

# Breve curso de INTRODUCCIÓN A LA ASTRONOMÍA (8)

*“Todo el mundo nace con curiosidad, con la curiosidad de acercarse al universo, con la curiosidad de comprender el universo, con la curiosidad de ver el universo, sólo esperamos a que alguien nos lo muestre”.*

## TEMARIO

En verde están las secciones tratadas, en rojo la que corresponde a esta entrega.

### - PRESENTACIÓN.

#### 1.- COMPRENDER EL CIELO.

##### 1.1.- ¿DÓNDE ESTAMOS?

##### 1.2.- LOS CICLOS DEL CIELO:

- MOVIMIENTOS DE LA TIERRA Y LA LUNA.
- EL DÍA, EL MES Y EL AÑO.
- LAS ESTACIONES.
- ECLIPSES.

##### 1.3.- LA ESFERA CELESTE:

- LOS POLOS Y EL ECUADOR CELESTE.
- LA ECLÍPTICA.
- COORDENADAS CELESTES.
- BUSCANDO LA ESTRELLA POLAR

##### 1.4.- LAS CONSTELACIONES.

##### 1.5.- NOMBRES EN EL CIELO:

- NOMBRES PRÓPIOS, NÚMEROS BAYER Y OTROS.
- MESSIER, NGC E IC.

##### 1.6.- OBSERVAR ESTRELLAS:

- MAGNITUDES.
- ESCALAS EN EL CIELO.
- DISTANCIAS REALES.

##### 1.7.- COMO CONVERTIRSE EN OBSERVADOR.

- EL CIELO A SIMPLE VISTA Y EL PLANISFERIO CELESTE
- LAS CONSTELACIONES DEL HEMISFERIO NORTE.
- LOS PLANETAS.
- CONSEJOS PARA OBSERVAR EL CIELO.

##### 1.8.- MÁS ALLÁ DEL OJO.

- TELESCOPIOS y PRISMÁTICOS
- SU NACIMIENTO Y EVOLUCIÓN.

- ¿CÚAL ES EL MEJOR PARA UN AFICIONADO?
- TIPOS: VENTAJAS E INCONVENIENTES.
- LAS MONTURAS.
- LOS AUMENTOS.

## 2.- UN VIAJE POR EL COSMOS:

### 2-1.- LA FAMILIA DEL SOL: EL SISTEMA SOLAR.

- EL SOL.
- LOS PLANETAS INTERIORES
- LA LUNA
- Juego y manualidad: CONSTRUIMOS UN LUNARIO
  
- LOS PLANETAS EXTERIORES
- PLUTÓN Y LOS PLANETAS ENANOS
- EL CINTURÓN DE KUIPER
- METEORITOS Y ESTRELLAS FUGACES.
- LOS COMETAS.
- Juego y manualidad.-EL TAMAÑO DEL SOL Y LOS PLANETAS.

### 2-2.- LAS ESTRELLAS:

#### -EVOLUCIÓN ESTELAR:

- NACIMIENTO.
- EVOLUCIÓN: TIPOS DE ESTRELLAS.

#### -MUERTE ESTELAR:

- SUPERNOVAS Y NOVAS.
- ESTRELLAS DE NEUTRONES.
- AGUJEROS NEGROS.

#### -FAMILIA DE ESTRELLAS:

- ESTRELLAS BINARIAS.

### 2-4.- GALAXIAS:

- TIPOS.
- DENTRO DE LA VÍA LÁCTEA: Nuestra Galaxia.
- CÚMULOS Y SUPERCÚMULOS GALÁCTICOS.
- LAS DISTANCIAS EN EL UNIVERSO.

## 3.- LAS GRANDES PREGUNTAS:

- 3-1.- EL ORIGEN DEL UNIVERSO: El Big Bang
- 3-2.- LA ESTRUCTURA DEL UNIVERSO.
- 3-3.- FUTURO DEL UNIVERSO.
- 3-4.- VIDA EN EL UNIVERSO.

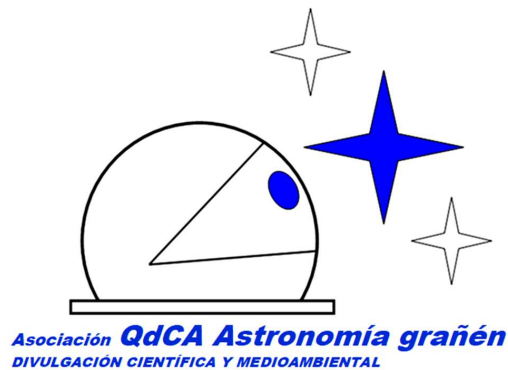
Para profundizar más, os recomendamos leer.

