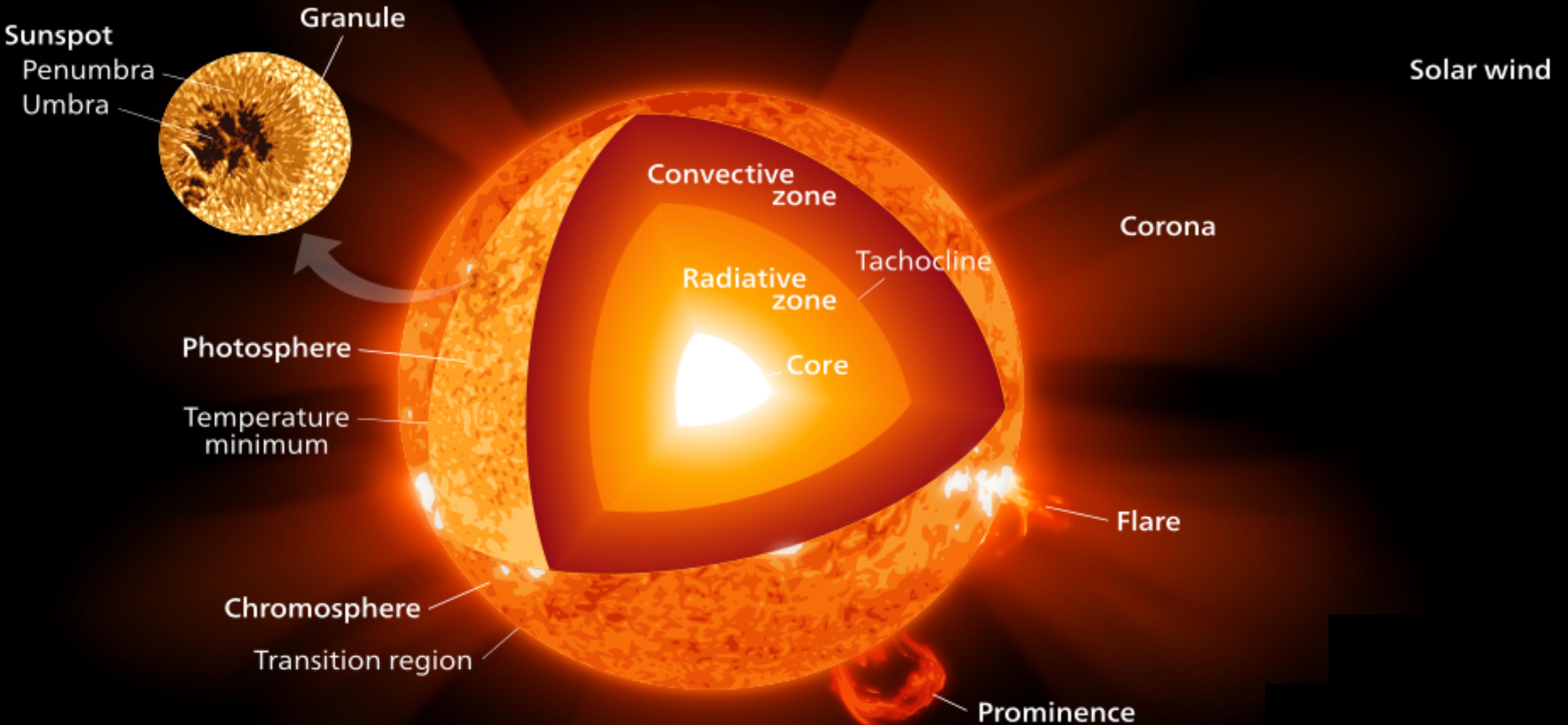
73% H

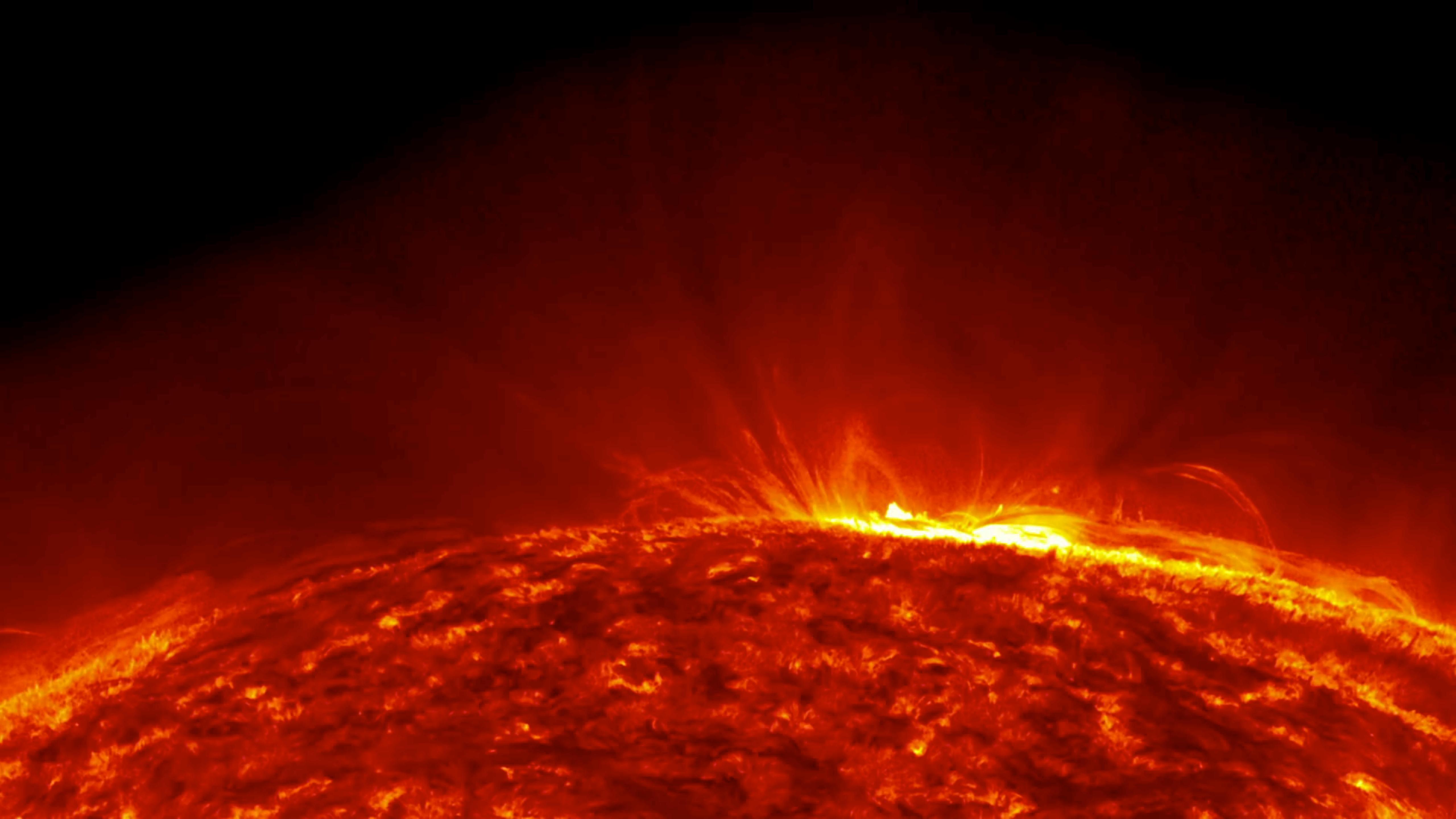
25% He

2% Elementos Pesados (O, C, Fe,...)

