

LAS ESTRELLAS VARIABLES DE HENRIETTA LEAVITT

J. Vicente Hernández-Hernández¹

1. INTRODUCCIÓN

Las estrellas son los faros de la noche. Desde ellas llegan a nosotros los fotones que nos dan toda la información que podemos obtener de nuestro Universo. La luz de las estrellas nos marca su distancia, nos dice cómo es su composición química, su edad, su tamaño, su temperatura, etc. Todo, absolutamente todo lo que conocemos de las estrellas es gracias a la luz que nos llega de ellas.

Esto podría explicar por qué la Astronomía es una ciencia tan interesante. Los químicos y biólogos tienen sus laboratorios, instrumentos, microscopios, etc. Los geólogos recolectan muestras que después son analizadas, clasificadas, etc. Pues bien, los astrónomos solo tenemos una cosa: fotones provenientes de los objetos celestes.

Como todas las ciencias, la Astronomía también tiene *problemas fundamentales*, es decir, problemas que al ser solucionados responden directa e indirectamente otros muchos problemas. Conocer la distancia a la que están las estrellas y otros objetos dentro y fuera de nuestra galaxia, es uno de los problemas fundamentales para la Astronomía. De hecho, conocer con certeza la distancia a estrellas, nebulosas, galaxias, etc., es tan importante que el Telescopio Espacial Hubble (HST, por sus siglas en idioma inglés), fue construido con el fin de responder esta pregunta².

Existen diversas maneras con las cuales los astrónomos podemos calcular la distancia a objetos celestes. El *método de las Cefeidas* es uno de los más interesantes y simples que se han desarrollado.

2. LA ASTRÓNOMA Y SUS ESTRELLAS

Era 1786 cuando John Goodicke detectó por primera vez la variación del brillo de la estrella

¹Centro de Radioastronomía y Astrofísica, Universidad Nacional Autónoma de México, C.P. 58090 Morelia, Michoacán, México (v.hernandez@crya.unam.mx).

²Tres fueron los proyectos principales que justificaron la construcción del HST y uno de ellos fue medir con pocos errores la luz de estrellas Cefeidas, con las cuales podemos medir distancias



Fig. 2. Curva de luz de δCep

δCep ³. Sin embargo, esta no era la primera vez que se observaba cómo una estrella cambiaba cíclicamente la magnitud de su brillo en un lapso de tiempo y otros varios ejemplos eran conocidos. A las estrellas que periódicamente varían su magnitud se les denomina *variables*.

Aunque la noticia de este astrónomo inglés pasó desapercibida por casi cien años, el resurgimiento del tema no solo revivió el interés por δCep , sino colocó a las estrellas *Cefeidas*⁴ en un lugar fundamental para el futuro de la Astronomía.

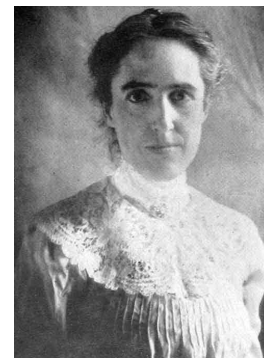


Fig. 1: Henrietta S. Leavitt (1868-1921)

En 1908 Henrietta Swan Leavitt se encontraba es-

³Las estrellas son clasificadas por la *Magnitud* de su brillo con las letras griegas alfa(α), beta(β), gamma(γ), etc., donde la estrella α es más brillante que la β y así. *Cep* se refiere a la constelación de Cefeo (*Cepheus*), en el hemisferio norte.

⁴De aquí en adelante llamaremos *Cefeidas* a las estrellas con variabilidad similar a δCep . Podemos encontrar Cefeidas en varias constelaciones, principalmente sobre el plano de la Vía Láctea. Las *Cefeidas* se encuentran en regiones donde están naciendo estrellas.

