

ASTRONOMIA E ASTROFÍSICA EM PORTUGAL

---

Uma análise do presente para reflexões futuras

# **Sociedade Portuguesa de Astronomia**

---

**Versão Final**

**13 de Julho de 2005**

**(Para submeter à Assembleia Geral da SPA de 28 de Julho de 2005)**

Sociedade Portuguesa de Astronomia  
Rua das Estrelas, S/N  
4150 Porto

# Índice

<b>1 . I N T R O D U Ç Ã O</b>			
1.1 Preâmbulo	3	4.1 Preâmbulo	32
1.2 A razão deste Documento	5	4.2 Observatório Europeu do Sul	33
		4.3 Agência Espacial Europeia	37
		4.4 Outros organismos	38
<b>2 . R E C U R S O S H U M A N O S</b>			
2.1 Preâmbulo	9	<b>5 . A A S T R O N O M I A E</b>	
2.2 Posições permanentes	12	<b>A S T R O F Í S I C A N O E N S I N O</b>	
2.3 Bolseiros	18	<b>E N A S O C I E D A D E</b>	
		5.1 Preâmbulo	40
<b>3 . A I N V E S T I G A Ç Ã O</b>		5.2 Ensino Secundário	40
3.1 Preâmbulo	19	5.3 Ensino Superior	44
3.2 Centros e Grupos de Investigação	19	5.4 A Divulgação e promoção da Ciência	45
3.3 Caracterização da actividade científica	21	5.5 A Astronomia e Astrofísica na Imprensa	47
3.4 Impacto Internacional da Ciência Portuguesa	28	5.6 Sector Empresarial	49
		<b>6 . P E R S P E C T I V A S</b>	
<b>4 . I N T E G R A Ç Ã O D E</b>		6.1 Análise Final	50
<b>P O R T U G A L N O S</b>		6.2 Prioridades e perspectivas: um possível caminho !	52
<b>O R G A N I S M O S</b>			
<b>I N T E R N A C I O N A I S</b>			

## Capítulo

## 1

# INTRODUÇÃO

## 1.1 Preâmbulo

Falar de Astronomia e Astrofísica (A&A) em Portugal é constatar uma comunidade jovem numa Ciência antiga. De facto, temos que recuar ao século XIV para encontrar traços dos primeiros trabalhos astronómicos em Portugal. Por outro lado, Portugal assistiu nos últimos anos do século XX a uma evolução da A&A que se pode traduzir, por exemplo, por um aumento do número de doutorados de quatro para mais de cinquenta, em pouco mais de 15 anos.

Não é fácil datar o início do estudo da Astronomia em Portugal. Há referências que os reis D. Afonso IV e D. Duarte eram entusiastas dos cálculos e observações astronómicas. No entanto, as iniciativas do Infante D. Henrique no princípio do século XV, parecem recolher a unanimidade dos historiadores como sendo o início da preocupação de um estudo sistemático da Astronomia com o objectivo da navegação marítima. Em 1419, o Infante cria em Sagres a primeira escola prática de Astronomia para a formação de pilotos. Debatendo-se com a ausência de formadores nacionais competentes, são “importados” vários especialistas estrangeiros. Dentre eles se destaca o nome de Abraão Zacuto, que chega a Portugal em 1492. Este investimento deu os frutos que a História dos Descobrimentos conta "*Não iam a acertar mas partiam os seus mareantes mui ensinados e*

*providos de instrumentos e regras (...)*" tal como o afirma o astrónomo e matemático Pedro Nunes a propósito dos pilotos marítimos lusos.

Portugal sofre durante os séculos XVI e XVII uma diminuição da sua actividade astronómica. Não cabe aqui abordar as causas, até porque não são suficientemente bem conhecidas (perda da hegemonia marítima? declínio causado pela perda da independência no século XVI? inquisição?). O que parece claro é que os séculos XVIII e XIX assistem ao desenvolvimento da preocupação da medição e observação astronómica. Durante esse período são criados vários observatórios astronómicos dos quais podemos destacar o observatório astronómico da Universidade de Coimbra, cujo objectivo era "*fixarem as Longitudes Geográficas; e rectificarem os Elementos fundamentais da mesma Astronomia*" (Estatutos da Universidade de Coimbra de 1772) e o Observatório da Tapada em Lisboa cuja criação foi motivada pela controvérsia, que então se vivia na Europa, sobre o valor da paralaxe da estrela Groombridge 1830. Segundo a obra "*Les Mathématiques au Portugal*" (1909) de Rudolfo Guimarães são publicados em Portugal entre 1700 e 1900, perto de 300 artigos de astronomia teórica e observacional. Alguns destes artigos aparecem nas mais destacadas revistas internacionais, tais como *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society* ou *The Observatory*. De notar que estas considerações unicamente indicativas têm por si um valor relativo uma vez que a historiografia dos estudos astronómicos em Portugal, principalmente no que concerne aos sécs. XVIII e seguintes, está ainda por fazer.

Uma análise rápida sobre a evolução da Astronomia em Portugal no século XX denota um conjunto de aspectos que parecem contraditórios. Por um lado assistimos aos esforços de desenvolvimento da Astrofísica em Lisboa, no Observatório da Rua da Escola Politécnica e em Coimbra (com a instalação do espectroheliógrafo no Observatório Astronómico) e à criação do Observatório Prof. Manuel de Barros, no Porto. No entanto necessitamos de chegar aos inícios da década de 80 para encontrar artigos de A&A de autores portugueses, publicados em revistas internacionais da especialidade. Esta ausência de publicações durante uma grande parte do século XX deverá corresponder a uma real falta de actividade científica generalizada em Portugal, uma vez que só ela pode explicar o número reduzido de investigadores em A&A que encontramos no final da década de 70 e (ainda) a ausência de qualquer departamento de Astronomia nas universidades portuguesas. Evidentemente também aqui há necessidade de um estudo historiográfico detalhado. Será eventualmente verdade que o desenvolvimento da Ciência em Portugal no século XX, em qualquer domínio, não terá acompanhado sempre a modernidade. No entanto, teremos que concordar que para uma área do saber como a A&A, que em Portugal terá pelo menos 600 anos de existência, a evolução no século XX é claramente atípica.

Contrariamente aos oitenta anos anteriores, as décadas de 80 e 90 reservam uma evolução quase vertiginosa da A&A em Portugal. Esta evolução começa por ser fruto dos esforços pessoais dos primeiros doutorados que, depois da formação de pós-graduação no estrangeiro, regressam a Portugal. Esses esforços iniciais tiveram um primeiro impacto nas Universidades do Porto e Lisboa, com resultados claros no caso da primeira com a criação da licenciatura em Física/Matemática Aplicada

(Astronomia) na Faculdade de Ciências da Universidade do Porto (1984) e do Centro de Astrofísica da Universidade do Porto (1989).

Os esforços pessoais que se vão alargando a outras universidades em Portugal, fruto igualmente da integração de doutorados em A&A no estrangeiro, resultam na criação de grupos e centros de investigação bem como na aposta na formação académica de pós-graduação em Portugal: mestrados e doutoramentos.

Paralelamente, em particular durante os anos 90, são levadas a cabo iniciativas de âmbito nacional de desenvolvimento da A&A, sob os auspícios de vários Governos. É de destacar o estabelecimento de um Acordo de Cooperação entre Portugal e Observatório Europeu do Sul (ESO), em Julho de 1990, na sequência do qual se assinou a adesão do nosso país como membro de pleno direito em Junho de 2000. Igualmente, em Novembro de 2000, Portugal torna-se membro de pleno direito da Agência Espacial Europeia (ESA). De permeio com estas iniciativas há ainda a considerar a tentativa de construção de um observatório astronómico na ilha da Madeira. Este projecto passou, ainda, por algumas fases de desenvolvimento incluindo especificações técnicas e orçamentação. A iniciativa foi desenvolvida durante o segundo Governo liderado pelo Professor Doutor Aníbal Cavaco Silva, tendo sido abandonada (após reavaliação?) pelo Governo seguinte liderado pelo Engenheiro António Guterres.

Num contexto de estratégia nacional deve ainda referir-se que a área de A&A foi considerada, pela Junta Nacional de Investigação Científica, como área prioritária para a atribuição de bolsas de pós-graduação ou projectos de investigação científica.

Fruto de todo este conjunto de iniciativas, e à excepção do emprego científico, Portugal viu crescer consideravelmente nos últimos 15 anos todos os indicadores que se podem escolher para quantificar a evolução científica de um país: mestrados e doutoramentos, projectos de investigação, colaborações internacionais, publicações em revistas de grande impacto científico, reuniões científicas nacionais e internacionais, etc.

Também consequência desta evolução nasce, em Dezembro de 1999, a Sociedade Portuguesa de Astronomia (SPA) com o objectivo de representar a comunidade de astrónomos em Portugal. Esta sociedade científica é um espelho do processo de evolução da A&A em Portugal: entre as suas congéneres da Física, Matemática, Química, Geografia, a SPA é a mais recente e 80% dos seus membros efectivos têm menos de 40 anos.

