



## Propuesta de Trabajo Fin de Grado en Física

**Tutor/a:** Juan Carlos Suárez yanes

**Departamento y Área de Conocimiento:** Astronomía y Astrofísica

**Correo electrónico:** jcsuarez@ugr.es

**Cotutor/a:** Antonio García Hernández

**Departamento y Área de Conocimiento:** Astronomía y Astrofísica

**Correo electrónico:** agh@ugr.es

### Título del Trabajo:

Estudio de modelos estelares con longitud de mezcla convectiva variable y su impacto en astrosismología

### Tipología del Trabajo:

(Segun punto 3 de las Directrices del TFG aprobadas por Comisión Docente el 10/12/14)

( Marcar con X)

1. Revisión bibliográfica		4. Elaboración de nuevas prácticas de laboratorio	
2. Estudio de casos teórico-prácticos		5. Elaboración de un proyecto	
3. Trabajos experimentales	X	6. Trabajo relacionado con prácticas externas	

### Breve descripción del trabajo:

La teoría de la convección en el interior de las estrellas es relativamente sencilla, al depender sólo de un parámetro. Encontrar el valor correcto de este parámetro se convierte en un punto crucial punto de la modelización estelar. Históricamente basado en el Sol, el valor constante que se suele tomar parece ser erróneo para las estrellas más masivas. El proyecto consistirá en utilizar un parámetro de convección variable para la evolución de las estrellas de masa intermedia, para calcular las oscilaciones que la estrella puede albergar la estrella. Las frecuencias de estas oscilaciones se estudiarán con las numerosas herramientas desarrolladas en la Universidad de Granada: esto permitirá confirmar la aplicabilidad de estas herramientas al cambiar la convección. La comparación con las frecuencias de oscilación medidas decidirá qué valores del parámetro de convección se deben preferir. El estudiante aprenderá a utilizar y modificar un código de evolución estelar líder en el mundo y sus módulos de astrosismología. Será necesario el conocimiento de R o Python para el análisis de datos, mientras que el conocimiento de Fortran será bien valorado también.

### Objetivos planteados:

Familiarizarse con el código de evolución estelar MESA y con la física relacionada con la convección interna de las estrellas y en particular con el parámetro Alpha, de la teoría de longitud de mezcla (o Mixing Length Theory). Usando una prescripción paramétrica de la variación de este parámetro dada por Trampedach, el estudiante:

- Computará modelos y las oscilaciones con el código de oscilación GYRE y buscar patrones
- Estimará el impacto de la variación de alfa en algunos índices astrosismológicos como la gran separación, la cual es directamente proporcional a la densidad de la estrella.

### Metodología:

Primero el estudiante analizará los artículos que describen el código MESA y la física allí tratada, con especial énfasis en el tratamiento de la convección. Asimismo, estudiará el artículo de Trampedach et al. sobre el parámetro Alpha variable. En paralelo aprenderá a utilizar los códigos MESA y GYRE para el cálculo de modelos de interior estelares y sus oscilaciones, así como aprenderá a calcular ciertos índices sísmicos como la gran separación.

Por último, hará un análisis comparativo entre estrellas equivalentes (mismos parámetros físicos pero con evoluciones diferentes, una con Alpha fijo y otra variable, y determinará las diferencias básicas en las frecuencias de oscilación e índices sísmicos, con el objetivo de determinar si podrían ser observables.



UNIVERSIDAD  
DE GRANADA



Facultad de Ciencias  
Sección de Físicas

**Bibliografía:**

Paxton, B. *et al.* (2015) 'Modules for Experiments in Stellar Astrophysics (MESA): Binaries, pulsations, and explosions', *Astrophysical Journal, Supplement Series*, 220(1). doi: 10.1088/0067-0049/220/1/15.

Sonoi et al. (2019) "Calibration of mixing-length parameter  $\alpha$  for MLT and FST models by matching with CO5BOLD models", *Astronomy & Astrophysics*, Volume 621, id.A84, 14 pp., doi:10.1051/0004-6361/201833495

Trampedach, R., Stein, R. F., Christensen-Dalsgaard, J., Nordlund, Å., & Asplund, M. 2014a, *MNRAS*, 445, 4366

***A rellenar sólo en el caso que el alumno sea quien realice la propuesta de TFG***

*Alumno/a propuesto/a:*

Granada, 18 de mayo 2022

Sello del Departamento