

## PRESENTACION MURAL

### Agujeros negros de masas estelares en la Galaxia

V.A. Cúneo<sup>1,2</sup> & M.N. Gómez<sup>1,2</sup>

(1) *Observatorio Astronómico de Córdoba, Universidad Nacional de Córdoba*

(2) *CONICET*

**Abstract.** In this contribution we present a catalogue of stellar mass black-hole candidates, mainly in our galaxy, that represents the largest database available in the literature to date. The confirmed candidates, all of them in binary systems, are analyzed in detail.

**Resumen.** En esta contribución se presenta un catálogo de candidatos a agujeros negros de masas estelares, principalmente en nuestra galaxia, que representa la mayor base de datos disponible en la literatura al presente. Los candidatos confirmados, todos ellos pertenecientes a sistemas binarios, son tratados en forma separada y detallada.

#### 1. Candidatos a agujeros negros de masas estelares

Se construyó un catálogo de agujeros negros de masas estelares, pertenecientes principalmente a nuestra Galaxia, realizando una intensiva búsqueda y recopilación de diversos trabajos (e.g., Shahbaz 1999, Johnston 2004, McClintock & Remillard 2006, Orosz et al. 2011) y empleando bases de datos abiertas a la comunidad astronómica. Este catálogo se presenta en forma de tres tablas que proporcionan todos los parámetros disponibles al presente para cada objeto; en la Figura 1 se observa un fragmento<sup>1</sup> de cada una de ellas. En total, se compilaron 80 candidatos a agujeros negros de masas estelares, lo que convierte a este catálogo en el más extenso de la literatura. Estos candidatos fueron detectados, principalmente, en sistemas binarios emisores de rayos X y algunos pocos mediante el fenómeno de microlentes gravitacionales. Se realizó, además, un análisis de las principales características de los candidatos.

#### 2. Agujeros negros de masas estelares confirmados

Del total de candidatos, 24 fueron confirmados como agujeros negros de masas estelares a través del cálculo de la masa del objeto compacto, realizando un estudio de la dinámica del sistema binario en que se encuentran. Con el fin de

---

<sup>1</sup>La versión completa del catálogo se encuentra publicada en el Trabajo Especial de la Licenciatura en Astronomía (FAMAF-UNC), <http://www2.famaf.unc.edu.ar/institucional/biblioteca/trabajos/611/16354.pdf>.

Nro. de Fuente	Nombre de la Fuente	Emisión en rayos X <sup>(1)</sup>	l (deg) (ep=J2000) <sup>(2)</sup>	b (deg) (ep=J2000) <sup>(2)</sup>	P <sub>orb</sub> (hrs)	D (kpc)	f(M) (M <sub>sol</sub> )	l (deg)	M <sub>BH</sub> (M <sub>sol</sub> )	M <sub>comp.</sub> (M <sub>sol</sub> )
20	Aql X-1 V* V1333		035.7184	-04.1432	18.9	2.5		20-30	(j) > 1.6	
21	XTE J1856+053 INTREF 948		038.2690	+01.2720		10				
22	SS433 V* V1343 Aql	PS	039.6941	-02.2446	314.1	4.9	1.36 <sup>+0.71</sup> -0.52		(a) 11 ± 5 (d) 1.25-1.87	(a) 19 ± 7 (d) 8-13

Nro. de Fuente	Nombre de la Fuente	Int. Máx. (Crab)	U	B	V	R	I	J	H	K	Tipo Espectral	Tipo de Fuente
20	Aql X-1 V* V1333		15.000	15.400	14.800	16.000		15.783	15.311	15.047	K0 IV	LMXB
21	XTE J1856+053 INTREF 948	0.07										LMXB
22	SS433 V1343 Aql			16.300	(c) 13.000 (d) 15.7-16.4	12.200		09.398	08.739	08.163	A7 Ib	HMXB

Nro. de Fuente	Nombre de la Fuente	Observaciones	Referencias	Conf.
20	Aql X-1 V* V1333	Estudios recientes (Comalisse et al. 2007) parecen indicar que el objeto compacto en este sistema binario es una estrella de neutrones. De todas formas, decidimos incluirlo como posible candidato.	(j) Comalisse et al. 2007	No
21	XTE J1856+053 INTREF 948			No
22	SS433 V1343 Aql	Si bien estudios recientes parecen indicar que este objeto es una estrella de neutrones (Goranskij 2011), numerosos trabajos estimaron la masa para el objeto compacto en este sistema, obteniendo un valor superior al límite aprox. para las estrellas de neutrones.	(a) Johnston 2004; (c) SIMBAD; (d) Goranskij 2011	Si

Figura 1. Extracción de las tres tablas que conforman el catálogo de candidatos a agujeros negros de masas estelares. <sup>(1)</sup> La emisión en rayos X puede ser persistente (PS), transitoria de largo período (LPT) o transitoria de corto período (SPT). <sup>(2)</sup> Se indica la época para estas coordenadas debido a los posibles movimientos propios (importantes en algunos casos) de las fuentes.

realizar un análisis global de estos objetos para describir las propiedades físicas fundamentales y analizar las características generales de los mismos, se construyó una base de datos con todos los parámetros disponibles en la literatura de los 24 objetos. La Figura 2 muestra un fragmento de la base de datos que reúne una lista de estos objetos y aquellas características que nos permiten asegurar que se trata de agujeros negros y no de estrellas de neutrones.