## 1.2 A razão deste Documento

Na Assembleia Geral da SPA, de 29 de Julho de 2003 realizada em Coimbra, foi deliberado o seguinte:

*“Foi aprovada por unanimidade uma proposta pela qual a Direcção da SPA, a ser eleita em Setembro 2003, deverá preparar um documento de trabalho sobre a situação actual da investigação*

*e dos bolsiros em Astronomia e sobre o futuro desta área em Portugal. Tal documento deverá servir de base de trabalho para um série de audiências a serem solicitadas, até 31 de Março de 2004, ao Presidente da FCT, Ministro/a da Ciência e do Ensino Superior, Grupos Parlamentares com assento na Assembleia da República, Presidente da República, outras entidades que a Direção da SPA considere relevantes. A Direção deve também desenvolver todas as iniciativas que considere relevantes para a representação dos direitos e expectativas da comunidade de astrónomos portugueses”* (transcrição da deliberação da Assembleia Geral).

Esta deliberação decorre da constatação por parte da SPA da ausência de definição de prioridades para o desenvolvimento futuro da A&A em Portugal.

Fruto desta realidade está o facto de uma parte substancial da comunidade nacional de A&A não ter estabilidade profissional, existindo doutorados com bolsas de pós-doutoramento há mais de 8 anos. Esta situação de precariedade dos bolsiros poderá colocar em causa o futuro da A&A em Portugal. Será certo que outras áreas sofrerão de problemas de empregabilidade dos seus doutorados. O caso da A&A poderá ser particularmente gravoso, tendo em conta o quociente entre os doutorados sem estabilidade profissional e o número total de doutorados, uma vez que parece claro que Portugal não atingiu ainda a massa crítica suficiente (quando comparada com outros países europeus) para assegurar um desenvolvimento eficaz da A&A nos próximos anos. Neste aspecto tomam particular relevância os compromissos assumidos por Portugal com os organismos internacionais como o ESO e a ESA.

Assim, este documento pretende quantificar a situação da A&A nacional por forma a poder contribuir para uma reflexão que venha a ser feita sobre o futuro desta área em Portugal. Não é por isso um documento extenso e que aspire à completude do tema A&A em Portugal. Sendo uma iniciativa da SPA, a prioridade será dada à caracterização da investigação em A&A e das suas instituições.

O espaço de tempo em análise corresponde aos últimos 14 anos, marcando o início deste período a assinatura do Acordo de Cooperação Portugal-ESO em 1990 embora pontualmente se possa introduzir informação anterior/posterior a esse período, com vista a melhor caracterizar a evolução.

Este documento aparece num momento em que vários organismos internacionais têm dedicado iniciativas à reflexão sobre o futuro da A&A: Por um lado a Organização para a Cooperação Económica e Desenvolvimento (OCDE) organizou dois *workshops*, em Dezembro de 2003 e Abril de 2004, sobre o tema “*Future Large-Scale Projects and Programmes in Astronomy and Astrophysics*” cujo relatório final<sup>1</sup> foi publicado em Agosto de 2004; Por outro lado, a Sociedade Europeia de Astronomia (EAS) compilou as prioridades para a Astronomia de cada um dos países membros num documento denominado “*Priorities in Astronomy: An overview of national planning documents*”<sup>2</sup>. A EAS divulgou uma primeira versão deste documento em Dezembro de 2003 no qual Portugal não consta, apesar de país membro. No

<sup>1</sup> <http://www.oecd.org/dataoecd/38/60/33729117.pdf>

<sup>2</sup> <http://www2.iap.fr/eas/PrioritiesDec03.pdf>

entanto, em Fevereiro de 2004, a SPA foi convidada pela EAS a enviar uma contribuição para a versão definitiva do referido documento<sup>3</sup>. Apesar do presente documento não estar na altura acabado, a SPA entendeu enviar uma contribuição remetendo as conclusões finais para mais tarde. Aqui se reproduz essa contribuição:

*“The Portuguese Astronomical Society (SPA) is preparing a document with the "state of art" and priorities of the Astronomy and Astrophysics in Portugal. This document will be finished during the first semester of 2004.*

*New ground-based infrastructures:*

*Portuguese community of astronomers is recent and very small, typically 60-70 members, and in the last 10 years most of the effort was put in raising the number of PhDs, also as a preparation for the integration of Portugal in ESO. The main focus is to join international efforts at ESO.*

*Future space-based facilities:*

*Portugal is also an ESA member-state, and portuguese Astronomers are very keen to be involved in Astronomy-related ESA missions.*

*Demographics and training:*

*Most of the Portuguese astronomers with permanent position are teaching staff. Taking into account the SPA members, in total, Portugal has around 30 astronomers with permanent position, and approximately the same number of post-doc researchers. They are mainly spread over 3 national institutes (CAUP in Porto and CAAUL and CENTRA in Lisbon) even though small groups exist in another universities and international institutes as well.*

*Although a large investment has been made over the last ten years in forming PhDs, the minimum critical mass necessary to make full use of ESO facilities and to participate in ESA's science programme has not been reached. The main reason for this is the absence of research positions and career opportunities, with a very small number of vacancies for astronomers opening per year in universities and observatories.”*

O processo de elaboração do presente documento esteve sujeito a várias fases. De acordo com deliberação da Assembleia Geral da SPA (já referida) este trabalho foi coordenado pela Direcção da SPA. Esta teve reuniões com o Presidente da Fundação para a Ciência e a Tecnologia, o Prof. Doutor Fernando Ramôa Ribeiro (26 de Fevereiro de 2004), e com o Secretário de Estado Adjunto da Ministra da Ciência, Inovação e Ensino Superior, o Dr. Jorge Moreira da Silva (29 de Maio de 2004). Durante o mesmo período a Direcção promoveu, ainda, reuniões com vários dos sócios. Assim em 10 de Junho a Direcção enviou aos sócios a primeira versão deste documento. Até 10 de Julho foram recebidos comentários quer por mensagem electrónica quer através de um *blog* de discussão expressamente criado

---

<sup>3</sup> “European Survey of National Priorities in Astronomy. An overview of national planning documents”, European Science Foundation e European Astronomical Society, Maio de 2004



para o efeito<sup>4</sup>. Para além disso, a Direcção promoveu uma reunião aberta a todos os sócios para ultimar o debate sobre o conteúdo da primeira versão. Esta reunião decorreu no dia 17 de Julho de 2004, no Observatório Astronómico da Universidade de Coimbra. Houve ainda discussão sobre as conclusões expostas na primeira versão na Assembleia Geral que decorreu a 23 de Julho de 2004, em Angra do Heroísmo aquando do XIV Encontro Nacional de Astronomia e Astrofísica.

Uma versão pré-final foi submetida aos sócios em 27 de Outubro, abrindo um período de dez dias para comentários finais. Em 15 de Dezembro foi submetida aos sócios a versão final com vista à aprovação do documento.

Ao longo deste documento serão focados cinco grandes temas, um por capítulo, a saber: caracterização dos recursos humanos em A&A no país (Capítulo 2), caracterização da investigação portuguesa em A&A e o seu impacto internacional (Capítulo 3), a integração de Portugal nos organismos internacionais (Capítulo 4), o papel da A&A na sociedade, em particular o ensino, quer pela via académica quer pela via da divulgação (Capítulo 5) e finalmente um capítulo dedicado às perspectivas de futuro em A&A em Portugal (Capítulo 6).

---

<sup>4</sup> <http://livrobrancoaa.blogspot.com/>

## Capítulo

## 2

## RECURSOS HUMANOS

### 2.1 Preâmbulo

Uma das principais razões que motivaram a redacção do presente documento é a situação actual dos recursos humanos em A&A em Portugal. Da sua existência, estabilidade e desenvolvimento sustentável depende a evolução de qualquer área da Ciência e a A&A não foge à regra.

Antes da apresentação de alguns resultados importa primeiro definir o universo em análise. A interdisciplinaridade é claramente uma característica de força da A&A, contudo pode estar na génese de uma questão recorrentemente levantada por astrónomos: quem são, realmente, os astrónomos? Quem se deve contabilizar neste documento?

Este aspecto merece reflexão uma vez que, não sendo consensual, este documento necessitou de contabilizar posições permanentes, artigos, projectos, etc e para isso importou definir um critério.

A União Astronómica Internacional (IAU)<sup>5</sup>, a maior organização da Astronomia mundial, está dividida em 37 comissões<sup>6</sup> que cobrem todas as áreas do saber astronómico desde as Ciências Planetárias e Cálculo de Efemérides Astronómicas até à Cosmologia e Bioastronomia (busca de vida extra-terrestre).

---

<sup>5</sup> <http://www.iau.org>

<sup>6</sup> <http://www.iau.org/Organization/divcom/commissions.html>

Além disso (por exemplo), a revista europeia “Astronomy and Astrophysics” admite como matérias de publicação as seguintes<sup>7</sup>: *Astrophysical processes; Cosmology (including clusters of galaxies); Extragalactic astronomy; Galactic structure; Stellar clusters and populations; Interstellar and circumstellar matter; Stellar structure and evolution; Stellar atmospheres; The Sun; Planets and planetary systems; Celestial mechanics and astrometry; Atomic, molecular and nuclear data; Instruments, observational techniques, and data processing; On-line catalogs and data.*

Neste contexto de algo tão vasto e geral, é bastante complexo recorrer a critérios do tipo “astrónomos são os que ...”:

... se doutoraram em A&A;

... publicam em revistas explicitamente dedicadas à A&A;

... os que publicam pelo menos x artigos em A&A;

etc.

