

# AGRUPACIONES ESTELARES. (Javier Bussons)

## 1 ESTRELLAS BINARIAS

Las estrellas suelen aparecer agrupadas: de cada cien sistemas estelares, 23 contienen tres o más estrellas, 47 son dobles y sólo 30 son estrellas aisladas como nuestro Sol. El grupo de las estrellas binarias o dobles es especialmente importante por número y por interés científico, pues permiten, por ejemplo, cálculos simples de masa estelar o el estudio de las fuerzas de marea y la transferencia de masa de una estrella gigante a una compacta. Podemos clasificar las estrellas binarias según su método de detección:

### ***Binarias visuales***

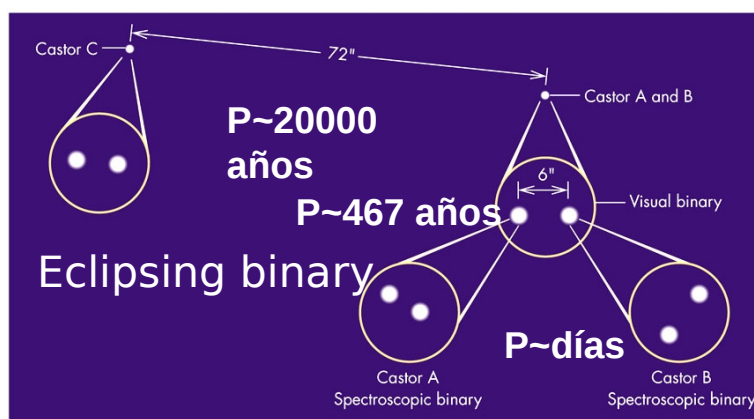
Son aquellos sistemas dobles en los que, por su gran separación o su cercanía a nosotros, se pueden observar las dos estrellas girando la una alrededor de la otra –en realidad, ambas alrededor del centro de masas. La orientación de su plano orbital con respecto a nuestra línea de visión determina su apariencia. El tiempo que tardan en recorrer una órbita completa (período orbital) puede ir desde unos pocos segundos hasta muchos años ( $\alpha$  Gem o Cástor: 467 años). La mayor parte de las masas estelares conocidas lo son gracias al uso de la tercera ley de Kepler en binarias visuales.

### ***Binarias espectroscópicas***

Son las que se han descubierto al observarse un desplazamiento Doppler periódico en sus espectros: hacia el azul durante la fase de su órbita en la que se acercan a nosotros y hacia el rojo cuando se alejan.

### ***Binarias eclipsantes***

Son aquellas en las que el plano orbital contiene a la línea de visión, por lo que ambas estrellas se eclipsan mutuamente de forma periódica (p. ej.,  $\beta$  Per, conocida como Algol). La variación de la luz que nos llega (curva de luz), causada por dichos eclipses, permite deducir el tamaño y temperatura relativos de ambas estrellas.



Un estudio más detallado de sistemas dobles ha revelado que a menudo esconden una mayor complejidad (véase el caso de Cástor, una de cuyas componentes es en realidad

una binaria eclipsante y la otra, una binaria visual que a su vez se descompone en dos binarias espectroscópicas).

Respecto a su formación, existen diversas teorías: conucleación (vienen de la misma nube), interacción por fuerzas de marea entre dos nubes, fragmentación de una misma nube, fisión de una estrella en dos. Y respecto a su evolución, cualquier transferencia de masa de una a otra (generalmente más compacta) se produce por los llamados lóbulos de Roche y puntos de Lagrange (intersección de superficies equipotenciales). Muchos sistemas binarios son candidatos a terminar en explosiones de supernova o como agujeros negros.

## 2 ASOCIACIONES Y CÚMULOS ESTELARES

La mayor parte de la masa visible de la Galaxia se encuentra en forma de estrellas, la mayoría de las cuales nacen y evolucionan en el seno de familias que llamamos agrupaciones estelares. Según las condiciones en que se produzca el nacimiento de estas agrupaciones, las estrellas resultantes pueden quedar vinculadas entre sí por su atracción gravitatoria y constituir un sistema ligado conocido como cúmulo estelar, o bien formar un agregado disperso, no ligado, llamado asociación estelar.

