

Por otro lado, las temperaturas electrónicas determinadas a partir de LR con buena señal a ruido son consistentes dentro de las incertidumbres, con las determinadas a partir de LEC, LR de H I o LR de He I, lo cual entra en contradicción con el modelo de dos fases propuesto habitualmente para NP y recientemente propuesto por Tsamis & Pequignot (2005) para una región H II de la Gran Nube

de Magallanes, en el que se supone la existencia de una fase más fría de la que provendría el grueso de la emisión de las LR de metales (ver Figura 1). Estos resultados sugieren que, con los datos observacionales disponibles, el fenómeno que produce la discrepancia de abundancias podría ser diferente en NP y en regiones H II, lo cual debe de ser tenido en cuenta en posteriores análisis.

## COMPOSICIÓN QUÍMICA DE ESTRELLAS QUE ORBITAN ALREDEDOR DE AGUJEROS NEGROS Y ESTRELLAS DE NEUTRONES

Jonay Isaí González Hernández

Jonay.Gonzalez-Hernandez@obspm.fr

Tesis doctoral dirigida por Dr. Rafael Rebolo López y Dr. Garik Israelian

Centro: IAC (Instituto de Astrofísica de Canarias)

Fecha de lectura: 7 de noviembre de 2006

Los sistemas binarios de rayos-X de masa pequeña (LMXBs) están formados por estrellas de tipo tardío que orbitan alrededor de objetos compactos, tanto agujeros negros como estrellas de neutrones. Los objetos compactos en estos sistemas probablemente se originaron durante una explosión de supernova que eyectó cantidades significativas de material procesado en la nucleosíntesis de sus estrellas progenitoras. Las estrellas secundarias estuvieron lo suficientemente cerca de la estrella progenitora cuando se produjo la explosión y por tanto, es posible que hayan podido capturar parte del material eyectado, y presenten, por tanto, anomalías en sus abundancias como reflejo de la explosión de supernova. El estudio de la composición química de estas estrellas nos permitirá extraer información sobre propiedades de las estrellas progenitoras de los objetos compactos, así como los parámetros que caracterizan las explosiones de supernova.

Hemos llevado a cabo el análisis de abundancias de las estrellas secundarias en los sistemas A0620-00, Centaurus X-4, XTE J1118+480 y Nova Scorpii 1994. Las estrellas secundarias en estos sistemas llenan sus respectivos lóbulos de Roche y transfieren masa a los objetos compactos, dando lugar a la formación del disco de acreción responsable de la emisión en rayos X. Ambas componentes del sistema, separadas por distancias de pocos radios solares, poseen movimientos orbitales circulares en torno al centro de masas del sistema. Hemos realizado observaciones espectroscópicas de resolución intermedia-alta de estos sistemas en estado de quietud, haciendo uso de telescopios de clase 8-10 metros, obteniendo una amplia muestra de espectros en distintas fases orbitales. El análisis

espectroscópico de estos datos nos ha permitido caracterizar los parámetros dinámicos de los sistemas confirmando resultados de trabajos anteriores.

Se ha desarrollado una técnica, basada en la comparación de  $\chi^2$  de una red de espectros sintéticos con el espectro promedio de la estrella secundaria, que permite obtener sus parámetros estelares ( $T_{\text{eff}}$  y  $\log g$ ), junto con su metalicidad,  $[\text{Fe}/\text{H}]$ , teniendo en cuenta el disco de acreción. El flujo del continuo del disco produce un velado en el espectro normalizado debilitando las líneas estelares. Las temperaturas efectivas encontradas son consistentes con previas clasificaciones espectrales de estas estrellas, mientras que la gravedad superficial es compatible con la que se obtiene de suponer que la estrella secundaria está llenando su lóbulo de Roche. Adoptando estos valores para los parámetros estelares y el velado, se determinaron las abundancias de elementos químicos pesados como el Mg, Al, Ca, Ti, Fe y Ni, en las estrellas secundarias de tipo espectral K, salvo en XTE J1118+480 donde no pudo determinarse la abundancia de Ti. En el sistema Nova Sco 94, cuya estrella secundaria es de tipo espectral F, se midieron además las abundancias de O, Na, Si y S.

La abundancia de Li ha sido también determinada en las estrellas secundarias, resultando inusualmente alta en comparación con estrellas de tipo espectral K de masa similar. Este resultado sugiere que los sistemas podrían ser suficientemente jóvenes para haber preservado la cantidad de Li observado o que la gran velocidad de rotación de la estrella secundaria haya inhibido parcialmente el proceso de destrucción, aunque otros autores han sugerido la existencia de un mecanismo de produc-

ción de Li.