Como se poderá compreender facilmente qualquer uma destas classificações (e outras do mesmo tipo) é subjectiva e contrariada por exemplos práticos de investigadores de reconhecido prestígio internacional.

Assim, considerou-se como primeiro critério a informação fornecida pelos sócios e pelos Centros e Grupos de Investigação. Para os casos de análises específicas e em que foi necessário complementar informação, optou-se por considerar o universo dos colegas que são sócios efectivos da SPA, num total de 67 pessoas. No contexto deste documento, é esta a definição de “astrónomo”. Admitindo que se poderá encontrar facilmente, no país, alguém que trabalhe em A&A não-sócio da SPA, considera-se que presentemente a SPA é representativa da comunidade científica nacional nesta área.

Importa assim saber quem são e onde estão os astrónomos portugueses. Para isso foi elaborado e distribuído um inquérito a todos os sócios efectivos da SPA. Cerca de 80% dos sócios responderam ao inquérito o que permite tomar os resultados, da análise desses inquéritos, como representativos da situação geral.

Antes de mais constata-se uma população jovem e altamente especializada. Veja-se o crescimento recente no número de doutoramentos (Figura 1). A maior parte dos doutoramentos é posterior a 1990. Por outro lado, é consideravelmente longo o tempo passado em pós-doutoramento (Figura 2), aspecto que está intimamente ligado à capacidade que Portugal tem (ou não tem!) de absorver os seus doutorados, providenciando-lhe uma situação de estabilidade profissional.

---

<sup>7</sup> [http://www.edpsciences.org/journal/index.cfm?edpsname=aa&niv1=how\\_publish&niv2=instructions](http://www.edpsciences.org/journal/index.cfm?edpsname=aa&niv1=how_publish&niv2=instructions)

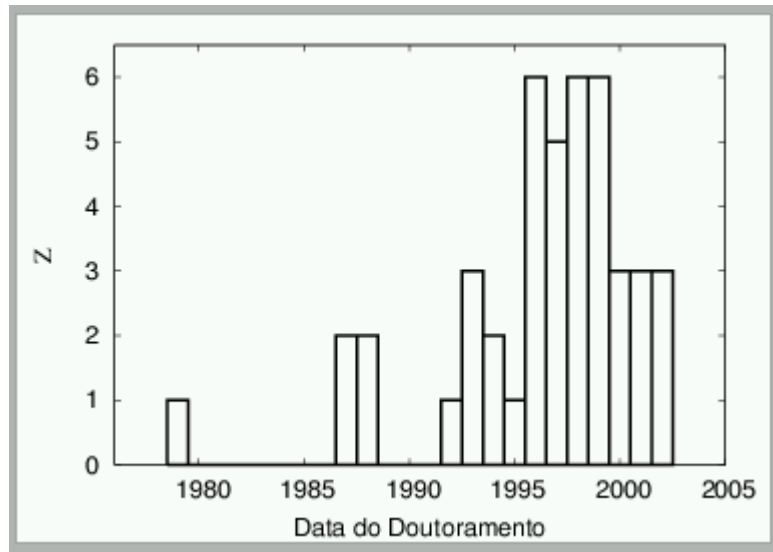


FIGURA 1. Evolução do número de doutorados em A&A em Portugal. O ano refere-se à data de conclusão do doutoramento. Estão representados 87% dos doutorados sócios da SPA.

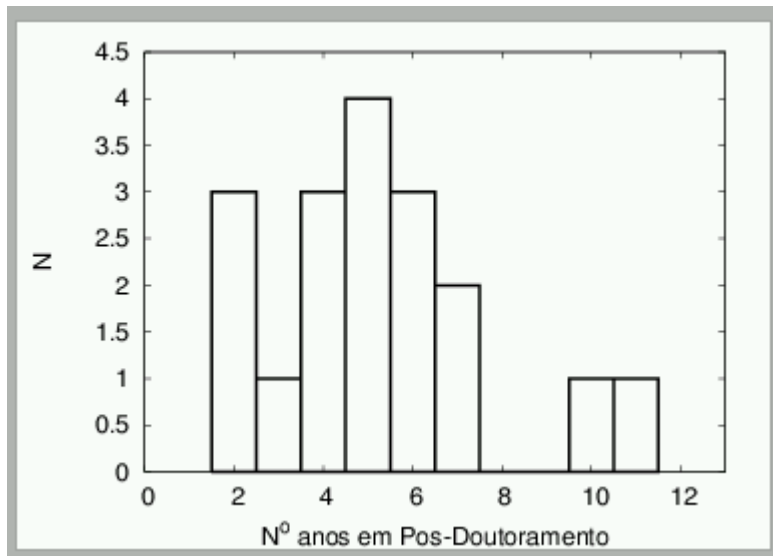


FIGURA 2. Duração dos pós-doutoramentos de investigadores que em 2004 têm o estatuto de pós-doutorados e residem em Portugal. Estão representados 86 % dos pós-doutorados sócios da SPA.

A quase totalidade dos astrónomos nacionais, no que à empregabilidade diz respeito, dividem-se em dois grandes grupos: os que têm posição permanente ou “tendencialmente permanente” e os bolseiros, que usufruem de bolsas de mestrado, doutoramento e pós-doutoramento. Em ambos os grupos encontram-se situações no país e no estrangeiro. Não se conseguiu informação de nenhum astrónomo que, continuando a realizar investigação em A&A, esteja empregado no sector privado.

Esclarece-se que a denominação de “tendencialmente permanente” designa por exemplo os Professores Auxiliares (incluindo os convidados com contrato por um ano ou mais) uma vez que segundo o Estatuto da Carreira Docente do Ensino Superior, em vigor, só os Professores Associados e Catedráticos com nomeação definitiva pertencem ao quadro na Universidade.

Os dados apresentados são considerados analisando ambos os grupos em separado e comparando os valores com os de países europeus.

Importa antes de mais, fazer um breve resumo do que tem sido o espaço de potencial empregabilidade existente em Portugal. Tal como já foi referido, não existe nas Universidades Portuguesas qualquer Departamento de Astronomia e/ou Astrofísica. Para além disso os três Observatórios Astronómicos nacionais (Porto, Coimbra e Lisboa) não têm sido um local de empregabilidade para os astrónomos em Portugal. Nos últimos 15 anos podem contar-se a abertura de apenas dois concursos de Astrónomo Auxiliar para outros tantos lugares no Observatório Astronómico de Lisboa, que tem quadro próprio. O Observatório de Coimbra não tem quadro próprio de astrónomos. Assim a maior parte das posições permanentes encontram-se nas instituições de Ensino Superior públicas (universidades e institutos politécnicos) e privadas, com particular incidência nos Departamentos de Física e Matemática.

## 2.2 Posições Permanentes

### 2.2.1 Presente situação

Existem cerca de 28 doutorados sócios efectivos da SPA com posição permanente em Portugal, num universo de 67 sócios efectivos. Estes encontram-se, essencialmente, em universidades públicas a saber:

- Universidade dos Açores, Departamento de Ciências Agrárias: 1
- Universidade de Aveiro, Departamento de Física: 1
- Universidade de Coimbra, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Departamento de Matemática: 1
- Universidade de Évora, Departamento de Matemática: 1
- Universidade de Lisboa, Faculdade de Ciências, Departamento de Física: 5
- Universidade Técnica de Lisboa, Instituto Superior Técnico, Departamento de Física: 3
- Universidade da Madeira, Departamento de Matemática e Engenharias: 1

- Universidade do Porto, Faculdade de Ciências, Departamento de Matemática Aplicada: 5
- Universidade do Porto, Faculdade de Ciências, Departamento de Física: 3
- Universidade do Porto, Faculdade de Engenharia: 2

No que concerne às Escolas Politécnicas/Institutos e outros tem-se:

- Instituto Superior da Maia: 1
- Centro Multimeios de Espinho: 1
- Instituto Superior de Engenharia do Porto: 1

Observatórios Astronómicos:

- Observatório Astronómico de Lisboa (OAL): 2

Na Figura 3 apresenta-se a distribuição total das posições permanentes no mapa de Portugal. Nota-se que a população de astrónomos com posição permanente está dispersa ao longo do país continental e ilhas: coabitam uma forte concentração no Porto e Lisboa e com vários locais com uma só pessoa.

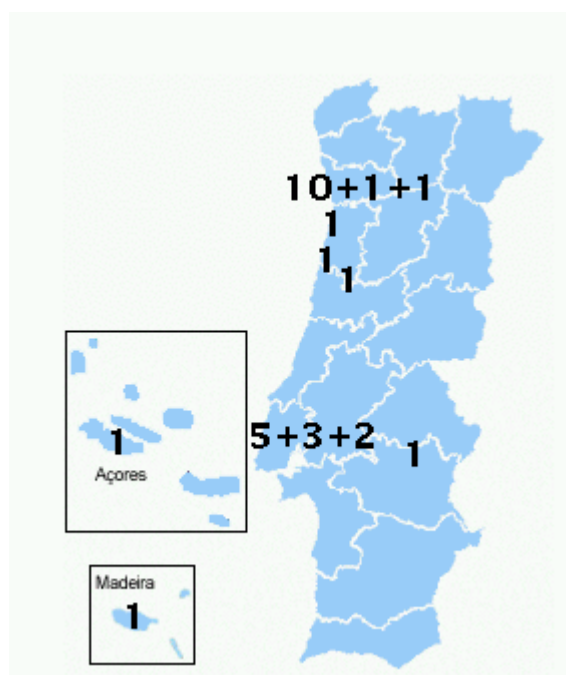


FIGURA 3. Distribuição geográfica das posições permanentes dos investigadores sócios da SPA.