### *Asociaciones estelares*

Están formadas típicamente por decenas de estrellas nacidas de la misma nube interestelar, por lo que tienen composición química inicial y edades muy parecidas. Al no estar ligadas gravitacionalmente, cada una sigue una órbita independiente alrededor del centro de la Galaxia y al cabo de pocos millones de años sus miembros se dispersan por todo el disco galáctico y se mezclan con las estrellas de campo. Se distinguen dos tipos: las asociaciones OB (estrellas de la secuencia principal, muy masivas y extremadamente luminosas) y las asociaciones T (más jóvenes, dominadas por estrellas en sus primeros estadios evolutivos, con frecuentes fenómenos violentos y variables y vestigios de la nube gaseosa primigenia).

### *Cúmulos estelares globulares*

Son de forma esférica (imagen izquierda), sus diámetros pueden ascender a un centenar de años-luz y pueden llegar a contener hasta un millón de estrellas. Están situados en el halo de la Galaxia –por tanto constan de estrellas rojizas y viejas (población II)– y se mueven alrededor del centro galáctico en órbitas excéntricas y orientadas al azar con respecto al plano del disco. Como el resto del halo, están totalmente libres de gas y polvo. Son las estructuras individuales más antiguas observadas en la Galaxia, con edades de 11000 a 13000 millones de años y se conocen más de cien. En otras galaxias, tanto espirales como elípticas se pueden observar poblaciones importantes de cúmulos globulares gracias a sus inmensos brillos individuales.



### ***Cúmulos estelares abiertos***

Están constituidos por estrellas jóvenes y se encuentran en el disco. Tienen forma irregular (imagen derecha), su tamaño característico ronda las decenas de años-luz y contienen pocos centenares de estrellas. Se conocen unos 1600 en el entorno solar, lo que hace sospechar que la Galaxia puede contener varias decenas de millares de ellos. Sus edades van desde el millón de años hasta varios miles de millones de años, si bien los más jóvenes son los más numerosos ya que, cuanto más viejo es un cúmulo, mayor es la probabilidad de sufrir perturbaciones disgregantes debidas a encuentros con nubes moleculares en el disco galáctico o con los brazos espirales.

Los cúmulos abiertos son herramientas muy útiles para probar teorías de evolución estelar. Al disponerse de una muestra variada de cúmulos con edad distinta, permiten seguir en detalle la evolución de estrellas que son similares en todos los aspectos salvo en la masa. Si imaginamos el diagrama HR de un cúmulo estelar en el momento de su formación, todas las estrellas se encontrarían en la secuencia principal. A medida que pase el tiempo, las más masivas irán evolucionando y convirtiéndose en gigantes rojas. Por tanto, el diagrama HR va cambiando con el paso del tiempo y adopta una forma característica relacionada muy estrechamente con la edad del grupo. Este hecho permite determinar las edades de los cúmulos estelares al comparar sus diagramas HR con modelos teóricos y, a la vez, los detalles de este proceso de datación ponen a prueba los modelos y permiten refinarlos (efectos de composición química, convección en interiores estelares, etc.).

### **3 CÚMULOS Y SUPERCÚMULOS DE GALAXIAS**

Como sabemos desde 1929, a mayor escala las estrellas se agrupan en entes llamados galaxias que contienen típicamente cientos de miles de millones de ellas y cuyo diámetro es del orden de cientos de miles de años-luz. La distribución espacial de las galaxias es poco uniforme. A nivel local, una treintena de galaxias, entre las que se incluyen nuestra propia Galaxia, su vecina Andrómeda y las Nubes de Magallanes, forman el llamado Grupo Local, que junto con otros grupos similares forman estructuras superiores llamadas cúmulos de galaxias. Estas grandes concentraciones, que en ocasiones llegan a contener más de mil galaxias, contrastan con enormes regiones del espacio que en apariencia carecen de materia luminosa.

La concentración llamada Cúmulo de Virgo es el cúmulo grande más cercano. Se halla a una distancia de 60 millones de años-luz y contiene 2500 galaxias. Uno de los cúmulos más ricos que se conocen, con varios miles de galaxias, es el de la Cabellera (Coma). Los cúmulos se agrupan en supercúmulos, que se organizan en estructuras con formas de filamentos y de paredes. Hace poco se ha detectado una gran superestructura llamada Gran Muralla (170 x 70 x 7 Mpc). A escalas mucho mayores la distribución de materia es más homogénea, como veremos en el tema de cosmología.