

Algol, la estrella endemoniada

Cultura, 28/09/2013



Algol, la segunda estrella más brillante de la constelación de Perseo es una de las estrellas eclipsantes más conocidas por los astrónomos, y una de las primeras en ser catalogadas por su variabilidad de brillo. En este post intentaremos acercarnos a la naturaleza de esta estrella para adquirir más conocimientos sobre ella y sobre las estrellas dobles catalogadas como de tipo Algol. La magnitud de Algol oscila regularmente entre 2.3 y 3.5 con un periodo de 2 días, 20 h y 49 min. La variabilidad de Algol fue registrada por primera vez en 1669 por Geminiano Montanari,

aunque ya era conocida desde la antigüedad. Algol significa "la cabeza del demonio" o "estrella endemoniada". Probablemente, su nombre se debe al comportamiento que observaron en ella los antiguos astrónomos. En épocas pasadas se consideraba que los cielos eran inmutables por lo que la variabilidad de una estrella sólo podía ser obra del Diablo. En la constelación Perseo, representa el ojo de la gorgona Medusa, el ser al que el héroe decapitó en la famosa historia mitológica.

Algol es un sistema estelar triple: la pareja binaria eclipsante está separada por solo 0,062 UA, mientras que la tercera estrella (Algol C) se encuentra a una distancia media de 2,69 UA del par y su período orbital es de 681 días (1,68 años). La masa total del sistema es aproximadamente de 5,8 masas solares y la relación de masas entre A, B y C es 4,5: 1: 2.

Curva de brillo de Algol.

A finales del siglo XVIII el astrónomo aficionado inglés John Goodricke notó que el brillo de Algol varía regularmente en un periodo de 20 horas y 49 minutos. Para caracterizar el periodo de una estrella introducimos en concepto de fase: la fase en un tiempo expresado en fracciones de periodo P. La fase se calcula tomando cierto instante como instante inicial y asignándole una fase igual a cero. Normalmente coincide con el mínimo brillo de la estrella. Después se registra el tiempo de observación, se le resta el instante inicial, y se divide el resultado por el periodo. El resto de la división es la fase.

El brillo de una estrella variable se calcula respecto al brillo constante de una estrella que se encuentre en sus proximidades. El gráfico del brillo de una estrella, en función de sus fases, se denomina, curva de brillo.

La curva de brillo de Algol, calculada por Goodricke tenía dos mínimos en un mismo periodo: el mínimo principal, o primario, en la fase cero; y el mínimo secundario en la fase 0,5.

Para comprender esta curva Goodricke dedujo que Algol era en realidad un sistema binario donde las componentes se escondían una tras la otra, respecto a nuestra línea de visión, en su periodo orbital de 2,9 días. Entonces surgió la duda de por qué un mínimo era más pronunciado que el otro.

Fuera del eclipse vemos a las estrellas al mismo tiempo. Entonces el brillo que percibimos es la suma del brillo de ambas

estrellas. Cuando una estrella oculta a la otra, el brillo disminuye en proporción a la que irradia el área de estrella eclipsada. Para calcular la cantidad de energía irradiada por la parte cubierta de la superficie de la estrella, se debe multiplicar la energía que irradia la unidad de superficie, por el área de esta superficie. De aquí podemos deducir que la diferencia entre la profundidad de los mínimos se debe a la diferencia de la energía irradiada por unidad de superficie de las estrellas. Es decir, en la fase cero la estrella eclipsada es la más brillante, y por ello la más caliente.

Las curvas tipo Algol son muy comunes entre las estrellas variables. De hecho a este tipo de variables se les denomina "variables tipo Algol" ya que fue esta estrella la primera de esta clase estudiada. Estas curvas se caracterizan por la presencia de dos mínimos separados por intervalos de brillo casi constantes. ¿Y por qué casi constante? Por el efecto de reflexión.