**2.2.2 Taxa de criação de emprego no país**

Assumindo o universo dos sócios da SPA, cerca de 40% dos investigadores doutorados em A&A em Portugal são bolseiros. Ou seja quase metade da produção científica portuguesa nesta área é realizada por investigadores cujo “potencial de fuga” é muito elevado. Interessa saber qual a taxa de criação de emprego nas últimas décadas.

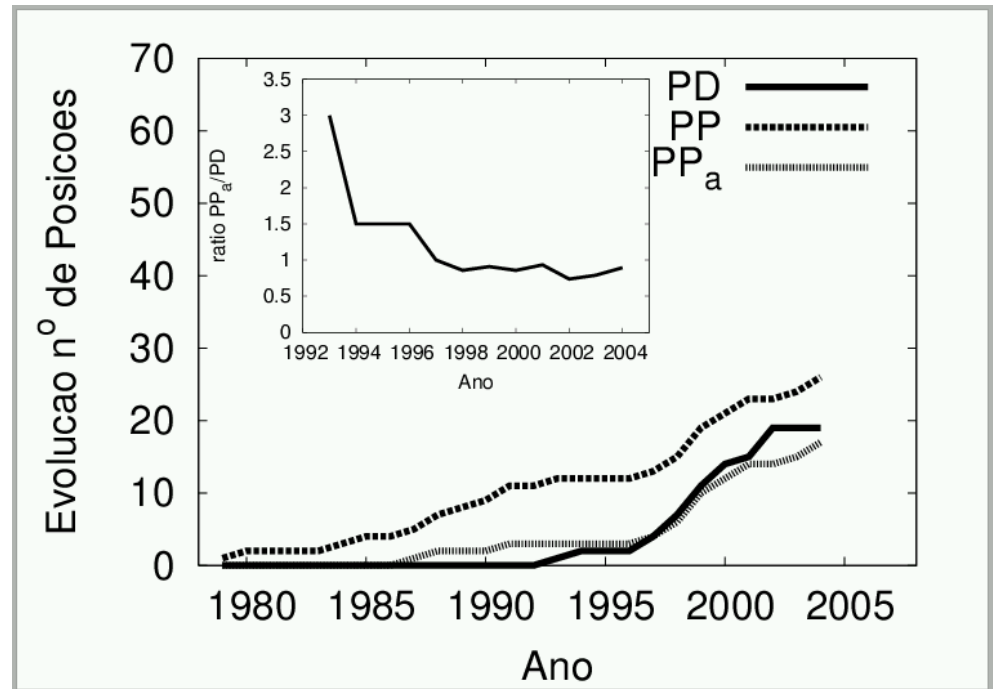


FIGURA 4. Evolução temporal do: número de posições permanentes (PP), número de posições permanentes de doutorados em A&A (PPa), número de pós-doutorandos (PD). No canto superior esquerdo apresenta-se a evolução temporal do quociente entre o número de posições permanentes (PPa) de doutorados em A&A e o número de pós-doutorandos.

A evolução temporal do número de posições permanentes no País está apresentada na Figura 4. Aqui diferenciam-se dois casos: as posições permanentes obtidas por doutorados em A&A (geralmente indivíduos que realizaram os seus estudos de pós-graduação sem terem um vínculo a uma instituição de Ensino Superior nacional) – PP – e as posições permanentes obtidas previamente ao doutoramento (por exemplo o caso dos Assistentes de carreira, normalmente de departamentos de Física ou Matemática, que obtêm posteriormente o doutoramento no decorrer no seu percurso académico) – PPa.

A taxa de criação de emprego entre 1979 e 2004 é de 1 posição/ano. Esse número aumenta para 1.5 posição/ano no período entre 1993 e 2004. Mas é entre 1997 e 2002 que mais investigadores doutorados em A&A obtiveram colocação: 2 posição/ano.

É de particular importância o facto do quociente entre a criação de posições permanentes e as posições de pós-doutoramento decrescer desde 1993 (ver gráfico no canto superior da Figura 4): o número de doutorados em A&A aumenta a partir de 1993 (como resultado do forte incentivo de especialização nesta área por parte da FCT), mas o número de posições permanentes não acompanha a tendência. Para esta realidade deve concorrer o facto da estratégia de formação e conseqüente crescimento de doutorados se ter feito (maioritariamente) à margem das escolas de Ensino Superior já que, como vimos, são estas os maiores empregadores de astrónomos em Portugal.

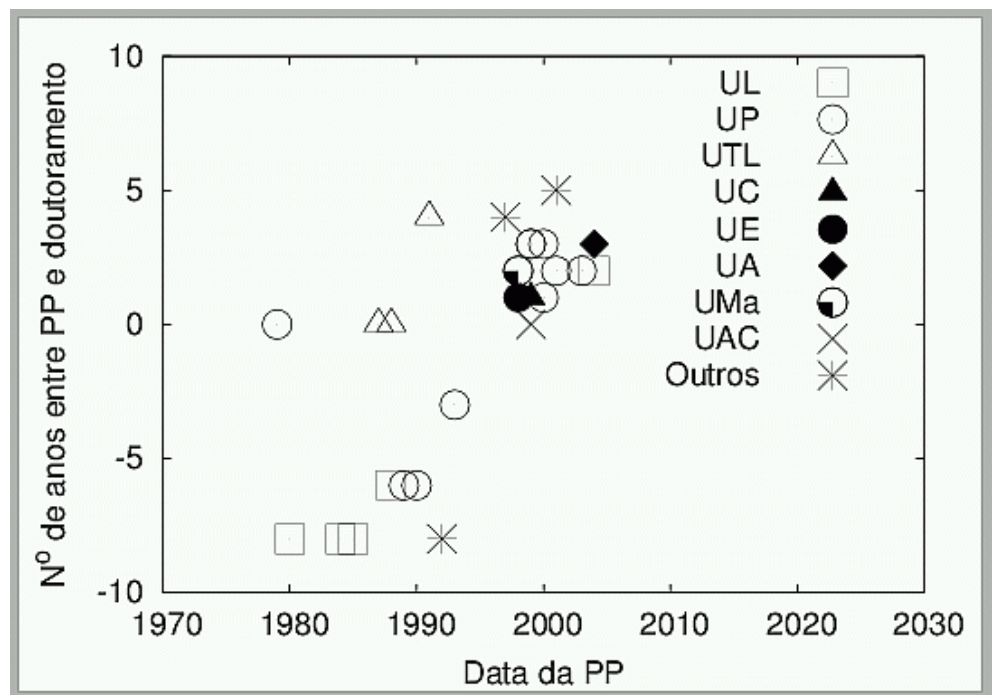


FIGURA 5. Neste gráfico mostra-se o ano da criação das posições permanentes *versus* o tempo que decorreu entre a obtenção do doutoramento e a posição permanente, nas várias Instituições: Universidade de Lisboa (UL; inclui Observatório Astronómico de Lisboa), Universidade Técnica de Lisboa (UTL), Universidade do Porto (UP), Universidade de Coimbra (UC), Universidade de Évora (UE), Universidade de Aveiro (UA), Universidade da Madeira (UMa), Universidade dos Açores (UAC) e Institutos (Outros).

Na Figura 5 apresenta-se a evolução temporal da criação de posições permanentes *versus* o tempo (em anos) que decorreu entre a obtenção da posição e o ano de conclusão do doutoramento. No caso desse período ser negativo, significa que a posição foi obtida anteriormente ao doutoramento (o já referido caso dos Assistentes de carreira). Desta figura pode-se concluir que, essencialmente, só a partir dos anos 90 é que se pode falar de emprego científico em A&A, pois nas décadas anteriores a especialização em A&A não constaria do *curriculum* dos candidatos (como tal, são posições que são independentes do desenvolvimento e aposta da A&A nacional).



Na Figura 5 são discriminadas as posições permanentes por instituição. Pode-se concluir desta figura que a partir da década de 90 indivíduos com doutoramento em A&A são integrados em departamentos das universidades e outras instituições, em particular nas Universidades de Aveiro, Açores, Madeira, Évora, Coimbra e Porto. Uma exceção clara é a Universidade de Lisboa, cuja prática de contratação de astrónomos é das mais baixas do País.

