

El diagrama Hertzsprung Russell

Ejnar Hertzsprung fue un químico nacido en Copenhague en 1873. Desde muy joven se aficionó a la astronomía, ciencia en la que publicó varios trabajos, hasta que acabó dedicándose por entero a esa ciencia. Llegó a ser profesor universitario y director de un Observatorio privado en su ciudad natal. El trabajo por el que es universalmente conocido relaciona la luminosidad con la temperatura superficial de las estrellas.



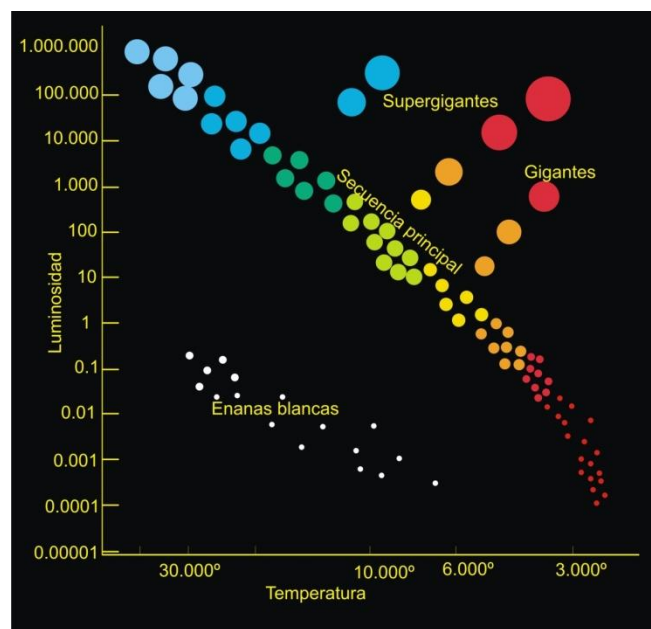
Henry Norris Russell fue uno de los astrónomos norteamericanos más influyentes del siglo XX.

Autor de innumerables publicaciones y director del Observatorio de la Universidad de Princeton, colaboró también con el observatorio de Monte Wilson.

Hertzsprung y Russell, de manera independiente, idearon el gráfico que lleva su nombre, que relaciona la temperatura de las estrellas con su luminosidad absoluta. En la escala vertical está la luminosidad de las estrellas y en la horizontal, la temperatura. Pusieron allí todas las estrellas de las que tenían datos. En el diagrama, la luminosidad de las estrellas está dada en función de la del Sol. Por ejemplo, 1 quiere decir que tiene la misma luminosidad del Sol; 1000 quiere decir que tiene 1000 veces la luminosidad del Sol. La temperatura está en grados Kelvin.

Su hallazgo fue sorprendente: la mayoría de las estrellas se distribuye a lo largo de una línea diagonal, hoy llamada secuencia principal. En sitios diferentes de la secuencia principal encontraron algunas estrellas pero, tan pocas, que supusieron que estaban allí en una etapa corta y transitoria de sus vidas.

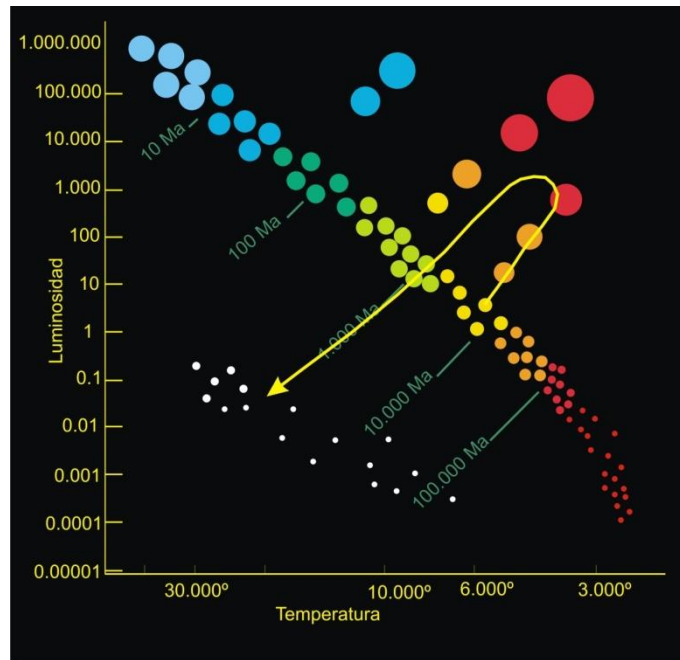
A la derecha, arriba están las gigantes y supergigantes y a la izquierda, abajo, las enanas blancas. Una estrella pasa la mayor parte de su vida, mientras consume su hidrógeno, en la secuencia principal. Al contrario de lo que se piensa, una estrella no se mueve en la secuencia principal sino que permanece prácticamente en el mismo sitio de ella hasta que se agota el hidrógeno. Luego, empieza a consumir los residuos de la combustión del hidrógeno (helio y otros elementos más pesados), y evoluciona en el diagrama hacia la etapa de gigante o supergigante. Las



