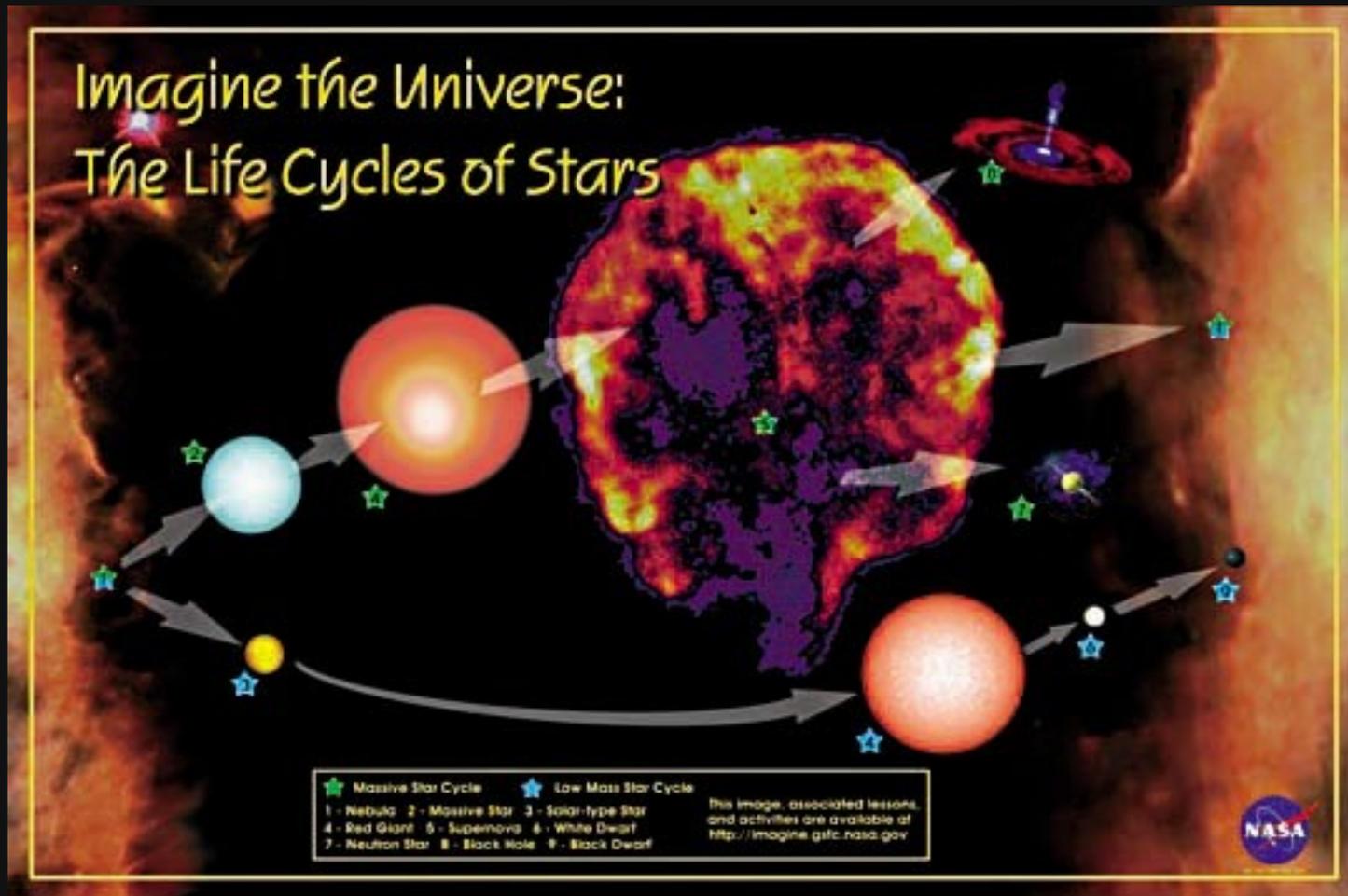


# La vida de las estrellas

*Dr. Jim Lochner, NASA/GSFC*



*Resplandece, pequeña estrellita ...*

---



# *Me sorprende lo que eres ...*

---

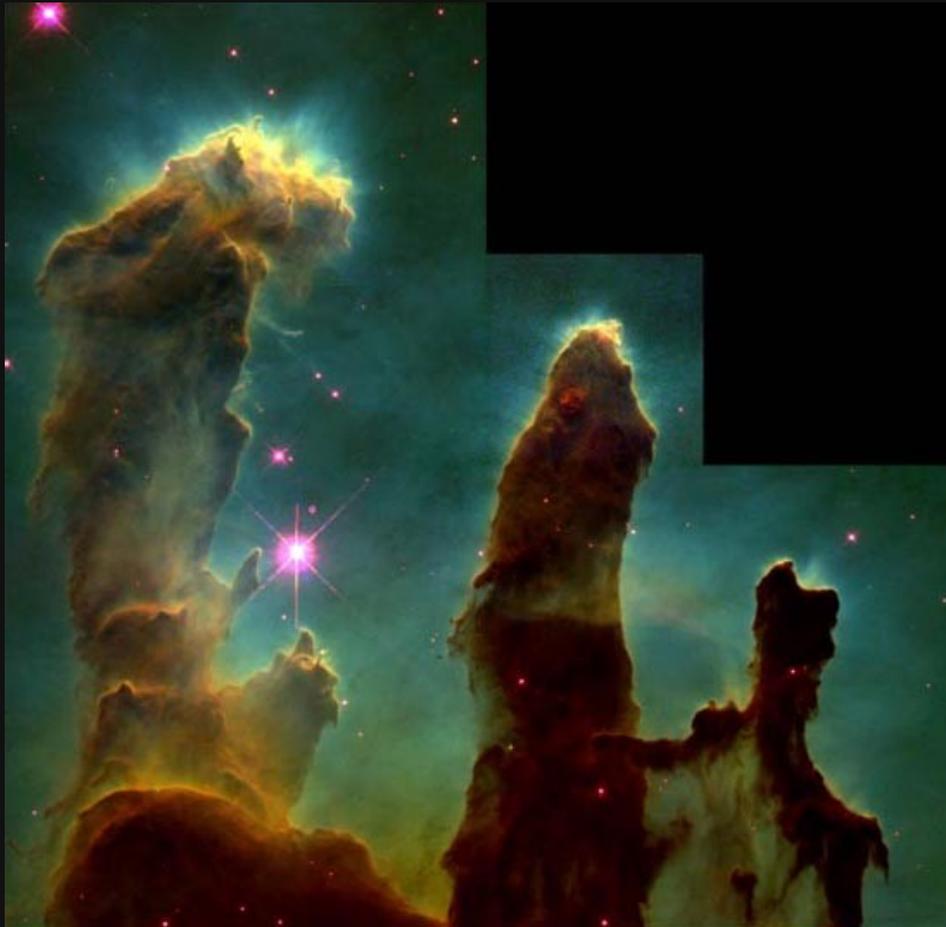
**Las estrellas tienen**

- **Diferentes colores**
  - **Que indican diferentes temperaturas**
- **Distintos tamaños**
- **Diversas masas**

**Cuanto mayor es una estrella, más caliente está y más rápidamente está quemando su vida.**

# Una guardería estelar

---



El Espacio está lleno de la materia con que se forman las estrellas.

# Las estrellas nacen a partir de nubes

Pero no esta clase de polvo



Las nebulosas proporcionan el gas y el polvo a partir del que se forman las estrellas.

Sino, más bien, partículas irregulares de carbón o silicio

# El colapso de una protoestrella

---

Las estrellas comienzan con una lenta acumulación de gas y polvo.

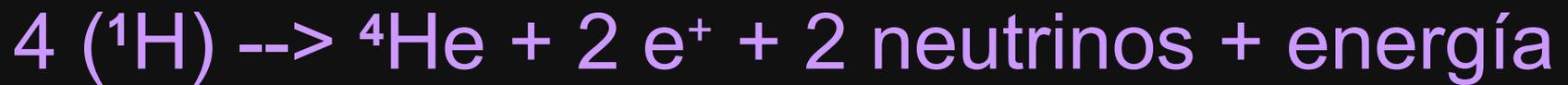
- La atracción gravitacional atrae más material.

$$F = \frac{Gm_1m_2}{r^2}$$

