

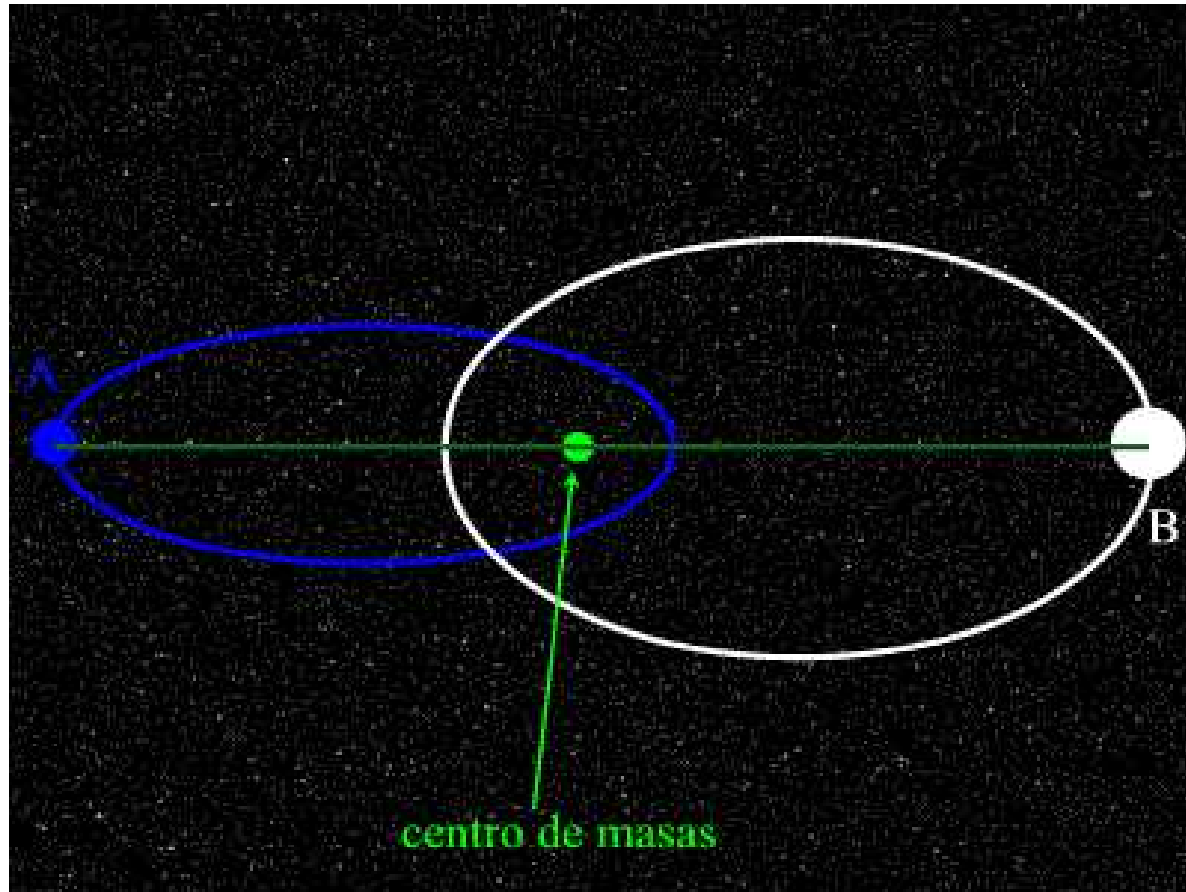


# Observación de Estrellas Dobles



**Ricardo Lewy Soler**  
**Agosto 2019**

**Estrella doble (Binaria) o múltiple se le llama a todo grupo de estrellas que están unidas gravitacionalmente y giran en torno a un centro común.**



**La mayoría de las estrellas no se encuentran solas en el espacio, sino que presentan una o mas acompañantes.**

**La mayoría de estrellas de nuestra galaxia se forman individualmente en nubes moleculares, pero muchas evolucionan en sistemas de estrellas binarias o múltiples.**

**El estudio de estrellas dobles verdaderas es de gran importancia para la astrofísica, dado que a partir de estos pares estelares podemos conocer las masas de las estrellas, fundamental para nuestro conocimiento de la evolución estelar.**

**En las estrellas binarias ambas orbitan alrededor de un centro gravitacional común, y por lo tanto se aplican las leyes de Kepler para conocer primero su separación entre sus centros, y luego el periodo orbital. Sabido esto, se relaciona con la gravedad, obteniendo la masa total del sistema.**

**Aplicando las leyes de Kepler y Newton al análisis de la órbita de una estrella binaria es posible determinar la masa de las estrellas.**  
**Reescribiendo la 3ra ley de Kepler en la forma de la ley de Newton:**

$$m_1 + m_2 = R^3 / P^2$$

**$m_1$  y  $m_2$  son las masas de las componentes expresadas en masas solares**

**$R$  es la separación orbital promedio entre el centro de las estrellas en UA  
 $P$  es el período orbital en años.**

**Las estrellas de un sistema binario no necesariamente son iguales. Es mas esto casi nunca sucede.**

**Cada estrella se forma independientemente, sólo que están unidas gravitacionalmente.**

**Se dan dos casos generales.**

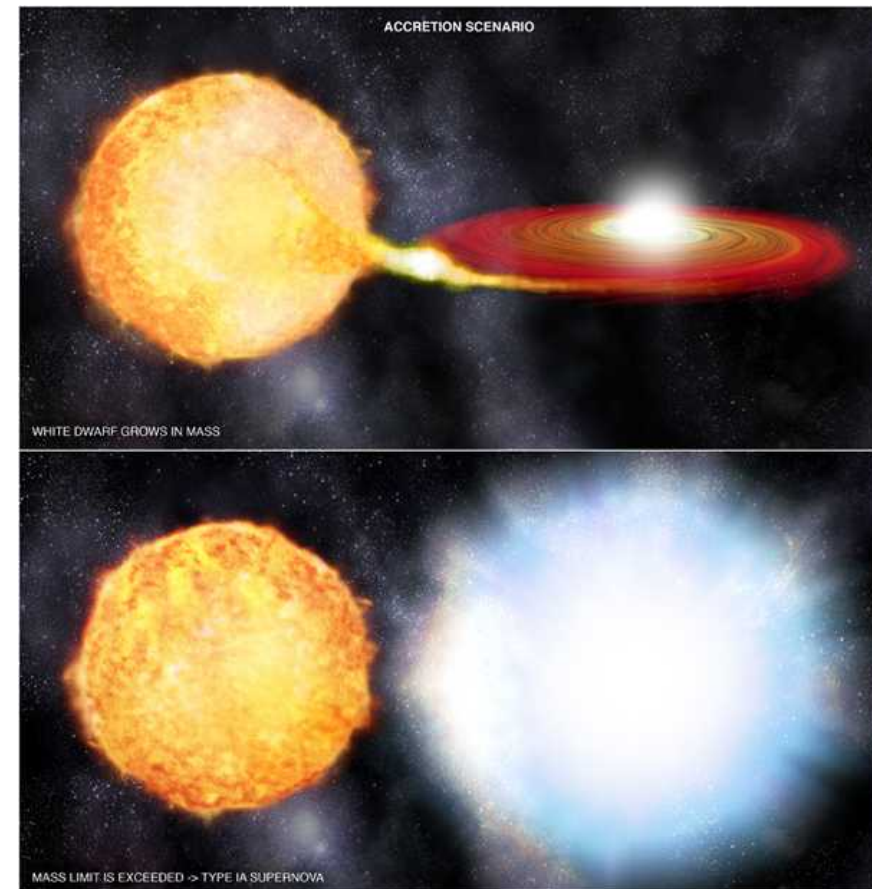
**Si las estrellas se encuentran relativamente lejos una de la otra, a pesar de orbitarse mutuamente, van a evolucionar como estrellas independientes.**

**Sí las dos estrellas están muy próximas entre sí, la atracción gravitacional de una estrella influirá en la evolución de la otra.**

**En un sistema doble, si las estrellas orbitan lo suficientemente cerca se dará la transferencia de materia entre los dos componentes.**

**Esta situación será parte importante de la evolución del sistema y se dará la posibilidad de formación de algunos tipos de supernova tipo Ia.**

