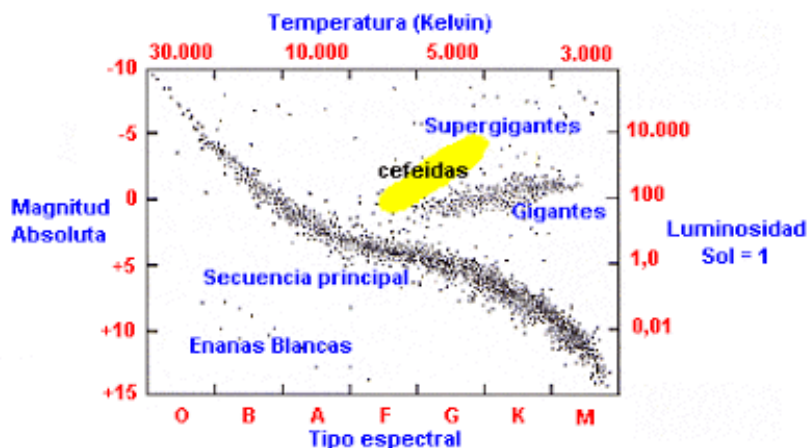


## UN METRO PARA LA GALAXIA: LAS ESTRELLAS CEFIDAS

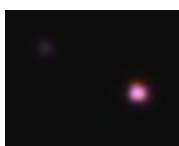
No todas las estrellas del firmamento presentan siempre el mismo brillo a nuestros ojos. En algunos casos, estrellas de diferentes características giran en torno a su centro de gravedad común suficientemente cerca para parecer un solo astro y en estos casos puede ocurrir que una de ellas oculte total o parcialmente a la otra de vez en cuando produciendo una variación de la magnitud aparente del conjunto (sistemas binarios eclipsantes). En muchos otros casos la variabilidad es real: la estrella aumenta o disminuye su radiación luminosa. Estos cambios son muchas veces imperceptibles, pero en otros como las estrellas cataclísmicas y las novae puede ser espectacular.

En realidad, mientras las estrellas se mantienen en la secuencia principal, mientras se mantiene la abundancia de hidrógeno fusionable en su núcleo, su brillo se mantiene prácticamente constante. Las estrellas suelen ser variables en los extremos de su vida: al principio, cuando todavía no se ha alcanzado el equilibrio entre las fuerzas nucleares y gravitatorias (variables tipo T-Tauri, por ejemplo), y cuando este equilibrio empieza a perderse al final de su etapa vital.

En esta última etapa es cuando se producen muy diferentes tipos de inestabilidad: variables periódicas, semirregulares, irregulares...).



Nos vamos a centrar en un tipo muy particular de estas estrellas variables. Son las estrellas **cefeidas**, que encontraremos en el diagrama HR en la zona amarilla resaltada en la figura. Se trata por tanto de estrellas supergigantes, o gigantes muy grandes de color amarillento. Del color del Sol o un poco más blancas, con diámetros decenas de veces mayor que el de este. Su masa puede variar entre tres y treinta veces la solar.



El prototipo de este tipo de astros es  $\delta$  Cephei, la más brillante de las dos que vemos en la foto de al lado, 2,4 magnitudes más débil que su compañera. Unas fotos tomadas de esta pareja durante varios días de una semana son suficientes para estudiar sus variaciones. Incluso con unos prismáticos se puede seguir su ciclo ya que en el mismo campo entran dos estrellas de magnitud constante:  $\zeta$  (de 3,4) y  $\epsilon$  (de 4,1 magnitud) mientras que  $\delta$  oscila entre 3,4 y 4,3. Las cefeidas son estrellas pulsantes de gran regularidad, con curvas de luz muy características que permiten una fácil identificación.

El interés específico de estas variables para los astrónomos proviene de la peculiaridad que descubrió en ellas Henrietta Leavitt. Esta investigadora estudió cuidadosamente el ciclo de 25 estrellas cefeidas contenidas en la Pequeña Nube de Magallanes y descubrió que el brillo de estos astros tenía una relación lineal con el logaritmo del periodo de su oscilación, respetándose una ecuación del tipo:  $M = a + b \cdot \log_{10} P$ , donde  $M$  es la magnitud luminosa y  $P$  el periodo. Los parámetros  $a$  y  $b$  han sufrido diversos cambios a medida que se realizaban más estudios.

Podía suponer en principio que todas estas cefeidas estarían a una distancia similar de nosotros, por pertenecer a la misma galaxia enana, de forma que la ley que había descubierto era también cierta para la luminosidad intrínseca de cada una de ellas, es decir, que el periodo de la oscilación determinaría su magnitud absoluta. Se llama así a la magnitud que tendría un astro situado a 10 parsec de distancia (algo más de 32 años luz). **Había dado con un poderoso sistema de cálculo de distancias interestelares.** Si una de estas estrellas, por ejemplo, tiene una magnitud

absoluta 1, pero nosotros la vemos con magnitud 6 (100 veces más débil, ya que una estrella es 2,5 veces más brillante que la de siguiente magnitud) sabremos que está 10 veces más lejos (el brillo es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia) de los 32 años luz, es decir a unos 320 años luz.

La medición por otros medios de la distancia de algunas cefeidas cercanas permitió calcular los parámetros de la ecuación y establecer así un sistema para medir las distancias a otros conjuntos de astros donde se encuentre este tipo de objetos pulsantes. Así se hizo la primera medición aproximadamente correcta de la distancia a la que se encuentran las Nubes de Magallanas y objetos como M31 y M33, que resultaron estar a varios millones de años luz y ser otras galaxias (galaxia de Andrómeda y del Remolino, respectivamente).

Las llamadas cefeidas clásicas con las que trabajó Leavitt, son de población I, estrellas jóvenes del disco galáctico. Hay también otra variedad, prototipo [W Virginis](#), que pertenecen a la población II, estrellas viejas situadas en cúmulos globulares y el núcleo galáctico. Son menos brillantes que las anteriores, aunque también respetan una ley lineal. También existen las de clase [RR Lyrae](#), también pulsantes de población II, que tienen la peculiaridad de poseer todas la misma magnitud absoluta. Las tres clases son útiles para medir distancias en el cosmos, aunque las cefeidas clásicas, las más brillantes, son más útiles para medir distancias a otras galaxias.

La pulsación de las cefeidas tiene que ver con su carácter de estrellas en una fase terminal. Al empeorar la eficiencia de la fusión de hidrógeno en su interior, el núcleo de la estrella tiende a enfriarse y el objeto se contrae. Como le ocurre a cualquier gas, la contracción calienta de nuevo la parte interna mejorando la eficiencia de la fusión, lo que provoca una nueva dilatación. El gas estelar, al dilatarse se enfría, la fusión empeora y la gravedad detiene la expansión, volviendo a empezar el ciclo. Un astro puede tener periodos del orden de un millón de años en esta fase oscilante, al cabo de ese tiempo, las variaciones se amortiguan hasta casi desaparecer. La propia Estrella Polar es una cefeida que ya tiene una pulsación casi indetectable.