Nro. de Fuente	Nombre de la Fuente	Tipo de Fuente	Emisión en rayos X	Int. Máx. (Crab)	D (kpc)	P <sub>orb</sub> (hrs)	f(M) (M <sub>sol</sub> )	l (deg)	M <sub>BH</sub> (M <sub>sol</sub> )	M <sub>comp.</sub> (M <sub>sol</sub> )	v <sub>rot</sub> sin l (km s <sup>-1</sup> )	Tipo Espectral
1	V* V4641 Sgr XTE J1819-254	LMXB	LPT	13.0	9.9 ± 2.4	67.6	3.13 ± 0.13	75 ± 2	7.1 ± 0.3	3.1	98.9 ± 1.5	B9 III
2	SS433 V* V1343 Aql	HMXB	PS		4.9	314.1	1.36 <sup>+0.71</sup> -0.52		11 ± 5	14.7 <sup>+11.2</sup> -7.7		A7 Ib
3	GRS 1915+105 V* V1487 Aql	LMXB	LPT	3.70	10.25 <sup>+1.75</sup> -4.25	787.67 ±42.90	9.5 ± 3.0	68 ± 4	14 ± 4	1.5		K III
4	XTE J1859+226 V* V406 Vul	LMXB	SPT	1.50	8 ± 3	9.2	7.4 ± 1.1		9.8 ± 2.2	< 1.5		G5-K0
5	GS 2000+251 V* QZ Vul	LMXB	SPT	11.0	2.7 ± 0.7	8.3	5.01 ± 0.12	64.0 ± 1.5	7.5 ± 0.3	0.3	86 ± 8	K5 V
6	Cyg X-1 V* V1357 Cyg	HMXB	PS	2.30	2.15 ± 0.07	134.4	0.251 ± 0.007	62 <sup>+5</sup> -37	15.4 <sup>+5.6</sup> -1.6	26.1 <sup>+15.9</sup> -8.8	94 ± 5	O9.7 Iab
7	GS 2023+338 V* V404 Cyg	LMXB	LPT	20.0	2.39 ± 0.14	155.3	6.08 ± 0.06	55 ± 4	12 ± 2	0.6	38.8 ± 1.1	K0 IV

Figura 2. Fragmento de la tabla que contiene las propiedades de los agujeros negros de masas estelares confirmados.

La precisión en los valores de masa calculados para los agujeros negros depende directamente del cálculo de la curva de velocidades radiales, de la inclinación del sistema y de la masa de la compañera óptica. Sin embargo, en muchos casos se puede estimar una cota inferior para la masa si no se conoce el ángulo de inclinación del sistema. Las masas, o cotas de masas, de los agujeros negros confirmados varía aproximadamente entre  $4.2 M_{\odot}$  y  $20 M_{\odot}$ , existiendo un número significativo de sistemas con masas entre  $6$  y  $9 M_{\odot}$  (ver panel izquierdo de la Figura 3). Se observa una ausencia de objetos con masas menores a  $4.2 M_{\odot}$  y con masas superiores a las  $20 M_{\odot}$ . Este hecho podría reflejar alguna característica o mecanismo en funcionamiento de estos objetos no conocida aún.

Del análisis de las masas de las compañeras ópticas, se observa que la mayoría de los sistemas están compuestos por estrellas de baja masa, inferiores a las  $3 M_{\odot}$  (ver panel derecho de la Figura 3). Este hecho reflejaría un efecto de selección, dado que la mayor parte de los sistemas estudiados corresponden a sistemas LMXBs. Es probable que la frecuencia relativa entre los dos tipos de sistemas (LMXSs y HMXSs) se explique en función de la masa y de las masas relativas en binarias, en combinación con los tiempos evolutivos más largos de las estrellas de baja masa.