- La contracción provoca que la temperatura y la presión comiencen a subir lentamente.

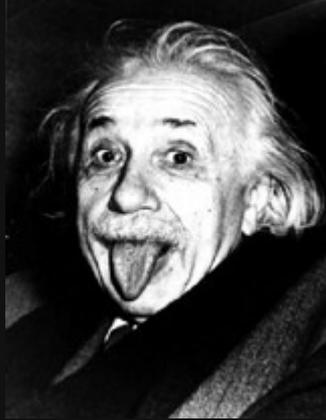
# ¡Fusión nuclear!

A 15 millones de grados Celsius en el centro de la estrella, se produce la fusión



¿De dónde procede la energía?

Masa de cuatro  ${}^1\text{H}$  > Masa de un  ${}^4\text{He}$



$$E = mc^2$$

# Fusión y números



$$\begin{aligned} \text{Masa de } 4 \text{ } {}^1\text{H} &= 4 \times 1.00794 \text{ amu} \\ &= 4.03176 \text{ amu} \end{aligned}$$

$$\text{Masa de } 1 \text{ } {}^4\text{He} = 4.002602 \text{ amu}$$

$$\text{Diferencia en masa} = 0.029158 \text{ amu}$$

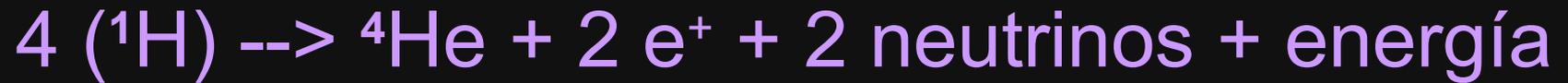
$$= 4.84 \times 10^{-29} \text{ Kg.}$$

$$E = \Delta mc^2 = (4.84 \times 10^{-29} \text{ Kg.})(3 \times 10^8 \text{ m/s})^2$$

$$E = 4.4 \times 10^{-12} \text{ J}$$

# Cuánta energía

---



Energía causada = 25 MeV

$$= 4 \times 10^{-12} \text{ Julios}$$

$$= 1 \times 10^{-15} \text{ Calorías}$$

¡Pero el Sol hace esto  $10^{38}$  veces/segundo !

¡El Sol tiene  $10^{56}$  H átomos que quemar!

