

Análisis sismológico de las estrellas pulsantes tipo Delta Scuti del cúmulo de las Pléyades

Lester Fox Machado

lfox@iac.es

Director/es: Fernando Pérez Hernández (IAC-ULL) y Eric Michel(OPM)

Centro: Instituto de Astrofísica de Canarias

Lectura: 26 de marzo de 2004

El análisis sismológico de las estrellas tipo δ Scuti nos proporciona información sobre la estructura de las estrellas de masa intermedia (entre 1.5 y 2.5 M_{\odot}). Estas estrellas variables son candidatas idóneas para investigar algunos de los procesos hidrodinámicos poco entendidos en la actualidad que ocurren en el interior de las estrellas. Además, la aplicación de la sismología estelar a objetos pulsantes pertenecientes a un cúmulo abierto cercano facilita el estudio, dado que en este caso se puede considerar que todas las estrellas tienen aproximadamente la misma edad, composición química y distancia. Adicionalmente, parámetros como la metalicidad o distancia se pueden estimar mejor para las estrellas de un cúmulo que para las estrellas de campo.

En esta Tesis Doctoral hemos estudiado una muestra de seis estrellas tipo δ Scuti pertenecientes al cúmulo de las Pléyades observadas por medio de la red observacional STEPHI (*STellar PHotometry International*, Michel et al. 1995) a través de tres campañas multisitio, de las cuales dos fueron realizadas durante el desarrollo de este trabajo (Fox-Machado et al. 2002, Li et al. 2004). Dicha muestra consta de V650 Tau, V647 Tau, V534 Tau, HD 23628, V624 Tau y HD 23194.

En el aspecto observacional de la tesis presentamos las técnicas de adquisición, reducción y análisis de los datos obtenidos durante las campañas de observación. Dicho análisis nos permitió obtener información precisa de las frecuencias de oscilación de las últimas cinco estrellas, una de las cuales era considerada estrella no variable hasta nuestras observaciones. Las frecuencias de oscilación de los espectros de amplitudes de las series temporales se calcularon mediante el ajuste iterativo de senos más blanqueado (Ponman 1981) y el programa PERIOD98 (Sperl 1998). Un total de 29 modos de oscilación fueron detectados en nuestra muestra con un nivel de significación superior al 99% (véase por ejemplo la Fig. 1).

En el aspecto teórico de la tesis se presenta la modelización de las seis estrellas problema. Hemos mejorado el análisis teórico incluyendo de forma adecuada el efecto de la rotación tanto sobre los modelos estelares como sobre las frecuencias de oscilación, con el objetivo de obtener una descripción más realista de la estructura estelar. Las frecuencias teóricas de oscilación se calcularon incluyendo el efecto de segundo orden en la rotación a partir de modelos rotantes, ajustándose éstos a los parámetros observacionales más relevantes del cúmulo y de cada estrella como son la metalicidad, distancia, edad y velocidad de rota-

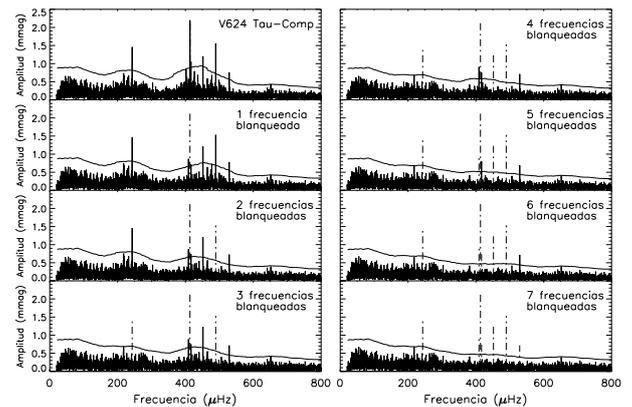


Fig. 1.: Espectro de amplitudes y proceso de blanqueado de los modos de oscilación presentes en la serie temporal V624 Tau—Comp. En cada paso se escoge un pico por encima del nivel de significación del 99% (línea continua) y se sustrae de la serie temporal, obteniéndose un nuevo espectro. De esta forma, se detectaron siete modos de oscilación por encima de este nivel en la estrella V624 Tau (líneas de puntos y trazos).

ción. Los modelos sísmicos fueron agrupados en conjuntos de seis, uno por estrella, de igual distancia, edad, metalicidad y sobrepenetración convectiva. Aplicamos interpolaciones entre las frecuencias teóricas de oscilación, ν_{cal} , según las velocidades angulares de rotación, Ω_{rot} , para cubrir el intervalo de velocidades de rotación estimado para cada modelo estelar. Hemos comparado las frecuencias observacionales y las teóricas para cada Ω_{rot} interpolada mediante ajustes tipo χ^2 . La mejor solución la encontramos con la minimización de esta magnitud. Hemos restringido las posibles soluciones considerando que los factores de visibilidad de los modos de oscilación dependen en gran parte del ángulo de inclinación entre el eje de rotación estelar y la visual. Como resultado hemos encontrado las posibles identificaciones de los modos de oscilación de las estrellas problema, que indican una metalicidad del cúmulo de $[\text{Fe}/\text{H}] = 0.0668$ ($Z \sim 0.02, Y \sim 0.28$), con un módulo distancia $m_V - M_V = 5.60 - 5.70$ y para una edad de $70 \times 10^6 - 100 \times 10^6$ años. Todas las estrellas parecen oscilar con modos p , radiales y no radiales, de orden bajo.

En el marco del presente análisis teórico hemos concluido que una metalicidad subsolar con contenido alto en He es poco probable en el cúmulo de las Pléyades, en contraste con algunas sugerencias hechas por otros investigadores.