## El Sol







H

C

Ne

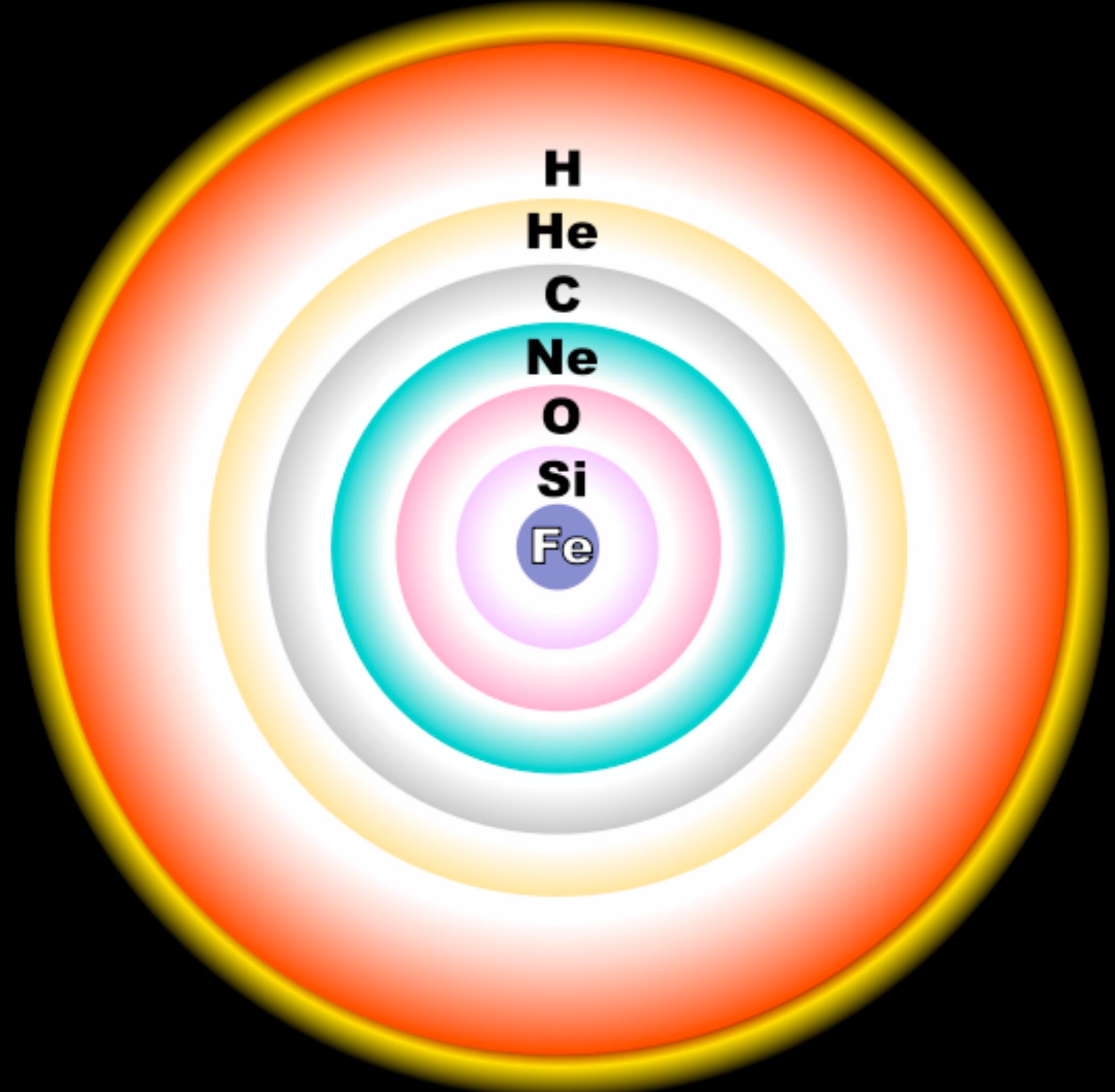
O

Si

Fe

---

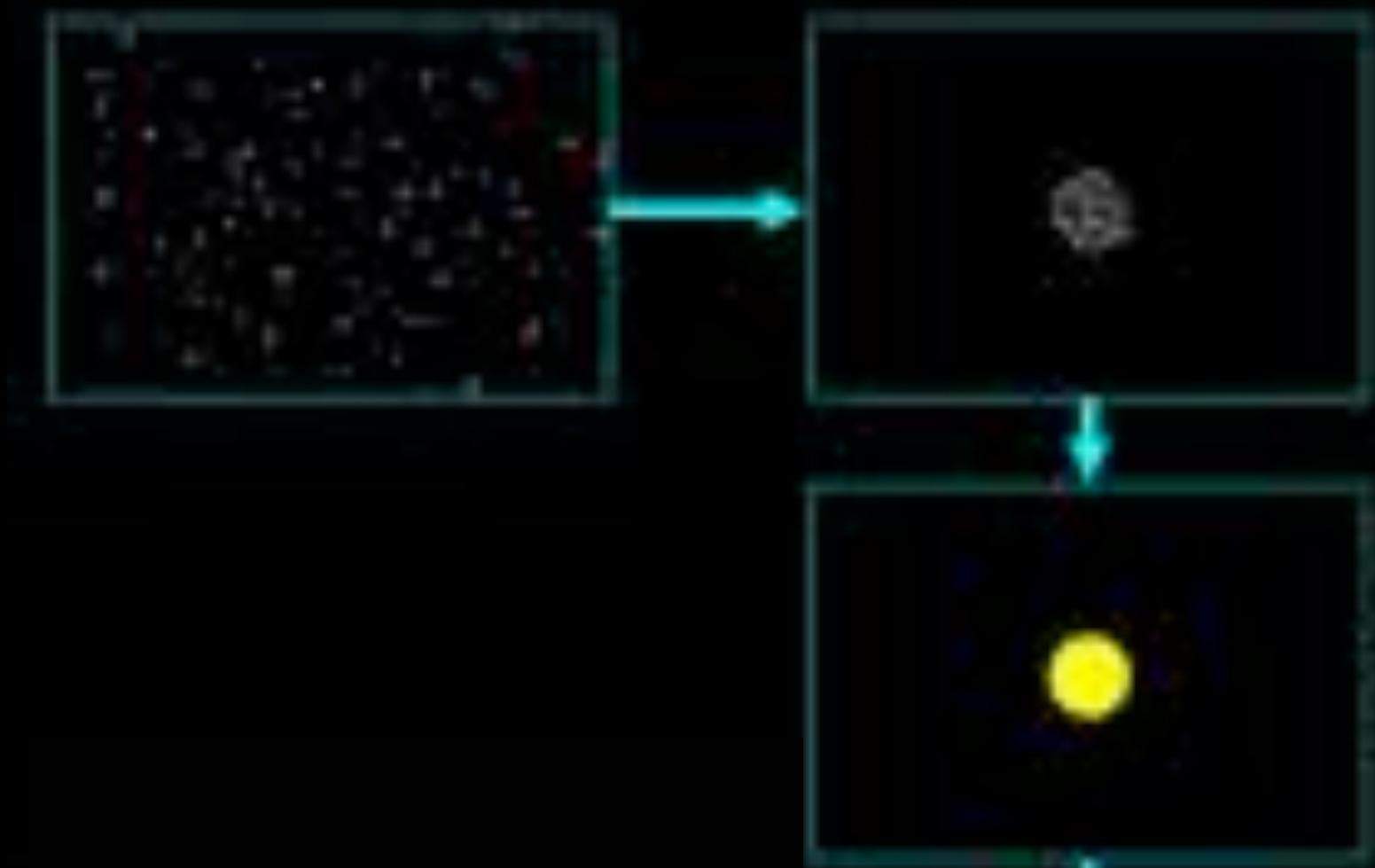
# LA MUERTE DE LAS ESTRELLAS



Los elementos creados se acumulan en capas, y cuando la estrella tiene demasiados elementos pesados, el proceso nuclear comienza a detenerse y el colapso gravitacional comprime la estrella.

El final de este colapso depende de la masa inicial de la estrella.

Nube de  
Polvo y Gas



La gravedad une  
estas partículas

Estrella estable en la  
secuencia principal

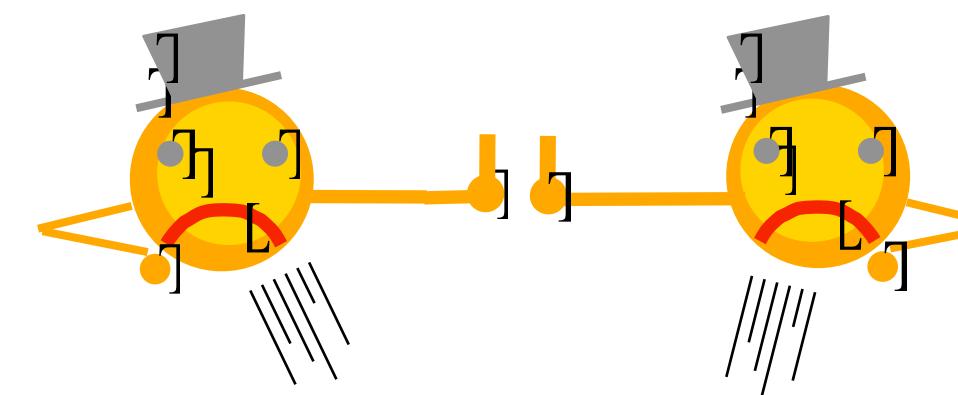
**EL FINAL DE LA ESTRELLA  
DEPENDE DE SU MASA INICIAL...**