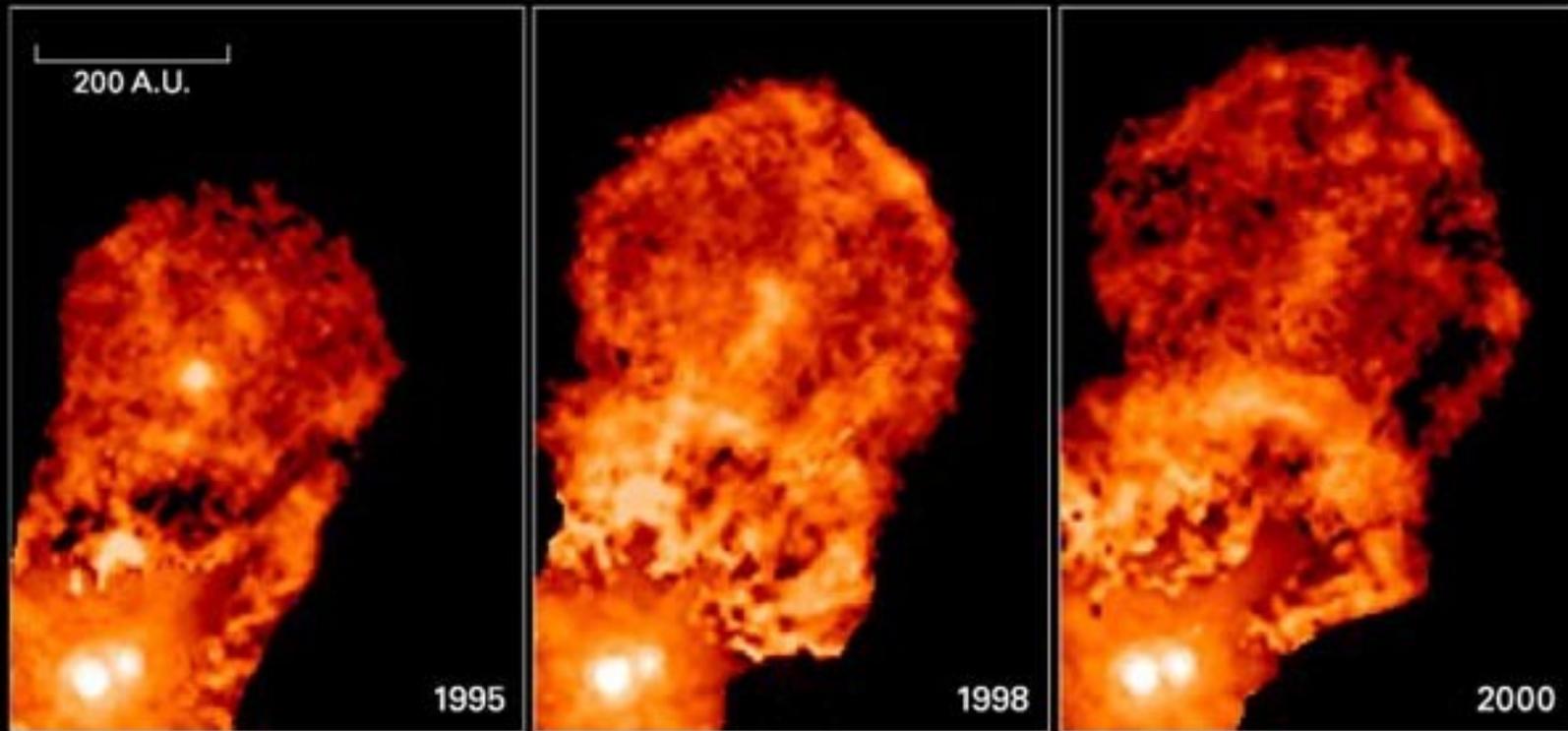
# *Una correlación de fuerzas*

---

La energía provocada por una fusión nuclear contrarresta hacia adentro la fuerza de la gravedad.

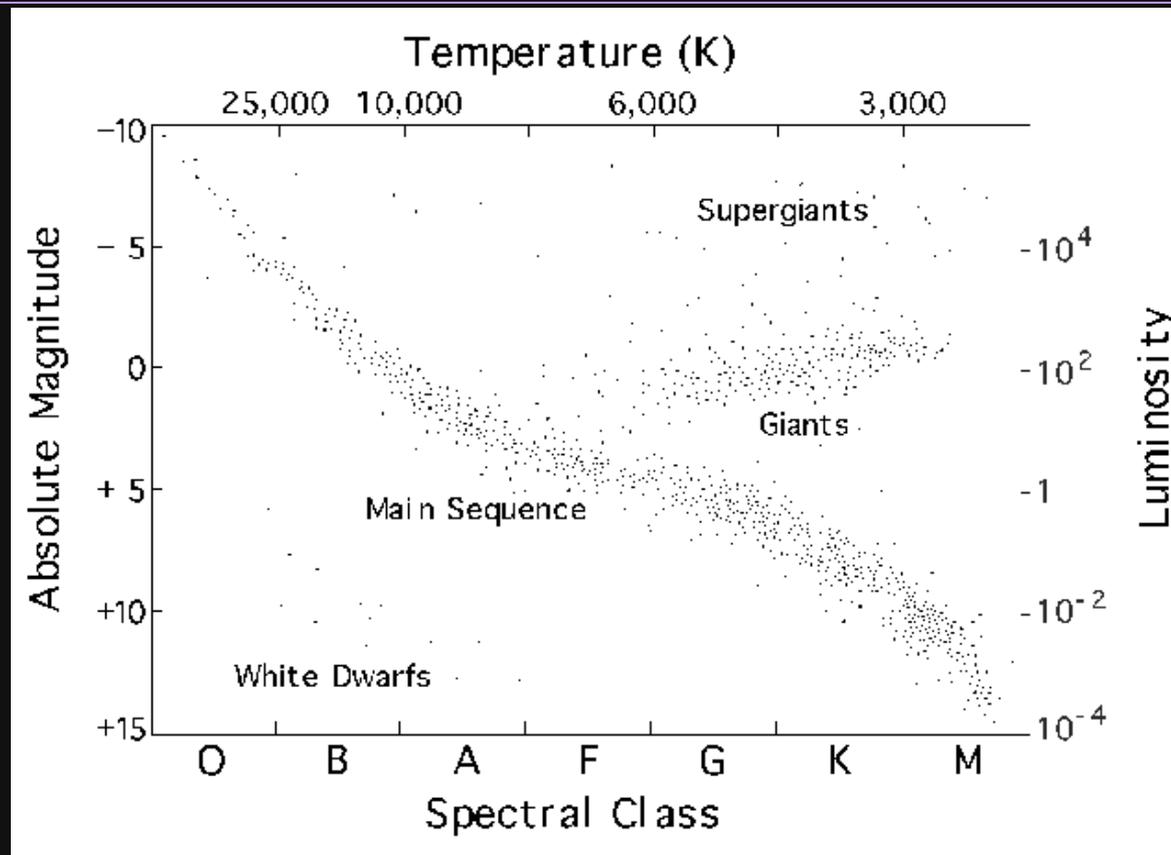
Durante toda su vida, estas dos fuerzas van a determinar los diferentes estadios de la vida de una estrella.