## ***BIBLIOGRAFÍA***

EL UNIVERSO de ISAAC ASIMOV, espectacular libro donde de forma asequible se explican los fenómenos que en él acontecen. Es una bibliografía algo antigua. Se puede descargar en forma de pdf en <http://www.librosmaravillosos.com/eluniverso/pdf/El%20Universo%20-%20Isaac%20Asimov.pdf>

*“Con esta iniciativa intentamos seguir nuestra labor divulgativa, y haceros un poquito más ameno el contexto sanitario que estamos viviendo. Esperamos el día que podamos compartir esta afición presencialmente”.*

***Podéis compartir el curso con quien queráis.***



*“Intentamos seguir nuestra labor divulgativa, y haceros un poquito más ameno el contexto sanitario que estamos viviendo. Esperamos el día que podamos compartir esta afición presencialmente”*

## **UN VIAJE POR EL COSMOS 2.-**

Dejamos atrás el Sistema Solar con la Luna, el Sol y los planetas. ¿Qué nos podemos encontrar? Sólo hay que mirar al cielo. A simple vista podemos ver miles de puntos fijos, son las **estrellas** de la Vía Láctea. La Vía Láctea es una **galaxia** especial, ya que es nuestra ciudad estelar. Pero esta galaxia no es más que una dentro de los cientos de miles de millones que tachonan el universo. Pero en el cielo hay muchas más cosas, con nombres exóticos como **cúmulos estelares y cerrados, nebulosas de emisión, de reflexión, planetarias**, etc. Lo vamos a ir visitando paso a paso....

## 2.2.- LAS ESTRELLAS:

Estos astros nos pueden parecer objetos inmutables y perpetuos, pero como cualquier ser vivo nacen, evolucionan y mueren. Las estrellas son enormes esferas de gas, compuestas de hidrógeno y helio, además de pequeñas cantidades de otros elementos, que debido a reacciones de fusión general ingentes cantidades de energía en forma de luz y calor, entre otras cosas.

### LA VIDA DE LAS ESTRELLAS

Debemos imaginarnos que un ser de otro mundo visita la Tierra. Ha sido enviado para estudiar nuestra especie, pero sólo tiene tres días para hacerlo y enviar un informe. En ese tiempo no es posible que siga la vida de un ser humano, desde que nace hasta que desaparece con la muerte. Entonces ¿Cómo lo puede hacer? En primer lugar el ser del espacio aprecia que habitamos muchos miles de millones de personas en el planeta. Entre tantas, el extraterrestre observa que hay bebés, que nacen de unas señoras con mucha tripa, que hay personas jóvenes, personas adultas, y que al final están los más ancianos. Por tanto intuye que nacemos, crecemos, somos adultos y envejecemos. Algo parecido les pasa a las estrellas.

**El nacimiento estelar:** El material para fabricar estrellas se encuentra en las **nubes interestelares formadas por hidrógeno y polvo**. A través de los telescopios las observamos como manchas luminiscentes en el espacio. En las zonas más oscuras de estas estructuras es donde nacen las estrellas.



*La majestuosidad de M-42, “La Gran Nebulosa de Orión”. Ejemplo de una factoría estelar donde nacen nuevas estrellas. En rojo brilla el hidrógeno molecular, material del cual están hechas las estrellas.*

Por efecto de perturbaciones gravitatorias, estas nubes comienzan a volverse más densas en ciertas zonas. Estas regiones comienzan a colapsarse bajo su propio peso y, en cada una, se desarrolla un núcleo caliente denominado **protoestrella**. Esta semilla estelar sigue colapsándose adquiriendo mayor presión y temperatura. Cuando la temperatura es suficientemente alta comienzan las **reacciones termonucleares** (fusión del hidrógeno en helio). A partir de ese momento, la presión ejercida por la radiación de fusión detiene el colapso y empieza la vida de la estrella. Todo este proceso dura millones de años.



