

La naturaleza de la emisión radio de vientos estelares en estrellas binarias Wolf-Rayet

Autora: Gabriela Montes (gmontes@iaa.es)

Tesis doctoral dirigida por:

Miguel Angel Pérez-Torres (IAA-CSIC),

Antonio Alberdi Odriozola (IAA-CSIC) y

Ricardo F. González Domínguez (CRyA)

Centro: Instituto de Astrofísica de

Andalucía, CSIC / Universidad de Granada

Fecha de lectura: 21 de octubre de 2011

Las estrellas de tipo Wolf-Rayet (WR), son estrellas masivas resultado de las altas tasas de pérdida de masa de estrellas de tipo O. Estas estrellas poseen fuertes vientos estelares que alcanzan velocidades terminales del orden de 1000km/s y tasas de pérdida de masa $\sim 10^{-5}$ masas solares por año. Los vientos estelares forman entonces una nube densa que se expande en dirección radial desde la estrella. El fuerte campo de radiación de la estrella central ioniza el material, resultando en emisión térmica de tipo libre-libre, la cual puede ser detectada en longitudes de onda de radio, desde el rango centimétrico hasta el milimétrico. Asumiendo que la envoltura formada por el viento es estática, isotérmica y con simetría esférica, se encuentra que su densidad de flujo en longitudes de onda de radio crecerá como una ley de potencias, con un índice espectral ~ -0.6 ($S_\nu \propto \nu^{0.6}$).

En esta tesis se presenta un estudio de la emisión de vientos estelares de estrellas WR en longitudes de onda de radio, centrándose en la influencia de una estrella compañera en el espectro total resultante. En sistemas binarios compuestos por dos estrellas masivas (típicamente WR+OB), los fuertes vientos estelares de las componentes interaccionan, formando una región de colisión de vientos (WCR). Esta región de colisión contribuye con una componente de emisión extra al espectro del viento, cambiando así el espectro resultante, con respecto a lo que se espera para un viento estelar de una estrella en solitario. Este efecto ha sido estudiado en sistemas binarios con periodos orbitales relativamente largos (del orden de años). En estos sistemas, la componente de emisión extra ha sido identificada como emisión no-térmica (sincrotrón), resultado de la interacción entre el material del choque y los fuertes campos magnéticos estelares. La emisión de naturaleza no-térmica en radio se caracteriza por un espectro de emisión con un índice espectral negativo, por lo que es principalmente detectada en el rango de las radio frecuencias bajas (centimétricas). Sin em-

bargo, en sistemas binarios cercanos, con periodos orbitales menores que 1 año, la emisión no-térmica proveniente de la región de interacción se pensaba que sería totalmente absorbida, ocultando de esta manera la influencia de la compañera. De esta manera, este estudio tiene como principal objetivo determinar la influencia de la estrella compañera en sistemas binarios de periodo corto, donde anteriormente se había descartado. Para esto hemos realizado tanto observaciones como un modelado teórico de las mismas.

Desde un punto de vista observacional se presentan observaciones de una muestra total de 15 estrellas WR, cubriendo un rango de frecuencias desde 1 hasta 250 GHz. Dos de estas estrellas fueron observadas con el GMRT (de sus siglas en inglés Giant Metrewave Radio Telescope) a 1 GHz, 13 estrellas con el VLA (de sus siglas en inglés Very Large Array) a 4.8, 8.4 y 23 GHz, y seis con la antena de 30m del IRAM (Instituto de Radioastronomía Milimétrica) a 250 GHz. Se discuten las propiedades del espectro en longitudes de onda de radio de las fuentes de la muestra, construido a partir de nuestras observaciones y de observaciones previamente reportadas. De nuestro estudio se ha encontrado evidencia observacional de la influencia de la binariedad de la estrella como resultado de una contribución extra de emisión (por ejemplo para WR~98 y WR~113). Desde un punto de vista teórico, hemos desarrollado un modelo que nos permite calcular la contribución de emisión térmica libre-libre proveniente de la región de interacción para el caso de estrellas binarias con choques altamente radiativos. Encontramos que en este caso la región de interacción podría llegar a contribuir significativamente a la emisión total con una componente de emisión ópticamente gruesa con un índice espectral ~ -1.0 , llegando incluso a dominar el espectro, pero esta vez a altas frecuencias. Esto contrasta con los resultados obtenidos para el caso de un choque adiabático en sistemas binarios, en los cuales la emisión térmica de la región de interacción se mantiene ópticamente delgada con un índice espectral ~ -0.1 (Pittard et al. 2006). Hemos contrastado los resultados observacionales y teóricos, encontrando evidencia de dicha componente extra de emisión en altas frecuencias (WR~98 y WR~139).

Concluimos por tanto que la región de interacción tiene un efecto significativo sobre el espectro en radio de las estrellas WR, incluso para el caso de las binarias de periodo corto. Dicho efecto puede ser detectado a longitudes de onda centimétricas, como una contribución extra de emisión no-térmica y/o emisión térmica ópticamente delgada, y a longitudes de onda milimétricas en la forma de un exceso de emisión ópticamente gruesa. Esto representa un escenario más complejo para el caso de las binarias WR de periodo corto, en comparación con los sistemas de mayor periodo, para los cuales el efecto de la binaria es principalmente detectado en centimétricas por la contribución de emisión no-térmica.