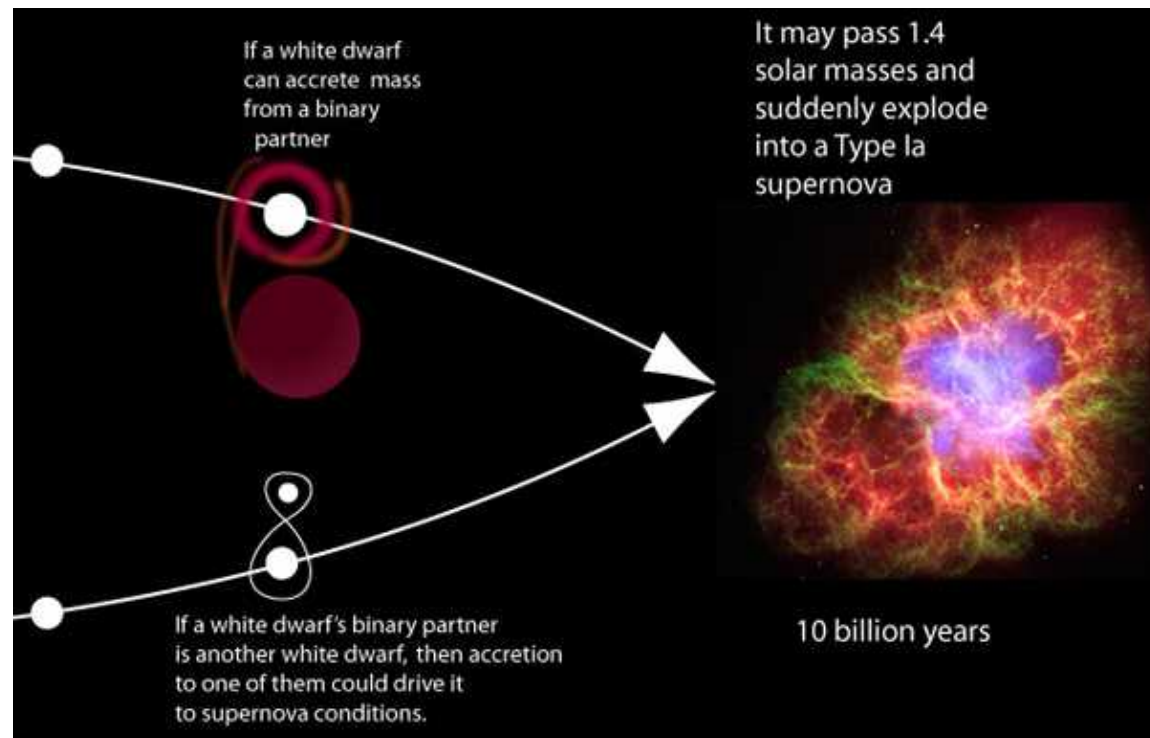
**Lo habitual en sistemas binarios, es que una de ellas sea de mayor tamaño que la otra, donde la más pequeña absorbe materia de la superficie de la grande, lo que se conoce como «estrellas vampiro»**



Cuando la pareja está formada por una enana blanca y normalmente por una gigante roja, la enana blanca “roba” material a la gigante roja, hasta que llegar a acumular suficiente masa para alcanzar el límite de Chandrasekhar de 1.44 veces la masa del Sol, en que el material robado se fusiona de forma incontrolada, produciendo una tremenda explosión que destruye el sistema (la explosión de supernova tipo Ia).

También este proceso se ha visto en un sistema binario de dos estrellas enanas blancas.

Masa típica de las Enanas blancas: 0.5 a 0.7 masas solares





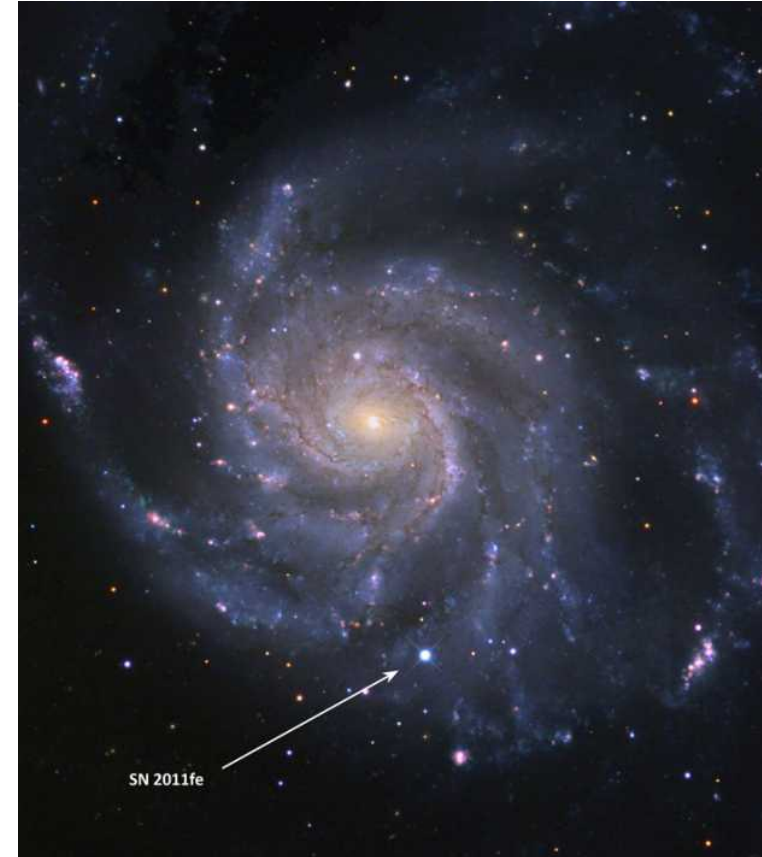
## **Midiendo distancias:**

**Si no podemos identificar estrellas individuales en una galaxia, no podremos identificar a las cefeidas, que es uno de los métodos para medir distancias muy lejanas.**

**Se sabe que la masa de una enana blanca necesaria y mínima para explotar siempre es la misma. Una estrella siempre explota cuando su masa ha superado un punto determinado (Límite Chandrasekar).**

**Como esta explosión siempre ocurre cuando se alcanza este límite de masa, la energía liberada en su detonación es siempre “más o menos” la misma, por lo que el brillo absoluto de las supernovas tipo Ia será siempre igual.**

**Todas las estrellas supernovas del tipo Ia explotan con la misma masa, liberan la misma energía, y generan la misma luminosidad.**



**SN 2011 fe.  
Supernova tipo Ia, en la galaxia  
M101**



Si las vemos desde diferentes distancias, vemos diferente su brillo aparente: más tenue cuanto más lejos y más brillante cuanto más cerca estén.

Si conocemos el brillo intrínseco de la supernova Ia, y al mismo tiempo medimos su brillo aparente, entonces es posible calcular la distancia que nos separa de ella.

Esta relación responde a la llamada ley de la inversa del cuadrado de la distancia, la que nos dice que el brillo aparente de una estrella disminuye de forma inversamente proporcional al cuadrado de la distancia del centro donde se origina.

$$M_v - m_v = 5 - 5(\log d)$$

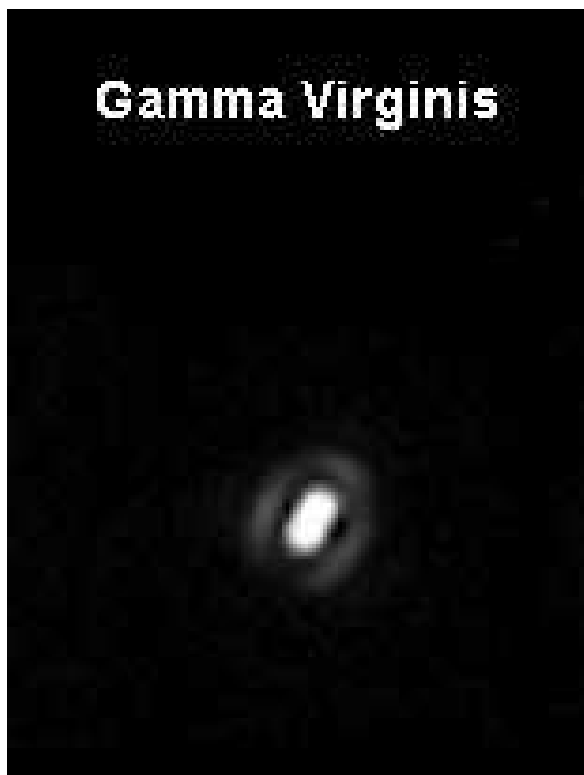
En este caso, medimos la distancia a la galaxia que la alberga.

La luminosidad relativa de una supernova de tipo Ia puede determinarse dentro de un intervalo de error del 20%.

