

Interferometría en radio e infrarrojo de objetos estelares y subestelares

Autor: Juan Bautista Climent Oliver

(j.bautista.climent@uv.es)

Tesis doctoral dirigida por:

José Carlos Guirado Puerta

Centro: Universidad de Valencia

Fecha de lectura: 24 de septiembre de 2020

En esta tesis doctoral hemos usado la interferometría a modo de navaja suiza, lo cual nos ha permitido hacer contribuciones relevantes a diversos campos donde una gran resolución angular proporciona una gran ventaja.

El primer objeto que hemos investigado es el sistema triple subestelar VHS 1256-1257. Este sistema es relativamente joven (150-300 millones de años) y se encuentra próximo a nosotros (12,7-17,1 pc). Está compuesto por una binaria con separación de 0,1 arcsec cuyas componentes son dos objetos de tipo espectral M7.5. A 8 arcsec de esta, se encuentra un objeto muy frío con tipo espectral L7. Observamos este sistema usando el VLA (*Very Large Array*) a 8,4 GHz y 1,4 GHz. Además, también hicimos uso del EVN (*European VLBI Network*) a 1,4 GHz durante tres épocas diferentes. Gracias a estas observaciones descubrimos por primera vez radio emisión a 8,4 GHz proveniente de la binaria central VHS 1256-1257 AB. Además, pudimos estimar un índice espectral de acuerdo con un origen no térmico, sincrotrón o girosincrotrón. La falta de detección a 1,4 GHz nos llevó a formular la hipótesis de "auto-absorción", según la cual nuestros datos implicarían campos magnéticos muy fuertes en VHS 1256-1257 AB, con intensidades ~kG (ver figura, panel a). Finalmente, observaciones con el VLA a 26-40 GHz muestran una clara detección coincidente con la posición esperada para la binaria central. El flujo medido parece estar muy por encima del predicho por un modelo de disco de escombros, hipótesis que además no encaja con las no detecciones de observaciones de ALMA banda 7 (275-373 GHz) y NOEMA.

El siguiente objeto que hemos estudiado es AB Dor C, catalogado con tipo espectral M8 y situado a 15 pc. El estudio de la naturaleza de este objeto es especialmente relevante debido a que los modelos teóricos de evolución estelar muestran ciertas dificultades a la hora de predecir características físicas de objetos de baja masa en presecuencia principal. Solamente aquellos objetos bien conocidos y con masas debidamente determinadas pueden ser utilizados para comprobar las predicciones de estos modelos teóricos. AB Dor C es un candidato ideal para ser uno de estos objetos. Sin embargo, existe la hipótesis de que este objeto en realidad es binario. Nuestras observaciones con el instrumento AMBER en el VLTI revelaron que tanto las visibilidades como las clausuras de fase son compatibles con una binaria con cociente de flujo de un 5% (a 2,2 micrómetros) y con una separación de 38 mas (ver figura, panel b). Según los modelos, esto implicaría que AB Dor C estaría formado por una enana marrón cerca del límite de la quema de hidrógeno y por un objeto que se encontraría en la frontera entre las enanas marrones y los exoplanetas. Además comprobamos que esta binariedad aliviaría el desacuerdo visto entre las magnitudes observacionales y las predichas por las relaciones teóricas masa-luminosidad.

La tercera aportación de nuestro trabajo ha sido al campo de las estrellas supergigantes rojas (RSGs). Durante su vida, las RSGs pierden gran cantidad de masa. Sin embargo, los mecanismos físicos que contribuyen y dominan esta gran pérdida

son un misterio para la comunidad científica actual. Para arrojar algo de luz sobre los posibles mecanismos y sabiendo que la convección en la fotosfera estelar puede ser un factor crucial a la hora de levantar las capas más externas de la atmósfera de una RSG, observamos la supergigante roja V602 Carinae (V602 Car) con el instrumento PIONIER en el VLTI. Nuestro estudio muestra que las simulaciones predicen correctamente las subestructuras vistas en la superficie de V602 Car en dos épocas diferentes (ver figura, paneles c y d). Sin embargo, no consiguen reproducir las visibilidades y, por tanto, necesitamos la presencia de una componente molecular extendida. Concluimos así que la convección solamente puede que no sea el único proceso relevante a la hora de hacer levantar las atmósferas de las RSGs.

La última aportación se centra en AB Dor A, con tipo espectral K0 y una rotación muy rápida. Solamente en un número limitado de objetos las observaciones de VLBI han conseguido resolver la emisión estelar en radiofrecuencias. Hemos observado este sistema usando el LBA (*Australian Long Baseline Array*) a 1,4 GHz, 8,4 GHz y 22,3 GHz a lo largo de más de una década. Nuestras imágenes a 8,4 GHz muestran una morfología *double core-halo*, similar en las tres épocas observadas a esta frecuencia, y con la emisión extendiéndose a alturas entre 5 y 18 radios estelares (ver figura, paneles e, f y g). Lo que resulta todavía más intrigante es que, en estas imágenes, existe una clara variación temporal de la estructura de la fuente durante el tiempo de observación. Hemos considerado varios modelos que tratan de explicar las características observadas en nuestros mapas, pero nuestras observaciones actuales solamente nos permiten descartar la presencia de una compañera. AB Dor A es, en consecuencia, uno de los pocos objetos donde hemos podido resolver la emisión estelar con un resultado intrigante que necesitará de futuras observaciones.

Tesis disponible en: <https://roderic.uv.es/handle/10550/75452>

a) Espectro de VHS 1256-1257 AB a partir de las observaciones del VLA. b) Visibilidades de AB Dor C observadas por AMBER. Colores diferentes representan diferentes líneas de base. Los datos observacionales (círculos) ajustan a un sistema binario (líneas discontinuas). c) y d) Reconstrucción de la superficie de V602Car en épocas diferentes. e), f) y g) Imágenes de AB Dor A obtenidas con el LBA mostrando la estructura intrínseca de la fuente.