# *Las estrellas nuevas no están quietas*

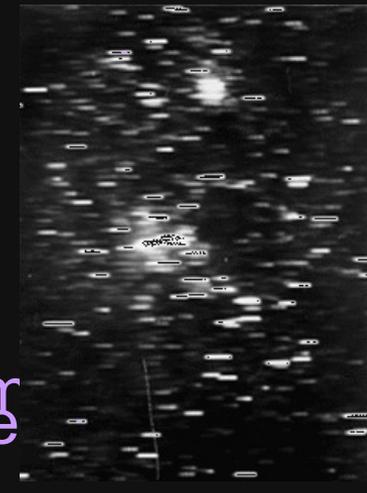


Expulsión de gas desde un joven sistema binario

# Todos los tipos de estrellas



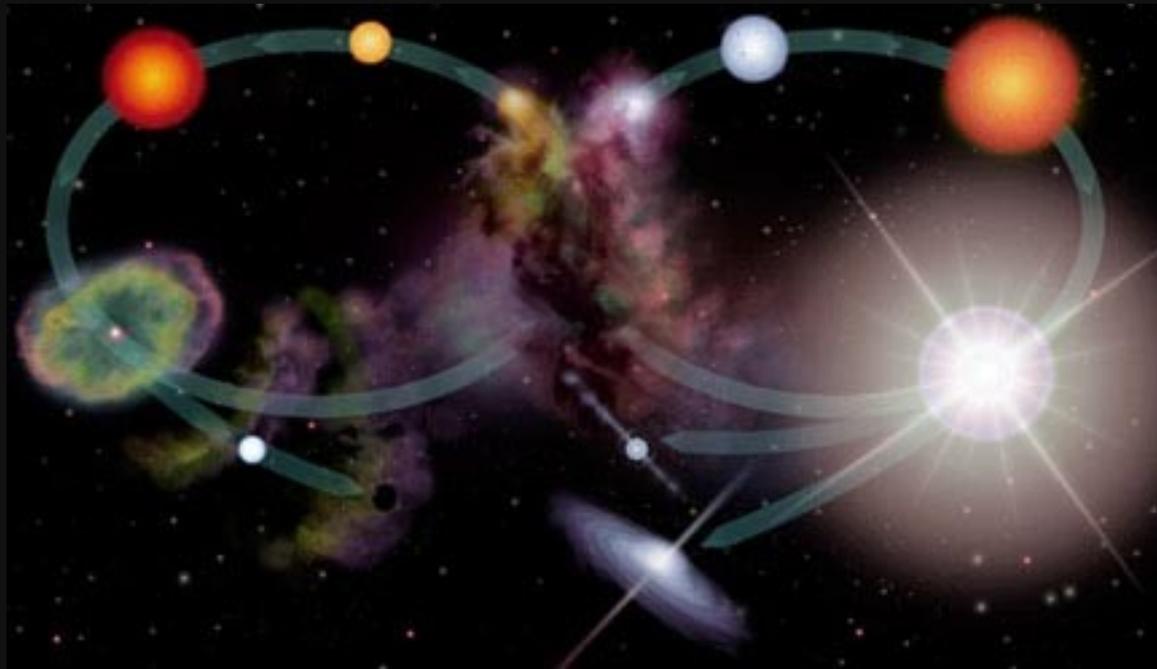
Annie J Cannon



Oh, Big And Ferocious Gorilla, Kill My Roomm  
Oh! Be Can Be a If the Kiss Me Is given Now Swee  
Saturday!

