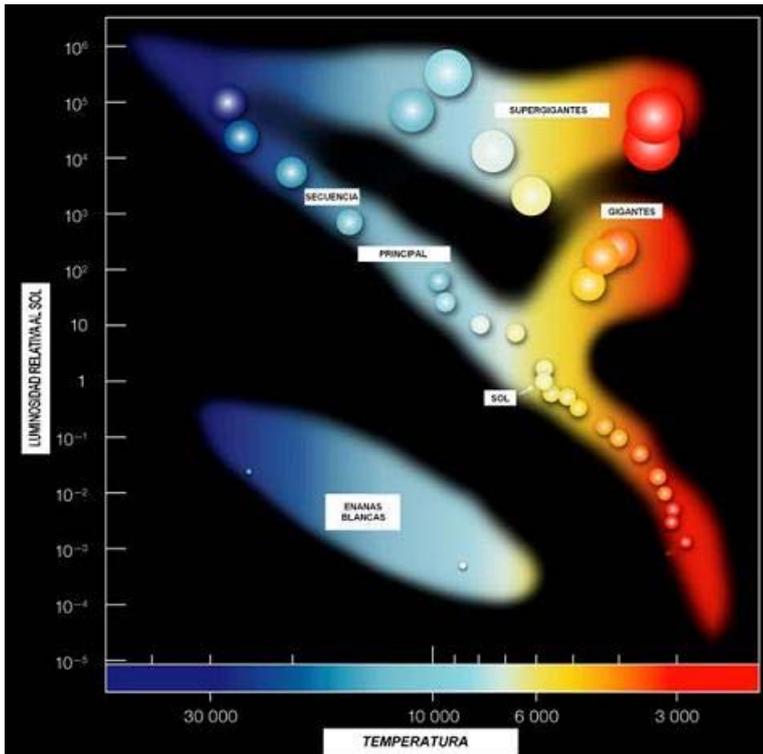


1913. La clasificación de las estrellas

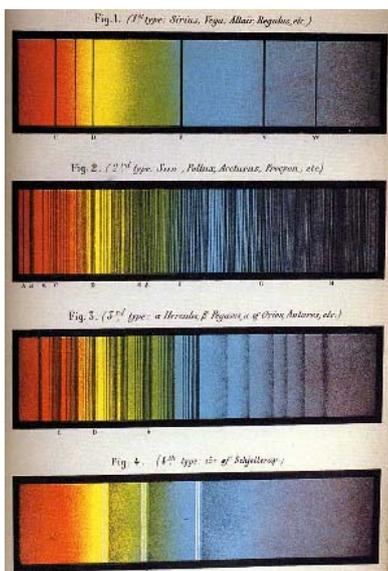


El diagrama HR, base de clasificación de las estrellas | ESO

En 1913 los astrónomos Hertzsprung y Russell establecieron, de manera independiente, un esquema para la clasificación de todas las estrellas de acuerdo con dos parámetros: temperatura y luminosidad. Lo que se conoce en el argot astronómico como diagrama H-R (por las iniciales de sus descubridores) pronto se reveló como una herramienta potentísima en el estudio de la estructura y evolución de las estrellas. De manera análoga a como la catalogación de los seres vivos condujo a Darwin a la teoría de la evolución de las especies, la clasificación H-R de las estrellas condujo

a los astrónomos a establecer, en la primera mitad del siglo XX, una teoría de la evolución estelar que es considerada como uno de los mayores logros de la Astrofísica de todos los tiempos.

La temperatura de las estrellas



Los espectros de los 4 tipos estelares del padre Secchi

En el siglo XIX los físicos ya habían observado cómo un trozo de metal, al calentarlo en el laboratorio, cambia de color pasando primero al rojo vivo y luego al blanco incandescente. Por su parte, los astrónomos británicos William y Margaret Huggins habían analizado la luz de muchas estrellas obteniendo sus espectros (el registro de los colores obtenidos tras hacer pasar la luz por un prisma). Claramente había estrellas de diferentes colores y la física del XIX parecía prometer que examinando los colores de las estrellas (sus espectros) podrían determinarse tanto sus composiciones químicas como sus temperaturas.