*Recreación de una protoestrella*

#### *Práctica*

##### *La presión y el calor.*

*Para que haya reacciones termonucleares hay que alcanzar altísimas temperaturas en el centro de una estrella, y no en otro lugar.*

*Veamos como lo consigue la Presión.*

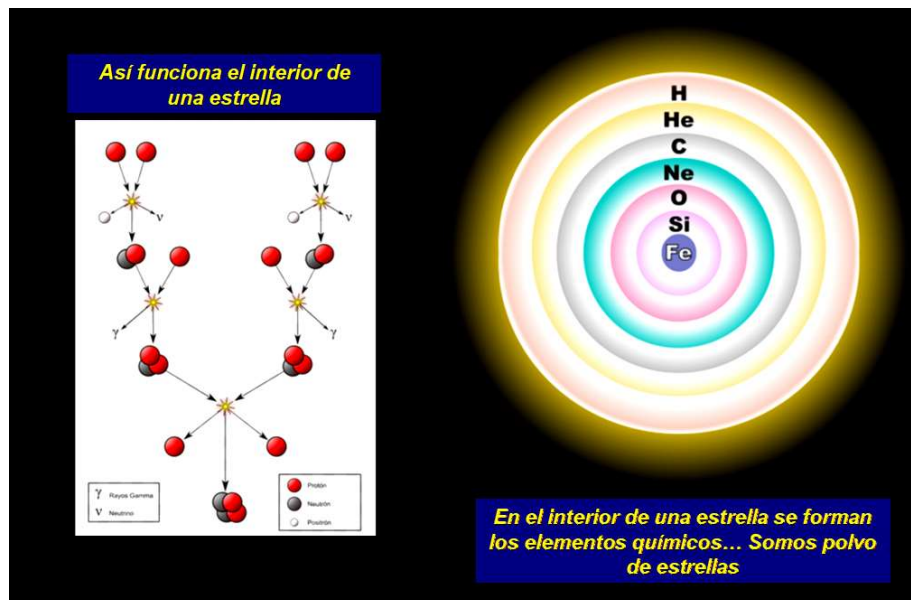
*Unamos nuestras manos entrelazando los dedos y apretemos con todas nuestras fuerzas. Dos cosas a descubrir. En primer lugar sentimos la presión, posiblemente porque es lo que más nos molesta, en segundo plano, notaremos un aumento de la temperatura. Lo segundo es consecuencia de lo primero.*

Podemos resumir, que una estrella es una inmensa esfera de gas en la cual conviven dos fuerzas de la naturaleza: **La gravedad** que quiere convertirla en un punto, y las **explosiones nucleares** que pretenden todo lo contrario. Mientras las dos fuerzas estén **en equilibrio**, la estrella vivirá.



Las estrellas jóvenes, las llamadas **Población I** (por ejemplo nuestro Sol), se han formado a partir de los restos de las explosiones de las estrellas más viejas, las llamadas **Población II** que están formadas por el material original de la galaxia.

En el interior de la estrellas se transforma el **hidrógeno en helio**, debido a reacciones nucleares de **fusión**. En estas reacciones hay una pérdida de masa, es decir, el peso del helio formado es inferior al del hidrógeno invertido. Esta diferencia de masa se convierte en **energía**, cuantificándose con la famosa ecuación de Einstein,  $E=mc^2$  (E es la energía, m es la masa de hidrógeno que se pierde y  $C^2$  es la velocidad de la luz al cuadrado).



*Todo comienza con la fusión del Hidrógeno para producir Helio y energía (izquierda), y después continua con la fusión del helio en Carbono, del carbono en Neón....El núcleo de la estrella parece las CAPAS DE UNA CEBOLLA.*

**La duración de una estrella** está relacionada con la cantidad de “combustible nuclear” que consume. Las estrellas con una “combustión” rápida tienen una vida corta. De esta forma las estrellas más luminosas son relativamente jóvenes, ya que no pueden mantener por mucho tiempo el ritmo de desprendimiento energético, su color es blanco-azulado y su temperatura superficial muy elevada. Por el contrario, las estrellas de pequeño tamaño, de color rojo que implica una temperatura superficial baja, son estrellas viejas (en su mayor parte) que han tenido una vida regular y apacible.

**El color** de una estrella está ligado a su **temperatura** superficial. Las estrellas rojas tienen una temperatura superficial de unos 3000°C, las de color amarillo gozan de unos 6000°C, las blancas de unos 10000°C, y las azules son las más cálidas con 35000°C.

De esta forma cualquier persona, con sólo mirar al cielo, puede determinar la temperatura de la estrella que está observando, además de su posible futuro.