**Entre los aficionados, las estrellas dobles tienen 2 atractivos principales:**

**1º. La belleza de las imágenes que se observan.**

**2º. La ocasión que representa de tener una prueba de la calidad óptica de los telescopios.**



**Porrima**

**Gamma Virginis**

**Magnitudes 3.5 y 3.5**

**Separación: 1.7 segundos de arco.**

**1/2117 grado**

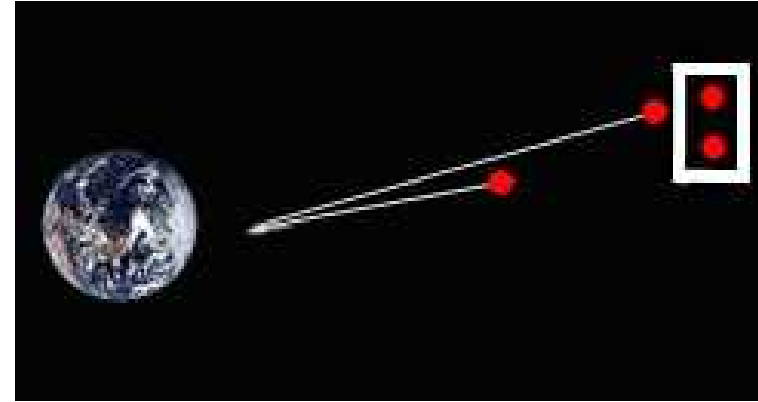
# **Clasificación según el método de descubrimiento:**

**Binarias visuales.**

**Verdaderas**

**Falsas u Ópticas**

**(Efecto de perspectiva)** →

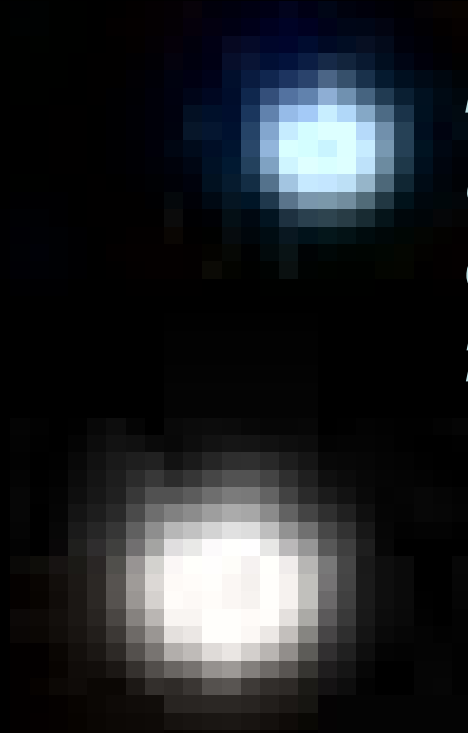


**Binarias astrométricas**  
**(por su movimiento propio en el cielo)**

**Binarias espectroscópicas**  
**(Efecto Doppler)**

**Binarias fotométricas o eclipsantes**  
**(Fotómetro Fotoeléctrico)**

# Observación de estrellas dobles



*Las estrellas dobles es una de las formas de observación mas fáciles.*

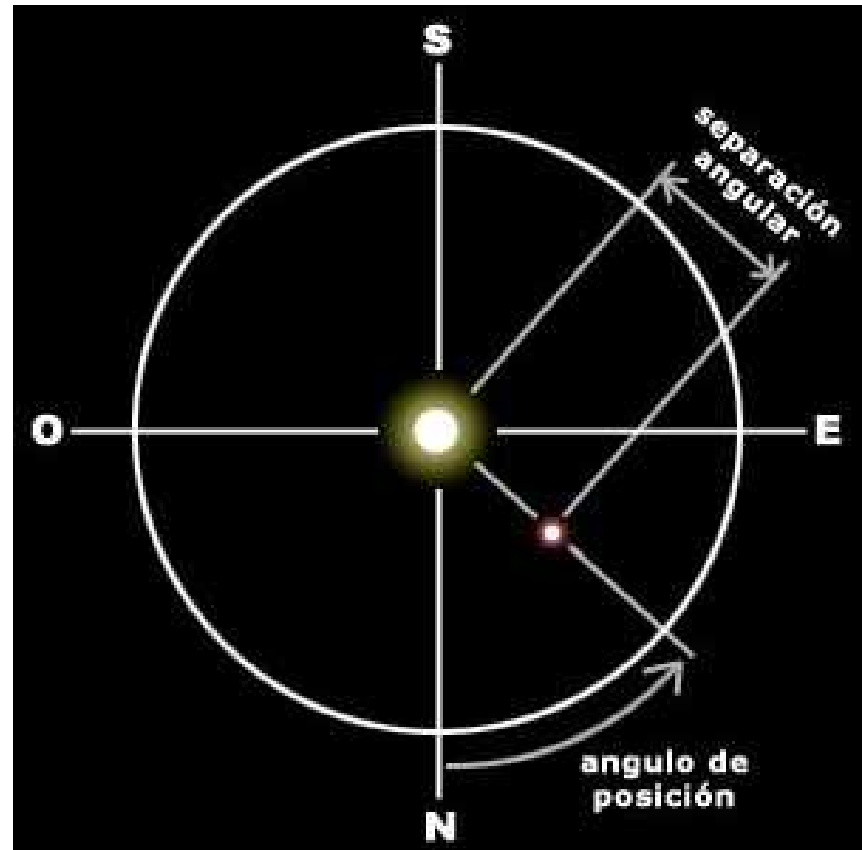
La observación de estrellas dobles no requiere de la típica oscuridad ideal de los cielos libres de contaminación lumínica.

Muchas son resueltas aun con binoculaes.

Un telescopio modesto puede resolver unas 2000 estrellas dobles.

**A la hora de observar un sistema binario, hay que tener en cuenta las siguientes características del mismo:**

- 1. Distancia o separación angular entre ambas componentes**
- 2. Angulo de posición**
- 3. Colores (Tipo) de las estrellas.**
- 4. Magnitudes aparentes de los componentes.**



## Resolución de un telescopio.

Se llama resolución (o poder separador) a la capacidad de un telescopio de mostrar de forma individual a dos objetos que se encuentran muy juntos, es el llamado "límite de Dawes".

Esta medida se da en segundos de arco y esta estrechamente ligada al diámetro del objetivo.

A mayor diámetro, mayor es el poder separador del instrumento.

Para calcular la resolución de un telescopio se utiliza la siguiente fórmula:

$$R ["] = 120 / D [\text{mm}]$$

Diámetro (mm)	Separación (")
50	2.40
100	1.20
150	0.80
200	0.60
250	0.48
300	0.40
350	0.34

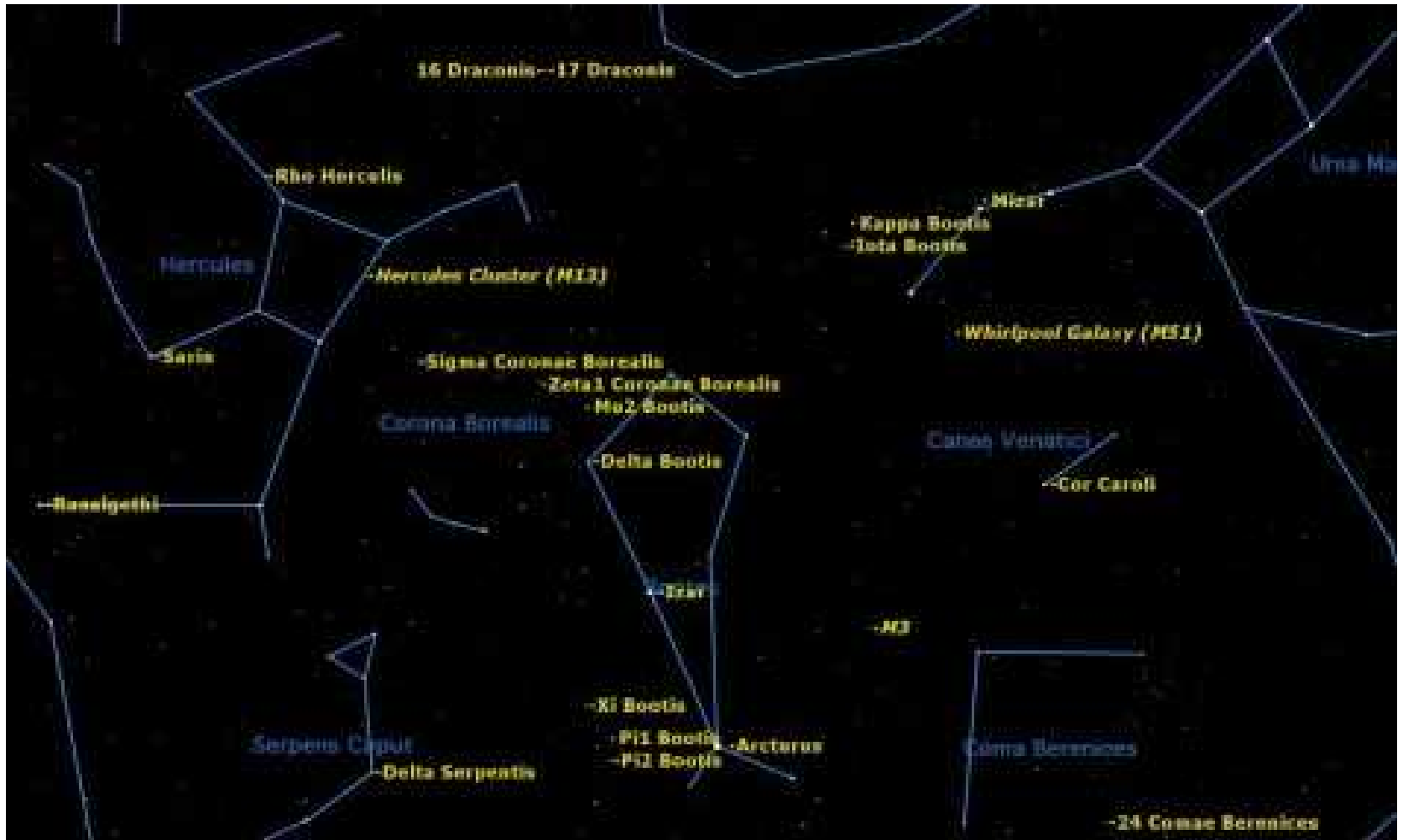
Factor de Entrada de Luz:  $(D1 / D2)^2$  ( D en mm )

20 pulgadas:  $(500/7)^2 = 5,100$  veces mas entrada de luz que el ojo humano.