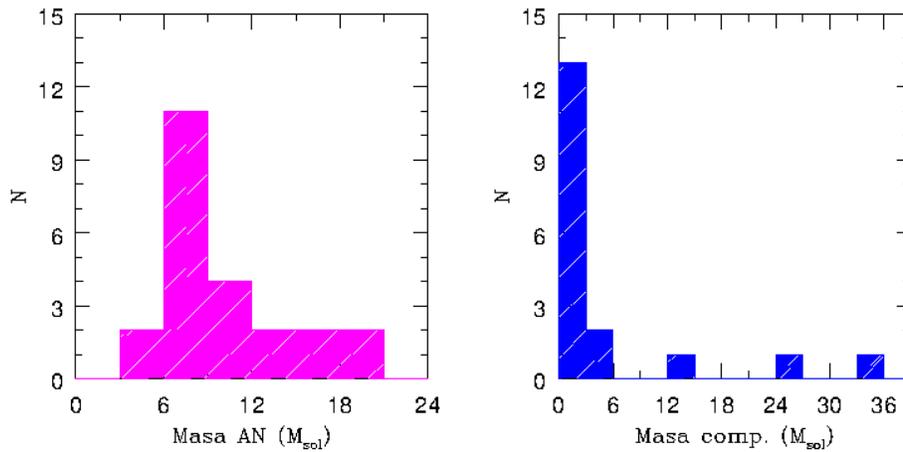


Figura 3. Izquierda: histograma de masas de los agujeros negros confirmados. Derecha: histograma de masas de las compañeras ópticas, en los sistemas binarios con agujeros negros confirmados.

El análisis de las distancias (Figura 4) nos muestra que un número importante de sistemas se encuentran ubicados a distancias entre 1 y 5 kpc, relativamente cercanas. Este hecho implica la posibilidad de estudiar en profundidad a estos objetos y de aportar información valiosa que nos lleve a una mejor comprensión de los procesos que dan origen a los agujeros negros de masas estelares.

### 3. Síntesis y conclusiones

En este trabajo se construyó un catálogo de agujeros negros de masas estelares, pertenecientes principalmente a nuestra galaxia, realizando una intensiva bús-

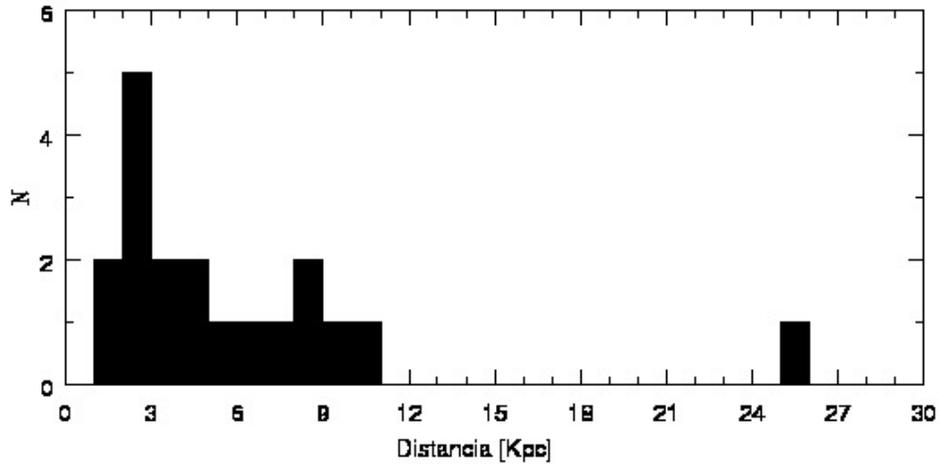


Figura 4. Histograma de las distancias a los agujeros negros de masas estelares confirmados.

queda y recopilación de diversos trabajos. Este catálogo se presentó en forma de tres tablas que proporcionan todos los parámetros disponibles al presente para cada objeto. En total se compilaron 80 candidatos a agujeros negros de masas estelares. A pesar del esfuerzo realizado en la construcción de este catálogo, el número de objetos (80) resulta muy pequeño en relación a los  $10^8 - 10^9$  agujeros negros de masas estelares estimados en la literatura para nuestra galaxia (e.g., Agol et al. 2002).

Es de destacar que solo el 30% de los 80 candidatos catalogados han sido, al presente, confirmados como agujeros negros de masas estelares a través de la determinación dinámica de sus masas. Se realizó, además, un estudio de los 24 agujeros negros de masas estelares actualmente conocidos, todos ellos pertenecientes a sistemas binarios. En particular, se analizaron las distribuciones de masas y las distancias a estos objetos.

## Referencias

- Agol E. et al., 2002, ApJ, 576, L131  
 Johnston W.M., 2004, <http://www.johnstonsarchive.net/relativity/bhctable.html>  
 McClintock J.E. & Remillard, R.A., 2006, Cambridge Astrophysics Series, 39, 157  
 Orosz J.A. et al., 2011, ApJ, 742, id. 84  
 Shahbaz T., 1999, Journal of Astrophysics and Astronomy, 20, 197