# *Repaso: el ciclo de la vida*

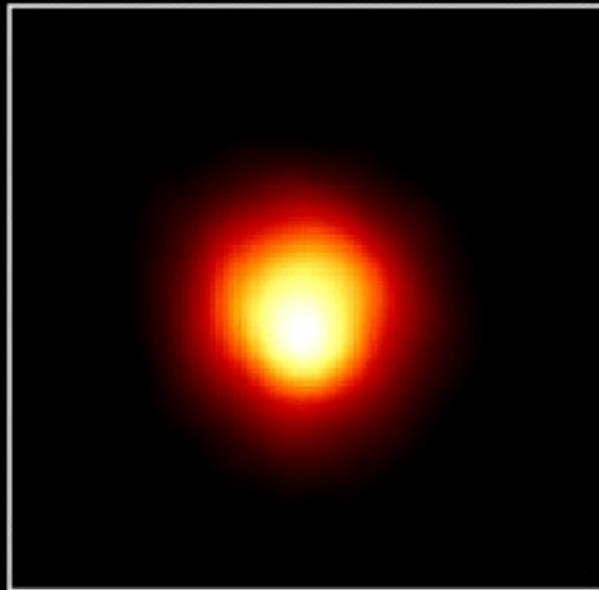
---



Estrellas tipo solar

Estrellas masivas

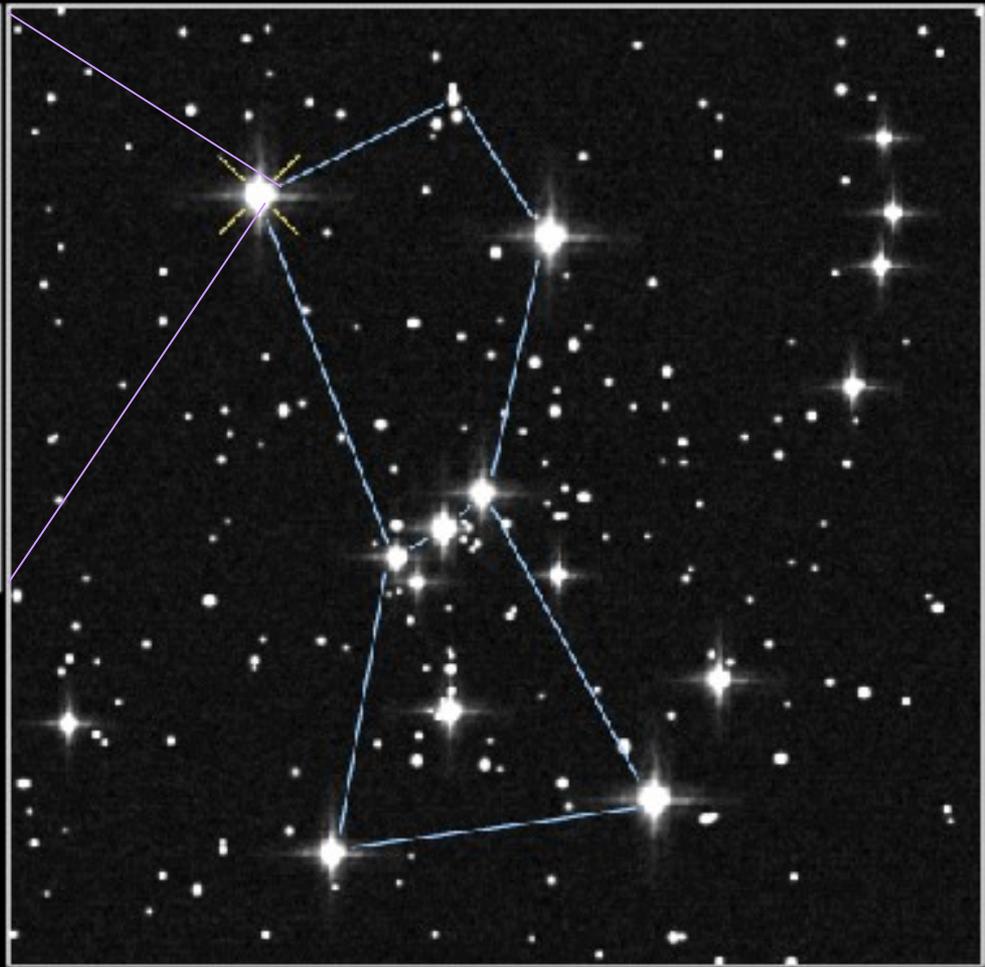
# *El principio del fin: Gigantes rojas*



Size of Star

Size of Earth's Orbit

Size of Jupiter's Orbit



# Gigantes rojas

---

Después de que el hidrógeno se consume en su núcleo,

- El núcleo se desploma, dejando escapar la energía hacia las capas exteriores
  - Las capas exteriores se expanden
- Mientras tanto, cuando el núcleo se destruye,
  - Aumentando la temperatura y la presión ...

# ¡Más fusión!

---

A 100 millones de grados Celsius, el helio se funde:



(Se producirá en un paso intermedio)

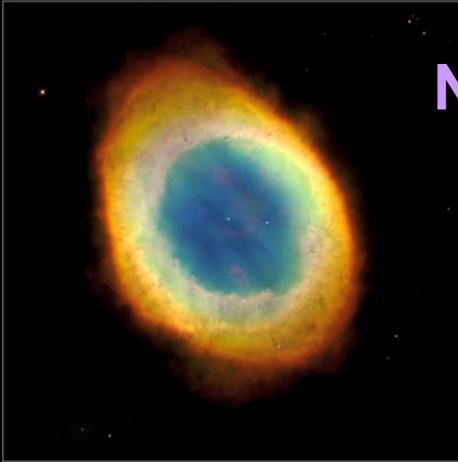
(Sólo se producen 7.3 MeV)

La energía sostiene las capas exteriores  
expandidas de la gigante roja

# El fin de las estrellas de tipo solar

Después de que el helio se consume, las capas exteriores de la estrella son expulsadas

## Nebulosas planetarias



Hubble  
Heritage

NGC 2440



Hubble  
Heritage

Planetary Nebula NGC 3132



Hubble  
Heritage

# Enanas blancas

---

En el centro de la nebulosa planetaria descansa una enana blanca.

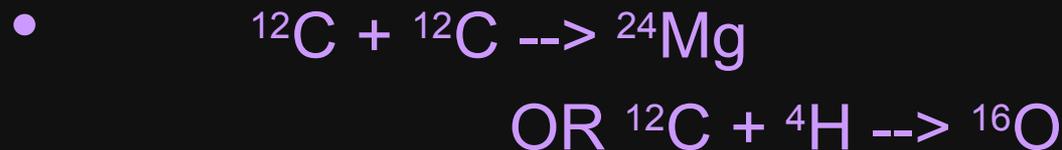
- Densidad de la Tierra respecto a la masa del Sol

“Una tonelada por cada taza de té”

- La fuerza de la gravedad hacia el interior queda equilibrada por la fuerza repulsiva de los electrones.