14 pulgadas:  $(350/7)^2 = 2,500$  veces mas entrada de luz que el ojo humano.



Para encontrar estrellas dobles, lo primero es conocer bien las constelaciones...



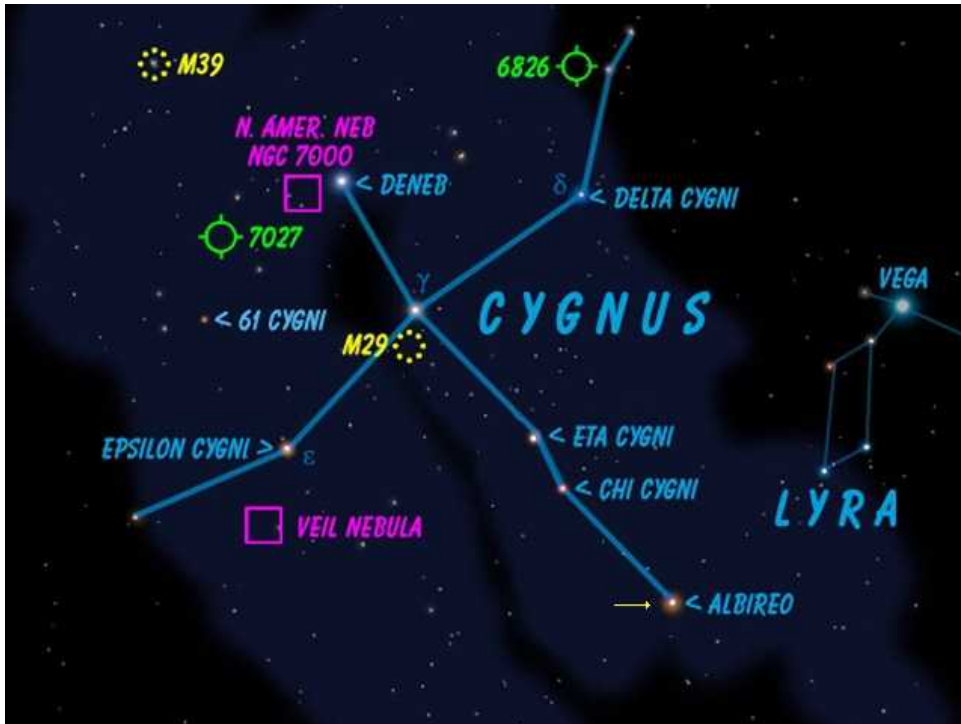
# Albireo, Beta Cygni

Su nombre proviene árabe, que quiere decir “pico de ave”

Tipo K Magn: 3.2 Anaranjada

Tipo B Magn: 5.4 Azul

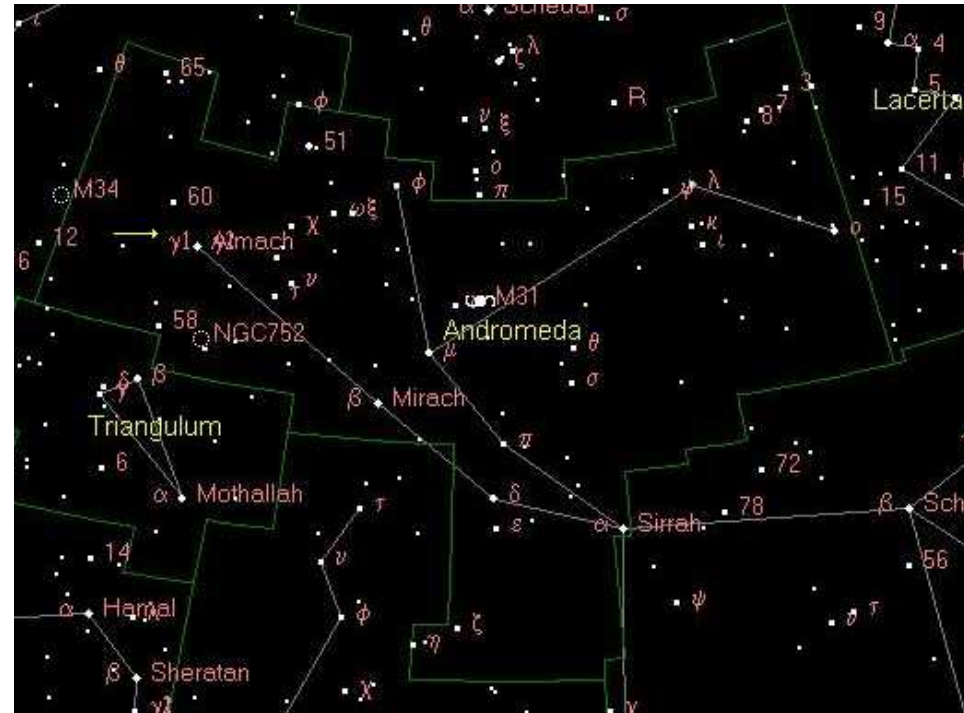
Separación: 35 Seg. de arco



El satélite Gaia desvela que Albireo es una doble falsa u óptica. Gaia ha revelado que Albireo A (la anaranjada) está a unos 328 años luz y que Albireo B (la azul) está a 389 años luz. Esta distancia es demasiado grande para estar atadas gravitacionalmente. Pero además, ha medido los movimientos propios de las estrellas y estas se mueven en dos direcciones

# Almach

## Gamma Andromeda



**Tipo K, Magn: 2.2 Dorada**

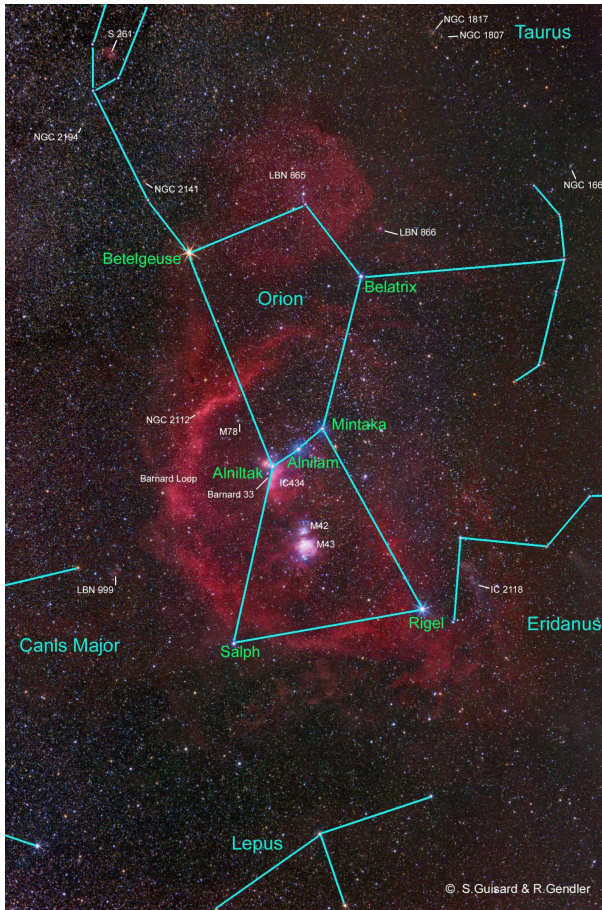
**Tipo A, Magn: 5.0 Azul**

**Separación: 10 Seg. de arco**

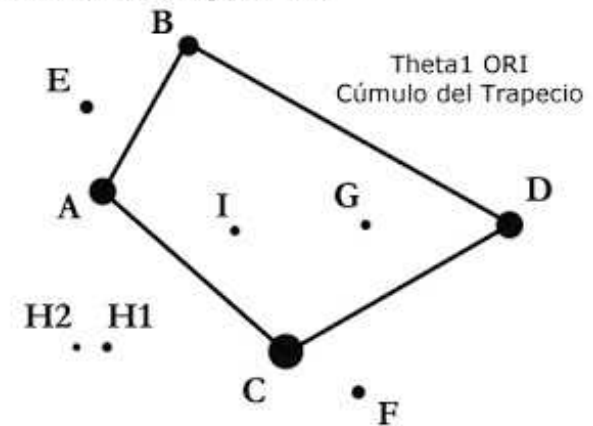
**Esta última es doble.**

# Trapezio en Orión

10 estrellas



<http://laorilladelcosmos.blogspot.com.es/>



Magnitudes:

A (6,7/7,5)

B (8,0/8,5)

C (5,1)

D (6,7)

E (10,3)

F (10,2)

G (14,5)

H1 (14,5)

H2 (15,5)

I (15,0)

**Facil distinguir 4 estrellas (A, B, Cy D).**

**Dos de ellas (E y F) pueden observarse en noches con poca perturbación atmosférica (seeing), lo que hace un total de seis estrellas visibles para aficionados**

