



**Ciências**  
**ULisboa** Faculdade  
de Ciências  
da Universidade  
de Lisboa

CURSO DE  
ASTRONOMIA E ASTROFÍSICA  
NO  
OBSERVATÓRIO ASTRONÓMICO DE LISBOA

VIDA E MORTE DAS ESTRELAS

MÓDULO: CAOAL–NME

Rui Jorge Agostinho



Outubro de 2015

# Conteúdo

Objectivos e Estrutura do Curso . . . . .	2
<b>Programa do Curso</b> . . . . .	<b>3</b>
1: O que é uma Estrela . . . . .	3
1.a- A Formação Estelar . . . . .	3
1.b- Características Físicas de uma Estrela . . . . .	3
1.c- A Produção e o Balanço Energético . . . . .	3
2: Estrutura Estelar, Luminosidade e o Tempo de Vida . . . . .	3
2.b- A Estrutura Estelar das Camadas Superiores . . . . .	3
2.c- A Estabilidade na Sequência Principal (SP) . . . . .	3
3: A Instabilidade e a Evolução pós-SP . . . . .	4
3.a- A Fase de Gigante Vermelha . . . . .	4
3.b- Características das Anãs Brancas . . . . .	4
3.c- Estrelas Pulsantes e Variáveis . . . . .	4
4: Estágios Finais das Estrelas de Grande Massa . . . . .	4
4.a- Estrelas de Grande Massa e Evolução Final . . . . .	4
4.b- Estrelas de Neutrões . . . . .	4
4.c- Buracos Negros . . . . .	4

Este curso destina-se a qualquer pessoa interessada em Astronomia e adapta-se muito bem a quem frequentou um curso introdutório nestes temas, por exemplo no OAL. Familiarização com noções de física básica poderá ser uma vantagem e, por isso, o curso é muito recomendado a docentes do EBS. É perfeito para pessoas ávidas de conhecimento!

*Venha conhecer a formação e evolução estelares numa explicação arrebatadora com o fascínio de desvendar os mistérios do universo.*

## Objectivos e Estrutura do Curso

As estrelas são estruturas básicas que suportam a vida. Fazem a história do universo que inclui a produção dos átomos da tabela periódica. Os elementos para além do hélio, sintetizados nas estrelas, permitem o aparecimento posterior de planetas com materiais sólidos e ricos nos átomos fundamentais à vida como o carbono, o azoto e o oxigénio que, com o hidrogénio, formam a base de todos os aminoácidos. Por outro lado, a evolução até aos organismos complexos necessita de estabilidade de condições físicas na ordem dos milhares de milhões de anos, que só as estrelas podem garantir. Contudo, há uma enorme diversidade delas e nem todas reúnem as condições adequadas.

Conhecer as estrelas é entender as fases que atravessam, caracterizadas por instabilidades, fases de ruptura e explosivas como super e hipernovas. Segue-se a última fase, em objectos colapsados e densos como anãs brancas, estrelas de neutrões e buracos negros, que apagam a vida à sua volta. É saber-se que há estrelas a nascer frias demais e outras tão brilhantes e violentas que emitem radiação X e partículas altamente energéticas em ventos estelares fortíssimos, que nascem em grupos de muitos milhares e evoluem em interacção mútua... Que condições existem para sustentar a vida no universo, a muito longo prazo? Tudo isto será apresentado, explicado, debatido, com o fascínio de desvendar os mistérios deste universo onde habitamos.

**Aulas:** O curso é constituído por 4 aulas de 3h cada, aos sábados entre as 9:30 e as 12:30, que decorrem no *Edifício Leste* do OAL, de 10 a 31 de Outubro de 2015. Não haverá alteração do horário e dias das aulas. Contudo, se por razão de força maior for combinada uma substituição, esta será também informada por email aos participantes.

**Propina:** o valor total é de 80€ pagos no acto de inscrição.

**Inscrições:** são *exclusivamente* efectuadas na página web

<http://oal.ul.pt/educacao-e-divulgacao/cursos-de-astronomia-e-astrofisica/>

**Contactos:** Suzana Ferreira, [cursos@oal.ul.pt](mailto:cursos@oal.ul.pt) (secretariado).

Edifício Leste, [\(http://oal.ul.pt/inicio/localizacao-e-como-chegar/\)](http://oal.ul.pt/inicio/localizacao-e-como-chegar/)  
Observatório Astronómico de Lisboa  
Tapada da Ajuda  
1349-018 Lisboa

Tel.: (+351) 21 361 67 34

Fax: (+351) 21 361 67 52

# Programa do Curso

## Aula n<sup>o</sup> 1

### O QUE É UMA ESTRELA

- A Formação Estelar
  - O ambiente galáctico: núvens moleculares.
  - A formação em grupo: distribuição de massas.
- Características Físicas de uma Estrela
  - A condição fundamental: equilíbrio hidrostático.
  - A temperatura  $T$  e a composição química  $\mu$  do gás.
  - A auto força gravítica.
- A Produção e o Balanço Energético
  - Nucleossíntese: cadeias  $p-p$ ,  $3\alpha$  e CNO.
  - Energética das reacções nucleares.
  - Transporte de energia: processos radiativo e convectivo.

## Aula n<sup>o</sup> 2

### ESTRUTURA ESTELAR, LUMINOSIDADE E O TEMPO DE VIDA

- A Radiação Electromagnética
  - Distribuição dos fotões pelas energias: lei de Planck.
  - Luminosidade da estrela. Fluxo e magnitude.
  - O que é a fotosfera.
- A Estrutura Estelar das Camadas Superiores
  - O campo magnético e as manchas.
  - A coroa e sua dinâmica.
  - Radiação corpuscular: o vento solar.
- A Estabilidade na Sequência Principal (SP)
  - O diagrama de Hertzsprung–Russel (H-R).
  - A importância da massa inicial da estrela.
  - Gigantes azuis e perda acelerada de massa.

### Aula n<sup>o</sup> 3

#### A INSTABILIDADE E A EVOLUÇÃO PÓS-SP

- A Fase de Gigante Vermelha
  - A ignição do hélio. Consequências.
  - A exaustão do hélio e a queima do carbono.
  - A morte em Nebulosa planetária.
- Características das Anãs Brancas
  - A matéria em estado degenerado.
  - Limite de Chandrasekhar:  $1,44 M_{\odot}$ .
  - As Supernovas do tipo I.
- Estrelas Pulsantes e Variáveis
  - O mecanismo responsável.
  - As supergigantes Cefeidas.
  - As gigantes do tipo RR-Lira.

### Aula n<sup>o</sup> 4

#### ESTÁGIOS FINAIS DAS ESTRELAS DE GRANDE MASSA

- Estrelas de Grande Massa e Evolução Final
  - A temperatura da fusão nuclear seguinte.
  - A estrutura interna destas estrelas.
  - As Supernovas tipo II: razões e consequências.
  - As Hipernovas e as explosões de raios- $\gamma$ .
- Estrelas de Neutrões
  - A força gravítica à superfície.
  - Composição e densidade média.
  - Pulsares: o campo magnético e a emissão de radiação.
- Buracos Negros
  - A força gravítica e o limite de Schwarzschild.
  - Massa mínima. Efeitos de aceleração nas imediações.
  - Detecção de buracos negros e BNs galácticos.

Rui Jorge Agostinho

(Professor e Investigador da FCUL – IA)