

## 1.1 Resumen

En este trabajo presentamos resultados preliminares de la etapa inicial de un proyecto de gran magnitud consistente en el modelado teórico de estrellas variables  $\delta$  Sct y  $\gamma$  Dor. En esta primer etapa realizamos simulaciones numéricas de la evolución y pulsaciones de modelos estelares representativos de estas estrellas, cubriendo un amplio espacio de parámetros (masa estelar, temperatura efectiva, parámetro de overshooting, metalicidad). Específicamente, calculamos modos de pulsación radiales y modos  $g$  y  $p$  no-radiales con frecuencias de oscilación en los rangos observados para estas clases de estrellas variables.

## 1.2 Introducción

La astrosismología es una poderosa herramienta de la astrofísica estelar que permite extraer información muy valiosa acerca de la masa estelar, la estructura interna, la metalicidad, la velocidad de rotación entre otras cantidades mediante la comparación de períodos pulsacionales observados y modelos teóricos computados. El vasto conjunto de modelos calculados se realizó con el fin de estudiar a las estrellas  $\delta$  Sct y  $\gamma$  Dor. Estas estrellas son variables de Secuencia Principal, de tipo espectral A y F, presentan masas entre  $1.2M_{\odot}$  y  $2.2M_{\odot}$  aproximadamente. Las estrellas  $\delta$  Sct exhiben períodos de oscilación entre 15min y 5hs, alcanzan temperaturas de 8600K y presentan modos  $p$  de bajo orden radial. Las estrellas  $\gamma$  Dor tienen períodos entre 8 hs y 3 días, temperaturas entre 6900K y 7500K y oscilan con modos  $g$  de alto orden radial

## 1.3 Herramientas Numéricas

Los modelos generados fueron calculados con el código de evolución LPCODE desarrollado en su totalidad en la Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas de la Universidad Nacional de La Plata y con el código de pulsaciones LP-PUL. Descripciones completas de las características relevantes de estas herramientas numéricas pueden hallarse en Althaus et al. (2010b) y Córscico & Althaus (2006). Dichas simulaciones fueron realizadas en el cluster de cálculo del Instituto de Física de Líquidos y Sistemas Biológicos perteneciente al Sistema Nacional de Computación de Alto Desempeño.

## 1.4 Cálculos realizados

En total se calcularon 252 secuencias evolutivas, variando el parámetro de overshooting, la metalicidad y la masa en el rango observado de estas estrellas. Para cada secuencia, que comienza en la ZAMS y finaliza en la TAMS, calculamos diversos modelos pulsacionales cada 10K aproximadamente. Estos modelos pulsacionales contemplan modos radiales y modos no radiales con grado armónico 1, 2 y 3.

Cantidad	Intervalo	Variación
Masa [ $M_{\odot}$ ]	[1.2, 2.2]	0.05
Parámetro de overshooting	[0, 0.03]	0.01
Metalicidad	[0.01, 0.02]	0.015
Grado armónico	[0,3]	1
Período [seg]	[1200, 300000]	