*La estrella Albireo, un Sistema Binario formado por una caliente estrella azul, con una fría estrella anaranjada.*

*Un cuentecillo para todos*

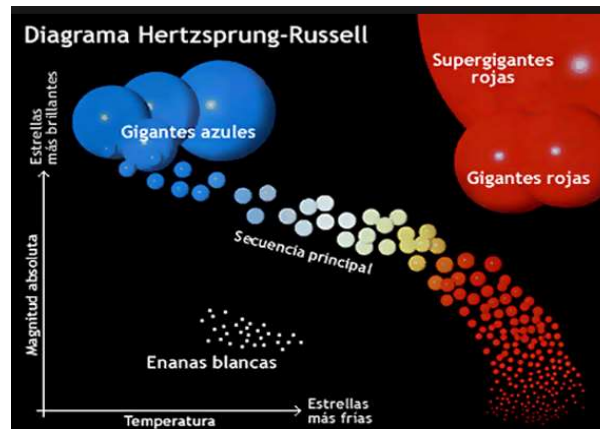
*El color de las estrellas y su temperatura.*

*El Herrero y las Estrellas*

*En la herrería sólo se encontraba el herrero y su hijo. Ambos encendieron la fragua, y el padre puso en ella, una barra de hierro que quería moldear. Entonces su hijo le preguntó ¿Padre, cuándo estará el hierro para trabajarlo? Como era un buen momento, al estar solos, el herrero le contó su secreto con una historia sobre el color de las estrellas, para que nunca se le olvidase:*

*“El hierro comienza siendo negro al estar frío, como la nebulosa donde nacerá una estrella. Seguidamente brillará en color rojo, cuando alcance más temperatura lo hará en amarillo, después en blanco y al final en azul. Lo mismo le ocurre a las estrellas, las rojas son calientes pero no tanto como el Sol que es amarillo, y no digamos como la blanca estrella Vega o la azulada Sirio. Antes que el hierro brille como el Sol es cuando debe ser trabajado”.*

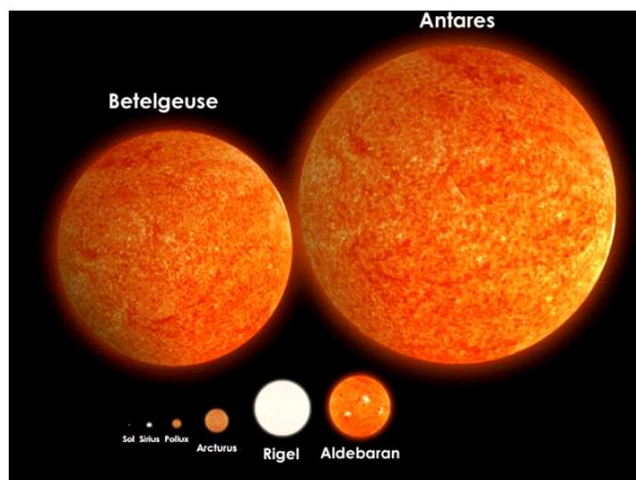
Existe una relación directa entre **el color, la temperatura y magnitud absoluta** (luminosidad intrínseca) de una estrella. Esta relación se manifiesta en el DIAGRAMA de HERTZSPRUNG-RUSSEL. La región más llamativa del diagrama es la banda denominada **secuencia principal**. Es aquí donde permanece mayor tiempo una estrella, ya que ahí la gravedad y la expansión radiactiva se encuentran en el equilibrio que hemos mencionado con anterioridad.



**Nuestro Sol** se encuentra en la parte intermedia de la secuencia principal, es decir, es una estrella relativamente pequeña, **de color amarillo**. Este color nos desvela que no es una estrella muy caliente ( $6000^{\circ}\text{C}$  en su superficie), y que su final aún está lejos. El Sol cuenta con una edad aproximada de 4,5 millones de años. Nuestra estrella vivirá otros “tantos” millones de años.

El Sol transforma 4,5 millones de toneladas, por segundo, de su hidrógeno en pura energía, la cual nos llega a la Tierra en forma de luz y calor. En el centro de nuestra estrella reinan  $15000000^{\circ}\text{C}$  y una altísima presión, es por ello que puede fusionar el hidrógeno en helio.

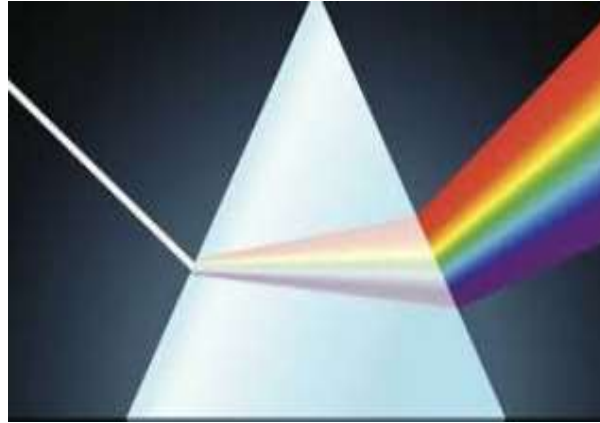
Hay estrellas de muchos tamaños, el Sol es una estrella intermedia. Hay estrellas que son gigantescas como Antares en la constelación del Escorpión (visible en las noches de verano). Esta estrella es tan grande que si la colocásemos en el lugar del Sol, su esfera llegaría hasta Marte.



