

Estrellas Binarias

Gerardo Martínez Avilés

Desde que en la ciencia se unificaron la física terrestre y la física de los fenómenos celestes, aproximadamente en el siglo XVII, la astronomía puede considerarse una rama de la física. Los astrónomos utilizan todo lo que se sabe de física en la Tierra para aplicar dicho conocimiento al estudio del comportamiento de los astros. Pero el fenómeno también es a la inversa; la física ha obtenido gran parte de sus conocimientos, muchos de los más fundamentales, gracias a las observaciones y resultados astronómicos.

Los astrónomos no tienen acceso a una medición directa de los fenómenos que observan.

Hasta el momento es imposible hacer en la Tierra un experimento que simule físicamente la estructura de una estrella o de una galaxia, por ejemplo. No se entienda por esto que necesariamente será así por siempre, pero así ha sido hasta ahora. El avance tecnológico nos ha permitido ir a la Luna y enviar exploradores robóticos a Marte. Han sido enviadas sondas y se han fotografiado muy de cerca todos los planetas del Sistema Solar. También se tiene muy bien observado al Sol, nuestra estrella más cercana. Conocemos un poco más del Universo por el material del espacio que cae en la Tierra y que podemos recolectar, analizar y hasta tocar. Pero fuera de esos muy particulares casos, la mayor parte de las evidencias astronómicas son obtenidas a partir de observaciones telescópicas y de detectores, además del uso de las matemáticas y de poderosas herramientas computacionales.

Sistemas estelares binarios.

Las estrellas no sólo se encuentran en el Universo como cuerpos solitarios. Existe cierto tipo de estrellas que por estar muy cerca unas de otras, en pares o triadas o tal vez más, se encuentran girando alrededor del centro de masa del conjunto. Los sistemas de este tipo, formados por dos estrellas, se conocen como sistemas estelares binarios. Se cree que aproximadamente la mitad de las estrellas que se observan pertenecen a un sistema binario. Por lo que, haciendo cuentas, la cantidad de estrellas solitarias como el Sol es solamente la tercera parte del total. Es muy interesante preguntarse sobre el origen y evolución de estos sistemas porque su formación no puede ser completamente igual a la formación de las estrellas solitarias. Una vez formadas, la cercanía entre ellas hace que sus comportamientos estén íntimamente relacionados. Actualmente, como parte de un grupo de trabajo del Instituto de Astronomía de la UNAM, estamos estudiando algunos de los fenómenos de interacción estelar.

Interacciones de marea en sistemas binarios

Hablemos un poco del fenómeno de la marea. Sabemos que la atracción gravitacional de la Luna causa aumentos y disminuciones en el nivel de los mares. Otro tipo menos conocido de marea es la llamada marea de tierra, un fenómeno igual, pero a menor escala de amplitud, que se presenta en las capas inferiores de la Tierra.

La fuerza de marea es un fenómeno que se debe a que los cuerpos físicos son cuerpos en tres dimensiones y no cuerpos puntuales, como muchas veces se les estudia. Recordemos que la ley de gravitación universal de Newton dice que la fuerza de atracción entre los cuerpos disminuye en proporción al cuadrado de la distancia que los separa. Es

por ello que, por ejemplo, la Luna jala con mayor fuerza a la parte de la Tierra que está más cercana a ella, con una fuerza menor al centro de la Tierra y con una todavía menor al punto de la Tierra que está del otro lado. Esto genera que la geometría de la Tierra se vea afectada por dicho gradiente de fuerzas.

Pensemos ahora qué ocurre si la esfera sometida a este gradiente de fuerzas es una esfera caliente de gas cuya proximidad a la otra masa es muy grande y la masa de la compañera también lo es. Las compañeras en un sistema estelar binario se afectan gravitacionalmente siguiendo el mismo principio. Conocer los radios de las estrellas de un sistema binario es fundamental para estudiar el efecto de la fuerza de marea puesto que a mayor radio, el gradiente de fuerzas será también mayor.

Además del fenómeno de las mareas hay que tomar en consideración que la distancia entre las compañeras binarias no es constante. La primera ley de Kepler dice que las órbitas de los planetas alrededor del Sol son elípticas, con el Sol situado en uno de los focos de la elipse. De hecho ésta es una de las razones por las que Newton formuló su famosa ecuación de la ley de gravitación universal en la forma en que lo hizo.

