



**CAUP**

J U N I O R

P R O J E C T S

B O O K L E T

2 0 1 4



# CAUP *JUNIOR* PROJECTS BOOKLET 2014

## INDEX

### **Introduction**

### **Projects**

- P.04 A física de outros universos
- P.05 Atividade solar e clima espacial
- P.06 Estudo da dinâmica e consequências cosmológicas de redes de defeitos topológicos
- P.07 Estudo do impacto da energia escura na formação de estruturas cosmológicas
- P.08 Literacia científica e ensino da astronomia
- P.09 O catálogo ESPRESSO, ou uma lista de compras de planetas extrasolares
- P.10 O lado escuro do universo
- P.11 Paleontologia cósmica: à procura de fósseis do universo primitivo

### **Appendix: The CAUP Team & Funding ID, March 2014**



## INTRODUCTION

*CAUP is the largest Astrophysics research institute in Portugal, with maximum marks in the International Research Assessments in the last 10 years. In its relatively short existence we have provided several world-leading contributions to Astronomy, Fundamental Physics and Space Sciences.*

*We have a strong commitment to providing key training opportunities for the next generation of astrophysicists, and are (to the best of our knowledge) the only research center in the country with a training activities portfolio that spans all levels from Secondary School to Doctoral Programmes - and entails significant amounts of funding and human resources.*

*As part of our commitment to leadership and excellence, we hereby release a list of research projects proposed by CAUP members as undergraduate research projects in the academic year 2014-15. The projects are listed in alphabetical order. Most projects are in Portuguese, since they are also being offered in the context of FCUP's internships program (PEEC).*

*As an appendix we also list the current CAUP research team and a list of grants that are expected to provide the backbone of our research funding in the next academic year. Additional information, including the research interests and recent publications of CAUP members and the scientific goals of the research grants, can be found online at <http://www.astro.up.pt>.*

*Although the list is representative of our current interests and priorities, it's by no means exhaustive. Many CAUP members have sufficiently broad interests and expertise to be able to supervise other projects. Any potentially interested student is therefore encouraged to contact us to explore further possibilities.*

### **Carlos Martins**

(Head of the CAUP Training Unit)

March 2014

# A física de outros universos

**Orientador:** Carlos Martins (Carlos.Martins@astro.up.pt)

**Local do Estágio:** CAUP; dependendo do desempenho, o estágio poderá incluir visitas de trabalho a colaboradores no estrangeiro (em datas a decidir) e/ou deslocações a conferências para apresentação dos resultados.

## Perfil do Candidato

É dada preferência a alunos de astronomia, física ou engenharia física. Experiência prévia de programação, análise e visualização de dados é essencial. Espera-se uma dedicação ao projecto de 1 dia de trabalho por semana. A experiência anterior com projectos deste tipo é valorizada. Poderá ser realizada uma entrevista aos candidatos. O número exacto de vagas será decidido em função da qualidade dos candidatos.

## Objectivos e Actividades

Os alunos serão integrados em projectos (nacionais e internacionais) cujo objectivo é o desenvolvimento de novos métodos astrofísicos para testar o modelo cosmológico padrão e procurar indícios da presença de nova física para além deste modelo. Em particular, pretende-se estudar a possibilidade de as leis da física a que estamos habituados não serem válidas em regiões diferentes do universo. Actividades específicas incluem:

- 1) Estudo do impacto da variação das constantes fundamentais da natureza nas propriedades de vários objectos astrofísicos, e das suas consequências observacionais.
- 2) Estudo do impacto de testes astrofísicos da estabilidade das constantes fundamentais da natureza e do Princípio de Equivalência na física fundamental.
- 3) Desenvolvimento de novos testes de consistência do modelo cosmológico padrão, no contexto da instrumentação da próxima geração (incluindo o Euclid e os vários instrumentos previstos para o E-ELT).
- 4) Organização e apresentação dos resultados obtidos.

# Atividade solar e clima espacial

**Orientadores:** Mário João Monteiro (Mario.Monteiro@astro.up.pt)

**Perfil do candidato:** Estudantes do curso de Licenciatura em Astronomia

## Perfil do Candidato

Estudantes do curso de Licenciatura em Astronomia

## Objectivos e Actividades

Objectivos e Actividades: Pretende-se com este projeto modelar a atividade solar usando alguns os seus indicadores e relacionar o nível dessa atividade com a irradiação solar. A partir dessa análise procura-se caracterizar a influência do nível de atividade solar na climatologia espacial e no clima na Terra. As atividades a desenvolver, com a colaboração adicional do investigador do CAUP João Lima, incluem:

- 1) Modelar a variação do número de manchas solares com base em diferentes modelos matemáticos e usando dados relativos a diferentes períodos de tempo
- 2) Modelar a variação do número de outros fenómenos relacionados com o ciclo solar (por exemplo, proeminências solares, explosões solares) de forma a obter correlações entre esses dados
- 3) Correlacionar a atividade solar com a irradiação solar
- 4) Investigar a influência da ocorrência destes fenómenos com o clima espacial e com os fenómenos climáticos à superfície da Terra.