*Nuestro Sol, un puntito abajo a la izquierda, comparado con el tamaño de otras estrellas.*



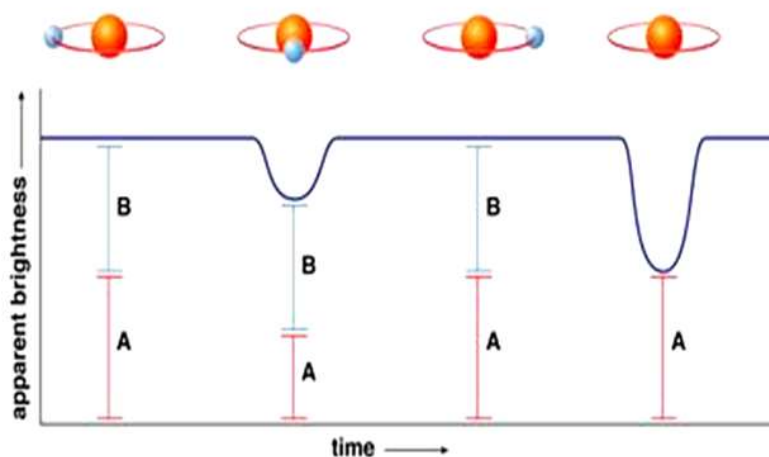
La descomposición de la luz de una estrella, o **espectro**, se obtiene aplicando un espectroscopio al telescopio, y nos permite conocer su **composición química**, así como el estado en que se encuentran los elementos que la componen, su edad y su evolución futura.



*Cuando observamos un arco iris, estamos viendo el espectro de la luz de nuestra estrella. Las gotas de agua actúan a modo de espectroscopio. En el espectro viajan muchas de las características de una estrella, entre ellas su composición química, y por ende su edad.*

La mayoría de las estrellas brillan de manera estable durante toda su vida., pero hay algunas que su magnitud no permanece constante, hablamos de las denominadas **estrellas variables**. Tenemos dos tipos de estrellas variables, a si como de causas que las producen:

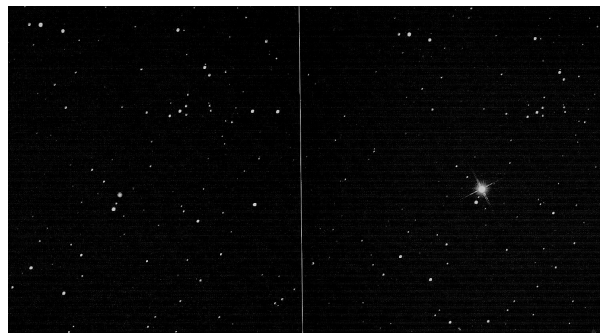
En primer lugar encontramos las estrellas **variables eclipsantes**. Son **sistemas binarios**, es decir formados por dos estrellas relacionadas gravitacionalmente, donde la más pequeña orbita entorno a la más grande (si ambas son de masas parecidas, ambas orbitan entorno a un centro común o centro de masas). La variabilidad se produce por **causas ópticas**, cuando la pequeña está por delante o por detrás de la mayor, el sistema emite menos luz que cuando ambas están emparejadas.



*Mecanismo de un ejemplo de variable eclipsante es ALGOL (Beta Persei).*

Hay otras estrellas cuya luminosidad varía por **motivos físicos propios**, como pueden ser cambios de tamaño y de temperatura, se denominan **variables intrínsecas**.

Dentro de este tipo, a su vez, encontramos a las **variables cefeidas o pulsantes**. Las variables pulsantes, son estrellas que pulsán entre estados de luminosidad máximos y mínimos. Algunas lo hacen con regularidad y otras no. Este fenómeno se produce, cerca del final de la vida de la estrella, por la “lucha” entre la fuerza de la radiación que la intenta expandir, y la fuerza de la gravedad que la intenta contraer. Al aumentar de tamaño la estrella se enfría, pero al ser más grande emite más luz. Todo lo contrario ocurre cuando la estrella se contrae, al disminuir de tamaño la superficie emisora de luz es más pequeña y luce menos. Las cefeidas reciben el nombre por Delta Cepheya que es el ejemplo más claro de este tipo. Las variables pulsantes se pueden utilizar como cintas métricas celestes que permiten realizar medidas precisas de distancias enormes (cuanto mayor es el periodo entre máximos y mínimos, mayor magnitud absoluta del astro).