### 2.2.3 Emprego científico na Europa

O valor médio das posições permanentes em A&A na Europa é de cerca de 70 por cada 10 milhões de habitantes, ou seja aproximadamente 2.4 vezes aquele que existe em Portugal. Na tabela em baixo encontram-se alguns exemplos (fonte EAS):

País	População (milhão de habitantes)	Posições permanentes (em alguns casos adiciona-se ao número de posições permanentes o número de posições temporárias (contratos a termo certo).	Posições permanentes por cada 10 milhões
Alemanha	82.797	500	62
Dinamarca	5.200	25	48
Espanha	39.996	150 + 150	75
França	59.330	830 + 100	157
Grécia	10.601	100	100
Holanda	15.892	60 + 120	112
<b>Portugal</b>	<b>10.000</b>	<b>28</b>	<b>28</b>
Reino Unido	59.511	600 + 1.000	271
Suécia	8.873	100	111
Ucrânia	49.153	300	60

TABELA 1. Posições permanentes na Europa. Fonte: EAS

Este conjunto de países constituem uma amostra representativa da situação europeia uma vez que incluem países de maior dimensão (Alemanha, França e Reino Unido) e países da dimensão de Portugal (Dinamarca, Grécia e Holanda). Comparando com a realidade portuguesa vê-se que, independentemente da dimensão do país, o número de posições permanentes normalizado a uma população de 10 milhões de habitantes (i.e. população aproximada de Portugal) é claramente superior ao de Portugal. Exemplo: no Reino Unido (país de grande dimensão) existem 10 vezes mais posições que em Portugal; no caso da Grécia (população e economia semelhantes às portuguesas) tem 4 vezes mais investigadores com posição permanente que Portugal.

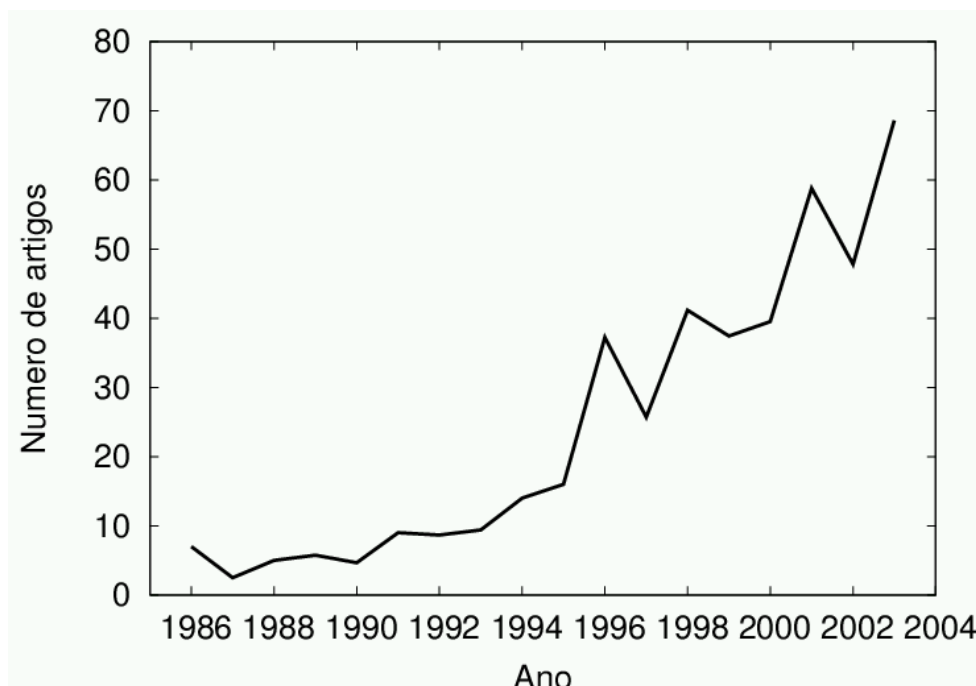


FIGURA 6. Evolução no número de publicações de investigadores residentes em Portugal, em revistas com comissão de leitura.

Ainda que a evolução da taxa de criação de emprego seja deficiente, a produtividade científica tem aumentado ao longo do tempo de uma forma muito significativa: como se pode verificar na Figura 6 o número de publicações aumentou de várias vezes em apenas uma década. Pode concluir-se que o custo da produção científica portuguesa em A&A é, seguramente, dos mais baixos da Europa.

Quanto foi gasto na formação dos cerca de 50 doutores em A&A ao longo de aproximadamente 10 anos? Considerando uma carreira que tenha envolvido um doutoramento de 4 anos no estrangeiro e 3 anos de pós-doutoramento em Portugal, financiada pela FCT, significa um investimento por doutorado de cerca de 131.000 EUR, e portanto um investimento total de cerca de 6.550.000 (1.3 milhões de contos).

Para atingir a massa crítica de 70 astrónomos<sup>8</sup> em Portugal dentro de 10 anos, contratando a uma taxa de 4 astrónomos/ano seriam necessários cerca de 9 milhões de EUR no total da década de contratações (assumindo um rendimento inicial bruto de 2.500 EUR, o que é razoável), o que representa um fracção do total da quota nacional para uma década de adesão a qualquer um dos organismos internacionais ESO e ESA:

- 57% da comparticipação para o ESO durante 10 anos (15.8 milhões EUR)

<sup>8</sup> Valor aproximado da média europeia.

- 13% da comparticipação para a ESA durante 10 anos (69 milhões EUR)

### 2.3 Bolseiros

Tal como foi já referido, uma parte importante dos astrónomos em Portugal estão na situação de bolseiros: mestrado, doutoramento e pós-doutoramento (com especial atenção para estes). A maior parte usufruem de bolsas da Fundação para a Ciência e Tecnologia (FCT), mas há casos pontuais de bolsas de instituições estrangeiras ou bolsas inseridas em projectos de investigação.

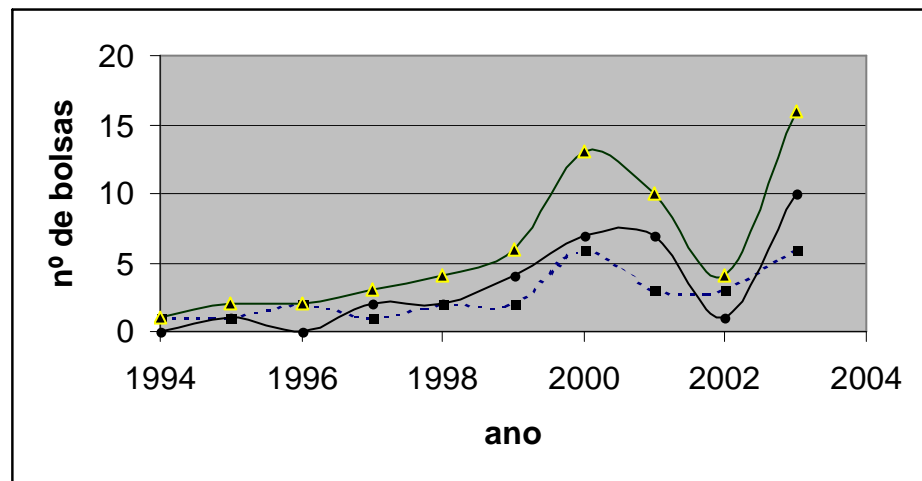


FIGURA 7. Número de bolsas FCT de Astronomia e Astrofísica entre 1994 e 2003: BD (linha a tracejado com quadrados), BPD (linha a cheio com círculos), BD+BPD (linha a cheio com triângulos), ver texto. Fonte: FCT.

A FCT financiou, entre 1994 e 2003, no âmbito do 2º e 3º Quadros Comunitários de Apoio, 64 bolsas na área da A&A, divididas entre 28 de doutoramento (BD) e 36 de pós-doutoramento (BPD). Na Figura 7 apresenta-se a evolução do número de bolsas em função do ano. De notar que não havendo uma área específica da FCT em “Astronomia e Astrofísica”, as bolsas aqui referidas foram atribuídas no âmbito das áreas “Física” e “Ciências da Terra e do Espaço”.

A grande parte dos bolseiros está afecto a Centros de Investigação e não directamente a Departamentos. Nota-se um crescimento de BPD a partir de 1998, que poderá confirmar a tentativa dos recém-doutorados de regressar ao país. Nota-se também o decréscimo em 2002, provavelmente fruto de alteração na política governamental.

## Capítulo

## 3

## A INVESTIGAÇÃO

### 3.1 Preâmbulo

A investigação em A&A realizada em Portugal está maioritariamente ligada às Universidades públicas. Por outro lado, o financiamento estatal do Ensino Superior nacional depende fortemente do número total de alunos. Tendo em conta a forte redução da procura das áreas fundamentais e engenharias nos últimos anos, resulta que o orçamento global das Universidades acaba por ser usado, fundamentalmente, nas despesas com o pessoal docente e discente, restando uma pequena parte para outras actividades, entre elas a investigação. Assim, as verbas vindas através de Centros e Grupos de Investigação, no âmbito do financiamento plurianual da FCT, bem como através de projectos de investigação resulta na importantíssima componente que pode colmatar esta falha do financiamento universitário.