# Estudo da dinâmica e consequências cosmológicas de redes de defeitos topológicos

**Orientador:** Pedro Avelino (ppavelin@fc.up.pt)

**Local do Estágio:** CAUP

## **Perfil do Candidato**

Candidato com o primeiro e segundo ano completos da licenciatura em Física ou Astronomia, ou a frequentar o mestrado em Física ou Astronomia, ou a frequentar o Mestrado Integrado em Engenharia Física e com o primeiro e segundo ano completos. Bons conhecimentos de Física, Matemática e Computação. Poderá ser solicitada uma entrevista com o candidato para aferir se este possui as competências e motivação necessárias para uma boa execução do projecto.

## **Objectivos e Actividades**

Derivação das equações macroscópicas para a evolução de redes de defeitos topológicos num universo homogéneo e isotrópico, usando conhecimentos de relatividade restrita e argumentos termodinâmicos. Determinação de consequências observacionais associadas à possível existência destas redes no Universo. Estudo da dinâmica de redes de defeitos topológicos usando modelos analíticos e/ou simulações numéricas.

# Estudo do impacto da energia escura na formação de estruturas cosmológicas

**Orientador:** Pedro Avelino (ppavelin@fc.up.pt)

**Local do Estágio:** CAUP

## Perfil do Candidato

Candidato com o primeiro e segundo ano completos da licenciatura em Física ou Astronomia, ou a frequentar o mestrado em Física ou Astronomia, ou a frequentar o Mestrado Integrado em Engenharia Física e com o primeiro e segundo ano completos. Bons conhecimentos de Física, Matemática e Computação. Poderá ser solicitada uma entrevista com o candidato para aferir se este possui as competências e motivação necessárias para uma boa execução do projecto.

## Objectivos e Actividades

Cálculo das alterações ao colapso linear e não linear de matéria escura em diferentes modelos de energia escura. Determinação das respectivas implicações observacionais, em particular no contexto da missão Euclid recentemente aprovada pela ESA. Estudo da dinâmica linear e não linear de flutuações de densidade em modelos cosmológicos com matéria e energia escura.

# Literacia científica e ensino da astronomia

**Orientador:** Carlos Martins (Carlos.Martins@astro.up.pt)

**Local do Estágio:** CAUP; os resultados do projecto poderão ser apresentados no Encontro Nacional de Astronomia de 2015. Poderão também ser úteis algumas deslocações a escolas.

## Perfil do Candidato

É dada preferência a alunos de mestrado de ensino, e em igualdade de circunstâncias às áreas de astronomia e física. Será dada preferência a candidatos com alguma experiência prévia na área. Experiência em programação, análise e visualização de dados é importante. O tempo de dedicação ao projecto é negociável, mas em princípio deverá corresponder a pelo menos 1 dia de trabalho por semana. Poderá ser realizada uma entrevista aos candidatos.

## Objectivos e Actividades

O estagiário participará no desenvolvimento e implementação de um estudo sobre literacia científica (em particular na área da astronómica) no ensino secundário (e possivelmente superior) em Portugal, a ser integrado nas actividades do Ano Internacional da Luz 2015. Actividades específicas incluem:

- 1) Pesquisa bibliográfica sobre a área relevante
- 2) Planeamento do estudo (dirigido aos alunos)
- 3) Análise da viabilidade de um possível estudo complementar para professores do ensino secundário, e para alunos do ensino superior
- 4) Implementação do estudo, e análise preliminar dos resultados
- 5) Organização e apresentação dos resultados obtidos

# O catálogo ESPRESSO, ou uma lista de compras de planetas extrasolares

**Orientador:** Pedro Figueira (Pedro.Figueira@astro.up.pt)

**Local do Estágio:** CAUP

## Perfil do Candidato

Este trabalho é adequado para um estudante motivado e interessado em conhecer o modo de trabalho na área. O proponente deve ter concluído uma Licenciatura em Astronomia ou equivalente. Boa compreensão de Inglês, e conhecimentos básicos de Unix e programação serão indispensáveis. Os candidatos interessados poderão ser sujeitos a uma entrevista.

