

Discovery and study of the microquasar LS 5039 and a search for new microquasars

Marc Ribó Gomis

mrribó@am.ub.es

Director/es: Josep M. Paredes Poy

Centro: Departament d'Astronomia i Meteorologia, Universitat de Barcelona

Lectura: 11 de noviembre de 2002

Los microcuásares son estrellas binarias de rayos X con emisión radio producida en chorros relativistas. Apenas se conocen 15 de estos sistemas en nuestra galaxia, y cada uno de ellos ha permitido profundizar en el estudio de los fenómenos de acreción/eyección que tienen lugar alrededor de objetos compactos. Estos dos hechos motivaron esta tesis doctoral, que tenía como finalidad descubrir nuevos microcuásares.

En la primera parte de la tesis se explica como descubrimos el microcuásar LS 5039, una binaria X masiva de tipo espectral O6.5V((f)), así como la realización posterior de un estudio en profundidad. La técnica utilizada para descubrir este microcuásar, fue innovadora, y consistió en la búsqueda, en catálogos ya existentes, de contrapartidas radio de estrellas binarias de rayos X. Una vez descubierta la emisión radio de LS 5039 en el catálogo NVSS, realizamos observaciones interferométricas con el VLA, que permitieron confirmar que se trataba de una binaria de rayos X con emisión radio no térmica. Posteriormente, realizamos observaciones interferométricas de muy larga base con el VLBA, que permitieron descubrir chorros relativistas en este sistema (ver Fig. 1), hecho que propició su inclusión en el reducido grupo de microcuásares.

A continuación realizamos un estudio multilongitud de onda. En el dominio radio se confirmó la naturaleza persistente de los chorros relativistas en este microcuásar gracias a observaciones con la EVN y con MERLIN. En el óptico se realizaron observaciones con el telescopio de 1.5 m del OAN y con el INT, de 2.5 m, y se analizaron observaciones ya existentes, lo cual permitió establecer una distancia al sistema binario de 2.9 ± 0.3 kpc y confirmar algunos de los parámetros orbitales propuestos por otros autores, como el período de ~ 4 días. En el rango de los rayos X se estudió el espectro gracias a observaciones propias con RXTE y BeppoSAX y se comprobó que el sistema no presenta eclipses de rayos X. Finalmente, en el dominio de los rayos gamma de alta energía, se descubrió una posible contrapartida de entre las fuentes no identificadas del tercer catálogo del detector EGRET. Con todos estos datos hemos propuesto un escenario y un modelo para explicar el comportamiento multilongitud de onda de LS 5039, según el cual la emisión en rayos gamma tendría lugar como resultado de la dispersión Compton inversa de los fotones UV de la estrella compañera por parte de los electrones relativistas del jet, que más tarde darían lugar a la emisión radio sincrotrón.

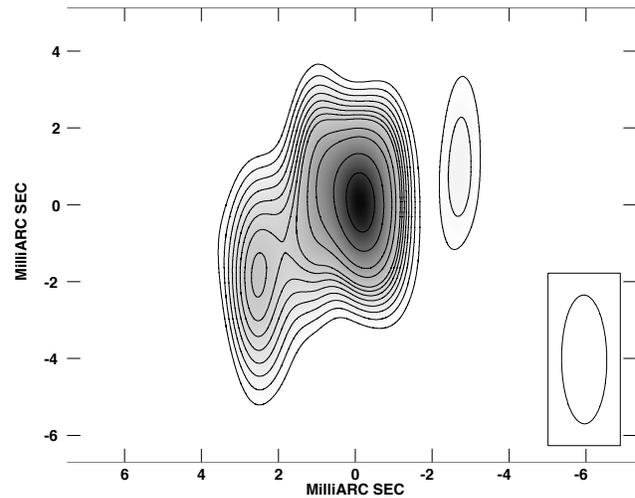


Figura 1: Imagen del microcuásar LS 5039, obtenida con el VLBA a una frecuencia de 5 GHz, que muestra un chorro bipolar que emerge de una fuente central. La asimetría en la densidad de flujo de los chorros, y en su distancia proyectada a la fuente central, implica una velocidad superior a $0.15c$, confirmando su naturaleza relativista.

Por otro lado, se obtuvo la velocidad espacial del sistema binario, que es de ~ 150 km s $^{-1}$, lo cual permitió trazar su órbita galáctica en el pasado y discutir acerca de la explosión de supernova que dio lugar al objeto compacto en este microcuásar.

En la segunda parte de la tesis se explica la técnica que desarrollamos para descubrir nuevos microcuásares, consistente en el cruce sistemático de catálogos del cielo a distintas longitudes de onda (en rayos X, radio y óptico). Concretamente se utilizó el ROSAT All Sky Bright Source Catalog en rayos X, el NRAO VLA Sky Survey en radio, el Digitized Sky Survey en óptico y las bases de datos SIMBAD y NED. En particular, realizamos una búsqueda de objetos entre -5 y $+5$ grados de latitud galáctica, y con una declinación superior a -40 grados. Al final de este proceso se obtuvo un conjunto de 17 objetos, 4 de los cuáles eran microcuásares ya conocidos. De los 13 objetos restantes 8 fueron considerados prioritarios, de entre los cuales realizamos observaciones de 6 de ellos. En concreto, obtuvimos posiciones precisas en radio con el VLA, que permitieron descubrir contrapartidas ópticas para todos ellos con el telescopio de 2.2 m del CAHA, así como espectros radio, que permitieron profundizar en el conocimiento de las fuentes. Finalmente se realizaron observaciones de estas fuentes utilizando interferometría de muy larga base con la EVN y con MERLIN, lo cual permitió el estudio de su morfología a escalas de milésimas de segundo de arco. Al final de todo este estudio se concluye que dos de las fuentes son firmes candidatos a microcuásares en nuestra galaxia, tres son candidatos menos firmes y la fuente restante es un cuásar. En conclusión, el fenómeno de los microcuásares podría ser más común de lo que hasta ahora se había considerado.