Sería lógico pensar que si entre los dos eclipses vemos a las dos estrellas en su totalidad, y si el brillo del sistema es la suma del brillo de las estrellas, entonces, los intervalos deberían ser constantes. Pero en una curva de brillo se observa que después del mínimo primario, el brillo del sistema aumenta gradualmente al acercarse a la fase 0,5, y de no existir el eclipse secundario, tendríamos aquí un máximo. El aumento de brillo se explica mediante el fenómeno de reflexión. Teniendo en cuenta que una estrella de Algol es más caliente que la otra, esto produce que la estrella más caliente ilumine un lado de la estrella más fría, y por ello, el lado de la estrella fría que mira a la más caliente aumenta de temperatura y consecuentemente de brillo. En realidad no ocurre una reflexión de luz, sino una reemisión en la que la estrella más fría actúa como si fuera un espejo, reflejando la luz de la estrella más caliente.

El efecto de reflexión depende de la fase. En la fase cero, la estrella fría eclipsa a la caliente, lo que implica que vemos la parte más fría de la estrella menos brillante. A medida que transcurre la revolución orbital, es decir, a medida que aumenta la fase, vemos una parte cada vez mayor del lado alumbrado de esta estrella. De esta forma, el brillo total del sistema aumenta lentamente, mostrándonos su lado más caliente la estrella fría en la fase 0,5. Posteriormente el brillo del sistema disminuye simétricamente hasta llegar a la fase 1. En el sistema Algol el efecto de reflexión representa un papel muy pequeño, pero en otros sistemas, la única variación de brillo que vemos, se debe a este fenómeno ya que las estrellas, desde nuestro punto de vista, no se eclipsan mutuamente.

Pero regresemos al análisis de la curva de luz de Algol. La curva de brillo permite hallar el periodo del sistema y los radios relativos de las estrellas. Durante un periodo la estrella recorre una distancia $2\pi a$. Como ya conocemos el periodo podemos hallar qué parte de la longitud total de la órbita recorre la estrella durante el eclipse.

Curva de la velocidad radial.

Fotografiando el espectro de una estrella en diferentes fases orbitales se puede determinar la velocidad de movimiento de las estrellas binarias. La dependencia de la velocidad en función de la fase se denomina curva de velocidad radial. Cuando la estrella se mueve por la órbita, la proyección de la velocidad de la estrella varía periódicamente respecto al rayo visual. Debemos señalar que para las componentes del sistema binario estos cambios ocurren en oposición de fase. En los espectros se ve cómo las líneas de las estrellas del sistema "se desplazan" a medida que las estrellas, en sus órbitas, se acercan y se alejan de nosotros.

Ahora ya conocemos la velocidad radial y el periodo del sistema. Con estos datos, conociendo el tamaño del semieje mayor, a , y con ayuda de la tercera Ley de Kepler, se puede hallar la suma de masas del sistema. Recordando que el cociente de las velocidades orbitales de las estrellas es igual al inverso del cociente de sus masas, podemos hallar la relación entre las masas de las estrellas.

En resumen, analizando la curva de luz y de la velocidad radial de un sistema doble, podemos determinar las dimensiones de la órbita del sistema binario, las masas y las dimensiones de las estrellas. Esto sólo es posible si en el espectro se ven las líneas de las dos estrellas, ya que a menudo sólo se perciben las del astro más brillante. También es necesario que el sistema se vea de costado.

Paradoja de Algol.

En los años 50 del siglo XX los astrónomos descubrieron que el sistema Algol contradecía las teorías aceptadas sobre evolución estelar, lo que se denominó Paradoja de Algol. Los astrónomos soviéticos A.G. Masiévich y P.P. Parenago demostraron que la estrella más masiva de este sistema se encuentra en la secuencia principal, y que la menos masiva la abandonó convirtiéndose en una estrella subgigante.

Para entender la Paradoja anterior repasemos brevemente la evolución estelar. Las teorías dicen que las estrellas binarias nacen al mismo tiempo. Cuanto más masiva es una estrella, más rápidamente consume su combustible, luego, las estrellas masivas evolucionan de forma mucho más rápida que las menos masivas. Se observó que la más masiva Algol A está todavía en su secuencia principal, mientras que la menos masiva Algol B es una estrella sub-gigante que se halla en una fase más tardía de su desarrollo, lo que contradice las teorías. ¿Cómo se explica este fenómeno?

