

## Tesis doctorales

### *Las coronas estelares de los sistemas binarios activos*

Jorge Sanz Forcada      jsanz@astropa.unipa.it

**Director/es:** Andrea K. Dupree y Manuel Cornide Castropiñeiro

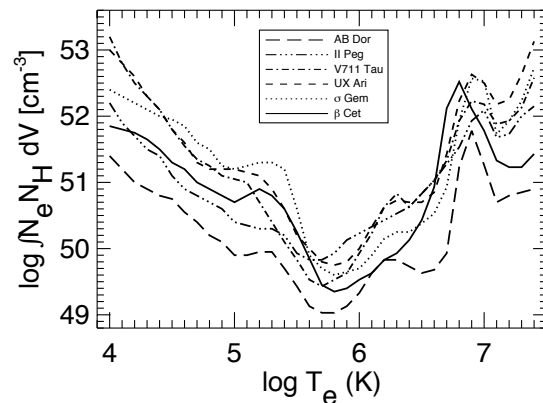
**Centro:** Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics

**Lectura:** 19 de octubre de 2001

El estudio de las coronas estelares cuenta, como tantos otros campos en la Astrofísica, con la gran limitación que supone la falta de resolución espacial que permita discernir las estructuras responsables de su emisión. Por otra parte, las características propias de las coronas, con temperaturas superiores al millón de grados, hacen prácticamente imposible su estudio con telescopios en Tierra, siendo los satélites de observación en el extremo ultravioleta (EUV) y rayos X la base de la investigación en este campo. Debido a la mencionada falta de resolución espacial, se suele recurrir al empleo de la *Distribución de la Medida de Emisión* (EMD), lo que da una idea de la forma en que se distribuye la materia con la temperatura en la corona estelar.

En los últimos 25 años se han venido obteniendo espectros de baja resolución o fotometría básica en los rangos de las altas energías, que han permitido obtener una idea simplificada de la emisión de la corona mediante ajustes de dichos espectros con coronas emitiendo en un pequeño número de temperaturas (normalmente 2 temperaturas). La verdadera estructura de las coronas estelares no ha empezado a conocerse hasta la llegada del *Explorador del Extremo Ultravioleta (EUVE)*, que mediante la obtención de espectros de alta resolución ha proporcionado flujos individuales de líneas espectrales formadas en el rango de temperaturas entre  $\sim 5 \times 10^5$  K y  $\sim 6 \times 10^7$  K, que han permitido calcular las primeras *distribuciones* de la medida de emisión. Lamentablemente la mayoría de los estudios publicados aplicando los modelos de emisión atómica para explicar las observaciones no aprovechan todo el potencial de los mismos, limitándose a hacer ajustes globales al espectro con dudosa fiabilidad, o en el mejor de los casos suponiendo que toda la emisión de cada línea espectral procede de una sola temperatura.

A lo largo de esta tesis se describe el comportamiento de las coronas estelares en 28 estrellas de últimos tipos, a través del análisis de los datos proporcionados por el *EUVE* a lo largo de 8 años de funcionamiento, mediante el estudio de sus curvas de luz y espectros. Estos espectros se han utilizado para el cálculo de la EMD empleando *todo* el rango de emisión proporcionado por los modelos atómicos para las líneas espectrales de iones de Fe IX–XXIV. El cálculo de la EMD ha sido aplicado a 22 sistemas binarios activos (principalmente estrellas de tipo RS CVn o BY Dra) y 6 estrellas ais-



**Fig. 1.** Comparación entre las Distribuciones de la Medida de Emisión de 6 estrellas con diferentes parámetros físicos.

ladas o con compañeras en órbita lejana. El estudio de la EMD en la corona ha sido extendido a la región de transición mediante la inclusión en el análisis en primera aproximación de líneas medidas con IUE procedentes de iones de C, O, Si y N.

Tratándose del primer estudio sistemático de este tipo, el análisis de estos datos ha dado lugar a la identificación de coronas que se encuentran en estado activo con mucha frecuencia, con emisiones de fulguraciones que multiplican la luz de la estrella en el rango EUV hasta por un factor 17, y la observación de modulación rotacional en algunos casos. El estudio de los espectros ha mostrado incrementos muy destacables en la intensidad de las líneas de altos estados de ionización del hierro durante fulguraciones. Los cocientes de flujos de las líneas han permitido la estimación de densidades electrónicas de  $\log N_e(\text{cm}^{-3}) \sim 11.5 - 13.5$  para  $T \sim 10^7$  K, implicando volúmenes emisores del orden de  $\sim 0.001 R_*$ . Por último, el análisis de la EMD en los sistemas ha mostrado unas sorprendentes similitudes entre la mayoría de las estrellas, independientemente de factores como la clase de luminosidad, el periodo de rotación o la edad de la estrella (véase Figura 1). Como características a destacar se encuentra la presencia de una estrecha elevación en la medida de emisión, más conocida con el término inglés *bump* (traducible como “joroba”) presente en torno a  $\sim 8 \times 10^6$  K, y con una tendencia general en la EMD en función de la temperatura, primero decreciente, entre  $\sim 10^4$  K y  $\sim 10^5$  K, para luego pasar a ser creciente entre  $\sim 10^6$  K y la joroba, con un mínimo no bien acotado, pero presente entre  $\sim 10^5$  K y  $\sim 10^6$  K, dependiendo del caso. Además un segundo pico parece dominar la EMD en casos de poca actividad como el solar (en torno a  $\sim 2 \times 10^6$  K).

Finalmente se ha propuesto, como explicación más plausible a las distribuciones observadas, el balance entre bucles con diferentes temperaturas máximas de emisión como responsable de la forma general de la EMD, observándose una coincidencia notable en la presencia de las dos temperaturas en que encuentran sus máximos estos bucles.