

Stellar evolution in the post-AGB stage

Olga Suárez Fernández olga@laeff.esa.es

Director/es: Minia Manteiga y Pedro García Lario

Centro: Universidad de Vigo

Lectura: 28 de mayo de 2004

En esta tesis se presenta un estudio de las estrellas en la etapa evolutiva posterior a la Rama Asintótica de Gigantes, que llamaremos post-AGB según sus siglas en inglés (*post-Asymptotic Giant Branch*). Con este objetivo se ha llevado a cabo una búsqueda observacional de estrellas en esta fase evolutiva, lo que ha dado como resultado un catálogo de espectroscopía óptica en el que se recogen 255 objetos, de los cuales 203 son estrellas post-AGB o nebulosas planetarias (PN, de las siglas en inglés *Planetary Nebula*). Este catálogo es el producto de 15 años de observaciones realizadas por nuestro grupo, siguiendo criterios de selección basados en valores límites de las densidades de flujo en las bandas fotométricas del satélite IRAS.

Los objetos observados han sido clasificados en tipos espectrales, siempre que fue posible. En el caso de las nebulosas planetarias y de los objetos de transición, han sido calculadas sus clases de excitación.

Como resultado de estas observaciones hemos obtenido la muestra más extensa y completa existente hasta el momento de objetos en la etapa evolutiva post-AGB con clasificaciones espectrales. Esto nos ha permitido realizar estudios estadísticos acerca de las propiedades físicas de las estrellas en estas etapas tardías de evolución.

En particular, se ha obtenido la distribución espectral de energía (SED, según sus iniciales en inglés) de todas las estrellas de la muestra pertenecientes a las etapas de nuestro interés, con el fin de estudiar de forma conjunta las propiedades y evolución de la envoltura circumestelar y de la estrella central.

Estas SEDs han sido clasificadas en cinco grupos (I, II, III, IV a y IVb) de acuerdo a los criterios definidos en van der Veen et al. (1989, A&A 226, 108), que fueron caracterizados mediante el estudio de la latitud galáctica, el tipo espectral, la química dominante y la posición en el diagrama color-color IRAS de los objetos que pertenecen a cada uno de ellos.

Para completar la caracterización y determinar el estado evolutivo de las estas estrellas según su tipo de SED, se hizo una comparación entre la distribución de los tipos espectrales encontrados para cada clase de SED y la distribución predicha por modelos evolutivos. Esta comparación corroboró los resultados obtenidos utilizando la distribución en latitud galáctica, y la posición de las estrellas en el diagrama color-color, que se detallan a continuación.

A partir de los resultados obtenidos se puede establecer una conexión evolutiva entre las clases de SED I y II. Ambas clases están dominadas completamente por la emisión en el infrarrojo, y presentan contrapartidas ópticas fuertemente enrojecidas. La clase II parece representar un estado evolutivo ligeramente más avanzado que la clase I. En estas

dos clases se encuentran objetos que aún después de abandonar la fase AGB, presentan una significativa pérdida de masa post-AGB.

La clase III se encuentra distribuida en el diagrama color-color IRAS sin ocupar ninguna posición característica. Su distribución espectral continúa dominada por la emisión infrarroja, aunque la estrella central ya comienza a ser claramente visible. Estudiando la distribución en latitud galáctica y los tipos espectrales de las estrellas de esta clase, deducimos que se trata de una clase formada por objetos masivos, pero que no están sufriendo pérdida de masa significativa en la etapa post-AGB.

La distribución espectral de las clases IVa y IVb muestra claramente dos máximos, uno en el óptico correspondiente a la estrella central, y otro en el infrarrojo, correspondiente a la envoltura. La clase IVa, contiene estrellas de baja masa, cuya lenta evolución justifica que ocupen posiciones variadas en el diagrama color-color, sin favorecer una distribución determinada, al igual que ocurre con la clase IVb. Sin embargo, en la clase IVb se observa un mayor número de objetos y una mayor dispersión galáctica, lo que sugiere que se trata de una clase *término*, en la que acabarán objetos de masas distintas al final de su evolución. En esta clase se pueden encontrar objetos de masas relativamente altas que ya han evolucionado lo suficiente para mostrar dos máximos en su distribución espectral, y objetos poco masivos cuya envoltura nunca ha llegado a oscurecer la estrella central.

Este estudio demuestra una vez más la conveniencia de disponer de información en varias longitudes de onda para poder caracterizar la evolución de las estrellas en la fase post-AGB. La posición de uno de estos objetos en el diagrama color-color IRAS, no determina de forma unívoca su momento evolutivo. Es necesario conocer datos acerca de su distribución espectral de energía, y combinar esta información con datos espectroscópicos en el óptico para poder determinar su naturaleza post-AGB, su estado evolutivo y una estimación de la masa inicial de la estrella progenitora.

En esta tesis también se ha llevado a cabo un estudio sobre la clasificación de espectros mediante técnicas de inteligencia artificial en colaboración con miembros del Departamento de Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones de la Universidade da Coruña. En concreto, se ha desarrollado un sistema experto que permite la clasificación automática de espectros de catálogos estelares con un alto grado de fiabilidad. También han sido probados varios grupos de redes neuronales que han demostrado su eficiencia en la clasificación espectral de librerías de espectros estándar.