---

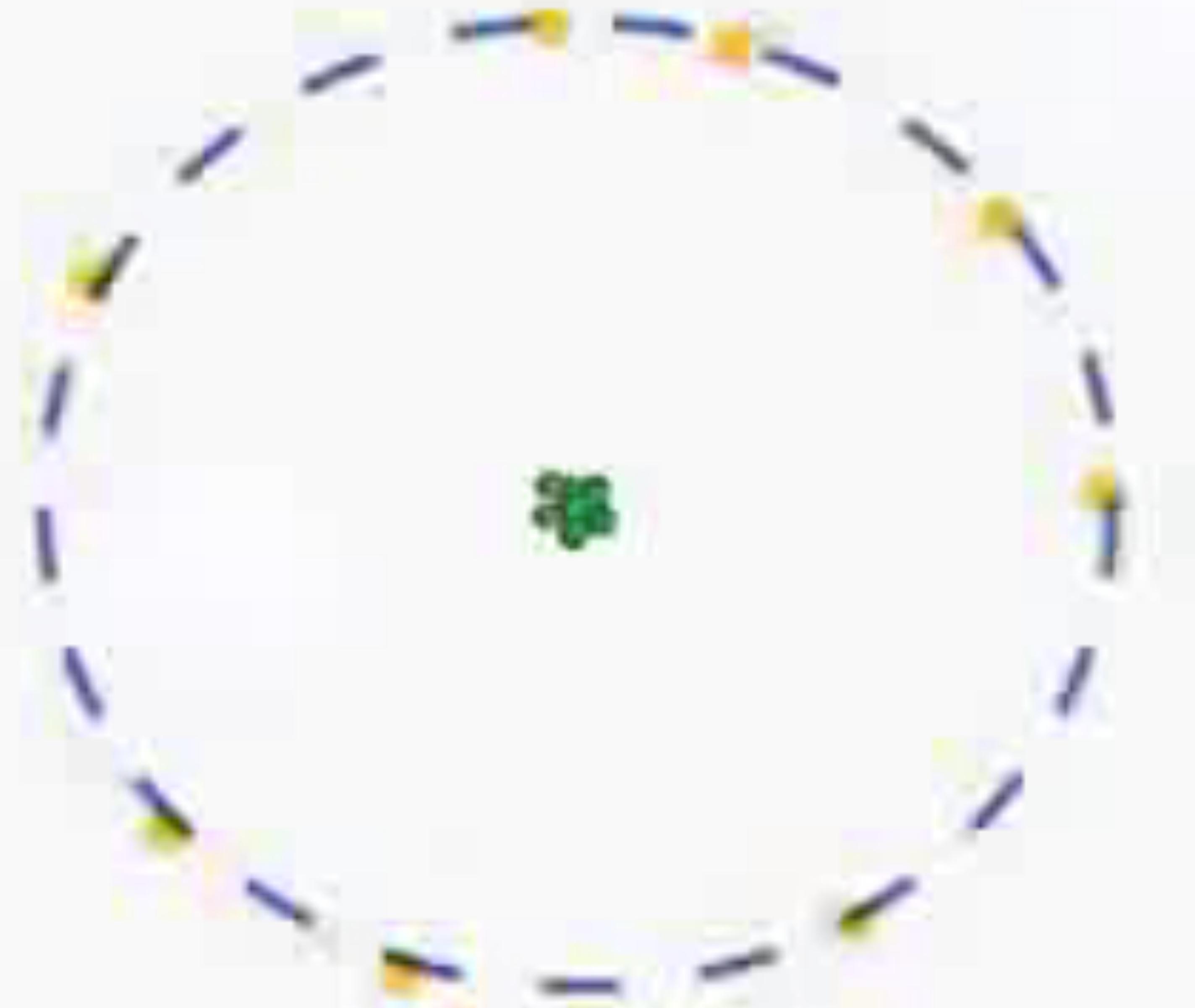
**ENANAS BLANCAS**

La presión de degeneración de electrones puede soportar una estrella con masa de hasta 1.4 masas solares contra su propio peso (Límite de Chandrasekhar).

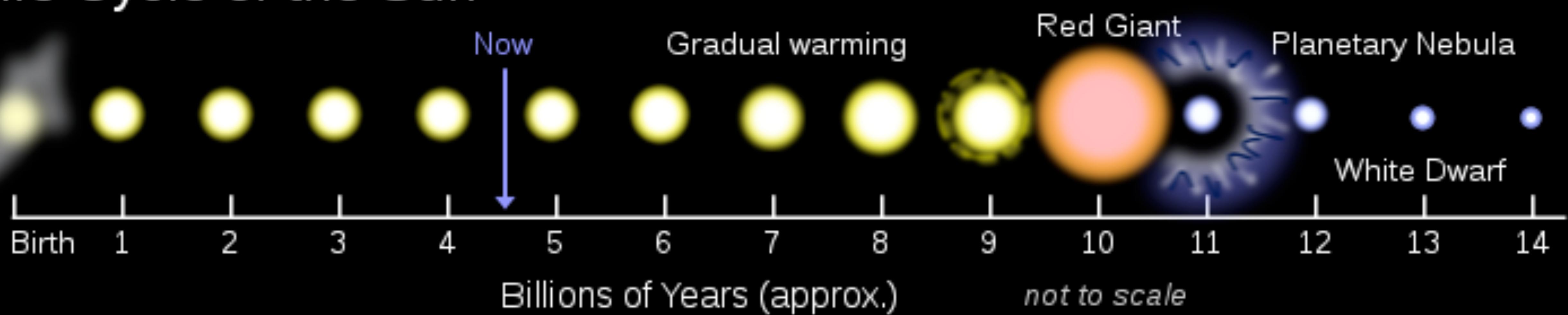
Este tipo de estrellas terminan su vida convirtiéndose en enanas blancas.

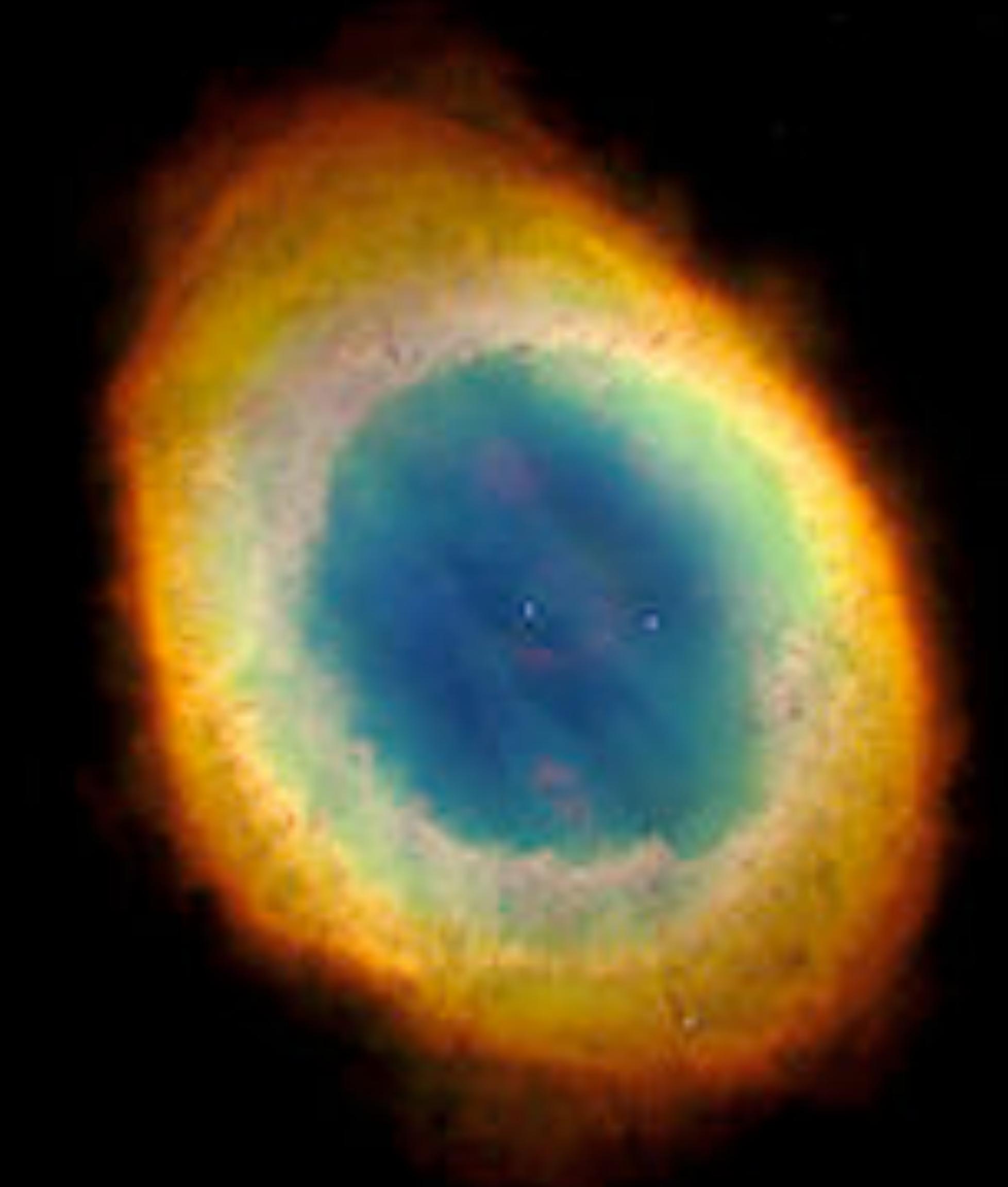


A los electrones no pueden tener el mismo estado cuántico (Principio de Exclusión)