### 3.2 Os Centros e Grupos de Investigação

No que diz respeito à organização institucional da investigação em A&A podem detectar-se quatro situações em Portugal:

1. Observatórios Astronómicos:

- Observatório Astronómico Prof. Manuel de Barros<sup>9</sup>
- Observatório Astronómico da Universidade de Coimbra<sup>10</sup>
- Observatório Astronómico de Lisboa<sup>11</sup>

## 2. Unidades de Investigação específicas em Astronomia e Astrofísica:

- Centro de Astrofísica da Universidade do Porto<sup>12</sup>
- Grupo de Astrofísica da Universidade de Coimbra
- Centro Multidisciplinar de Astrofísica do Instituto Superior Técnico<sup>13</sup>, Universidade Técnica de Lisboa com um Pólo na Universidade do Algarve e membros na Universidade da Beira Interior
- Centro de Astronomia e Astrofísica da Universidade de Lisboa<sup>14</sup>

## 3. Grupos de A&A inseridos em outras Unidades de Investigação:

- Grupo de Cosmologia, Centro de Física Teórica da Universidade do Porto
- Grupo de Cosmologia e Gravitação, Departamento de Física do Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa

## 4. Outros grupos de investigação em Astronomia e Astrofísica:

- Grupo de Astronomia da Universidade da Madeira<sup>15</sup>
- Grupo de Astrofísica de Évora<sup>16</sup>

Pode ainda encontrar-se actividade de investigação directa ou indirectamente ligada à A&A nas seguintes instituições:

- Centro de Física Teórica<sup>17</sup>, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra

---

<sup>9</sup> <http://www.fc.up.pt/oa/>

<sup>10</sup> <http://www.mat.uc.pt/~obsv/obsv/index.html>

<sup>11</sup> <http://www.oal.ul.pt/>

<sup>12</sup> <http://www.astro.up.pt/>

<sup>13</sup> <http://centra.ist.utl.pt/>

<sup>14</sup> <http://www.oal.ul.pt/caaul/>

<sup>15</sup> <http://www.uma.pt/Investigacao/Astro/Grupo/index.htm>

<sup>16</sup> <http://www.lca.uevora.pt>

<sup>17</sup> <http://cft.fis.uc.pt/>

- Centro de Instrumentação<sup>18</sup>, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra
- Departamento de Matemática<sup>19</sup>, Universidade de Évora
- Laboratório de Instrumentação e Física das Partículas<sup>20</sup>, Coimbra e Lisboa
- Centro de Física das Interações Fundamentais, Instituto Superior Técnico<sup>21</sup>, Universidade Técnica de Lisboa
- Centro de Electrodinâmica, Instituto Superior Técnico<sup>22</sup>, Universidade Técnica de Lisboa
- Centro de Física dos Plasmas<sup>23</sup>, Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa
- Centro de Física Nuclear<sup>24</sup>, Departamento de Física da Universidade de Lisboa

### 3.3 Caracterização da actividade científica

A todas as instituições referenciadas de 1 a 4 no item anterior foi solicitada informação detalhada sobre as suas actividades de investigação tendo em conta os seguintes parâmetros:

- Recursos Humanos (número de membros do grupo, incluindo pós-doutorados e formação de mestrados e doutorandos)
- Projectos (incluindo o período de realização e montante aprovados)
- Classificações da Unidade de Investigação (se aplicável)
- Áreas de investigação
- Colaborações nacionais e internacionais (incluindo participação em projectos e organizações internacionais, visitas de intercâmbio com outras instituições, etc.)
- Publicações (número de artigos em revistas com comissão de leitura)
- Organização de eventos de especialidade (escolas temáticas, *workshops*, congressos, etc.)

Apresenta-se agora um resumo da informação recolhida junto das instituições de investigação científica. É de salientar que a forma da resposta variou muito de

<sup>18</sup> <http://c-instr.fis.uc.pt/>

<sup>19</sup> <http://www.dmat.uevora.pt/>

<sup>20</sup> <http://www.lip.pt/>

<sup>21</sup> <http://cfif.ist.utl.pt/cfif.html>

<sup>22</sup> <http://centra.ist.utl.pt/>

<sup>23</sup> <http://cfp.ist.utl.pt/>

<sup>24</sup> <http://alfmail.ci.fc.ul.pt/~cfnul/cfnul.html>

instituição para instituição e optou-se pela criação de uma grelha que pudesse ajudar à leitura e eventual comparação dos dados.

### 1. Observatórios Astronómicos

- Observatório Astronómico Prof. Manuel de Barros (OP): ver Centro de investigação em Ciências Geo-Espaciais (CICGE) da FCUP
- Observatório Astronómico da Universidade de Coimbra (OAU): ver o Grupo de Astrofísica da mesma Universidade.
- Observatório Astronómico de Lisboa (OAL): informou ter um astrónomo nos seus quadros.

À carta enviada aos Observatórios, para além da informação solicitada, juntou-se o seguinte: *Entende a Direcção da Sociedade Portuguesa de Astronomia que os Observatórios Astronómicos portugueses, tanto por tradição histórica como pelo desenvolvimento recente, devem ser auscultados sobre a evolução da Astronomia nacional. Assim gostaríamos de conhecer a opinião de V. Exa. sobre o papel que Observatório Astronómico ... poderá vir a desempenhar (ou que desejaria que viesse) no futuro da Astronomia nacional.* Nenhum dos Observatórios respondeu especificamente a este pedido.

### 2. Unidades de Investigação específicas em Astronomia e Astrofísica

Centro de Astrofísica da Universidade do Porto (CAUP)

	1998-2000	2001-2003
Posições permanentes	11	15
Pós-doutoramentos	7	6
Alunos de Doutoramento + Mestrado (incluindo o Mestrado de Ensino da Astronomia)	3+32	7+23
Estagiários de Licenciatura		
Projectos de investigação	4	5
Áreas de Investigação	Astrofísica Estelar, Cosmologia e Formação de estruturas a larga escala	
Colaborações nacionais e internacionais	Várias colaborações; Acordos europeus bilaterais; Redes europeias OPTICON, ENAS. Recebeu 73 visitantes entre 1998 e 2003	
Artigos em revistas com comissão de leitura	51	63
Organização de reuniões científicas	5	10
Classificação FCT	Muito Bom	Excelente

Grupo de Astrofísica da Universidade de Coimbra (GAUC)

	1994-1999	2000-2003
Posições permanentes	2	2
Pós-doutoramentos	1	5
Alunos de Doutoramento + Mestrado	0	1 + 1
Estagiários de Licenciatura	1	3
Projectos de investigação	2	2
Áreas de Investigação	Física Solar, Evolução Estelar, Mecânica Celeste, Base de dados astronómicos	
Colaborações nacionais e internacionais	Observatórios de Paris, Ondrejov (Rep. Checa), Lisboa, Toulouse, CAUP (Porto), Goddard Space Center (USA) e missões GAIA e COROT	
Artigos em revistas com comissão de leitura	9	17
Organização de reuniões científicas	2	5
Classificação FCT	Não se aplica	Bom



CENTRA - Centro Multidisciplinar de Astrofísica do Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa + CENTRA (Algarve) + CENTRA (Universidade da Beira Interior)

		<b>2002-2003</b>	
Posições permanentes		12	
Pós-doutoramentos		10	
Alunos de Doutoramento + Mestrado		5+1	
Estagiários de Licenciatura		5	
Projectos de investigação		15	
Áreas de Investigação	<p><b>Astrofísica Observacional</b>                  Estudo de Supernovas e implicações cosmológicas, Radiação Cósmica de Fundo, Asterosismologia, Ondas Gravitacionais</p> <p><b>Astrofísica Teórica</b>                  Buracos negros. Estruturas de grande escala e modelos cosmológicos. Colapso gravitacional . Supernovas</p> <p><b>Física de Altas Energias e Física Nuclear</b>                  Matéria Escura, Plasma de quarks e glúons no universo primordial e estrelas de quarks, Evolução de matéria hadrónica a elevada densidade: radiação de glúons e termalização em colisões de íões pesados</p> <p>Núcleos fracamente ligados: implicações astrofísicas</p> <p><b>Gravidade Quântica, Teoria de Cordas e Física Matemática</b>                  Gravidade quântica de Loops, Gravidade Quântica Não Perturbativa e quebra de simetria da invariância Lorentz e CPT, Colapso Gravitacional</p> <p>Cosmologia quântica e Teoria de Cordas, Física Matemática</p>		
Colaborações nacionais e internacionais	Supernova Legacy Survey, Supernova Cosmology Project, University of Oxford, UK, SAAO - South Africa Astronomical Observatory, Universidade de Paris VI e VII, Universidade de Lyon, Observatório Nacional do Rio de Janeiro, Universidade de Santiago de Compostela (Estes são alguns dos exemplos, a lista completa pode ser consultada em <a href="http://centra.ist.utl.pt/research/">http://centra.ist.utl.pt/research/</a> )		
		1998-2000	2001-2003
Artigos em revistas com comissão de leitura		65*	76**
Organização de reuniões científicas		3	
Classificação da Unidade FCT		Muito Bom	

Não foi recebida informação do Centro de A&A da Universidade de Lisboa (CAAUL).