*Delta Cepheya vista en el cielo con unos días de intervalo.*

Las **variables eruptivas** son el otro tipo de variables intrínsecas. Sus variaciones de luminosidad están relacionadas con violentas erupciones provocadas por bruscas alteraciones en la estructura de la estrella, que según se produzcan en los estratos superficiales o internos, provocan su destrucción parcial dando lugar a una **Nova**, o total en este caso hablamos de una **Supernova**.



*Eta Carinae es una estrella a punto de convertirse en una Supernova.*

Es obvio que hablar de supernovas supone introducirnos en el periodo final de la vida de las estrellas, es decir en la **muerte estelar**. La masa de la estrella determinará el cuando y el como acabará la vida del astro:

Las **estrellas masivas** (más de 8 masas solares) lucen al principio como astros blanco-azulados. Cuando están agotando su “combustible” se expanden y enfrían transformandose en **Supergigantes Rojas** (Antares es un ejemplo). Cuando el combustible se ha agotado, la estrella se colapsa sobre si misma y estalla en forma de **Supernova**, dejando tras de si una **estrella de Neutrones** o un **Agujero Negro**. Las supernovas son los sucesos más violentos del universo que llegan a brillar más que todas las estrellas de una galaxia juntas. Gracias a estas magnificas explosiones se producen los elementos químicos más pesados, los cuales se diseminan por el espacio para formar otras estrellas y/o planetas. En esos posibles planetas puede que surja la vida. De esta forma podemos decir que somos “polvo de estrellas”.



*La flecha señala un estallido, de una estrella en forma de supernova, acontecido en otra galaxia.*

Las supernovas no sólo dejan gas expandiéndose por el espacio. En alguna ocasión el núcleo de la desaparecida estrella sobrevive al caos. Cuando este núcleo supera en 1.4 veces la masa del Sol, se colapsa para formar un cuerpo denso y muy masivo: **La estrella de Neutrones**. Estos astros rotan con rapidez y emiten ondas radioeléctricas. Cuando estas ondas barren la Tierra, como los destellos luminosos de un faro, estos astros se denominan **Púlsar**.



*Aspecto de un Pulsar o Estrella de Neutrones*

Cuando el núcleo remanente de la supernova rebasa tres o cuatro veces la masa del Sol, se colapsa de tal manera que su poder gravitatorio es tal que ni la luz puede escapar: Se ha creado un **Agujero Negro**. Los agujeros negros no se pueden observar directamente, pero se intuyen por la relación con los astros próximos a él.

*Los Agujeros Negros estelares y un baile de fin de curso.*

*Los agujeros negros no son visibles, ya que de estos monstruos gravitacionales de donde ni la luz puede escapar.*

*Para poder vencer a la fuerza de gravedad de un cuerpo, es necesario velocidad. De esta manera un cohete debe alcanzar algo más de 28000Km/h para poder salir de la Tierra. Nuestro planeta tiene una gran masa, pero es inapreciable respecto a la de un agujero negro, de donde ni una nave a 300000Km por segundo (la velocidad de la luz) puede escapar.*

*Si no se pueden ver ¿Cómo se descubre un agujero negro?*

*La respuesta es sencilla, observando como se mueven los astros que tiene a su lado. Esto lo podemos abstraer como cuando vamos a un hipotético baile de fin de curso: “*

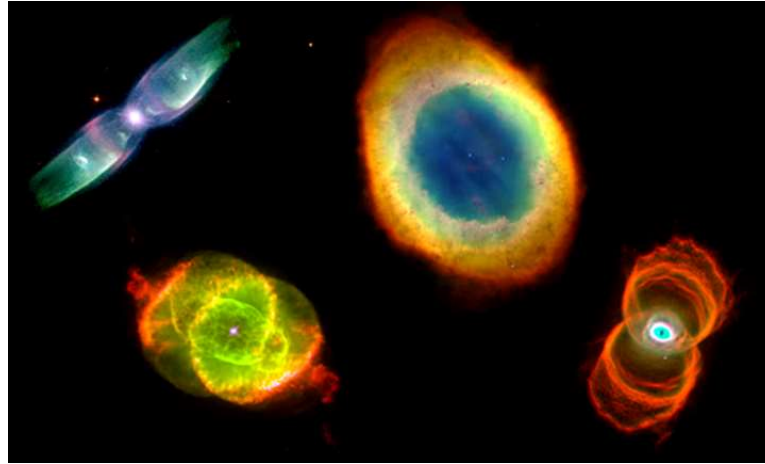
*El protocolo del baile impone que “ellas” deben ir de blanco, y “ellos” de traje oscuro. El baile se realiza por la mañana en una conocida discoteca. Nosotros estamos invitados pero llegamos tarde, entramos en la sala de fiestas, todo está oscuro y la orquesta toca música lenta. Al haber pasado del exterior, donde reina la luz, a un lugar oscuro solamente alcanzamos a “ver” que determinadas manchas blancas (ellas) giran entorno a algo que no podemos resolver (ellos). “Ellas” son las estrellas que se mueven entorno a una Agujero negro, representado por “Ellos”.*