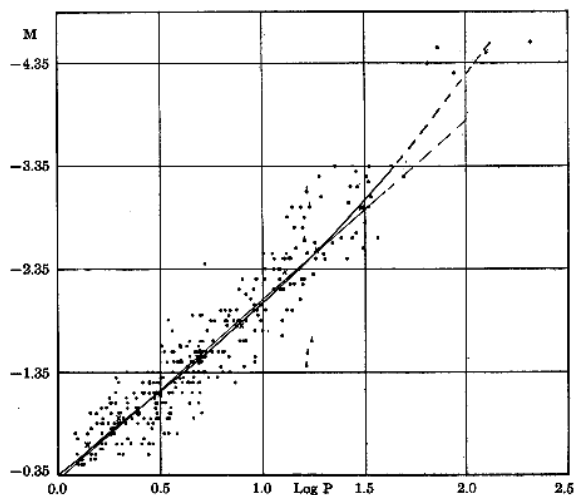


Fig. 3. Datos de Cefeidas. Observe que en el eje x se tiene $\log P$.

tudiando las estrellas variables de la Pequeña Nube de Magallanes⁵. De las casi 12,000 estrellas que observó, encontró que unas 16 presentaban la variabilidad en magnitud característica de δ Cep. Henrietta además encontró que cuantos más largos eran sus ciclos, más brillantes eran las estrellas. Es decir, estrellas que cambiaban su luz en 5 días eran más brillantes que las de que lo hacían en uno.

Su investigación la desarrolló por cuatro años más y obtuvo mejores datos de sus estrellas variables. Al final de este periodo, descubrió que había una relación lineal entre la duración del ciclo y la magnitud de las estrellas.

Esta es la llamada *relación periodo-luminosidad*. Leavitt encontró que si calculamos el logaritmo base 10 (\log_{10}) del periodo, al graficar este con la magnitud, obtenemos una línea recta, lo cual nos permite con el simple hecho de medir el periodo de una estrella Cefeida, encontrar su magnitud, es decir, qué tan brillante es.

3. DISTANCIAS GALÁCTICAS

Aquí lo importante es que al conocer el brillo de una estrella podemos conocer su distancia. Por ejemplo, podemos medir la luz de un foco de 100 Watts colocado a 1 metro. Puesto que la cantidad de luz que nos llega de cualquier objeto va disminuyendo con el cuadrado de la distancia, podemos estimar la cantidad de luz que recibiríamos

⁵Esta es una galaxia muy joven en donde muchas estrellas actualmente están naciendo y se ubica en el hemisferio sur.

del foco si lo colocamos a 50, 100 o 1,000 metros. La situación es parecida a cuando de noche vamos por una carretera y a lo lejos vemos los faros de otro automóvil que viene hacia nosotros. A lo lejos la luz es débil y cuanto más cerca está, más intensa es. Si los faros de ese automóvil fueran de 100 Watt y tuvieramos un instrumento para medir la cantidad de luz que nos llega de ellos, podríamos estimar la distancia en cualquier instante, puesto que conocemos la cantidad de luz a 1 metro. A esto se le llama *calibración*.

Si conocemos la cantidad *absoluta* (real) de luz que emite una estrella, podemos calcular su distancia. La cantidad absoluta de luz que viene de una *Cefeida* la podemos obtener simplemente con medir el periodo de su variabilidad. Esto es lo que hace a las estrellas *Cefeidas* tan importantes para la Astronomía.

Otra característica importante de las Cefeidas es que *absolutamente* (realmente) son muy brillantes. Las Cefeidas son estrellas de gran masa (decenas de veces la del Sol), por lo tanto tienen mucho material procesando en reacciones nucleares y la cantidad de luz que emiten es varias veces la del Sol. Esto hace que las podamos ver a distancia muy grandes, incluso las podemos observar en otras galaxias. Sin embargo, uno de los principales problemas para observar estas estrellas es que los lugares donde se encuentran están rodeados por mucho gas y polvo. Esto se debe a que las Cefeidas son muy jóvenes. El gas (hidrógeno en su mayor parte) y polvo rodeando las regiones de formación estelar no logró ser parte de ninguna estrella y obstruyen nuestra visibilidad.

Sin embargo, una vez que se observa, identifica y analiza la luz de alguna Cefeida el cálculo de su distancia es relativamente sencillo, aunque la correcta calibración de la relación periodo-luminosidad es una tarea realmente importante y debe hacerse con mucho cuidado.