## 1.5 Análisis preliminares

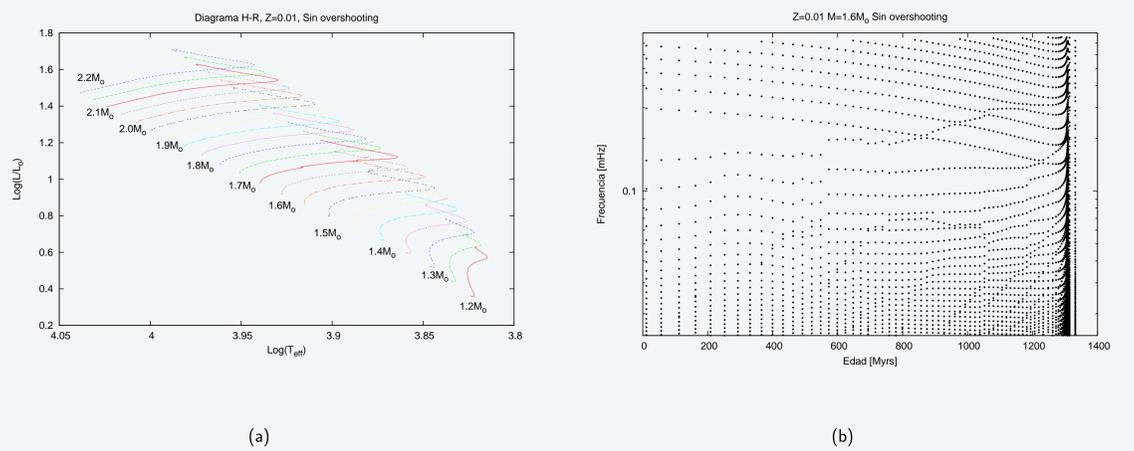


Figura 1 a) Diagrama H-R para las distintas masas consideradas entre  $1.2$  y  $2.2M_{\odot}$  para el caso sin overshooting y  $Z = 0.01$ . b) Evolución temporal de las frecuencias de pulsación correspondientes a los modos de presión y gravedad, en función de la edad para una estrella con  $1.6M_{\odot}$ ,  $Z = 0.01$ , sin overshooting y grado armónico  $l = 1$ .