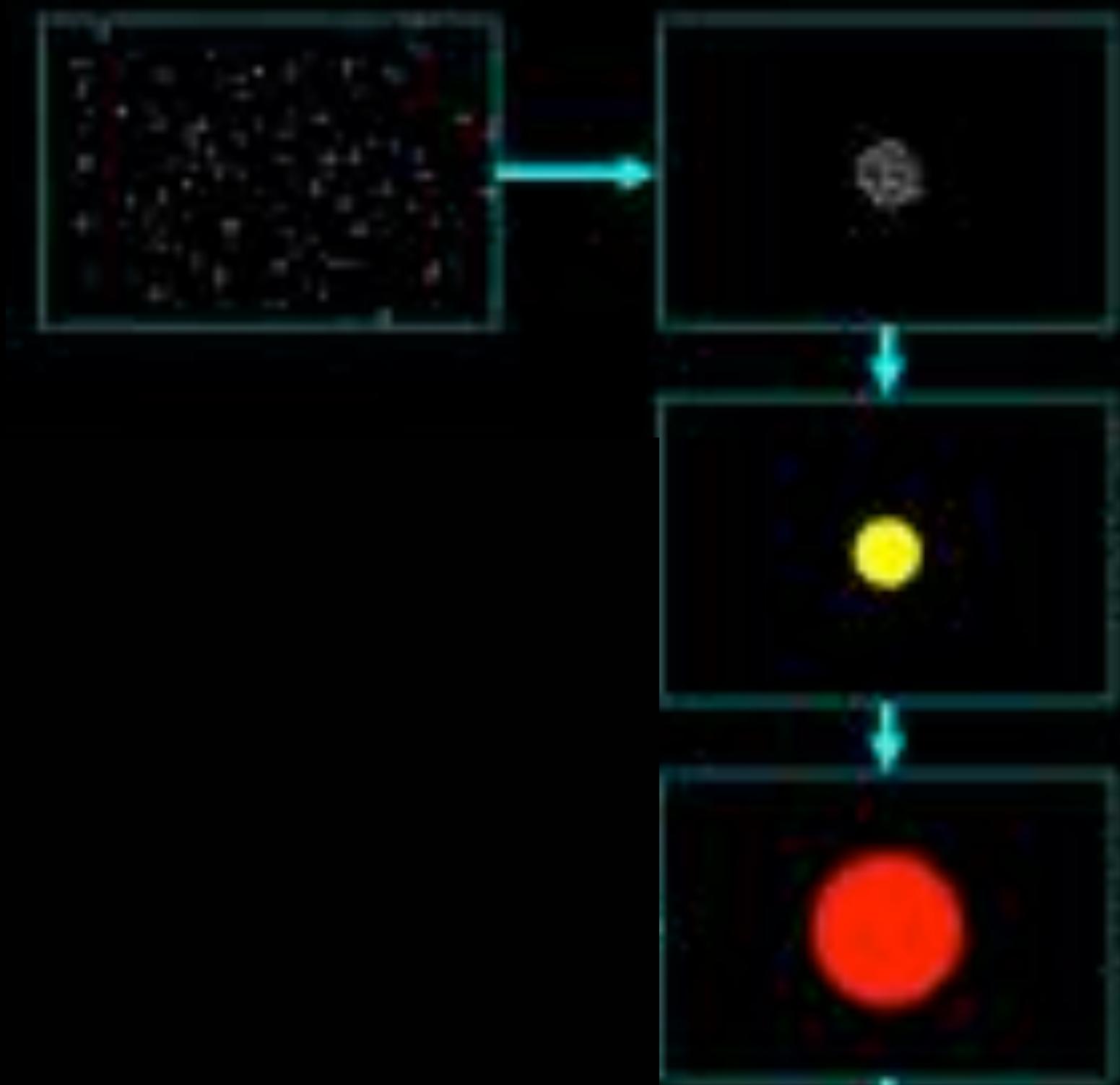
# Life Cycle of the Sun





M57

Nube de  
Polvo y Gas



La gravedad une  
estas partículas

Estrella estable en la  
secuencia principal

Gigante roja

---

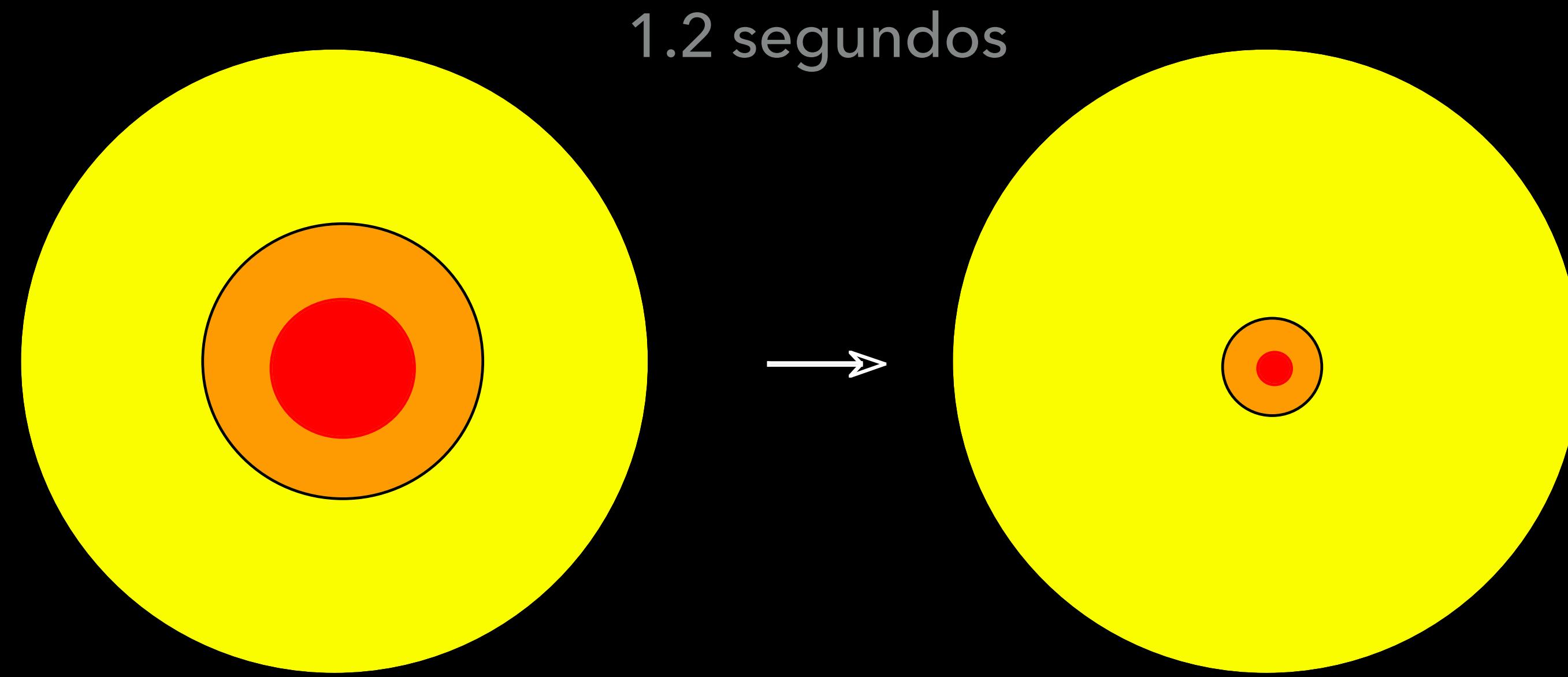
# ESTRELLA DE NEUTRONES

Estrellas con una masa mayor continuan su colapso, venciendo la degeneración de electrones. Cuando la estrella alcanza un tamaño del orden de los cientos de metros los electrones y los protones estan tan juntos que se combinan para formar neutrones y neutrinos.