# Sigma Orionis

## Sistema séxtuple

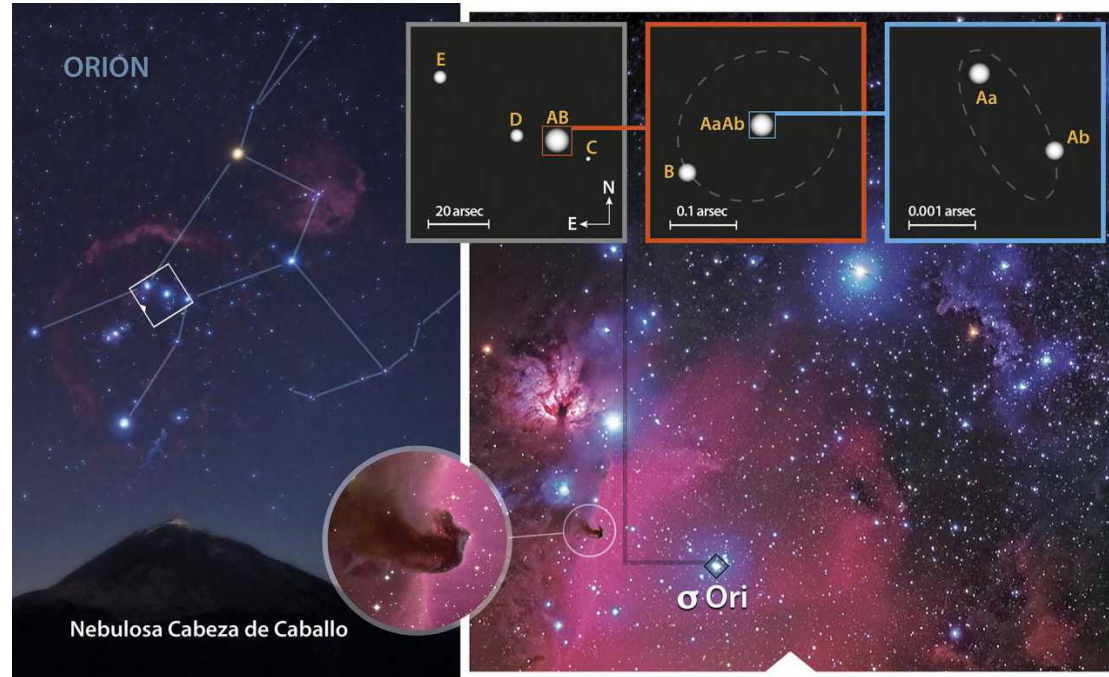
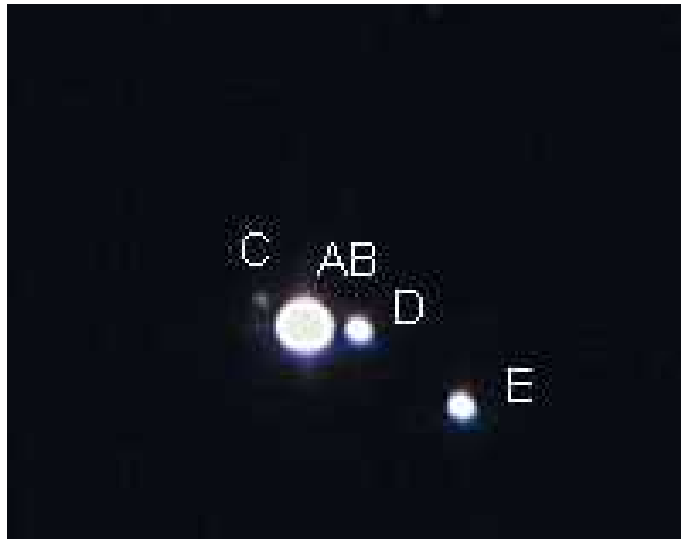
Aa, Ab: Tipo O Magn: 4.2

B: Tipo B Magn: 5.1 Sep: 0.1''

C: Tipo A Magn: 10.0 Sep: 11''

D: Tipo B Magn: 6.5 Sep: 13''

E: Tipo B Magn: 6.6 Sep: 42''





# Izar, Epsilon Bootis

Conocida tambien como “Pulcherrima” (La más preciosa)

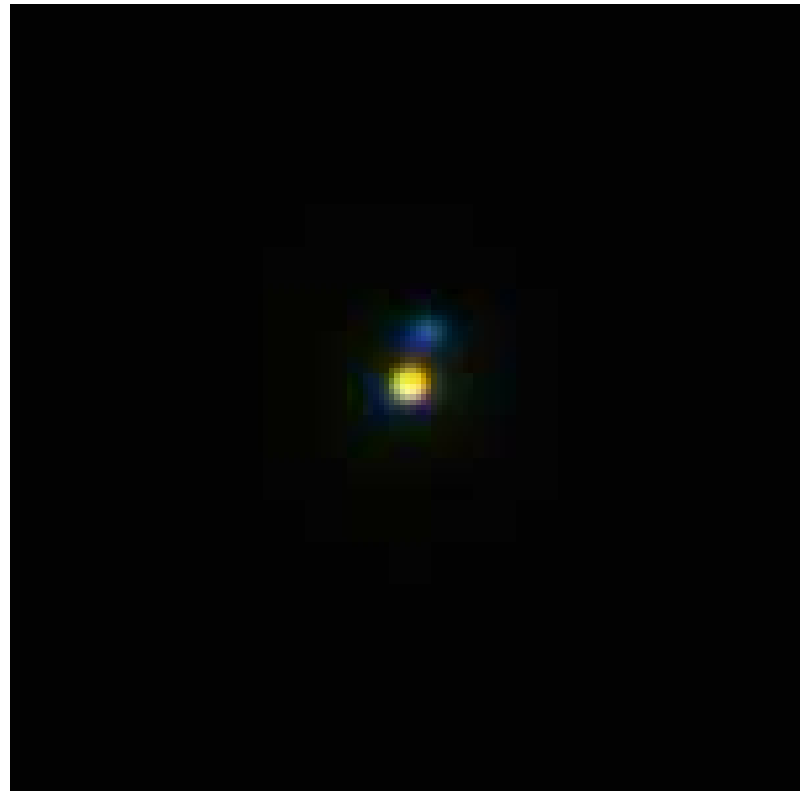
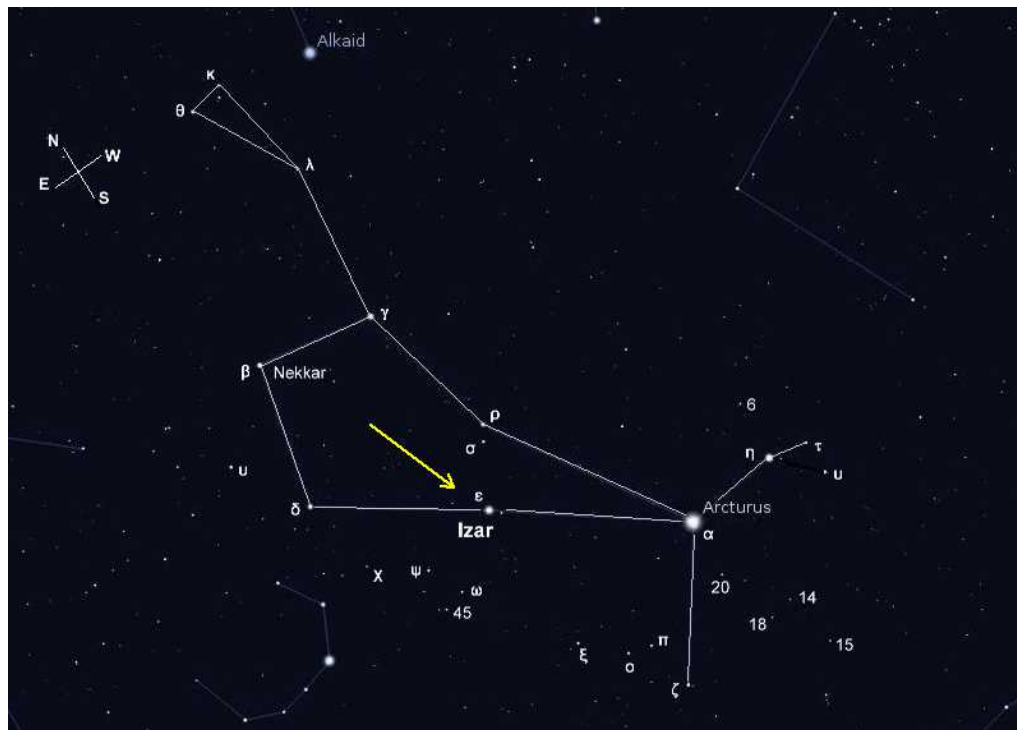
**Separación: 3.0”**