*Recreación de un sistema binario de estrellas. Una de ellas es un Agujero Negro que está devorando la materia de su antigua compañera.*

Las **estrellas pequeñas**, como el Sol, mueren de forma más apacible, esto es lo que le ocurrirá a nuestro **Sol**: Al final de su vida, su luminosidad ira creciendo (ya que ira acumulando helio en su interior), y por tanto también lo hará su radiación y temperatura. La envoltura externa del Sol se expandirá a medida que la temperatura crezca, lo que implicara un aumento de tamaño y el enfriamiento de las capas superficiales: Nuestra estrella se convertirá en una Gigante Roja dentro de unos 6.500.000.000 de años. En algún momento posterior el helio alcanzará una concentración tal en el núcleo, que provocará un incendio explosivo. Primero el Sol se contraerá para luego rebotar con

fuerza hacia el exterior, lo cual acabará proyectando hacia el espacio las capas superiores de su atmósfera: Se formará una **Nebulosa Planetaria** en cuyo centro quedará una estrella **Enana Blanca** (más pequeña que la Tierra) que se apagará poco a poco como la “brasa” de una hoguera.



*Varios ejemplos de Nebulosas Planetarias. Estos “sudarios estelares” tienen infinidad de formas, son los objetos más fotogénicos del cosmos (para mí). En el centro de estas estructuras se aprecia la Enana Blanca fruto del colapso del núcleo estelar.*



*En la imagen superior podemos apreciar toda la vida de una estrella, desde que nace hasta que desaparece. El principio es el mismo, el final depende de la masa de la estrella.*

*El juego de la VIDA DE LAS PERSONAS y LA VIDA DE LAS ESTRELLAS*

*Adjunto a esta entrega os dejamos otro pdf con una pequeña manualidad que, posteriormente, os permitirá realizar un juego donde comparamos la vida de las personas con la vida de las estrellas.*

*Ideal para compartir con los más pequeños*

## FAMILIAS DE ESTRELLAS:

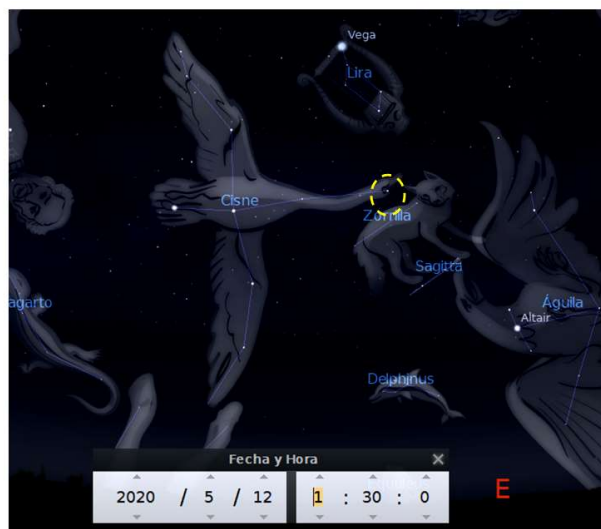
La mayoría de las estrellas no son astros solitarios, se estima que cerca de las tres cuartas partes de ellas poseen una o varias compañeras cercanas.

Hablamos de **Estrellas Dobles**, cuando dos estrellas se observan en el cielo una junto a la otra. Cuando el vínculo que las une es gravitatorio, el sistema recibe el nombre de **Estrella Binaria Real** (ambas estrellas viajan juntas por el espacio, orbitando un centro común de masas).