estrellas más pequeñas, como el Sol, se convierten en gigantes mientras que las más luminosas, en supergigantes.

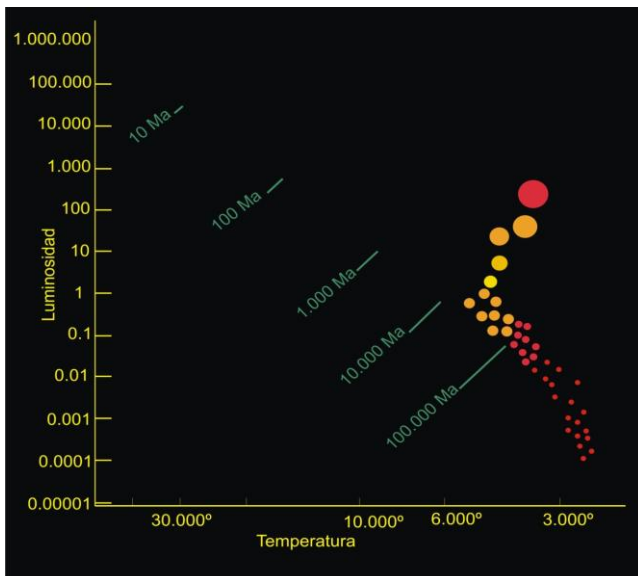
Por último, cuando se agotan los combustibles más pesados que el hidrógeno, una estrella como el Sol se convierte en enana blanca y va al cementerio estelar de abajo a la izquierda. Cuando se agotan los combustibles de las supergigantes, explotan como supernovas.

Se puede calcular que el sitio que ocupa una estrella en la secuencia principal es un indicativo del tiempo que tardará en quemar su hidrógeno, o sea, del tiempo activo en el que estará en esa secuencia. En el gráfico, esa vida se muestra de color verde. El Sol, luminosidad 1, temperatura 6000º, vivirá 10.000 millones de años en la secuencia principal.



La escala verde no es una escala temporal sino un indicativo del tiempo que la estrella pasa en la secuencia principal.

Una aplicación muy interesante del diagrama Hertzsprung Russell es el cálculo de la edad de los cúmulos de estrellas.