**Magn: 2.6**

**Magn: 4.8**

**Tipo K    Naranja**

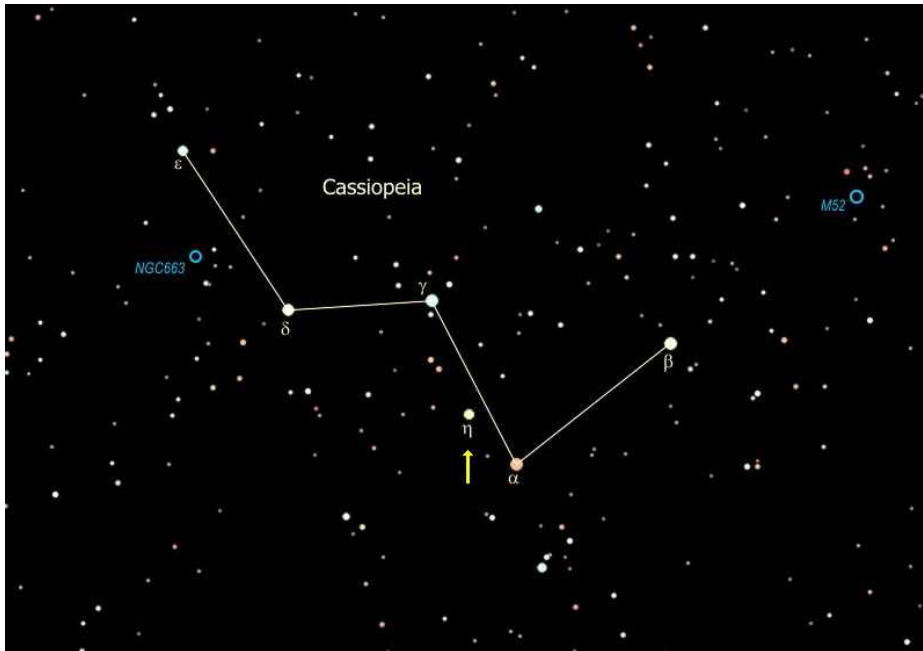
**Tipo B    Azul**





# Eta Cassiopeiae

## Achird



Tipo F Crema Magn: 3.4

Tipo M Roja Magn: 7.0

Separación: 13 Seg. de arco



# Mizar y Alcor

**Alcor: Tipo A, Magn: 4.0**

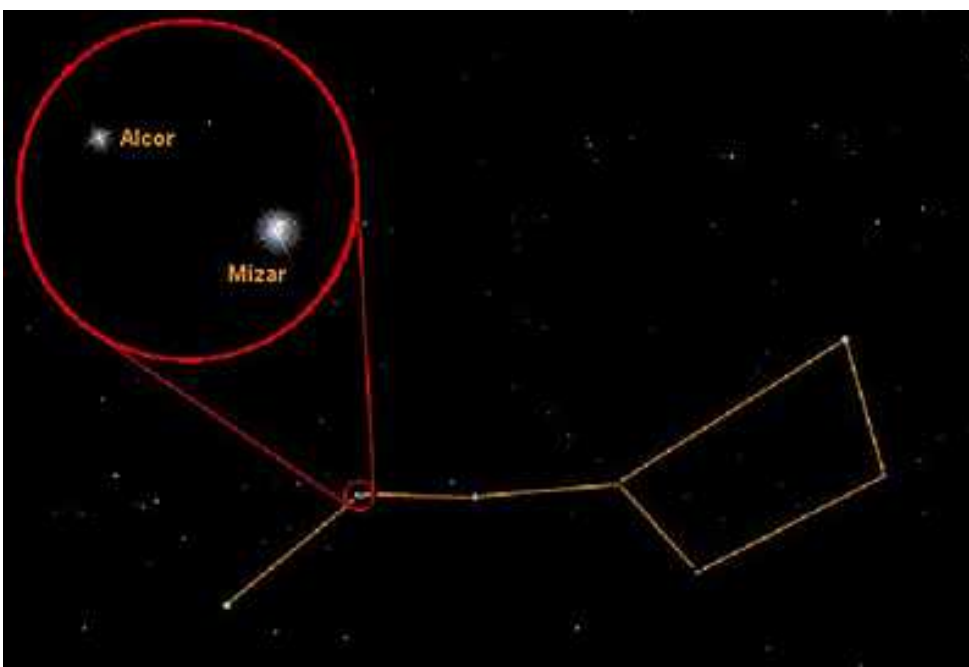
**Sep: 12 Minutos de arco**

**Mizar es doble.**

**Mizar A Tipo A, Magn: 2.2**

**Mizar B Tipo A, Magn: 3.9**

**Sep: 14 Segundos de arco**



# Doble-Doble

# Epsilon Lyrae



**Epsilon 1 (derecha) Magn. 4.7 y 6.2**

**Separación: 2.6 Seg. de arco**

**Epsilon 2 (Izquierda) Magn: 5.1 y 5.5**

**Separación: 2.3 Seg. de arco**

**Separación: 10 minutos de arco entre  
ambas.**



# Delta 1 y 2 Lyrae

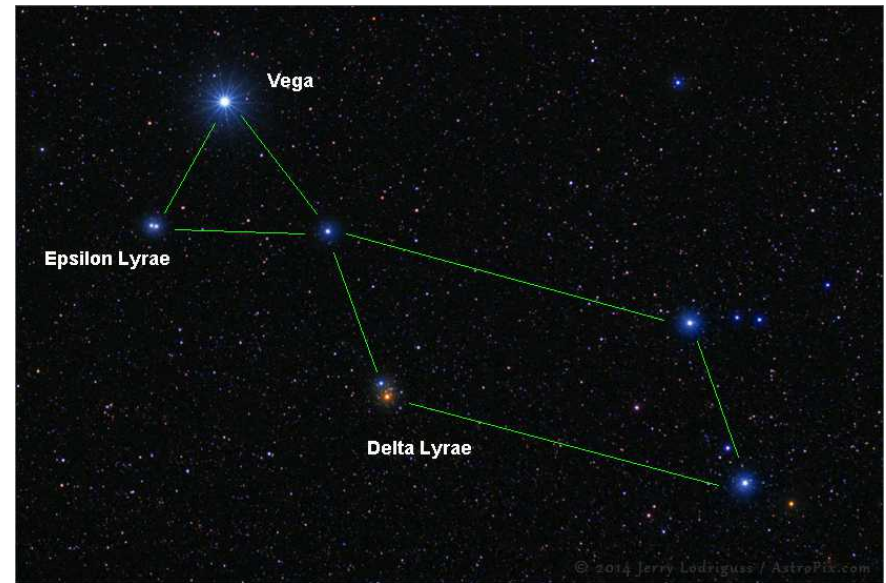
Separación 10.3 arco minutos

Delta 1: Magnitud 4.5

Clase B2 (Blanco Azul)

Delta 2: Magnitud 4.2

Clase M4 (Roja)