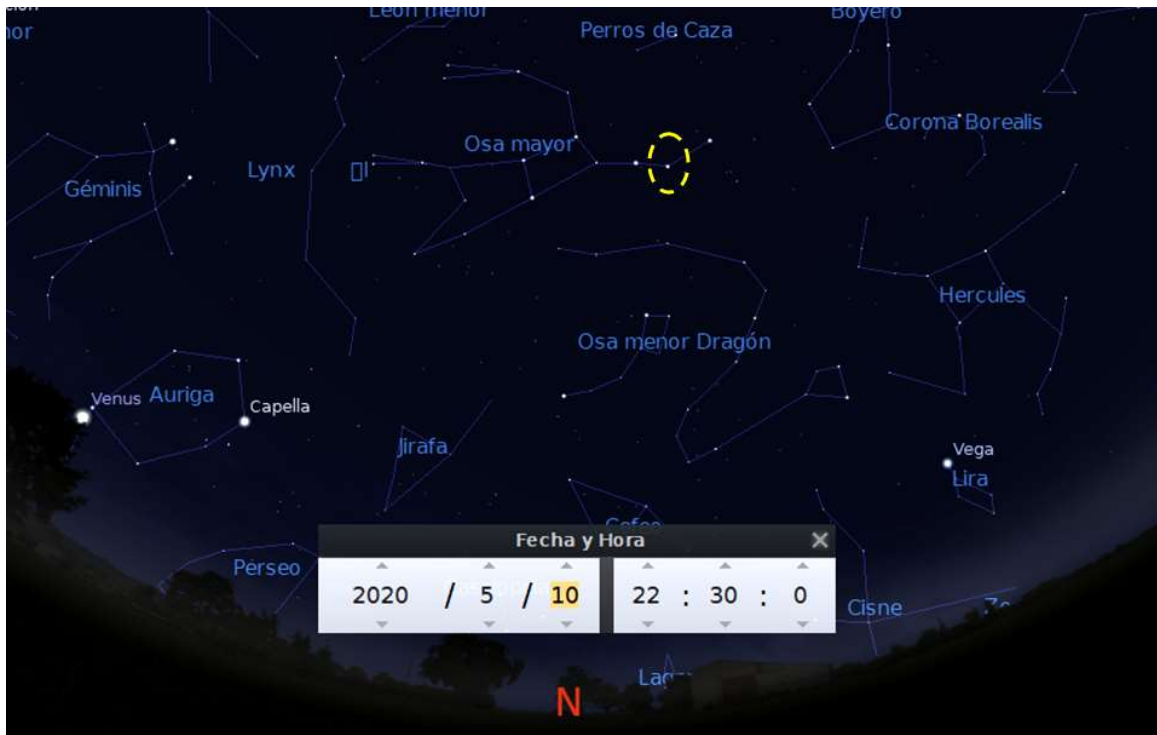


*Alcor y Mizar, en la constelación de la Osa Mayor ejemplo de estrella binaria real que se puede ver a simple vista. Mizar es la estrella más brillante, que a su vez es Binaria, pero para resolver sus dos componentes es necesario la ayuda de un pequeño telescopio*

Pero, no todas las estrellas dobles son binarias. En alguna ocasión la perspectiva nos juega malas pasadas, dos estrellas parecen estar íntimamente relacionadas y no es así, en realidad se encuentran muy separadas en el espacio: se denominan Dobles o **Binarias Ópticas**. Un buen ejemplo de este tipo de organización estelar es la estrella Albireo, la cual hemos podido ver en una imagen anterior.



*Albireo, dentro del círculo, es la estrella que dibuja el pico de la Constelación del Cisne. Para observarla en esta época del año hay que aguantar hasta bien entrada la noche.*



### Práctica

*Prueba de agudeza visual con Alcor y Mizar.*

*Ayudaros de la imagen superior. Es una actividad donde invitamos a mirar al cielo.*

*Estas estrellas están situadas en el medio del “tiro del Gran Carro”. El Gran Carro es un asterismo en la constelación de la OSA MAYOR, el cual está formado por siete estrellas (por ello Septentrional significa Norte). En esta época del año, cuando redactamos este curso, esta formación de estrellas se encuentra muy alta en el cielo norte.*

*Si uno tiene buena agudeza visual, una vez localizada la estrella central del tiro, se dará cuenta que está formada por dos, Alcor es la más débil y se encuentra a la derecha-debajo de Mizar (a la hora que marca la recreación superior)*

*Dice la leyenda que quien era capaz de ver Alcor sin dificultad, era destinado a la sección de arqueros de las Legiones Romanas.*

Para completar las “familias de estrellas” os remitimos a la próxima entrega, donde os hablaremos de como las estrellas se organizan en estructuras superiores, desde **cúmulos estelares** hasta las ciudades de estrellas que llamamos **Galaxias**.

Las recreaciones están realizadas con la aplicación STELLARIUM, el cual se puede descargar desde <https://stellarium.uptodown.com/windows>