Cuando se supera la degeneración de electrones y los electrones y protones se combinan para formar neutrones, la estrella puede colapsar rápidamente (ya que la degeneración de neutrones se da cuando el confinamiento es de aproximadamente 1000 veces mayor que para la degeneración de electrones).

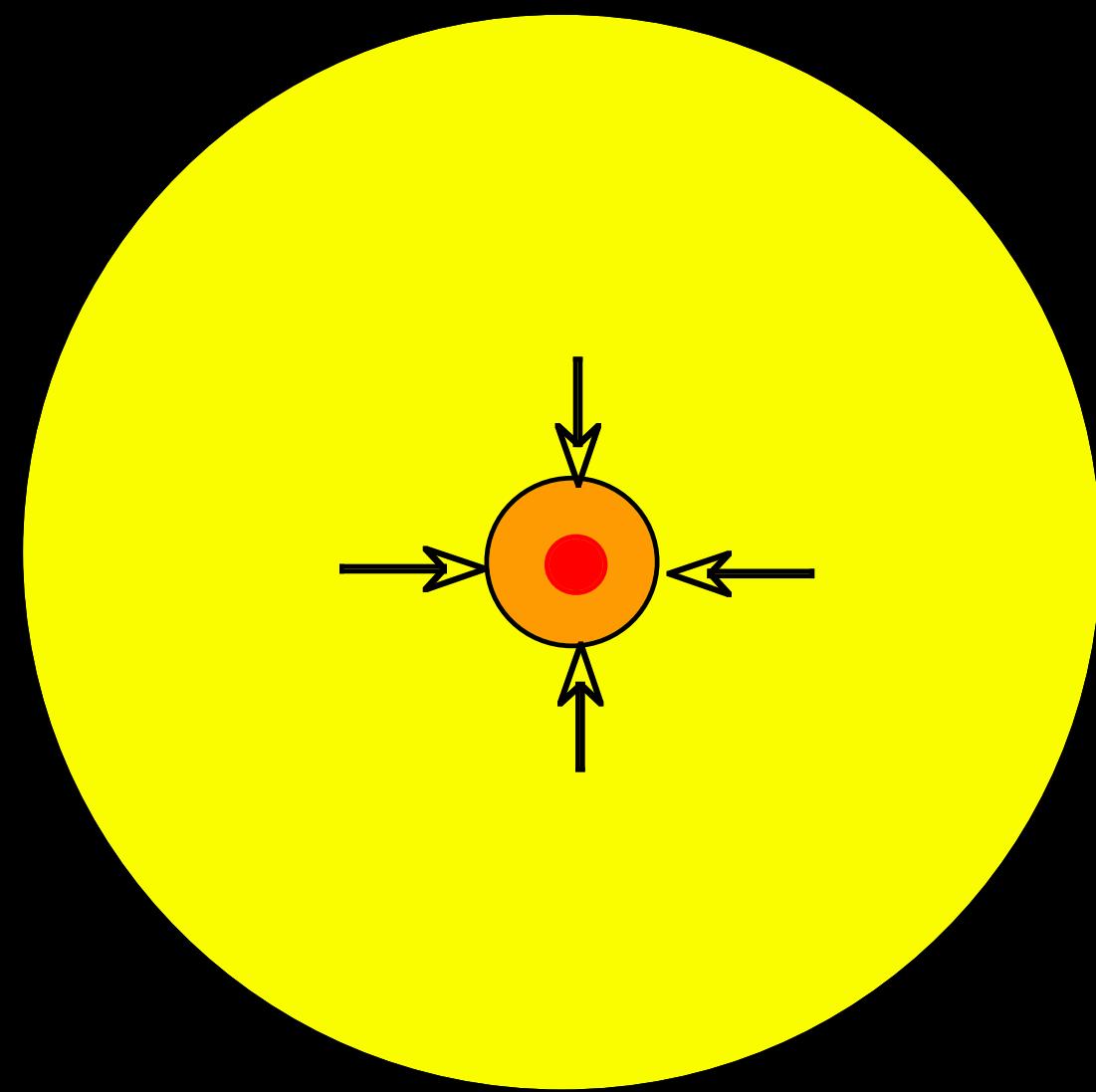
El nucleo colapsa, pero las capas externas “rebotan” de este nucleo, explotando con gran violencia.