## Objectivos e Actividades

O espectrógrafo ESPRESSO está a ser construído tendo como um dos objectivos científicos principais encontrar um planeta com as mesmas propriedades da Terra em torno de uma Estrela como o Sol. Os planetas extrasolares detectados até à data têm maior massa, um período orbital mais curto, ou orbitam estrelas mais leves que a nossa, propriedades que facilitaram a sua detecção. Com o ESPRESSO atingiremos uma precisão de 10 cm/s, que permitirá detectar o efeito induzido por um planeta com a massa da Terra no interior da zona habitável de uma estrela G, um resultado impossível de alcançar com a instrumentação actual.

Cabe-nos agora escolher cuidadosamente as estrelas a estudar. O projecto proposto consistirá em estudar as diferentes propriedades estelares que têm um impacto na detecção de planetas extrasolares e definir o catálogo final de estrelas a observar pelo ESPRESSO. Para tal o candidato estudará as capacidades de detecção do ESPRESSO e os factores associados à limitação estelar. Será uma excelente introdução ao tema dos planetas extrasolares e ao modo de funcionamento do método de detecção de planetas mais eficaz, as velocidades radiais. Em função dos resultados obtidos, poderá ser solicitado ao candidato apresentar os resultados na forma de uma pequena comunicação num encontro ESPRESSO nacional ou internacional.

# O lado escuro do universo

**Orientador:** Carlos Martins (Carlos.Martins@astro.up.pt)

**Local do Estágio:** CAUP; dependendo do desempenho, o estágio poderá incluir visitas de trabalho a colaboradores no estrangeiro (em datas a decidir) e/ou deslocações a conferências para apresentação dos resultados.

## Perfil do Candidato

É dada preferência a alunos de astronomia, física ou engenharia física. Experiência prévia de programação, análise e visualização de dados é essencial. Espera-se uma dedicação ao projecto de 1 dia de trabalho por semana. A experiência anterior com projectos deste tipo é valorizada. Poderá ser realizada uma entrevista aos candidatos. O número exacto de vagas será decidido em função da qualidade dos candidatos.

## Objectivos e Actividades

Os alunos serão integrados em projectos (nacionais e internacionais) cujo objectivo é o desenvolvimento de estratégias observacionais optimizadas para a caracterização das propriedades da energia escura em todo o intervalo de redshifts  $0 < z < 5$ , em particular utilizando o satélite Euclid (ESA) e os vários instrumentos previstos para o E-ELT (ESO). Entre outros serão explorados métodos astrofísicos que testam a estabilidade das constantes fundamentais da natureza. Actividades específicas incluem:

- 1) Estudo (semi-)analítico de alguns modelos cosmológicos para a aceleração do universo e a variação das constantes fundamentais da natureza.
- 2) Desenvolvimento de catálogos simulados de observações para os instrumentos em causa (Euclid, ESPRESSO, HIRES e outros), e optimização das respectivas estratégias observacionais.
- 3) Desenvolvimento e análise de simulações numéricas para alguns modelos representativos, e comparação com os dados observacionais já existentes ou futuros.
- 4) Organização e apresentação dos resultados obtidos.

# Paleontologia cósmica: à procura de fósseis do universo primitivo

**Orientador:** Carlos Martins (Carlos.Martins@astro.up.pt)

**Local do Estágio:** CAUP; dependendo do desempenho, o estágio incluirá também visitas de trabalho a colaboradores no estrangeiro (em datas a decidir) e/ou deslocações a conferências para apresentação dos resultados.

## Perfil do Candidato

É dada preferência a alunos de astronomia, física ou engenharia física. Experiência prévia de programação, análise e visualização de dados é essencial. Espera-se uma dedicação ao projecto de 1 dia de trabalho por semana. A experiência anterior com projectos deste tipo é valorizada. Poderá ser realizada uma entrevista aos candidatos. O número exacto de vagas será decidido em função da qualidade dos candidatos.

## Objectivos e Actividades

Os alunos serão integrados em projectos (nacionais e internacionais) cujo objectivo é o estudo da evolução de supercordas e de outros defeitos topológicos. Pensa-se que estes objectos se formaram necessariamente no universo primitivo, e a sua caracterização pode dar-nos pistas cruciais sobre a física fundamental. O estudo fa evolução destes objectos inclui ainda a análise das suas consequências observacionais, em particular no contexto dos dados do satélite Planck e de possíveis missões futuras (como o COrE/PRISM actualmente em desenvolvimento). Actividades específicas incluem:

- 1) Estudo de alguns modelos analíticos para a evolução de supercordas e outros defeitos topológicos.
- 2) Desenvolvimento de novos modelos (analíticos ou numéricos) simplificados para estudar aspectos específicos do problema.
- 3) Processamento, análise e visualização de resultados de simulações numéricas destes objectos.
- 4) Organização e apresentação dos resultados obtidos.

