

# El efecto de la actividad en las estrellas de baja masa

Tesis doctoral de Juan Carlos Morales Peralta dirigida por Ignasi Ribas y Carme Jordi.

A pesar de que las estrellas de baja masa (masa menor a  $1 M_{\odot}$ ) son mayoritarias en la Galaxia, su estructura no se conoce completamente todavía. En particular, varios trabajos sobre las propiedades de estas estrellas en sistemas binarios eclipsantes (SBEs) revelaron diferencias significativas entre los radios y las temperaturas efectivas que se observan y las predicciones de los modelos teóricos (Torres & Ribas 2002, Ribas 2003). En este contexto, el objetivo de la tesis doctoral fue intentar explicar y caracterizar estas diferencias existentes entre los modelos teóricos y las observaciones.

Las primeras hipótesis sobre la causa de las discrepancias entre los modelos y las observaciones señalaron la elevada actividad magnética de estos sistemas como posible responsable (Torres & Ribas 2002, Ribas 2003, López-Morales 2007). La comparación entre las temperaturas efectivas y los radios de estrellas aisladas activas e inactivas desarrollado en esta tesis reveló diferencias sistemáticas entre ambos tipos de estrellas en la misma dirección que las discrepancias entre las observaciones de SBEs y los modelos teóricos (Morales et al. 2008). Se verificaba así, de una forma independiente al caso de los SBEs, la hipótesis que sugerían los artículos anteriores.

Para seguir ahondando en la comparación entre modelos y observaciones, se determinaron las propiedades fundamentales de dos SBEs: CM Draconis (CM Dra, Morales et al. 2009a) e IM Virginis (IM Vir, Morales et al. 2009b). El primer caso se trata de un sistema muy interesante ya que proporcionó por primera vez las masas y radios de dos estrellas totalmente convectivas con precisiones mejores que el 1%. También se pudo estimar el movimiento de precesión del periastro, cuyo valor podría dar más pistas sobre la estructura interna estelar. Por otra parte, IM Vir está compuesto por dos estrellas con masas muy diferentes, lo que permite estimar otras propiedades como su metalicidad y su edad comparando con modelos teóricos. Se tubo especial cuidado en el análisis de las curvas de luz y de velocidad radial teniendo en cuenta el efecto de las manchas debidas a la actividad magnética utilizando el código Wilson-Devinney (Wilson & Devinney 1971).

Estos dos sistemas, junto con otros 5 más con masas y radios con precisiones mejores que el 2%, se utilizaron para comprobar las predicciones de los modelos teóricos de estructura y evolución estelar de Baraffe et al. (1998). Para ello se consideró el efecto que tienen las manchas sobre la determinación de los radios a partir de las curvas de luz y también se estudió cual es su efecto sobre los modelos siguiendo el trabajo de Chabrier et al. (2007). Como conclusión, se presentó un escenario que permite explicar las diferencias entre los modelos y las observaciones teniendo en cuenta los efectos sistemáticos de las manchas sobre las curvas de luz y sobre la estructura interna, y el efecto de la actividad magnética sobre el transporte convectivo (Morales et al. 2010).

La caracterización de las diferencias entre los modelos y las observaciones de estrellas de baja masa que se ha realizado en esta tesis aporta nuevas herramientas para conocer con precisión estas estrellas. Su caracterización es de especial relevancia para conocer su funcionamiento pero también para estudiar las propiedades de otros objetos con los que comparten similitudes como las enanas marrones y los planetas gigantes o para determinar las propiedades de los exoplanetas que puedan albergar. En la tesis, se han tenido en cuenta los efectos de la actividad tanto sobre las observaciones como sobre los modelos, aportando así pruebas del efecto sistemático de las manchas sobre el análisis de curvas de luz y de velocidad radial, o sobre el efecto de la actividad sobre la estructura estelar. Además, el análisis de CM Dra e IM Vir representa también un incremento importante en el número de SBEs con masas y radios con precisiones mejores que el 2% (sólo se conocían 15 con algún componente con masa menor a la solar).

Para finalizar, cabe remarcar que las nuevas misiones y proyectos para la búsqueda de planetas extrasolares (CoRoT, Kepler y SuperWASP entre otros) permitirán profundizar en esta tesis ya que proporcionarán nuevos SBEs con los que poder comparar los modelos de una forma estadísticamente más relevante. Son de especial interés los SBEs en cúmulos abiertos o grupos cinemáticos, ya que en estos casos se puede determinar su edad y su metalicidad, dos magnitudes que juegan un papel fundamental en la evolución estelar. Pero también son importantes los sistemas con periodos largos (por encima de los 10 días) ya que se espera que las estrellas de estos sistemas roten más lentamente y que, por lo tanto, su actividad magnética no sea tan importante. Ambos tipos de sistemas podrían afianzar los resultados de esta tesis y ampliar nuestro conocimiento sobre las estrellas de baja masa.

## **Bibliografía**

- Baraffe, I.; Chabrier, G.; Allard, F.; Hauschildt, P.H. 1998, A&A, 337, 403
- Chabrier, G.; Gallardo, J.; Baraffe, I. 2007, A&A, 472, L17
- López-Morales, M. 2007, ApJ, 660, 732
- Morales, J.C.; Gallardo, J.; Ribas, I.; Jordi, C.; Baraffe, I.; Chabrier, G. 2010, ApJ, 718, 502
- Morales, J.C.; Ribas, I.; Jordi, C. 2008, A&A, 478, 507
- Morales, J.C.; Ribas, I.; Jordi, C.; et al. 2009a, ApJ, 691, 1400
- Morales, J.C.; Torres, G.; Marschall, L.A.; Brehm, W. 2009b, ApJ, 707, 671
- Ribas, I. 2003, A&A, 398, 239
- Torres, G.; Ribas, I. 2002, ApJ, 567, 1140
- Wilson, R.E.; Devinney, E.J. 1971, ApJ, 166, 605