# SUPERNOVAS

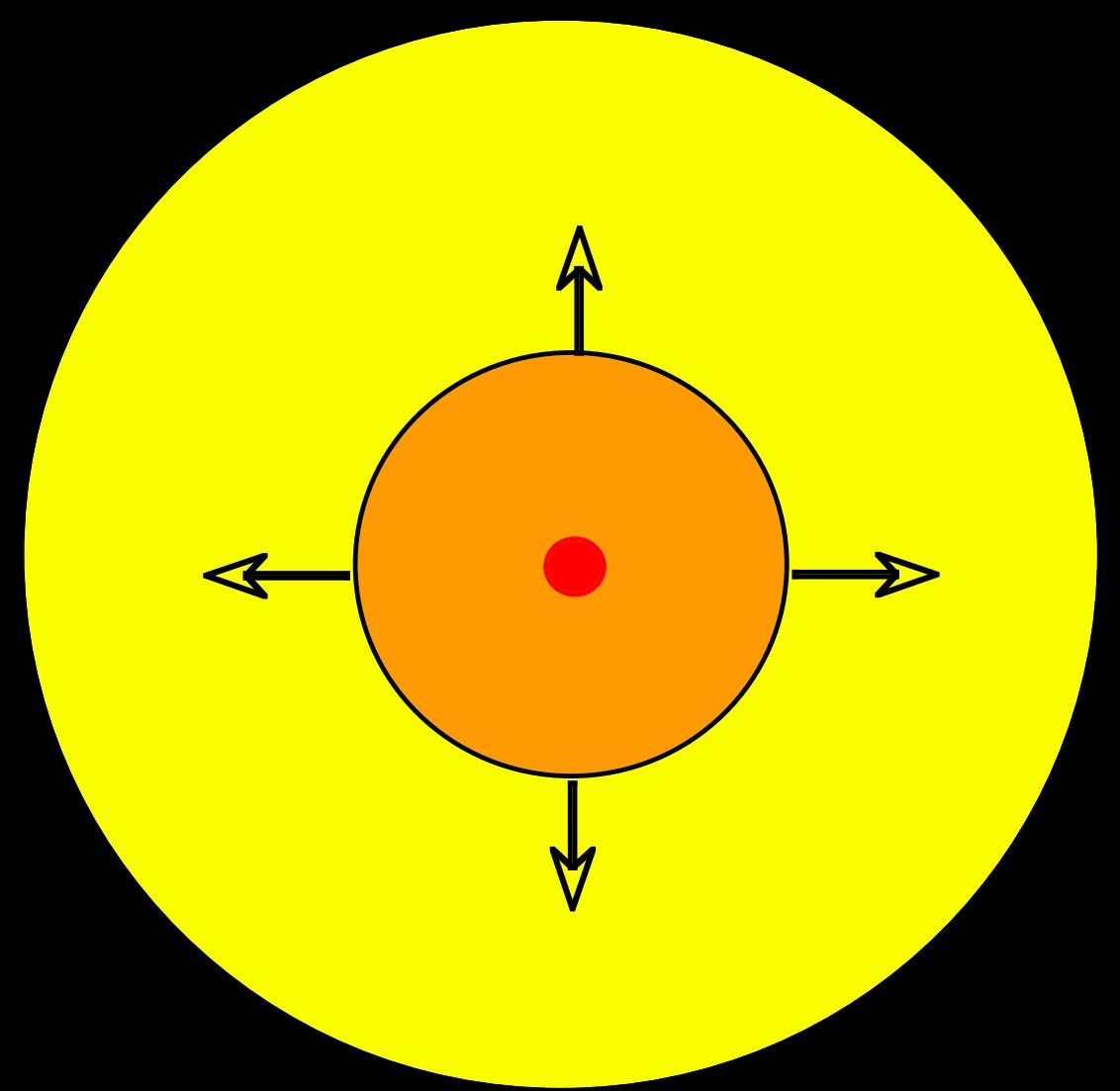


Nucleo: circunferencia del orden de 10000 km. Se forman los neutrones

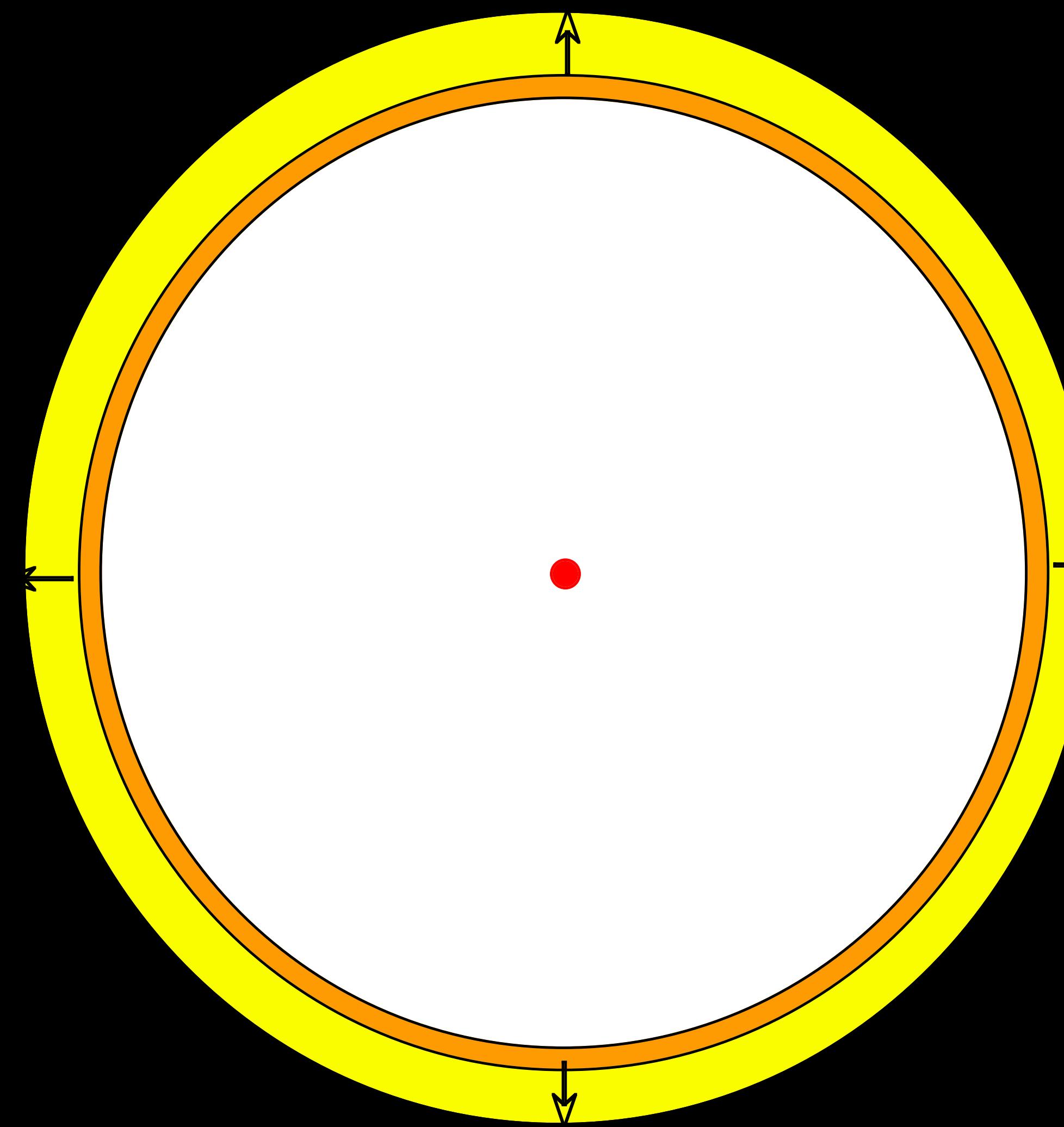
Nucleo: circunferencia del orden de 70 km.  
La degeneración de neutrones detiene el colapso



Las capas superiores siguen moviéndose con velocidades relativistas para encontrarse con un nucleo ultradenso y rebotar.

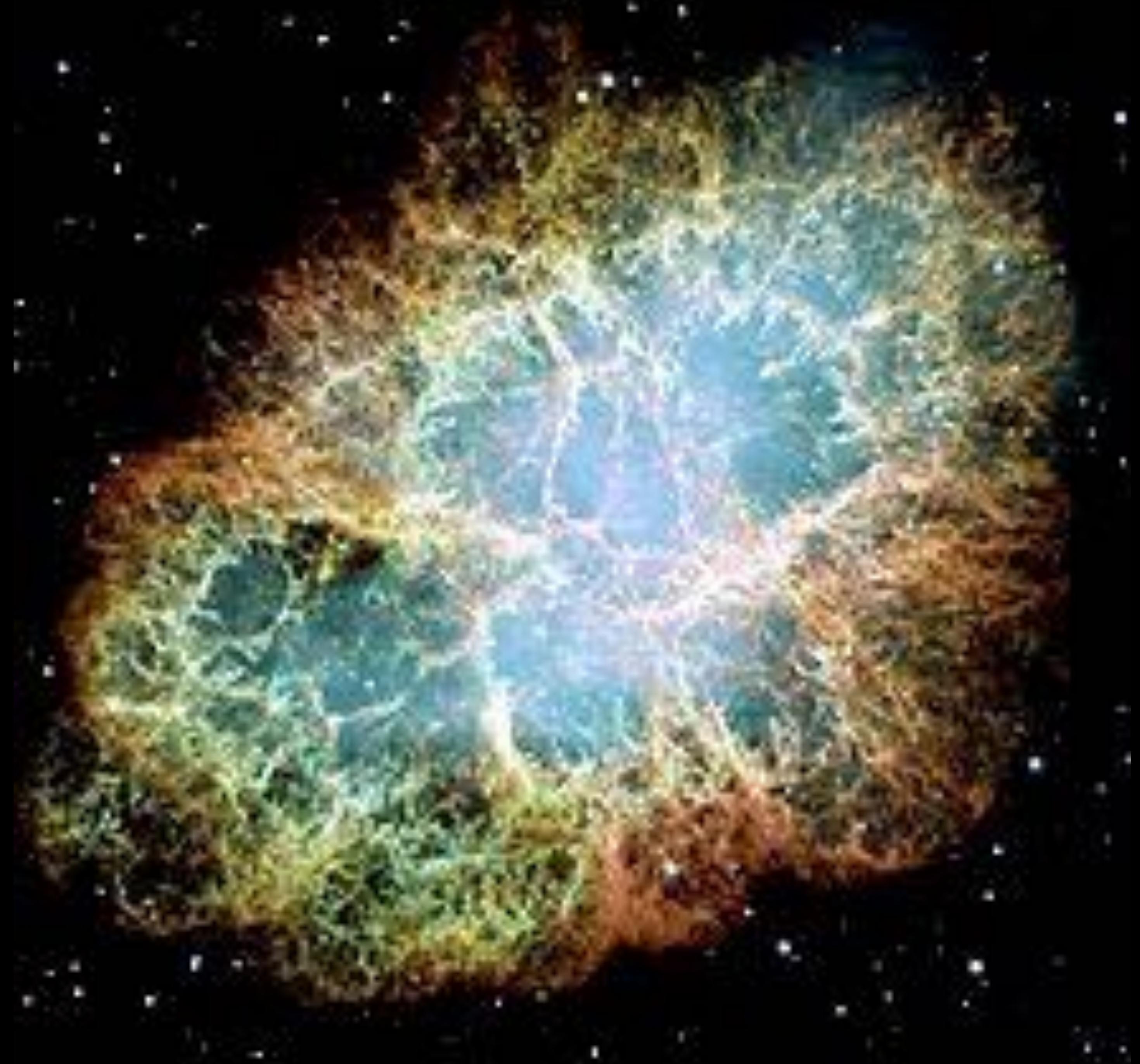


El material que rebota hace que las capas más externas exploten.