# Destino de las estrellas masivas

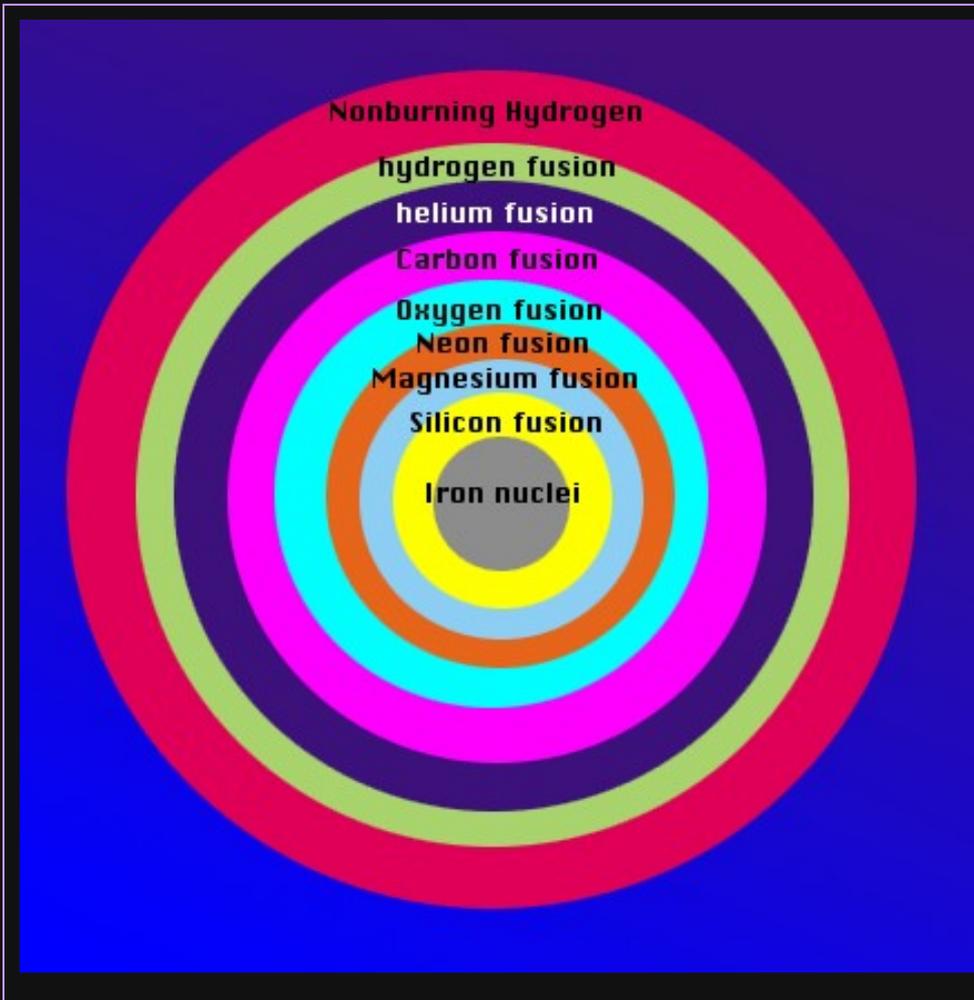
Después de que el helio se consume, el núcleo se destruye de nuevo hasta que se convierte en lo suficientemente caliente como para fundir el carbón en magnesio u oxígeno.



A través de una combinación de procesos, se forman sucesivamente elementos más pesados y se queman.



# El fin de las estrellas masivas



Las estrellas masivas consumen una gran cantidad de elementos.

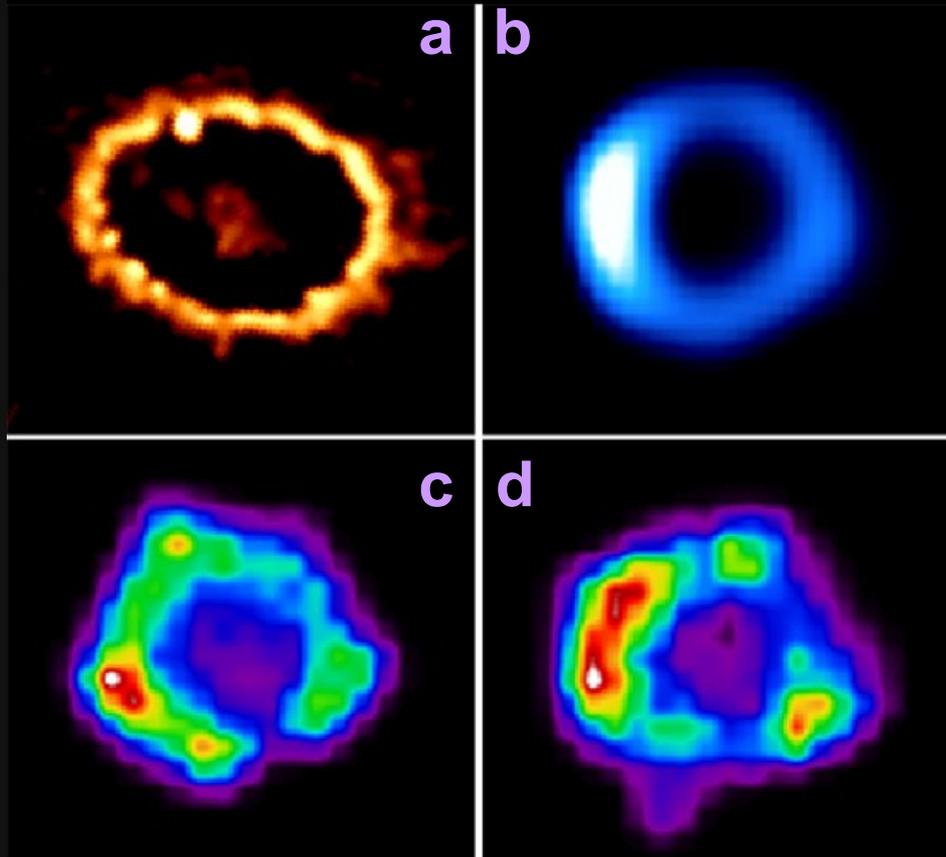
El acero es el elemento más estable y no puede fundirse más.