La abundancia de Fe es típicamente consistente y en algunos casos ligeramente mayor que la solar. Las razones de abundancias de los elementos estudiados con respecto al Fe en Cen X-4 son consistentes con las tendencias de estos elementos en la Galaxia. Se encuentran ligeras anomalías de Mg en A0620-00 y Al en XTE J1118+480, mientras que los elementos O, Mg, S, Si y Na resultan significativamente sobreabundantes en la estrella secundaria en Nova Sco 94.

Estas abundancias han sido discutidas en el contexto de los posibles escenarios evolutivos de cada sistema. Una comparación con modelos de explosiones de supernova de tipo II y Ib que se encuentran en la literatura ha permitido estudiar propiedades que caracterizan las explosiones de supernova que dieron lugar a los objetos compactos. En el sistema Nova Sco 94, se ha confirmado el origen del agujero negro en un evento explosivo, probablemente de tipo hipernova. En A0620-00 no po-

demus descartar que el agujero negro se formara a partir del colapso directo de su estrella progenitora.

En Cen X-4 se ha llevado a cabo además un estudio cinemático para determinar su órbita galactocéntrica. Las abundancias observadas en este sistema y en XTE J1118+480, junto con sus características cinemáticas han permitido concluir que los objetos compactos, una estrella de neutrones y un agujero negro respectivamente, se originaron también en explosiones de supernova o hipernova. Estos sistemas están situados actualmente en regiones del halo o disco grueso de la Galaxia pero probablemente se originaron en el disco fino de la Galaxia y han sido propulsados lejos de su región de formación como consecuencia de estas explosiones.

Finalmente, este estudio nos ha permitido establecer, de forma preliminar, una relación entre las masas de los objetos compactos y las masas de sus estrellas progenitoras.

## NON-RADIAL PULSATIONS IN BE STARS. PREPARATION OF THE COROT SPACE MISSION

Juan Gutiérrez-Soto

juan.gutierrez-soto@uv.es

Tesis doctoral dirigida por Juan Fabregat

Centro: Observatori Astronòmic, Universitat de València

Fecha de lectura: 15 de diciembre de 2006

Las *estrellas Be* son estrellas de tipo B que muestran emisión en las líneas de Balmer debido a la presencia de una envoltura circunestelar. Los mecanismos que producen este disco no son todavía bien conocidos, siendo los más probables la combinación de la alta velocidad de rotación (90 % de la velocidad crítica) y la presencia de modos de pulsación no radiales y/o campos magnéticos.

La misión COROT (CONvección, ROTación y Tránsitos planetarios), lanzada con éxito el 27 de Diciembre de 2006, obtendrá fotometría de muy alta precisión (hasta 1 ppm en los campos de asterosismología y hasta  $10^{-4}$  en los campos de exoplanetas) y de muy larga duración (hasta 150 días). El análisis de sus datos nos permitirá mejorar cualitativamente el conocimiento de las propiedades pulsacionales de las estrellas Be y su relación con los *outbursts* observados.

El objetivo de esta tesis es la preparación y el estudio de una muestra de estrellas Be que serán observadas por COROT. Con este fin hemos realizado un análisis fotométrico de todas las estre-

llas Be que se encuentran en los campos de asterosismología de COROT con magnitudes entre 5.4 y 9.5, basándonos en observaciones realizadas por nosotros mismos en el Observatorio de Sierra Nevada con el fotómetro instalado en el telescopio de 90 cm y extraídas de grandes proyectos fotométricos (HIPPARCOS y ASAS-3). Hemos detectado 4 estrellas Be multiperiódicas, 20 monoperiódicas y 27 no variables. La posición de las estrellas estudiadas en el diagrama HR sugiere que las estrellas Be son las contrapartidas de alta velocidad de rotación de las estrellas pulsantes  $\beta$  Cephei y SPB (*Slowly Pulsating B stars*).

En el estudio de esta muestra fotométrica se han observado dos estrellas Be (NW Ser y V1446 Aql) cuyas curvas de luz presentan un cambio de amplitud en cuestión de días. Esto es indicativo de multiperiodicidad. Se ha realizado un análisis espectral, detectando cuatro frecuencias en cada estrella que han sido modelizadas y asociadas a modos de pulsación no radiales. Además, NW Ser es una candidata a pulsador híbrido de  $\beta$  Cephei y