### 3. Grupos de Astronomia e Astrofísica inseridos em outras Unidades de Investigação

CICGE, Centro de investigação em Ciências Geo-Espaciais (FCUP)

	2001-2002	2003
Posições permanentes	0	0
Pós-doutoramentos	1	
Alunos de Doutoramento + Mestrado		
Estagiários de Licenciatura		
Projectos	1	1
Áreas de Investigação Física da coroa solar e da heliosfera		
Colaborações nacionais e internacionais	Observatório de Lisboa, Observatório de Paris (LESIA) em França, Johns Hopkins Applied Physics Laboratory (APL), Naval Research Laboratory, ambos dos EUA	
Artigos em revistas com comissão de leitura	3	3
Organização de reuniões científicas		1
Classificação da Unidade FCT	Muito Bom	Muito Bom

Grupo de Cosmologia, Centro de Física Teórica da Universidade do Porto

	2002	2003 - 2004
Posições permanentes	4	4
Pós-doutoramentos	1	3
Alunos de Doutoramento + Mestrado	0+1	4+0
Estagiários de Licenciatura		3
Projectos de investigação	1	2
Áreas de Investigação Gravitação, Cosmologia e Altas Energias		
Colaborações nacionais e internacionais	COSLA, CMBNET e U. Cambridge (DAMTP)	
Artigos em revistas com comissão de leitura	4	16
Organização de reuniões científicas	4	4
Classificação FCT (da Unidade onde se insere o grupo)		

Grupo de Cosmologia e Gravitação, Departamento de Física do IST

		2003	2004
Posições permanentes			2
Pós-doutoramentos			2
Alunos de Doutoramento + Mestrado			3 + 1
Estagiários de Licenciatura			3
Projectos de investigação (entre 1996-2004)			4
Áreas de Investigação	Cosmologia, Gravitação e Teorias de Unificação		
Colaborações nacionais e internacionais	ESA, Universidade do Algarve e Instituto de Física Teórica (São Paulo-Brasil)		
Artigos em revistas com comissão de leitura		12	10
Organização de reuniões científicas (entre 1992 e 2004)			6
Classificação FCT (da Unidade onde se insere o grupo)			Excelente

#### 4. Outros grupos de investigação em Astronomia e Astrofísica

Grupo de Astronomia da Universidade da Madeira

	2000-2001	2002-2003
Posições permanentes + colaboradores	2+0	2+5
Pós-doutoramentos	1	0
Alunos de Doutoramento + Mestrado	1+1	2+0
Estagiários de Licenciatura	3	1
Projectos de investigação	1	3
Áreas de Investigação	Astronomia ExtraGaláctica, Buracos Negros, Estrelas Binárias e cataclísmicas, Observatory Site Surveys	
Colaborações nacionais e internacionais	Jodrell Bank Observatory (UK), Joint Institute for VLBI in Europe (JIVE; Holanda), Inst. Astrof. de Canarias (Espanha), National Radio Astronomy Observatory (EUA), Instituto di Radiastronomia (U.Bologna, Itália)	
Artigos em revistas com comissão de leitura	7	2
Organização de reuniões científicas	2	2

Grupo de Astrofísica de Évora

		<b>2003</b>
Posições permanentes + colaboradores		2+12
Pós-doutoramentos		
Alunos de Doutoramento + Mestrado		2
Estagiários de Licenciatura		2
Projectos de investigação		7
Áreas de Investigação	Física do espaço interestelar, fontes Galácticas, Turbulência, magnetohidrodinâmica, propagação de raios cósmicos; métodos numéricos para adaptative mesh refinement em fluídos magnetizados; algoritmos numéricos para simulação de fluídos.	
Colaborações nacionais e internacionais	American Museum of Natural History (US), University of Chicago (US), University of Wisconsin (US), Notre Dame University (US), Korea Astronomy Observatory (Korea), UNAM (México), Universidad Complutense de Madrid (ESP), Max Planck Institut für Extraterrestrische Physik (GER), Institute für Astronomie, Universita Wien, Institut d'Astrophysique Saptiale (FR)	
Artigos em revistas com comissão de leitura		
Organização de reuniões científicas		3

### 3.4 Impacto Internacional da Ciência Portuguesa

#### 3.4.1 Congressos/Eventos Científicos

Uma das consequências naturais da evolução de um grupo de investigação ou de um país é a organização de congressos/eventos científicos nacionais e internacionais. No grupo dos primeiros, o Encontro Nacional de Astronomia e Astrofísica (ENAA) ocupa um lugar de destaque. Iniciado no Porto em 1991, com a organização do Centro de Astrofísica da Universidade do Porto, o ENAA tem decorrido anualmente desde então circulando pelas cidades e instituições onde a investigação em A&A se foi desenvolvendo. O ENAA é, pois, o encontro anual dos astrónomos portugueses e tem tido o condão de contribuir para o desenvolvimento da investigação no local de organização.

Em baixo identificam-se as várias edições do ENAA (para ver páginas individuais consultar <http://www.sp-astronomia.pt/actividades/enaas.html>):

- 14° Encontro Nacional de Astronomia e Astrofísica  
22 e 23 de Julho de 2004  
Universidade dos Açores, Angra do Heroísmo
- 13° Encontro Nacional de Astronomia e Astrofísica  
26 a 29 de Julho de 2003  
Observatório Astronómico da Universidade de Coimbra, Coimbra
- 12° Encontro Nacional de Astronomia e Astrofísica (JENAM2002)  
3 a 7 de Setembro de 2002  
Centro de Astrofísica da Universidade do Porto, Porto
- 11° Encontro Nacional de Astronomia e Astrofísica  
26 e 27 de Julho de 2001  
Departamento de Matemática, Universidade da Madeira, Funchal
- 10° Encontro Nacional de Astronomia e Astrofísica  
27 e 28 de Julho de 2000  
Centro Multidisciplinar de Astrofísica, Instituto Superior Técnico, Lisboa
- 9° Encontro Nacional de Astronomia e Astrofísica  
29 e 30 de Julho de 1999  
Observatório Astronómico de Lisboa, Lisboa
- 8° Encontro Nacional de Astronomia e Astrofísica  
29 e 30 de Julho de 1998  
Centro de Astrofísica da Universidade do Porto, Porto
- 7° Encontro Nacional de Astronomia e Astrofísica  
31 de Julho e 1 de Agosto de 1997  
Observatório Astronómico da Universidade de Coimbra, Coimbra
- 6° Encontro Nacional de Astronomia e Astrofísica  
18 a 20 de Setembro de 1996  
Departamento de Física da Universidade de Évora, Évora
- 5° Encontro Nacional de Astronomia e Astrofísica  
31 de Julho e 1 de Agosto de 1995  
Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, Lisboa
- 4° Encontro Nacional de Astronomia e Astrofísica  
28 e 29 de Julho de 1994  
Centro de Astrofísica da Universidade do Porto, Porto
- 3° Encontro Nacional de Astronomia e Astrofísica  
29 e 30 de Julho de 1993  
Departamento de Física, Instituto Superior Técnico, Lisboa
- 2° Encontro Nacional de Astronomia e Astrofísica  
31 de Agosto e 1 de Setembro de 1992  
Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, Lisboa
- 1° Encontro Nacional de Astronomia e Astrofísica  
29 e 30 de Julho de 1991  
Centro de Astrofísica da Universidade do Porto, Porto

De carácter regular podem ainda apontar-se os eventos seguintes (nome, datas, organização)

- Encontro da Rede Portuguesa de Cosmologia<sup>25</sup>, 7 edições: 98 a 03, Rede Portuguesa de Cosmologia + Instituição acolhedora
- Escola de Verão Interdisciplinar sobre o Sistema Solar<sup>26</sup>, 3 edições: 99, 01 e 03, Observatórios de Coimbra e Lisboa
- Escola de Verão de Astrofísica e Gravitação do IST, 2 Edições: 02 e 04, CENTRA
- New Worlds in Astroparticles Physics<sup>27</sup>, 5 edições: 96, 98, 00, 02 e 05, organizado conjuntamente por CENTRA/IST, CFIF, LIP e Universidade do Algarve

No que concerne a reuniões internacionais aqui se deixam alguns exemplos (nome, local, data e organização):

- *The Quest for Cosmological Scalar Fields*, Porto, 2004, Dep. Física UP
- *International Workshop on Planetary Probe Atmospheric Entry and Descent Trajectory Analysis and Science*, Lisboa, 2003, OAL
- *The Unsolved Universe: challenges for the Future - JENAM2000* (incluindo 7 *workshops* com organização de grupos portugueses), Porto, 2002, CAUP+SPA+EAS
- *Asteroseismology Across the HR Diagram*, Porto, 2002, CAUP
- Euroconference 'Jupiter after Galileo and Cassini', Lisboa, 2002, OAL
- *Observed HR Diagrams and Stellar Evolution*, Coimbra, 2001, OAUC
- *Astronomia Espacial: do Sol às Estruturas de Larga Escala*, Porto, 2000, CAUP
- *Cosmology 2000*, Instituto Superior Técnico, Lisboa, 2000, Grupo de Cosmologia e Gravitação, Departamento de Física do IST
- Portugal: o ESO e o VLT, Lisboa, 2000, Museu da Ciência FCUL e CENTRA
- *Astrophysics Dynamics*, Évora, 1999, Universidade de Évora e CENTRA

<sup>25</sup> <http://www.ualg.pt/fct/fisica/centra/rpc7/rpc7.htm>

<sup>26</sup> <http://astro.oal.ul.pt/~eviss/>

<sup>27</sup> <http://www.ualg.pt/fct/fisica/centra/a2002.html>

- Teorias Modernas de Formação de Estruturas, Porto, 1999, CAUP
- *Extra-Solar Planets: Formation, Detection and Modelling*, Lisboa, 1998, Universidade de Lisboa
- *Star Formation with the Infrared Space Observatory*, Lisboa 1997, Universidade de Lisboa
- *Non-Sleeping Universe*, Porto, 1997, CAUP
- 1º Encontro Ibérico de Gravitação, Lisboa, 1992, Instituto Superior Técnico

### **3.4.2 Colaborações internacionais**

Pela análise da actividade científica dos Centros e Grupos de Investigação pode detectar-se uma considerável internacionalização da investigação portuguesa. É geral a integração em redes e projectos europeus, o que tem como consequência visível as publicações, uma grande parte delas envolvendo colaboradores internacionais. O incremento nos últimos anos do número de congressos internacionais é igualmente indicativo de tal internacionalização.