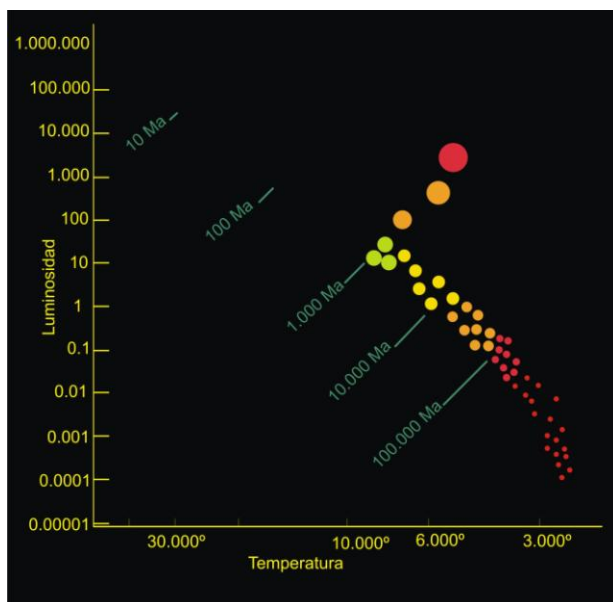
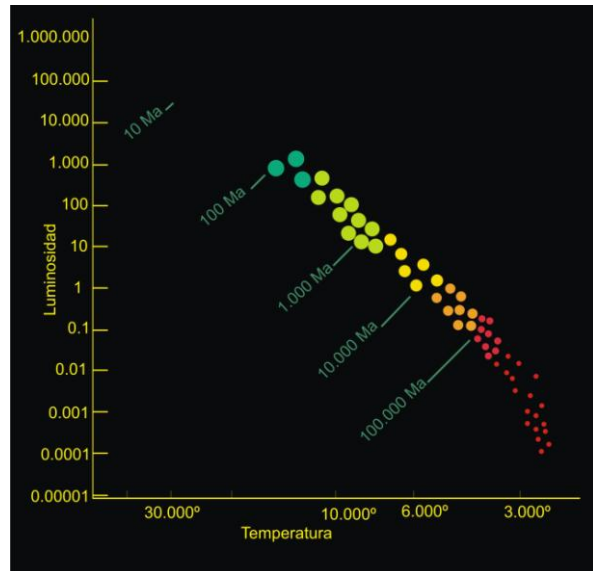


Estos son agrupaciones de estrellas que comparten ciertas características: tienen el mismo movimiento en el cielo y nacieron por la misma época. Para calcular su edad, se grafican en el diagrama todas las estrellas del cúmulo para las que se conocen la luminosidad y la temperatura. El resultado es un gráfico como el de la izquierda. Se observa en él que la secuencia principal se interrumpe en un punto y gira hacia la zona de las gigantes. El sitio donde está la interrupción es un indicativo de la edad del cúmulo. El de la ilustración

tendría una edad de unos 12 mil millones de años.

La explicación para esto es la siguiente: supongamos que podemos hacer el diagrama Hertzsprung Russell de un cúmulo de estrellas justo en el momento de su nacimiento. Habrá estrellas de muchos tipos que se distribuirán en la secuencia principal pero, puesto que el

cúmulo acaba de nacer, ninguna de ellas habrá agotado su hidrógeno, por lo que no habrá ninguna por fuera de esa secuencia. El resultado sería un diagrama como el que se ve a la derecha. Cuando hayan pasado 1000 millones de años después de su nacimiento (lo cual quiere decir que esa es la edad del cúmulo), todas las estrellas que tengan una vida menor que esa cantidad habrán agotado su hidrógeno y, por tanto, habrán salido de la secuencia principal. El diagrama será similar al de la imagen de abajo en el que se ve cómo las estrellas cuya vida es menor de 1000 millones de años han evolucionado hacia la derecha y el punto de quiebre está en esa cifra. En resumen, el punto de quiebre indica la edad del cúmulo.



Una curiosidad con respecto a los cúmulos es la siguiente. Los hay de dos clases. La primera es la de los abiertos, cuyas estrellas están ubicadas de una manera desordenada y que están todos dentro de la galaxia. Un ejemplo de estos es el cúmulo de las Pléyades. Fue precisamente con éste, y con el de las Híades con los que Ejnar Hertzsprung hizo su primer diagrama Luminosidad – Temperatura. El otro tipo de cúmulo es el globular, en el que todas las estrellas se amontonan alrededor de un centro formando una esfera similar a una pelota de golf intergaláctica. Estos cúmulos

están por fuera de las galaxias y son como satélites de ellas. Nuestra galaxia la Vía Láctea tiene unos 150 que orbitan alrededor de ella. Algunos, como el llamado Omega Centauri, son tan grandes, que se podrían considerar pequeñas galaxias elípticas.

Pues bien, lo sorprendente es que, al calcular la edad de los cúmulos globulares con el método del diagrama Luminosidad – Temperatura, encontramos que son casi tan viejos como el Universo mismo. La edad está entre 12 y 15 mil millones de años. Esta es una especie de paradoja que los astrofísicos tratan de resolver pero para la que no hay todavía una explicación satisfactoria.