Sabemos que la trayectoria seguida por un cuerpo sometido a una fuerza central que decae como el cuadrado de la distancia, debe seguir una de las curvas conocidas como secciones cónicas, es decir, una elipse, una parábola o una hipérbola. La elipse es la única de estas curvas que es cerrada y es el tipo de órbita que más nos interesa. Las estrellas binarias obedecen órbitas keplerianas; una estrella se encuentra en un foco mientras la otra gira en una elipse alrededor de aquella. Esto no es estrictamente cierto puesto que ambas estrellas giran alrededor del centro

de masa del sistema, pero por fortuna existen sistemas de referencia fijos en el centro de cualquiera de las dos estrellas que obedecen la primera ley de Kepler al pie de la letra. Existe un punto sobre las elipses que es el más cercano al foco donde está la otra estrella. En geometría a este punto se le llama el vértice de la elipse, en astronomía se llama periastro. En este punto es donde las estrellas tienen una máxima atracción gravitacional, puesto que la distancia que las separa es la mínima posible en esa órbita.

El giro de las estrellas sobre su propio eje es otro de los componentes que afectan el comportamiento de las atmósferas de las estrellas binarias. No siempre será la misma cara de la estrella la que esté frente a la estrella compañera, al igual que en el caso de las diferentes caras de la Tierra que pueden ser vistas desde la Luna. Esto representa un par de problemas; el primero es que las estrellas no son cuerpos rígidos sino esferas de gas que no giran uniformemente. El segundo problema es que la fuerza de atracción gravitacional, causada por la estrella compañera, que sufren las diferentes partes que conforman a cada una de las estrellas variará, puesto que la posición relativa de cada una de dichas partes y la estrella compañera cambian en el tiempo. Conociendo las características de las estrellas binarias, los astrónomos hacen uso de principios conocidos de la física para modelar su comportamiento superficial. Todos los factores que se han mencionado, entre otros, son considerados para estudiar las características observacionales de las estrellas binarias.

¿Por qué son importantes los estudios de interacción de marea en las estrellas binarias? Recordemos que los astrónomos únicamente pueden observar por medio de los telescopios, por lo que la única capa de las

estrellas que podemos observar es su superficie. Los astrónomos infieren las características del interior de las estrellas a partir de lo que pueden observar en sus superficies. Al ser las superficies de las estrellas binarias muy dinámicas, es necesario analizar una enorme cantidad de datos para poder realizar modelos de su estructura estelar.

Binarias interactivas.

Existen algunos sistemas binarios que, al estar tan cercanos entre sí llegan a intercambiar material. Una consecuencia muy interesante del intercambio de material en este tipo de estrellas es que en sistemas binarios que tienen periodos orbitales de unos cuantos días, la transferencia de material forma un disco alrededor de la estrella ganadora, es decir, la estrella que está quitando material a la compañera. Esto se debe a que el material que está siendo transferido comienza a orbitar alrededor de la estrella en una órbita kepleriana. Pero al estar el material en contacto con más material se generan fuerzas de fricción, lo que hace que la energía asociada al movimiento orbital se pierda en forma de calor, como cuando frotamos nuestras manos una contra otra. Si el proceso es continuo, el material que va perdiendo energía orbital cae hacia la estrella ganadora y va formando un disco uniforme de materia. El fenómeno de pérdida de energía se conoce como acreción y al disco que se forma se le llama disco de acreción. Estos discos emiten luz en diferentes longitudes de onda y pueden ser observados con telescopios, por lo que se tiene el fenómeno muy bien estudiado. Son este tipo de binarias las que tienen un comportamiento más energético, lo cual hace que algunas lleguen a ser fuentes de rayos X y a tener finales muy espectaculares en forma de explosiones muy violentas. Conocer las tasas de disipación de energía en

los discos de acreción es un tema de gran interés en la astronomía de las estrellas binarias, pues es a partir de las observaciones podemos obtener, entre otras cosas, características del material que forma las superficies estelares, como su viscosidad o su densidad.

El conocimiento de los sistemas binarios ha aportado mucho a la forma en que entendemos el comportamiento, el origen y la evolución del Universo. Además, al ser tan abundantes, casi cualquier astrónomo que desee estudiar estrellas se encontrará alguna vez con un sistema binario. Y, por si fuera poco, más allá de poner a prueba el ingenio de los astrónomos para poder explicar lo que observan, contemplar sistemas binarios en el telescopio (basta con un telescopio casero) es, sin lugar a dudas, un deleite para la imaginación.

Bibliografía

Echevarría, Juan, “Estrellas Binarias Interactivas”, Colección: La ciencia para todos, Tercera Edición, 2002.

Ostley, Carrol, An introduction to Modern Astrophysics, Addison, Wesley, 1996.