# Castor

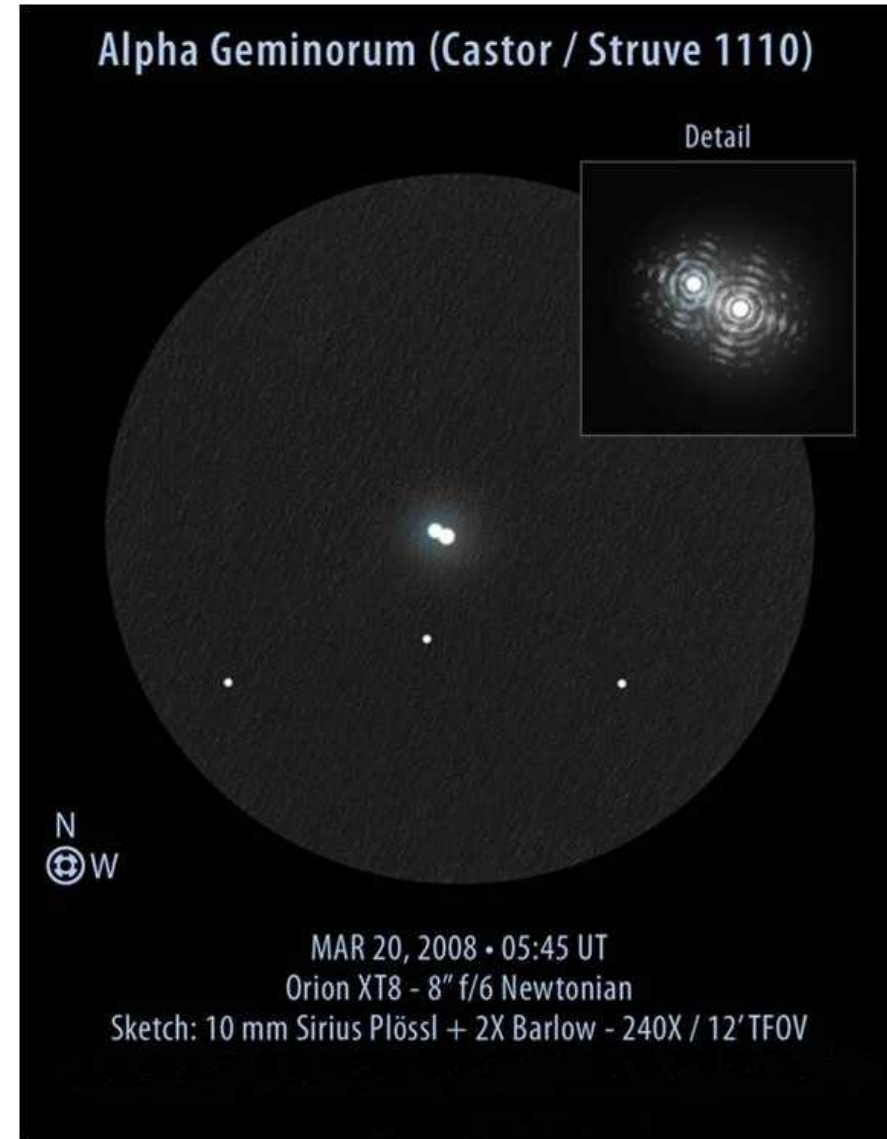
## Alpha Geminorum



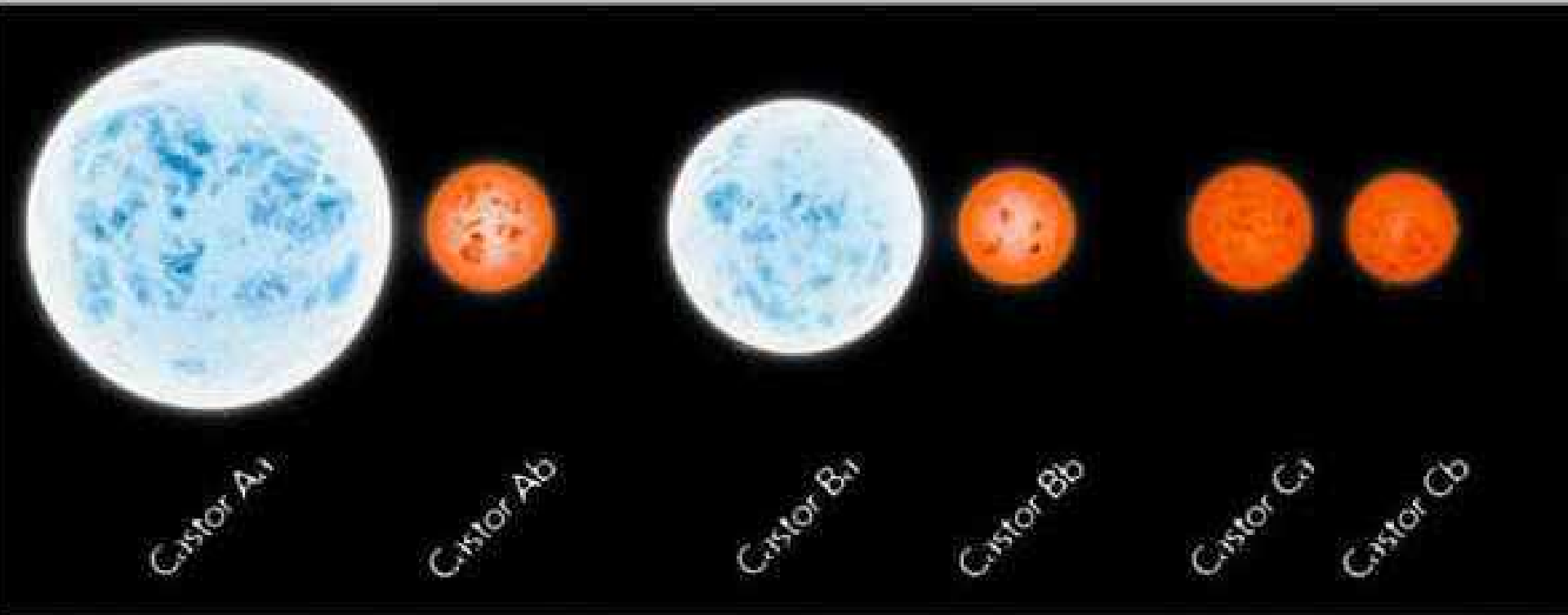
A: Magn: 2.0    B: Magn: 2.8

Separación: 4 Seg. de arco

Es la 1er. objeto en que se reconoció la relación gravitacional entre 2 cuerpos fuera del sistema solar



# Castor es un sistema séxtuple





# ALFA CRUCIS ACRUX

2 Estrellas blanco-azules

Alfa 1 Crucis: B0, Magn. 1.4

Alfa 2 Crucis: B1, Magn. 2.0

Magnitud Combinada: 0.8

Separación: 4 Arco Segundos

Alfa 1 Crucis es una binaria  
espectroscópica



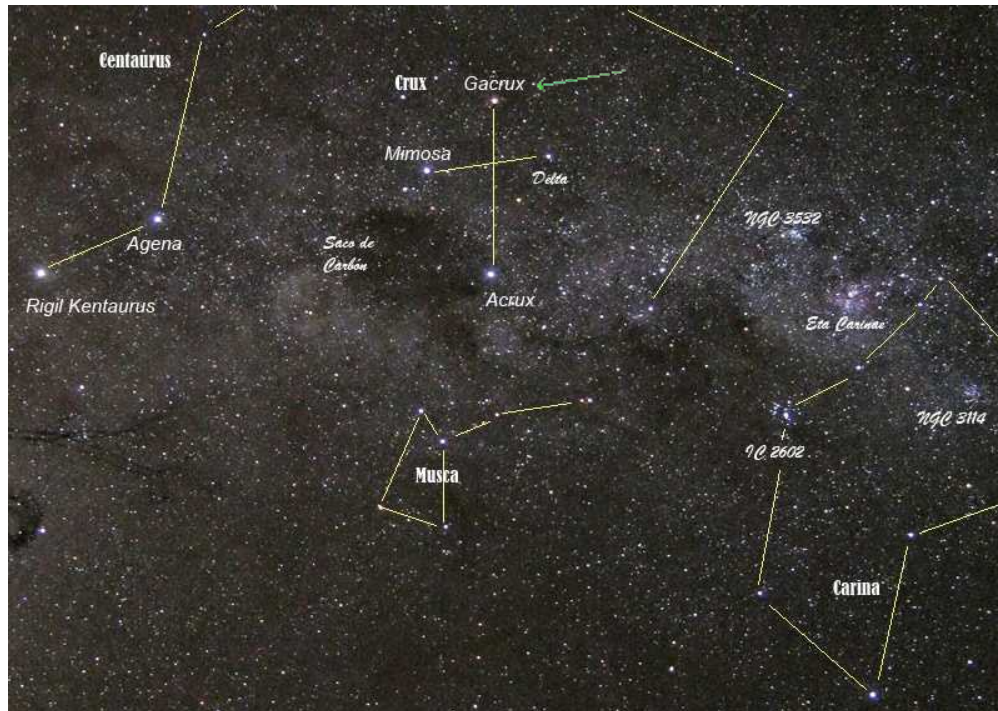
# Gamma Crucis, Gacrux

**Gacrux A: Gigante Roja, Tipo M4, Magnitud 1.6**

**Gacrux B: Blanca Tipo A3, Magnitud 6.4,**

**Está catalogada como Gacrux B, en realidad está cuatro veces más alejada y, por lo tanto, no está gravitacionalmente unida a Gacrux A**