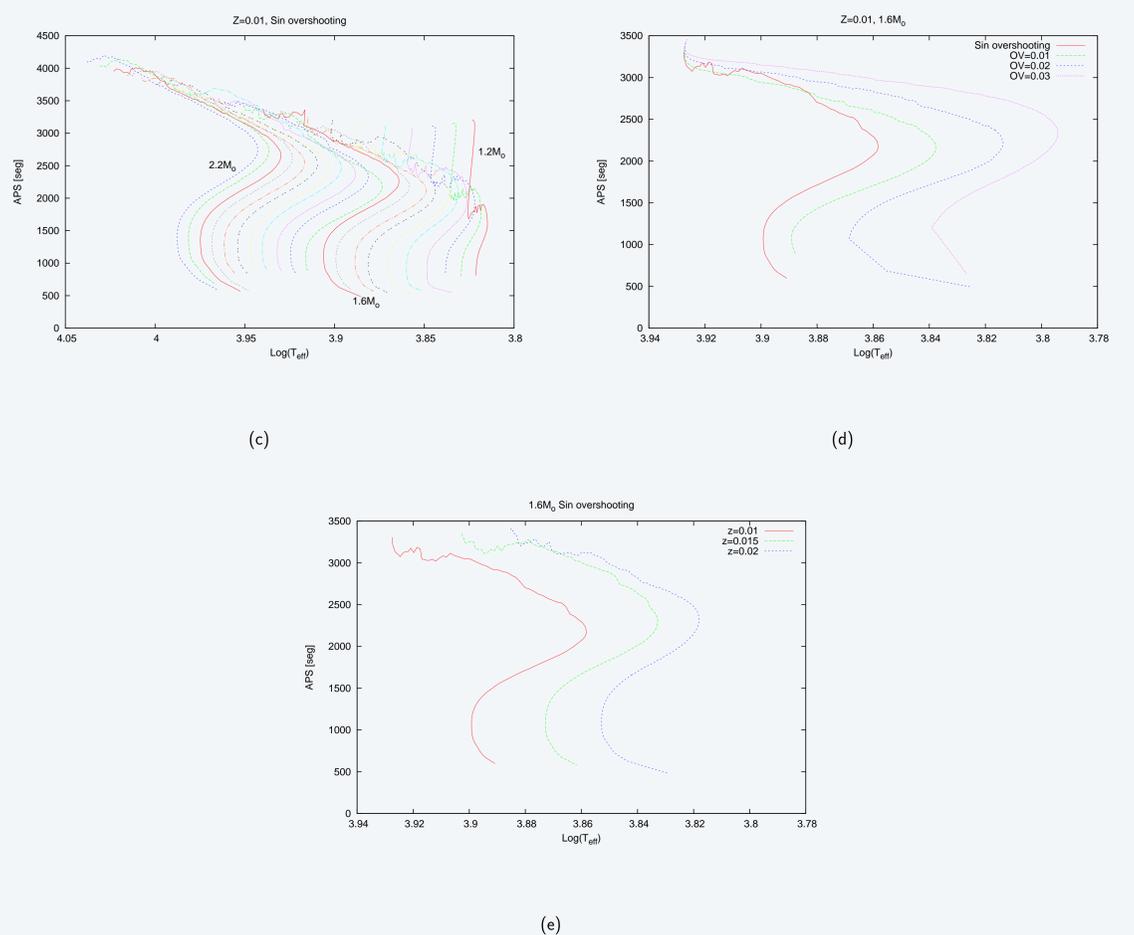


Figura 2 Dependencia de la evolución del espaciamiento de períodos asintóticos con c) la masa para el caso con  $Z = 0.01$  y sin overshooting; d) el overshooting considerando  $1.6M_{\odot}$  y  $Z = 0.01$  y e) la metalicidad para el caso con  $1.6M_{\odot}$  sin overshooting.

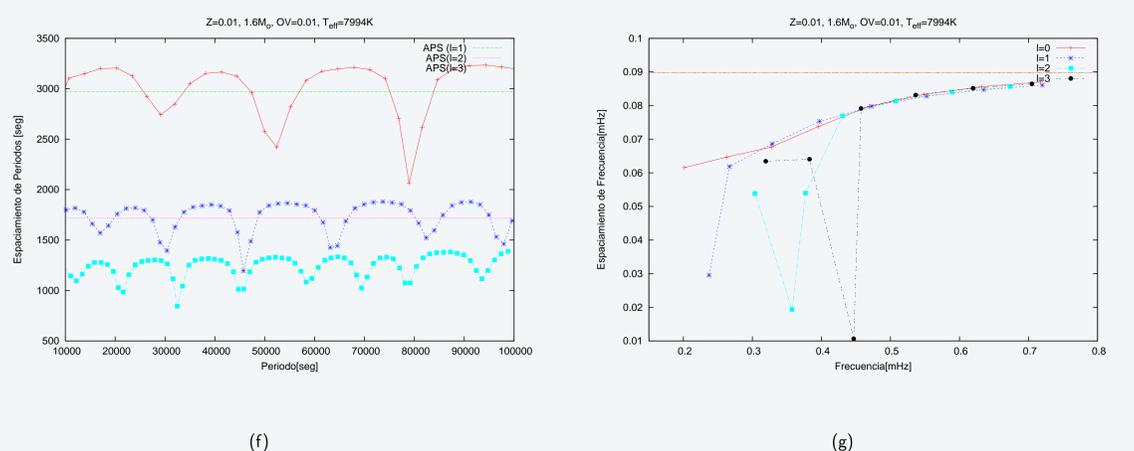


Figura 3 f) Espaciamiento de períodos para  $1.6M_{\odot}$  con  $Z = 0.01$  y  $\alpha_{OV} = 0.01$  cuando  $T_{eff} = 7994K$ . g) Espaciamiento de frecuencias para el mismo caso que a).

## 1.6 Conclusiones y trabajos futuros.

Los primeros resultados de nuestro análisis ponen de manifiesto la sensibilidad de los espectros pulsacionales frente a cambios en los parámetros estudiados, evidenciando el gran potencial astrosismológico de las estrellas  $\delta$  Sct y  $\gamma$  Dor. El enorme banco de frecuencias de oscilación que obtuvimos nos permitirá abordar la segunda etapa de este proyecto, consistente en análisis astrosismológicos detallados de estrellas observadas corrientemente por las misiones CoRoT y Kepler, con el fin de extraer valiosa información acerca del estado evolutivo y la estructura interna de estas estrellas.