La Paradoja de Algol es un fenómeno muy común en las estrellas dobles por lo que en un principio se supuso que estas estrellas tenían una evolución diferente a la de los sistemas aislados. La paradoja sólo se podía resolver suponiendo que las masas de las estrellas en un sistema binario eran variables. Esto pudo haber ocurrido de la siguiente manera: imaginamos que la estrella menos masiva de Algol era antes la más masiva, por lo que abandonó antes la secuencia principal, perdiendo después, por alguna razón parte de su masa hasta convertirse su compañera en la estrella más masiva. El físico norteamericano J. Crawford propuso un escenario evolutivo para explicar este fenómeno.

La teoría de la evolución de las estrellas solitarias afirma que una estrella se expande al abandonar la secuencia principal. Imaginemos un sistema binario compuesto por dos estrellas de la secuencia principal. La masa de la estrella 1 es mayor que la de la estrella 2. Al principio de sus vidas, ambas estrellas evolucionan sin que la otra estrella interfiera en su evolución. La estrella 1 es la primera en abandonar la secuencia principal por lo que comienza a dilatarse, llenando su lóbulo de Roche e iniciando una transferencia de masa hacia la estrella 2. La cantidad de materia transferida fue tal que la estrella 2 adquirió más masa que la estrella 1. De esta forma las estrellas intercambiaron sus papeles, convirtiéndose la estrella 2 en la más masiva del sistema, obteniéndose un sistema en el cual la estrella más masiva permanece en la secuencia principal, y la menos masiva se expande hasta adquirir las dimensiones de una subgigante.

Los sistemas binarios que experimentan un intercambio de masas durante su evolución se denominan sistemas binarios compactos. El estudio de estos objetos aún está lejos de concluir, ya que en los años 70 llevó a la aparición de la Astronomía de rayos X en la que se descubrió que muchas de estas binarias podrían evolucionar hasta convertirse en sistemas exóticos.

Los egipcios fueron los primeros en descubrir la variabilidad de Algol, también conocida como la estrella del demonio, es en realidad una estrella binaria perteneciente a la constelación de Perseo. La variabilidad de su luz ha sido objeto de especulaciones durante cientos de años. Ahora, un grupo de investigadores finlandeses propone que hace 3200 años, los egipcios ya se percataron de esta característica de la estrella. Sugieren que en un documento conocido como el Calendario de

El Cairo se registran las variaciones de brillo de Algol lo que, hoy en día, es útil para estudiar el comportamiento errático de esta binaria. Lo que hace tan interesante a Algol es el hecho de que se ilumina y se oscurece cada 2,867 días, un fenómeno descrito por primera vez en la astronomía moderna en 1783 por el astrónomo John Goodricke. Goodricke anotó las variaciones de brillo que observaba a simple vista, y aunque ni él ni los antiguos egipcios sabían que esta variabilidad era causada cuando una de las estrellas del sistema binario pasaba por delante de la otra, hoy en día sabemos que son más las causas que determinan esta variación.

Esta nueva investigación revela que los egipcios eran muy obsesivos con sus observaciones astronómicas, al parecer, con el objetivo de hacer predicciones de eventos futuros. Los astrónomos de la época tomaban nota de todo aquello que observaban en documentos, y en especial, de las variaciones detectadas, como es el caso del brillo del Algol. Uno de estos documentos, el Calendario de El Cairo ha logrado llegar a nuestros días revelando las anotaciones sobre el brillo de la estrella Algol.

Sin embargo, hay un pequeño problema. Los datos del Calendario de El Cairo describen que el período de Algol es de 2,85 días, muy ligeramente inferior a los 2.867 días ya observados. El equipo no cree que esta diferencia se deba a un error de observación, sino que creen que es porque el periodo ha cambiado con el tiempo, lo que da crédito a la teoría de que la estrella Algol es en realidad un sistema de tres estrellas, tal y como sugieren las nuevas investigaciones. De esta forma, los datos egipcios de hace mucho tiempo, son capaces de apoyar ahora una investigación llevada a cabo miles de años después.

Extraído de: <http://www.astrofisicayfisica.com/2011/05/algol-la-estrella-endemoniada-parte-1.html>
<http://www.astrofisicayfisica.com/2012/05/los-egipcios-fueron-los-primeros-en.htm>

Artículos interesantes encontrados en internet. ellibroduermiente.org