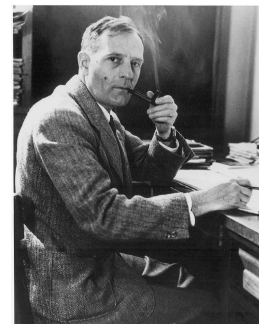


Fig. 4: Edwin Hubble (1889-1953)

Solo por dar un ejemplo de lo importante que son las Cefeidas en la Astronomía, diremos que a principios del siglo pasado, algunos científicos

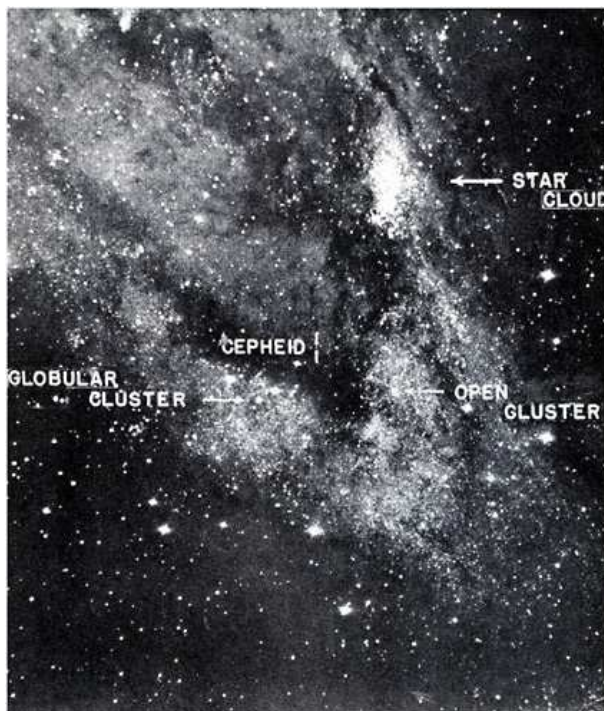


Fig. 5. Cefeidas en Andr6meda

pensaban que nuestra galaxia era 6nica y enorme. Ellos creían que las otras galaxias, a las cuales llamaban "nebulosas espirales", eran pequeñas nubes de gas rodeando nuestra "Gran Vía Láctea". Galaxias como Andr6meda (M31), una de las más conocidas, se pensaba median algunas decenas de veces el tamaño de nuestro sistema solar y eran ubicadas dentro de nuestra Galaxia.

Sin embargo, en 1923, Edwin Hubble descubrió que M31 contenía, entre sus millones de estrellas, algunas Cefeidas. Con esto, pudo medir el periodo, calcular facilmente el brillo que tienen y finalmente conocer la distancia. Este fue uno de los descubrimientos más importantes para la Astronomía moderna: Nuestra galaxia es solo una entre millones, cada una ubicada a distancias tan grandes, que viajar hasta ellas nos tomaría cientos de millones de años viajando a la velocidad de la luz⁶.

Es por esto que el estudio de las estrellas Cefeidas fue y es tan importante para la Astronomía. Ellas y su luz nos permiten conocer el tamaño de una parte de nuestro Cosmos.

La historia que hace más de cien años comenzó una astr6noma estadounidense di6 a la ciencia uno

de los mayores logros que ha tenido: medir nuestro Universo.

4. ECUACIONES 6TILES

La velocidad de la luz es una constante y vale aprox. 300,000 km/s. Si queremos conocer la distancia que recorre la luz durante un tiempo determinado utilizamos la ecuaci6n:

$$d = v_c \cdot t \quad (1)$$

donde v_c es la velocidad de la luz y t es el tiempo (en segundos) de recorrido. Por ejemplo, si queremos calcular la distancia que la luz recorre en 60 segundos, basta con multiplicar 60 s x 300,000 km/s, que es 18'000,000 km, m6s o menos 50 veces la distancia a la Luna.

Por otro lado, si nos interesa conocer el tiempo que le toma a la luz recorrer una distancia determinada podemos usar la ecuaci6n:

$$t = \frac{d}{v_c} \quad (2)$$

donde d es la distancia (en km).

...

J. Vicente Hern6ndez-Hern6ndez es miembro de la Sociedad Astron6mica Guadalajara y M. en C. (Astronomía) por la UNAM. Actualmente esta realizando su doctorado sobre *N6cleos de Formaci6n de Estrellas de Alta Masa* en el Centro de Radioastronomía y Astrofísica en Morelia, Mich.

v.hernandez@crya.unam.mx.

⁶La luz recorre 300,000 km en un segundo