Esta explosión es la Supernova. En el centro queda el remanente (estrella de neutrones)





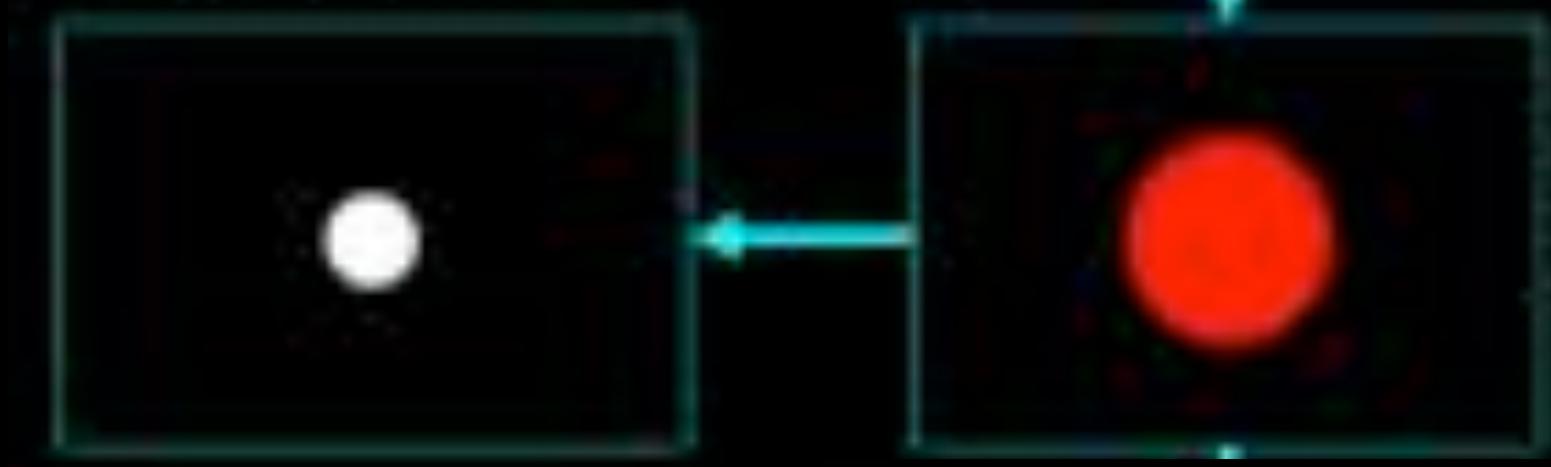


Nube de  
Polvo y Gas



La gravedad une  
estas partículas

Enana Blanca



Estrella estable en la  
secuencia principal

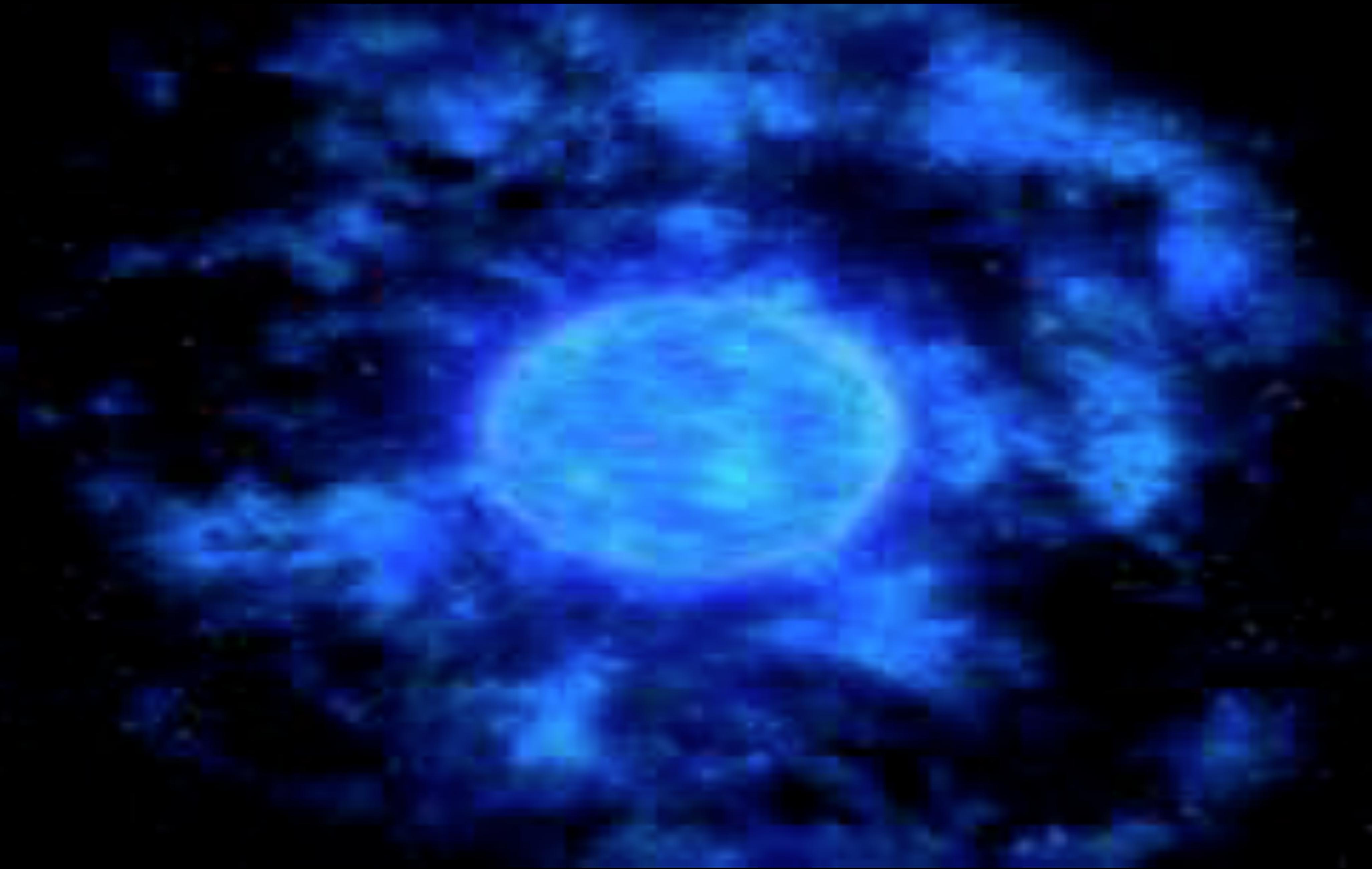
Gigante roja



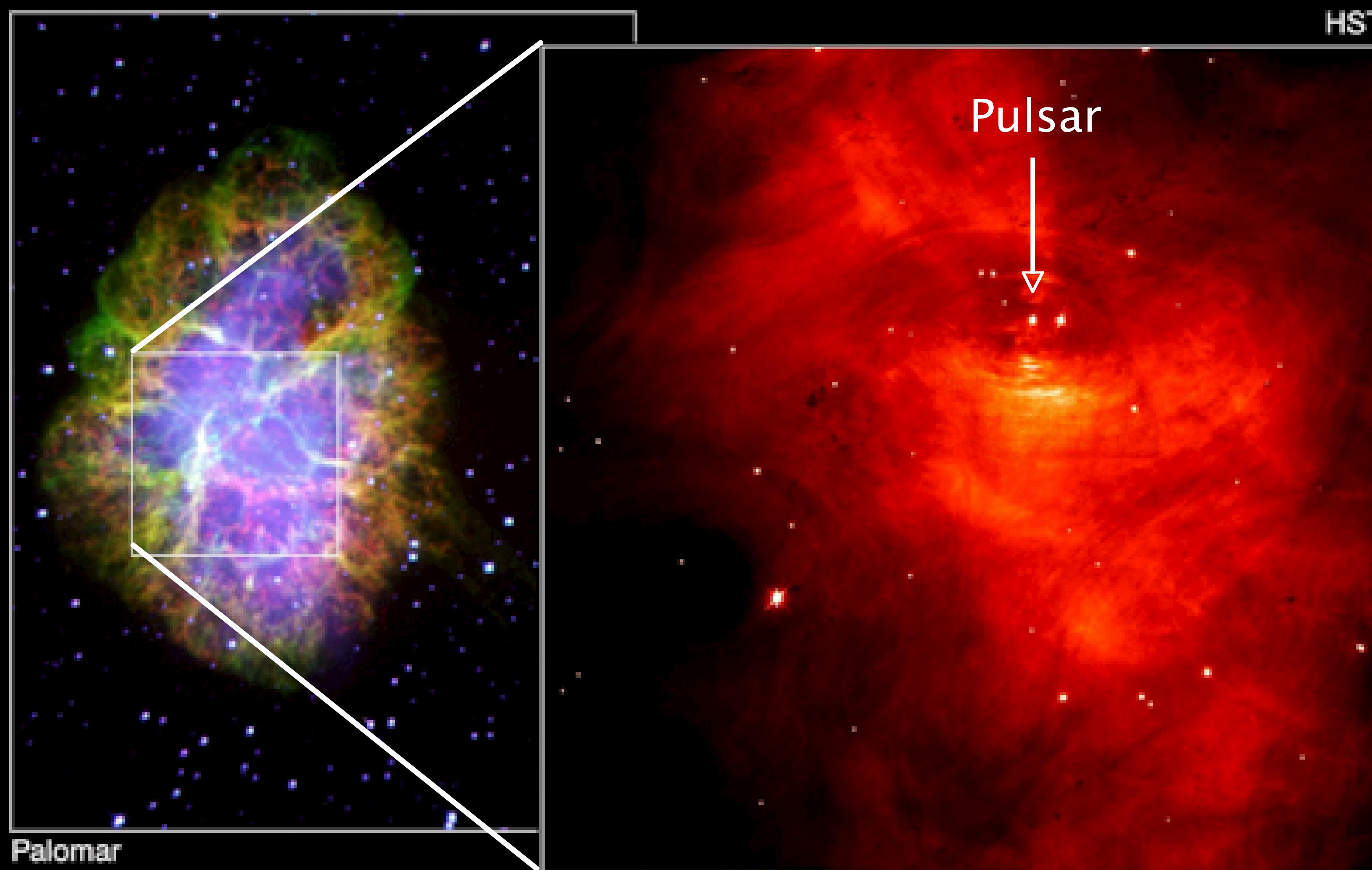
Supernova 1987A

Tarantula Nebula en la  
Gran Nube de  
Magallanes





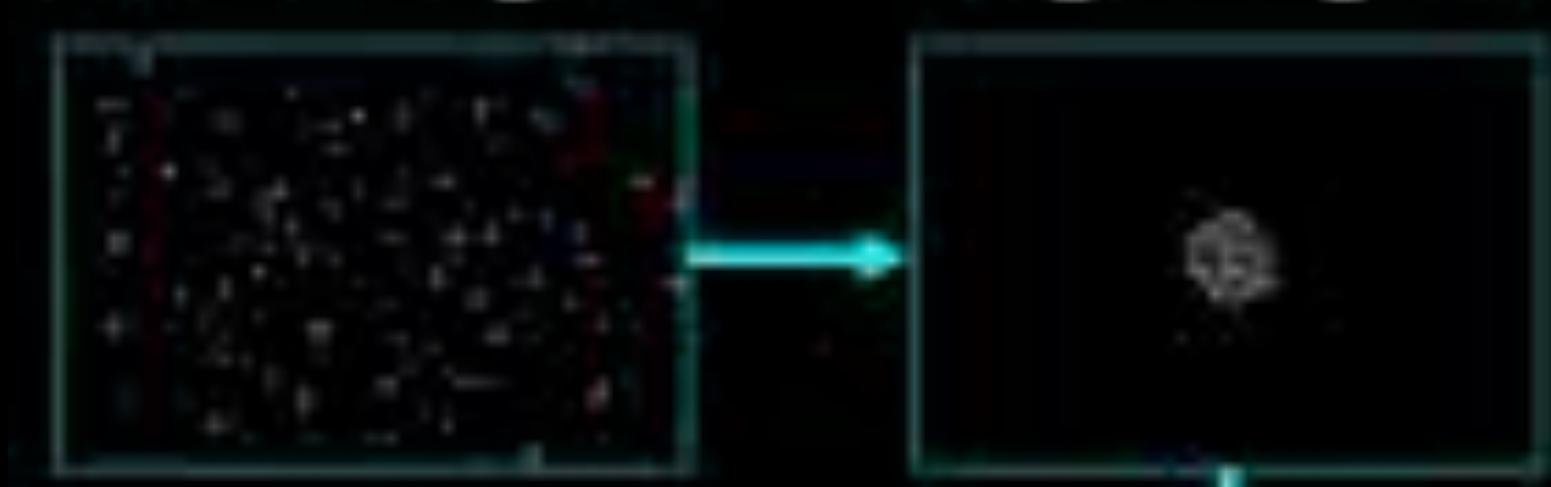
HST