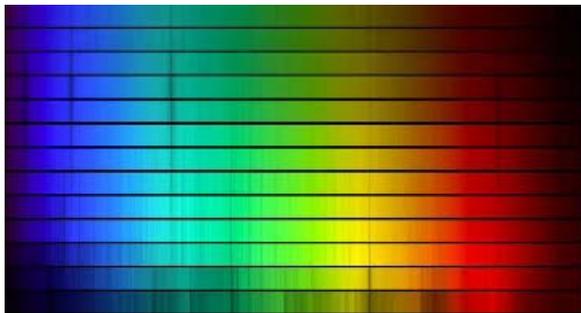
Ya en la década de 1860 el padre Angelo Secchi (1818-1878) tras

examinar visualmente los espectros de varios miles de estrellas había identificado cuatro tipos principales:

- 1.- estrellas blancas del tipo de Sirio y Vega,
- 2.- estrellas amarillas de tipo solar,
- 3.- estrellas anaranjadas y variables como Betelgeuse y Antares,
- 4.- estrellas muy rojas como Mira.

Este trabajo fue continuado por numerosos astrónomos entre los que cabe destacar al alemán Hermann Karl Vogel (1841-1907) quien utilizó los espectros para determinar la velocidad de aproximación o alejamiento de un gran número de estrellas mediante el efecto *Doppler*.

El norteamericano Henry Draper también tomó espectros de muchas estrellas y refinó la clasificación de Secchi introduciendo 16 tipos estelares que fueron designados con letras: A,B,C,... Draper no pudo culminar su trabajo, pero a su muerte su familia realizó una importante donación al observatorio de la universidad de Harvard para que su trabajo fuese continuado. Edward C. Pickering (1846-1919), el director del observatorio, continuó brillantemente la labor de Draper utilizando un nuevo invento: el "prisma objetivo". En efecto, introduciendo un prisma justo a continuación del objetivo del telescopio cada estrella quedaba registrada en la placa no como una imagen puntual sino como un pequeño espectro. Este sistema permitía el registro de centenares de espectros estelares simultáneamente y Pickering se dedicó a medir miles y miles



Espectros de estrellas OBAFGKM (O arriba, M abajo) | Kilt Peak Observatory (NOAO)

de estrellas de los dos hemisferios. El resultado de este trabajo fue el monumental "Catálogo Henry Draper" que contiene 225.000 estrellas clasificadas espectralmente y que sigue siendo muy utilizado en la actualidad (muchas estrellas son hoy identificadas por el número de entrada en ese catálogo, por ejemplo Mira es HD14386).

Una colaboradora de Pickering, Annie Jump Cannon (1863-1941), simplificó la clasificación espectral de Draper estableciendo los 10 tipos de estrellas que siguen en vigor actualmente y que representan una secuencia de estrellas con temperatura cada vez más baja: O B A F G K M N R S. Cada uno de estos tipos fue dividido en diez subtipos designados con números del 1 al 10. Así el Sol resulta ser una estrella de tipo G2, lo que equivale a decir que tiene una temperatura superficial de unos 6000 grados. Las estrellas O tienen temperaturas superiores a los 30.000 grados, mientras que las pequeñas estrellas K no alcanzan los 4.000.

El diagrama HR

A principios del siglo XX se disponía por tanto de la clasificación espectral de numerosas estrellas pero se sabía menos de sus “luminosidades” reales, y es que una estrella puede aparecer muy brillante (alto brillo aparente) bien por tener una alta luminosidad intrínseca o por encontrarse muy cercana a la Tierra. Para resolver esta ambigüedad y calcular la luminosidad intrínseca de una estrella hay que medir su distancia, una medida que generalmente entraña grandes dificultades. Tan sólo se disponía de buenas medidas de distancia (y por tanto de luminosidad) para un modesto número de estrellas.



Henry Norris Russell | | Astronomical Society of the Pacific

En 1913, Henry Norris Russell (1877-1957) de la Universidad de Princeton situó en un único diagrama Temperatura-Luminosidad todas las estrellas con tipo espectral y luminosidad conocidas. Simultáneamente el danés Ejnar Hertzsprung (1873-1967) estaba realizando un