- En lugar de producir energía, la utiliza.

# ¡Supernova!



# Remanentes de supernovas: SN1987A

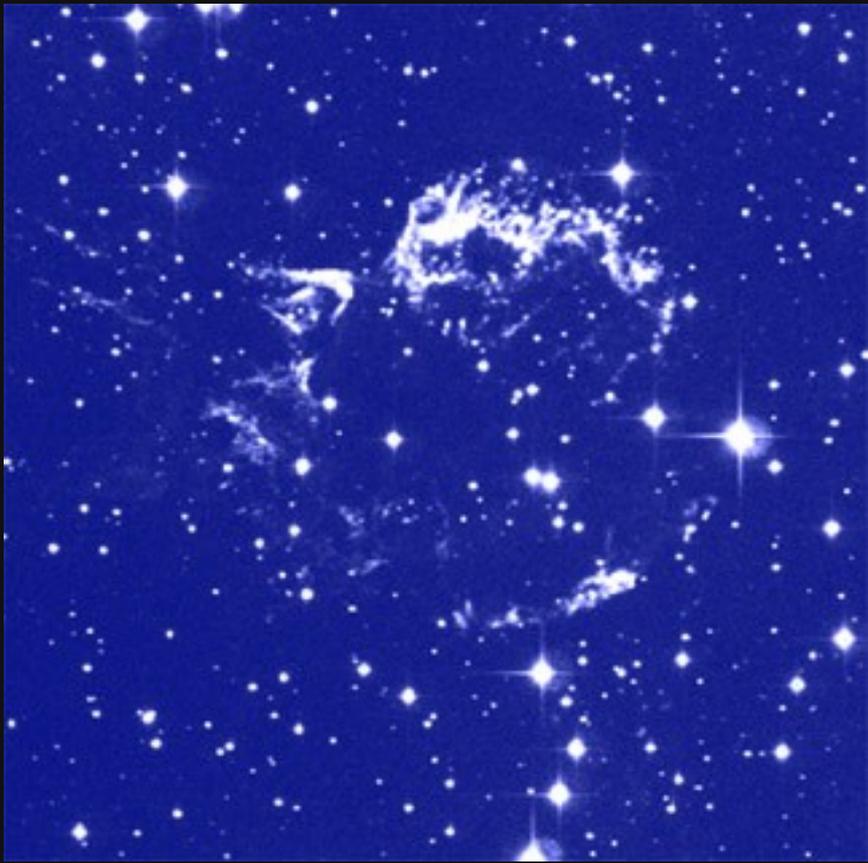


- a) Óptico - Feb 2000
  - Material expulsado de la estrella miles de años antes de SN
- b) Radio - Sep 1999
- c) Rayos X - Oct 1999
- d) Rayos X - Ene 2000
  - La onda de choque desde SN calentando el gas

# Remanentes de supernovas: Cas A

---

Óptico



Rayos X



# *Lo que queda después de la supernova*

---

Estrella de neutrones (si la masa del núcleo es menor que 5 veces la masa del Sol)

- Por la fuerza de su colapso, los protones y electrones se combinan para formar neutrones.
- 10 Km. de radio

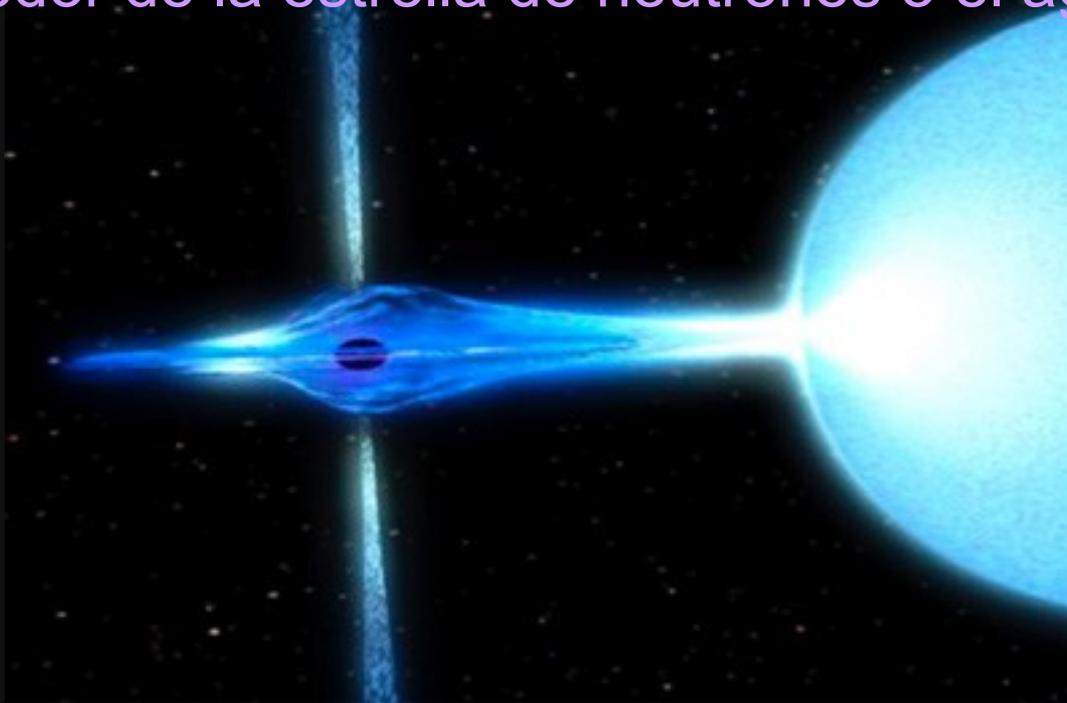
Agujero negro (si la masa del núcleo es mayor que 5 veces la masa del Sol)