## Crab Nebula

Hubble Space Telescope • Wide Field Planetary Camera 2

Nube de  
Polvo y Gas



La gravedad une  
estas partículas

Enana Blanca



Estrella estable en la  
secuencia principal



Gigante roja



Supernova

---

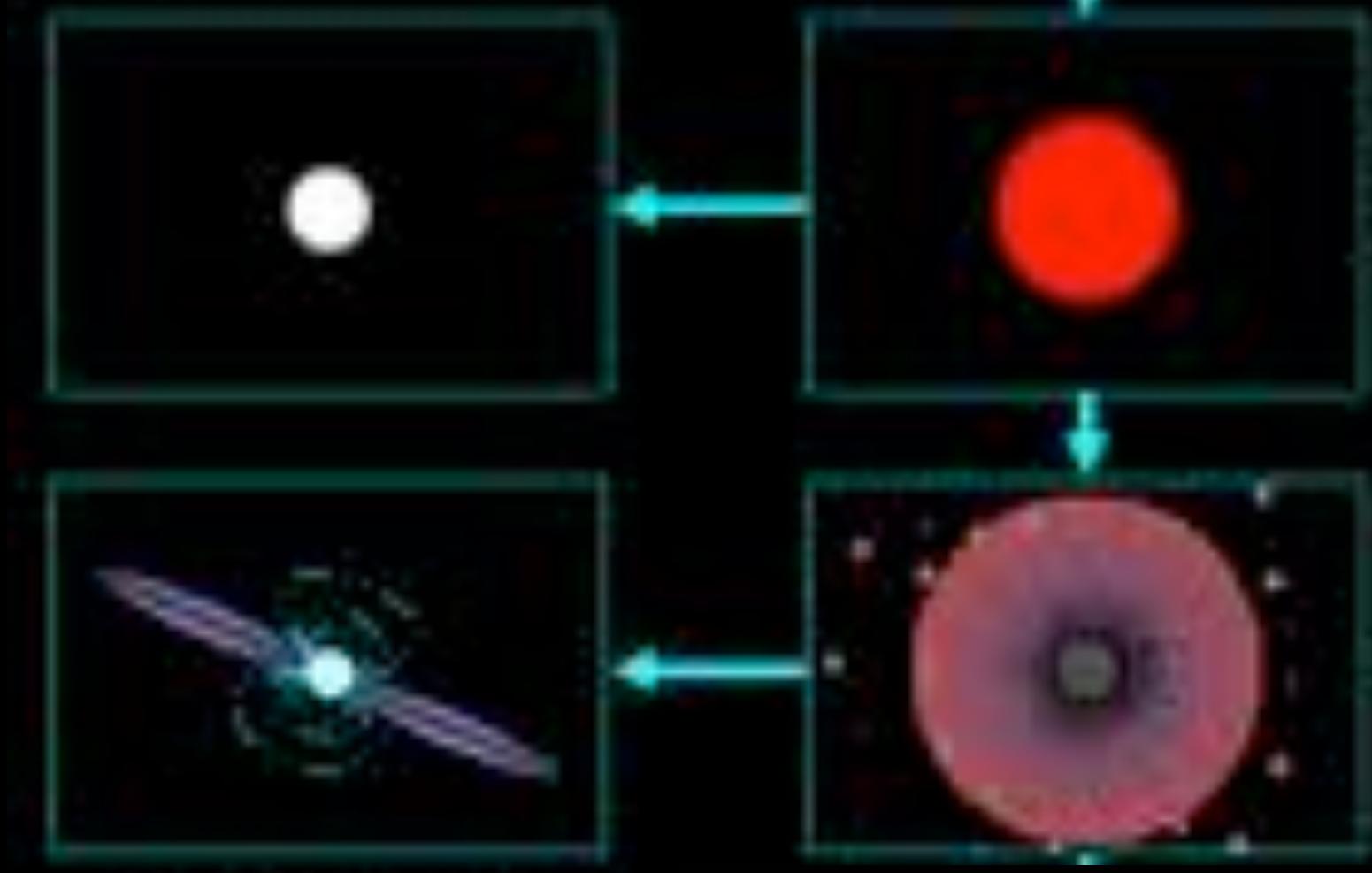
# AGUJEROS NEGROS

Nube de  
Polvo y Gas



La gravedad une  
estas partículas

Enana Blanca



Estrella estable en la  
secuencia principal

Gigante roja

Estrella de  
Neutrones

Supernova



---

# A10. AGUJEROS NEGROS

Próxima Clase