Ejnar Hertzsprung | | Astronomical Society of the Pacific

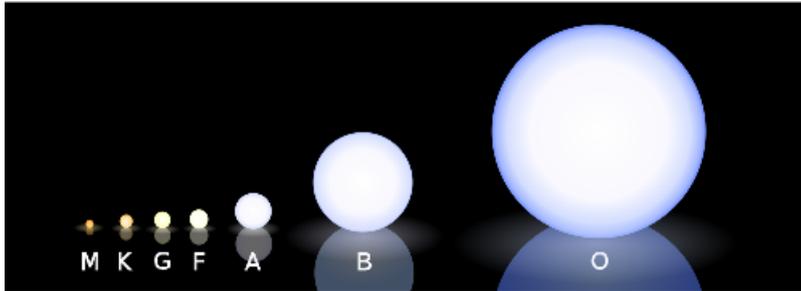
trabajo similar para las estrellas de los cúmulos de las Pléyades y de las Hyades. Las estrellas de un mismo cúmulo se encuentran a distancias muy similares de la Tierra por lo que el factor de conversión de brillo aparente a luminosidad es el mismo para todas ellas, lo que simplifica considerablemente la determinación de luminosidades.

El diagrama de Hertzsprung-Russell (o simplemente “H-R”) resultó ser una herramienta clave en los estudios de física estelar. Y es que, en este diagrama, las estrellas se agrupan de manera natural en varias familias. Una de estas familias, denominada “Secuencia Principal”, empieza con estrellas frías y débiles (rincón inferior derecho del diagrama) y progresa hacia las calientes y muy luminosas (extremo superior izquierdo). Otra familia es una banda horizontal de estrellas extremadamente luminosas que pueden tener cualquier tipo espectral: la “Banda de las gigantes”. En la región inferior del diagrama se agrupa la “Banda las enanas blancas”, etc.

La evolución estelar

Las estrellas nacen, viven y mueren, pero el tiempo que emplean en cada una de estas fases es extremadamente largo comparado con la vida humana, por lo que estos cambios no pueden apreciarse en una estrella individual. Sin embargo, estudiando un gran número de estrellas es

posible ver ejemplares en cada uno de los momentos de su evolución. El diagrama H-R, dibujado por vez primera en 1913, fue el marco idóneo para reconocer las estrellas que encontrándose en diferentes momentos de su vida pueden servir para reconstruir el nacimiento, evolución y muerte de cualquier estrella individual.



Tamaños comparados de estrellas de diferentes tipos | Wikimedia Commons

Muchos eminentes astrónomos y físicos contribuyeron a elaborar la teoría de la evolución estelar. Entre ellos destacaremos al británico Arthur Eddington (1882-1944) quien, en 1924, descubrió la relación entre la luminosidad de una estrella y su

masa. Unos años más adelante también propuso la idea de que las reacciones nucleares que convierten hidrógeno en helio podían proporcionar la fuente de energía de las estrellas, algo que fue confirmado en 1939 por el alemán-estadounidense Hans Bethe (1906-2005).

De manera similar a como la clasificación de los seres vivos fue la base de la teoría de la evolución de las especies enunciada por Darwin en 1859, la clasificación de las estrellas realizada en el diagrama H-R fue la base de la teoría de la evolución estelar. Esta teoría que ofrece la descripción detallada de cómo una estrella nace, evoluciona y muere, es considerada como uno de los mayores logros de la Astrofísica de todos los tiempos.

Curiosidades

- Para memorizar la secuencia O B A F G K M N R S de la clasificación de las estrellas, los estudiantes anglosajones de astrofísica idearon la célebre frase "Oh Be A Fine Girl/Guy, Kiss Me!" (algo así como "anda... se un/a chica/o buena/o, bésame"), hoy convertido en el *abc* de cualquier estudiante de astronomía.
- Las estrellas denominadas "enanas blancas" permanecieron largo tiempo como un conjunto muy enigmático. La primera estrella detectada de esta clase, Sirio B, fue descubierta en 1844 por F.W. Bessel, pero hasta que no se comprendió la naturaleza cuántica de la materia (bien entrado el siglo XX), no se pudo concluir que estos objetos eran residuos estelares que estaban constituidos de materia degenerada de altísima.
- Un joven matemático indio, S. Chandrasekhar, premio Nobel de Física en 1983, fue el primero que calculó, en 1931, que la masa de una estrella enana blanca no podía superar un límite (conocido como "límite de Chandrasekhar", aproximadamente la mitad de la masa del Sol). Por encima de este límite, una enana blanca no podía ser estable y debía colapsar para formar un objeto aún más denso (una estrella de neutrones o un agujero negro).