- Ni siquiera los neutrones compactados pueden soportar el peso de estrellas muy masivas.

# *Una nueva vida: binarias de rayos X*

---

En los sistemas binarios cercanos, el material fluye desde una estrella normal a una estrella de neutrones o un agujero negro. Los rayos X son emitidos desde el disco de gas alrededor de la estrella de neutrones o el agujero negro.



# Supernovas y material interestelar

Hodge 301 in the Tarantula Nebula

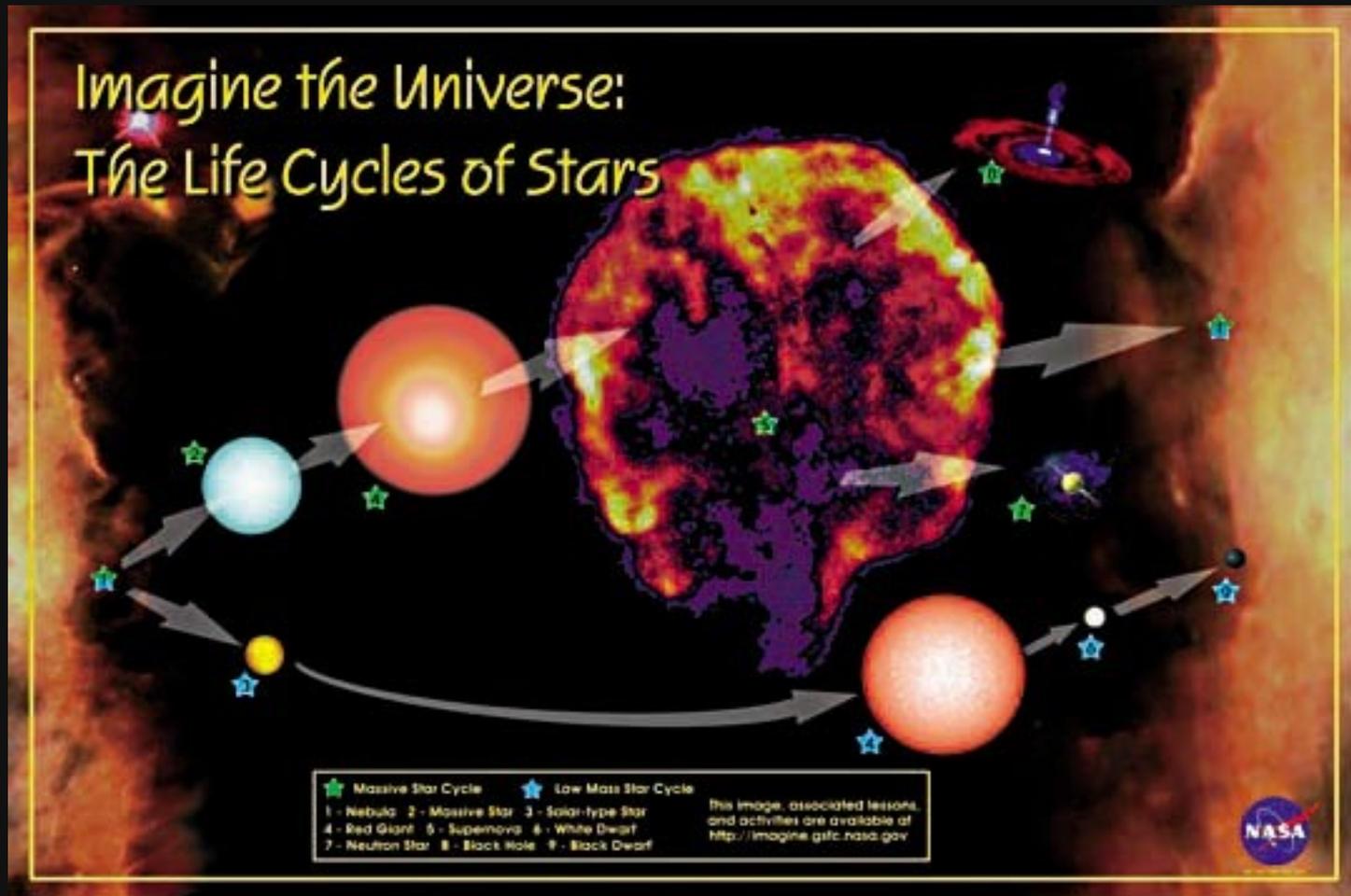


Hubble  
Heritage

Las supernovas comprimen el gas y el polvo que se extiende entre las estrellas. Este gas se ve también enriquecido por el material expulsado.

Esta compresión origina el colapso de gas y polvo para formar nuevas estrellas

# Lo que nos lleva de nuevo a ...



**Traducción: Javier Sánchez Quirós**  
**Grupo de Trabajo Astronomía en la Enseñanza, Málaga Spain**