**Separación: 2 Arcominutos**



**Alfa Centauri**

**Rigil Kent**

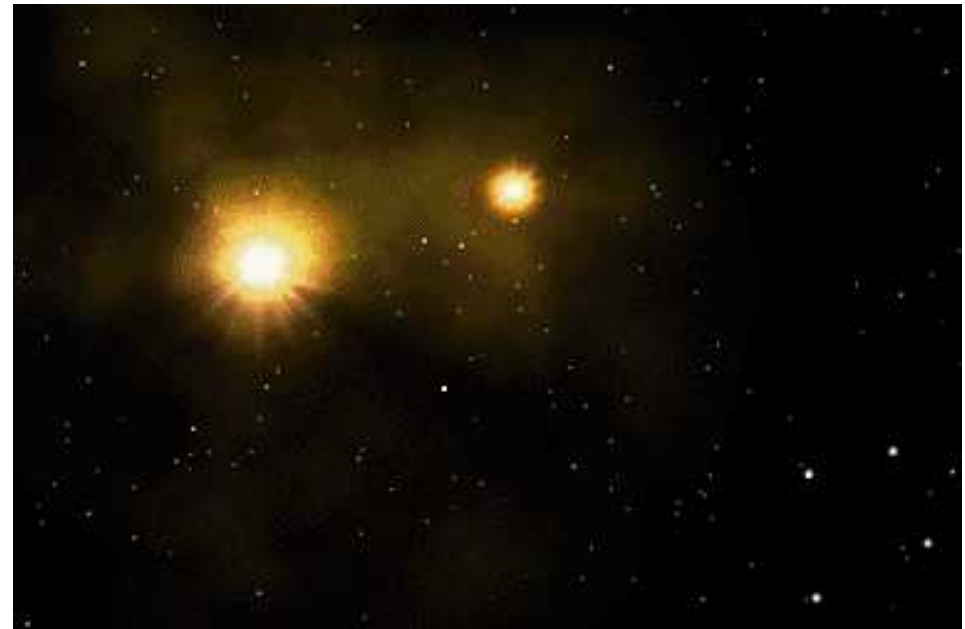
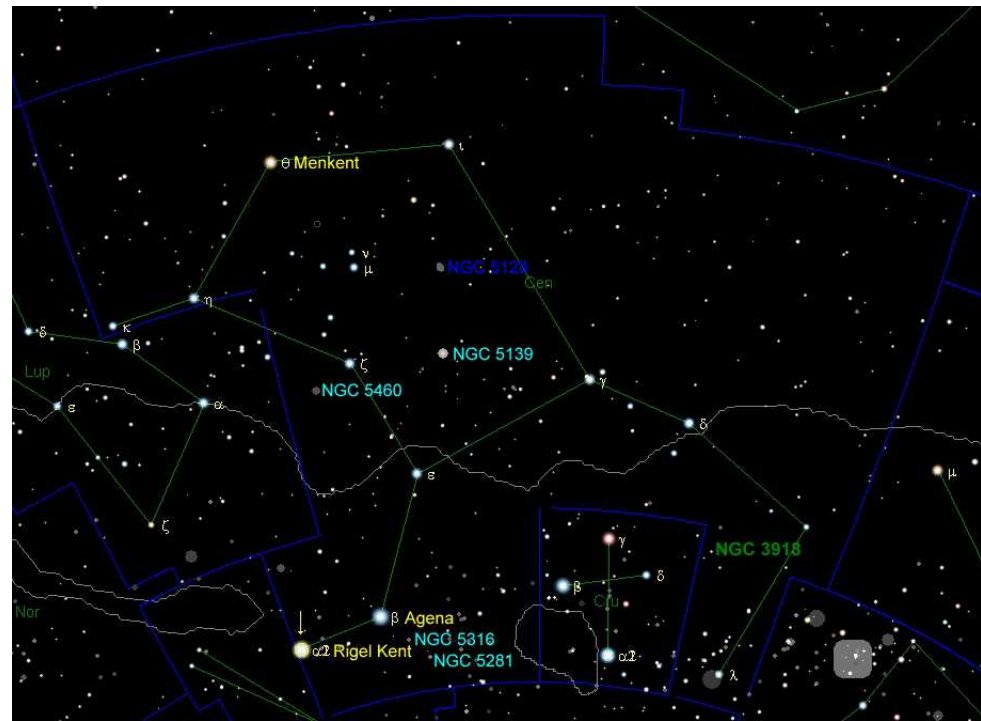
**Tolimán**

**Triple:**

**Alfa Centauri A: Amarilla,  
Tipo G2, Magn.: -0.01**

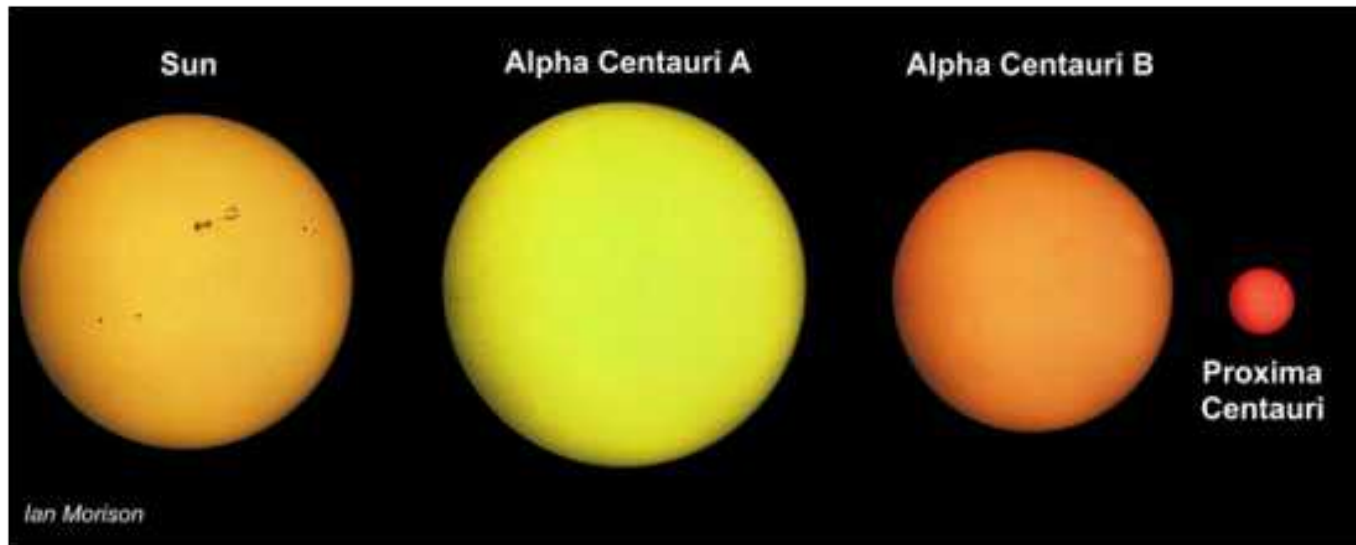
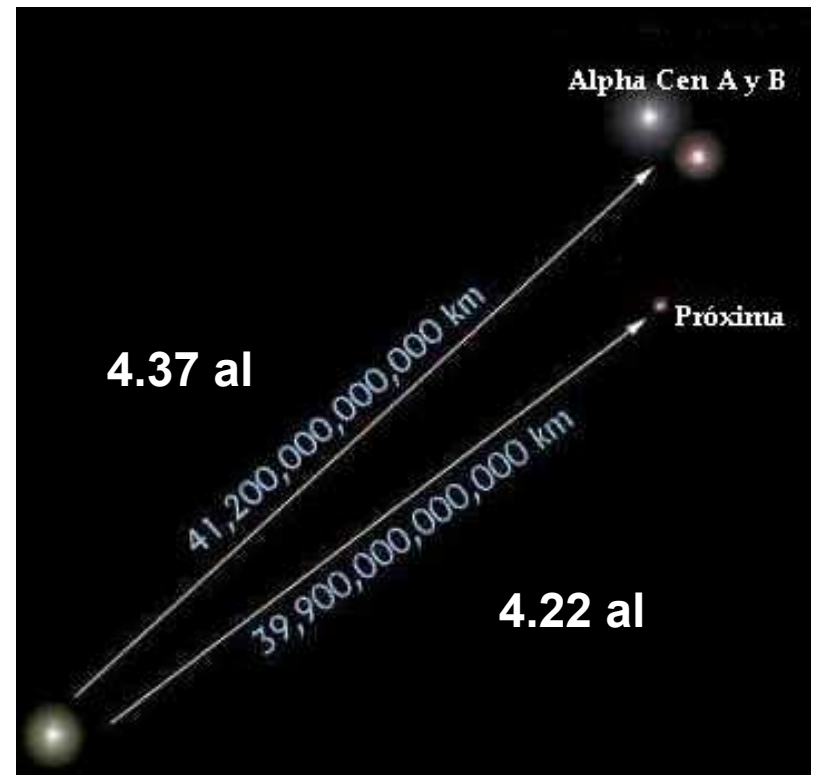
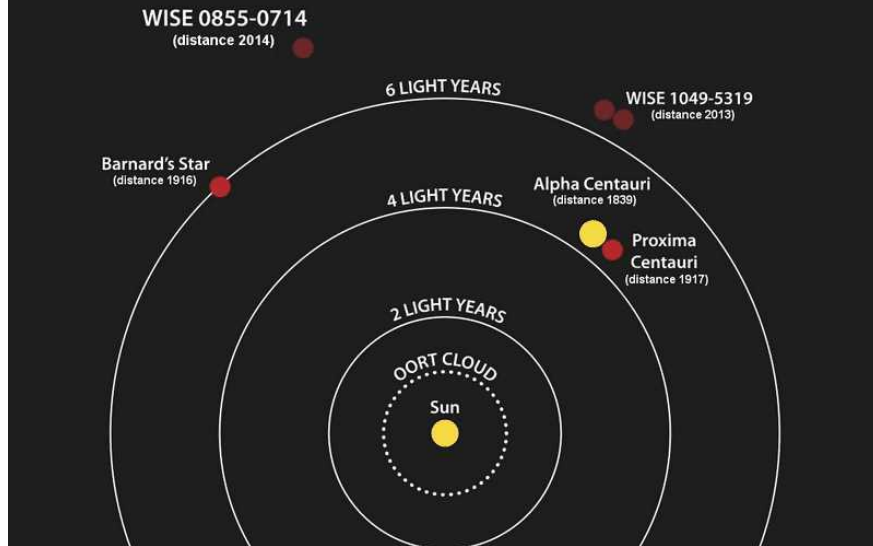
**Alfa Centauri B: Enana Naranja,  
Tipo K, Magn.: 1.35**

**Próxima Centauri: Enana Roja,  
Tipo M, Magn.: 11**





# THE SUN'S CLOSEST NEIGHBORS



# Listado de las 100 mejores estrellas dobles de la Astronomical League.



<https://www.astroleague.org/files/u220/ALDoubleStarList-20181017.pdf>

**GRACIAS**