## APPENDIX

**The CAUP Team, March 2014****Researchers [39]**

Vardan Zh. Adibekyan  
 Pedro P. Avelino  
 Michaël Bazot  
 Isa M. Brandão  
 Carlos M. Correia  
 Margarida S. Cunha  
 António C. da Silva  
 Paulo Maurício de Carvalho  
 Elisa Delgado Mena  
 Lokesh K. Dewangan  
 Alexandre D. A. Fernandes  
 João M. T. S. Ferreira  
 Pedro Figueira  
 Mercedes E. Filho  
 Daniel F. M. Folha  
 Jorge F. Gameiro  
 Antonio García Hernández  
 Jean Michel Gomes  
 Jorge M. C. Grave  
 Andrew J. Humphrey  
 M. S. Nanda Kumar  
 Maria Teresa V. T. Lago  
 Patrício Lagos  
 João J. G. Lima  
 Catarina Lobo  
 Carlos J. A. P. Martins  
 Marco Montalto  
 Mário J. P. F. G. Monteiro  
 Annelies Mortier  
 Breezy Ocaña Flaquer  
 Giancarlo Pace  
 Polychronis Papaderos  
 Nathan Roche  
 Bárbara Rojas Ayala  
 Alexandre Santerne  
 Nuno C. Santos  
 Sérgio A. G. Sousa  
 Lara G. Sousa  
 Pedro T. P. Viana

**Ph.D. Students [18]**

Daniel T. Andreasen  
 Lisa Benamati  
 Lupércio B. Bezerra  
 Leandro S. M. Cardoso  
 Diana Cunha  
 Leyla Ebrahimpour  
 João P. S. Faria  
 Rui A. A. Fernandes  
 João N. T. Gomes da Silva  
 Jorge H. C. Martins  
 Mahmoudreza Oshagh  
 Raphael Peralta  
 Elsa P. R. G. Ramos  
 Ana C. S. Rei  
 Ângela R. G. Santos  
 Arlindo M. M. Trindade  
 Maria Tsantaki  
 Pauline E. Vielzeuf

**Undergraduate/Masters Students [13]**

Rui F. C. Alves  
 Rui P. L. Azevedo  
 Ana S. C. Brandão  
 Manuel M. P. V. P. Cabral  
 Simão M. João  
 Ana C. O. Leite  
 Inês S. A. B. Mota  
 Ana M. M. Pinho  
 José A. C. Sá  
 Guilherme D. C. Teixeira  
 Joel A. C. Teixeira  
 Pedro M. T. Vianez  
 José P. P. Vieira

**Funding ID: Currently funded grants active during all or most of the 2014–15 academic year.**

**An exploration of the assembly history of galaxies with the novel concept of self consistent spectral synthesis**

PI: Polychronis Papaderos

**Cosmic Superstrings in the Planck Era**

PI: Carlos Martins/João Pedro Vieira

**Doctoral Network in Space Sciences (PhD::SPACE)**

PI: Mário Monteiro

**Exploitation of Space Data for Innovative Helio- and Asteroseismology (SPACEINN)**

PI: Non-CAUP (CAUP contact Mário Monteiro)

**ESPRESSO: a new spectrograph for the VLT (part V) – control electronics and the ADC subsystem**

PI: Nuno Santos

**Gaia Research for European Astronomy Training (GREAT-ITN)**

PI: Non-CAUP (CAUP contact Nuno Santos)

**Sounding Stars with Kepler (ASK)**

PI: Non-CAUP (CAUP contact Mário Monteiro)

**Stellar parameters of M dwarfs: investigating the star-planet connection**

PI: Elisa Delgado

**Study of Emission Line Galaxies with Integral Field Spectroscopy**

PI: Non-CAUP (CAUP contact Polychronis Papaderos)

**The Dark Side of the Universe**

PI: Carlos Martins

**The study of stellar activity for the search and characterization of extrasolar planets**

PI: Alexandre Santerne



# CAUP

**Centro de Astrofísica da  
Universidade do Porto**



**U. PORTO**



Rua das Estrelas  
4150-762 Porto, Portugal  
T. +351 226 089 830  
geral@astro.up.pt

[www.astro.up.pt](http://www.astro.up.pt)  
[www.facebook.com/astro.up.pt](https://www.facebook.com/astro.up.pt)  
[www.twitter.com/astro\\_up](https://www.twitter.com/astro_up)  
[www.youtube.com/cauptv](https://www.youtube.com/cauptv)