

Resumen de la tesis:

The keV–TeV connection in gamma-ray binaries

Víctor Zabalza

Fecha de lectura: 13 de mayo de 2011

Las binarias de rayos gamma son sistemas binarios formados por una estrella joven y masiva y un objeto compacto, que puede ser un púlsar joven o un agujero negro. Estos sistemas emiten radiación hasta energías de decenas de TeV y presentan variabilidad orbital en todas las bandas de emisión, desde radio hasta rayos gamma. En el caso de tres de las cuatro binarias de rayos gamma detectadas hoy en día, se desconoce la naturaleza del objeto compacto. En esta tesis presentamos un estudio de las binarias de rayos gamma mediante tres trabajos complementarios que involucran el estudio simultáneo de estas fuentes en rayos X y rayos gamma de muy alta energía.

En primer lugar presentamos el descubrimiento de emisión en rayos X y rayos gamma de muy alta energía correlada en el tiempo en el sistema LS I +61 303. Esta correlación nos indica que la emisión en las dos bandas puede provenir de una única población de electrones, y lo confirmamos mediante la realización de un modelo teórico de radiación que nos permite restringir significativamente las propiedades físicas del emisor no térmico de la fuente.

En caso de que la fuente energética de los sistemas sea un púlsar, la interacción entre los vientos de la estrella y el púlsar da lugar a una región de interacción donde el viento chocado del púlsar acelera partículas y emite radiación no térmica desde radio hasta rayos gamma. En el espectro de rayos X, sin embargo, no se detecta la emisión térmica del viento chocado de la estrella, que se calienta hasta decenas de miles de grados. Esto nos ha permitido estudiar la forma de la región de interacción, determinada principalmente por la potencia del púlsar, y hacer un cálculo teórico de la emisión en rayos X térmicos. Hemos aplicado este modelo al sistema LS 5039 y hemos podido determinar la potencia del púlsar, dato básico para la modelización de la emisión no térmica de la fuente.

Finalmente, presentamos la búsqueda de emisión de rayos gamma proveniente de sistemas binarios hasta ahora no detectados. Una campaña de observación simultánea en rayos X y rayos gamma nos permitió seleccionar los datos de muy alta energía del microcuasar Scorpius X-1 en función del estado de acrecimiento sobre el objeto compacto. A pesar de no detectar la fuente en rayos gamma, los límites superiores obtenidos permiten restringir las propiedades físicas de Scorpius X-1 relevantes para la emisión en muy alta energía.

Los resultados presentados en esta tesis suponen un avance significativo en nuestro conocimiento de las binarias de rayos gamma. Los estudios realizados sobre LS I +61 303 y Scorpius X-1 nos permiten profundizar sobre la fenomenología a altas energías de éstos objetos. Los tres artículos derivados de éstos estudios han sentado la base para futuras campañas observacionales e interpretaciones teóricas de éstas en otros sistemas binarios similares. El trabajo sobre LS 5039 representa un punto de inflexión en el estudio de binarias de rayos gamma con púlsar, ya que permite por primera vez acotar significativamente la potencia de los púlsares que no pueden ser detectados directamente debido a la absorción de su emisión radio por el viento de la estrella. La potencia del púlsar es la fuente energética principal del sistema, y hay evidencias de que la eficiencia de conversión en rayos gamma de alta energía es muy alta, próxima al 100%. Por éstas razones, disponer de un método de determinación de la potencia del púlsar como el presentado en ésta tesis supone un gran avance en el campo.

Una de las futuras líneas de actuación más claras es aplicar el método de determinación de la potencia del púlsar a otras binarias candidatas a albergar un púlsar joven. Las observaciones en rayos X necesarias ya existen para la mayoría de las binarias de rayos gamma. Por otra parte, uno de los aspectos de la emisión de las binarias de rayos gamma que me gustaría explorar es la aparente naturaleza dual de la emisión en los rangos GeV y TeV. Sus flujos orbitales aparecen anticorrelados y los espectros apuntan hacia un componente brillante y blando en GeV junto con un componente débil pero duro en TeV. Exploraré el origen de estos componentes, principalmente para la binaria LS 5039, mediante un modelo hidrodinámico y de radiación en el escenario de binaria con púlsar.

Publicaciones derivadas de la tesis

1. Zabalza, V., Paredes, J.M. & Bosch-Ramon, V., 2008, *Confirming the Orbital X-Ray Variability of LS 5039 Through Chandra Observations*, International Journal of Modern Physics D, 17, 1867
2. Anderhub, H., et al. (+155 autores, incl. Zabalza, V.), 2009, *Correlated X-Ray and Very High Energy Emission in the Gamma-Ray Binary LS I +61 303*, Astrophysical Journal Letters, 706, L27
3. Zabalza, V., Paredes, J.M. & Bosch-Ramon, V., 2011, *On the origin of correlated X-ray/VHE emission from LS I +61 303*, Astronomy & Astrophysics, 527, A9
4. Aleksić, J., et al. (+151 autores, incl. Zabalza, V.), 2011, *A Search for Very High Energy Gamma-Ray Emission from Scorpius X-1 with the MAGIC Telescopes*, Astrophysical Journal Letters, 735, L5
5. Zabalza, V., Bosch-Ramon, V. & Paredes, J.M., 2011, *Thermal X-Ray Emission from the Shocked Stellar Wind of Pulsar Gamma-Ray Binaries*, Astrophysical Journal, 743, 7