## Capítulo

## 4

# A INTEGRAÇÃO DE PORTUGAL NOS ORGANISMOS INTERNACIONAIS

## 4.1 Preâmbulo

Como sinal de maturidade da Ciência portuguesa constata-se a adesão de Portugal a consórcios internacionais de Investigação. No que à A&A se refere destacam-se as adesões, em 2000, ao Observatório Europeu do Sul e à Agência Espacial Europeia. É consensual a nível da Europa, a importância destas duas organizações na evolução da Astronomia e Astrofísica.

Merece realce a reserva levantada no documento *European Research Area: Priorities in Astronomy* (já citado) em relação aos pequenos países, com evidente aplicação na realidade nacional: “*When governments finance their international subscriptions to ESO and ESA from the same budgets as national programmes, the effectiveness of both can be adversely affected*”. Nesse documento é apontada ainda como exemplo a discussão tida no seio da comunidade dinamarquesa sobre este tipo de problemas que, mesmo confrontada com a limitação orçamental, afirmou ser imprudente o abandono das “*international facilities*”.

Recentemente o Ministério da Ciência e Ensino Superior apresentou a “Estratégia Nacional para o Espaço”<sup>28</sup>. Entende-se aí a necessidade de “criar condições para o desenvolvimento sustentado da indústria” e “usufruir eficazmente de uma janela de oportunidade”. A estratégia da participação de Portugal na ESA aparece bem desenhada.

## 4.2 Observatório Europeu do Sul (ESO)

### 4.2.1 Impacto na Astronomia Portuguesa

A adesão de Portugal ao ESO, como membro de pleno direito teve como etapa primeira uma fase de pré-adesão, celebrada por um acordo datado de 10 de Julho de 1990, entre o Governo Português e o ESO que previa a transferência de uma percentagem da contribuição anual de Portugal ao ESO, com o objectivo de ser investido em *“limited number of infrastructures necessary for the development of astronomy and on technological and scientific training actions related to ESO’s activities”* (Acordo Portugal-ESO<sup>29</sup>). A referida transferência previa que no primeiro ano de pré-adesão a percentagem referida fosse de 50% aumentando 10% por ano até atingir os 100%, mantendo-se nesse valor até ao fim do período de pré-adesão. É de sublinhar que o aspecto da formação humana era particularmente visado por este acordo *“During that period (ten years) Portugal will reinforce its national scientific capability in the field of astronomy namely in what concerns the training of personnel, in such a way as to enable the number of Portuguese astronomers to be proportionally comparable to that of ESO member states”*.

Os concursos a projectos abertos no âmbito do acordo entre Portugal e o ESO, foram um dos suportes maiores do financiamento da A&A entre 1991 e 2000. Lamenta-se não ter sido prevista uma verba que pudesse continuar a financiar projectos de A&A após o período de pré-adesão (tal como é feito no Acordo Portugal-CERN).

Segundo dados da FCT foram submetidos 194 pedidos de financiamento de acções, do decurso dos concursos abertos no âmbito do acordo Portugal-ESO. Deste universo foram financiados 154, num total de 3.950.202 EUR.

A este conjunto devem ainda ser adicionados 13 projectos financiados em 2001, ao abrigo do POCTI, num total de 1.651.427 EUR, perfazendo um montante de 5.601.629 EUR de apoios a acções em A&A, na última década.

Na Figura 8 apresenta-se a evolução do financiamento atribuído a acções e projectos em A&A.

<sup>28</sup> Documento com o mesmo nome emanado do Ministério da Ciência e Ensino Superior em 2004

<sup>29</sup> <http://www.fd.uc.pt/CI/CEE/OI/ESO/>

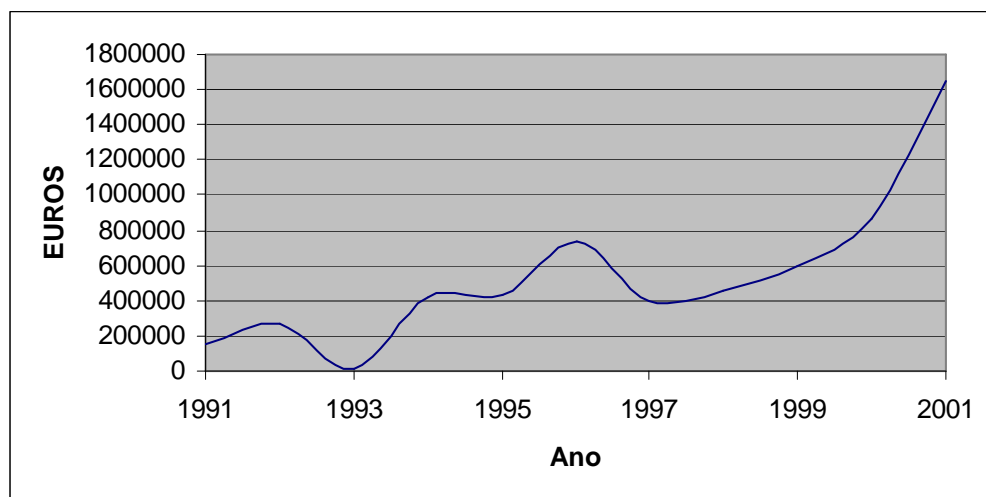


FIGURA 8. Financiamento atribuído a acções e projectos em A&A ao abrigo do acordo com o ESO (1991-2000); POCTI (2001). Fonte: FCT.

Este financiamento foi atribuído maioritariamente a projectos científicos. Uma pequena parte financiou reuniões científicas, visitantes estrangeiros a instituições nacionais (aproximadamente 4% do total) e infra-estruturas (aproximadamente 10% do total).

Instituição proponente	Financiamento (em EUR)	% do total
Centro de Ast. da Univ. Porto	919.396	16.4
Fac. Ciências U. Lisboa	61.153	1.1
Faculdade de Ciências UP	73.280	1.3
Fac. Ciências e Tecn. Univ. Coimbra	37.310	0.7
Fundação FCUL	3.110.693	55.5
Institu. Nacional de Inv. Cient	148.916	2.6
Instituto Superior Técnico	817.443	14.6
Obs. Astron. Univ. Coimbra	52.275	0.9
Uni. Beira Interior	38.667	0.7
Universidade de Évora	109.137	2.0
Universidade da Madeira	196.842	3.5
Outros	36.518	0.7

TABELA 2. Distribuição por instituição do financiamento atribuído a acções em A&A ao abrigo do acordo com o ESO (1991-2000) e POCTI (2001).

Relativamente à distribuição das verbas, por instituição, constata-se que um pouco mais de 85% do total do financiamento foi atribuído a três instituições: Fundação da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, Centro de Astrofísica da Universidade do Porto e Instituto Superior Técnico. Na Tabela 2 quantifica-se a distribuição relativa do financiamento para cada instituição proponente.

É necessário introduzir algumas notas em forma de comentário:

- No financiamento de 2001 (POCTI) está incluído o projecto de apoio à construção da câmara de infra-vermelho *Camera for Multi-Conjugated Adaptive Optics* (CAMCAO) para o *Very Large Telescope* (ESO) cuja instituição proponente foi a Fundação FCUL. O montante deste apoio é de 1.200.000 EUR;
- As acções propostas pela Faculdade de Ciências da Universidade do Porto estão ligadas às actividades do Observatório Astronómico Prof. Manuel de Barros;
- As acções propostas pela Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra emanaram do Departamento de Física da mesma Universidade;
- Em “Outros” estão incluídos apoios a associações de amadores de Astronomia no total de 9.128 EUR;
- A taxa média de acções recusadas é da ordem de 20%. Este valor é particularmente dependente do ano de 1993 onde se verificou a situação anómala de terem sido recusadas 15 das 19 acções submetidas nesse ano.

#### **4.2.2 Evolução temporal do número de utilizadores**

Outro dos aspectos fundamentais da nossa integração no ESO, foi a possibilidade de utilização dos meios de observação disponíveis por essa instituição. Aspecto particularmente relevante para países como Portugal com escassas infra-estruturas próprias de observação astronómica.

Na Figura 9 apresenta-se a evolução da percentagem de tempo de observação atribuído a propostas nacionais em relação ao tempo atribuído aos outros membros do ESO, nos períodos de observação de 67 a 70 (Abril de 2001 a Abril de 2003). Colocam-se também, para comparação, as percentagens da Bélgica, Dinamarca e Suíça, os países que com Portugal constituem o grupo dos quatro utilizadores com mais baixos índices de utilização dos meios do ESO. O caso da Dinamarca é particularmente relevante pois trata-se do país mais aproximado à realidade portuguesa (Tabela 1). A França, a Alemanha e a Itália têm percentagens de utilização da ordem dos 20 a 40%.

Para esta contabilidade foram considerados os seguintes telescópios UT1, UT2, UT4, 3.6 metros, NTT, 2.2 metros e o SEST.

Os números aqui apresentados parecem transmitir a ideia de uma utilização média, compatível com a de países da dimensão de Portugal.

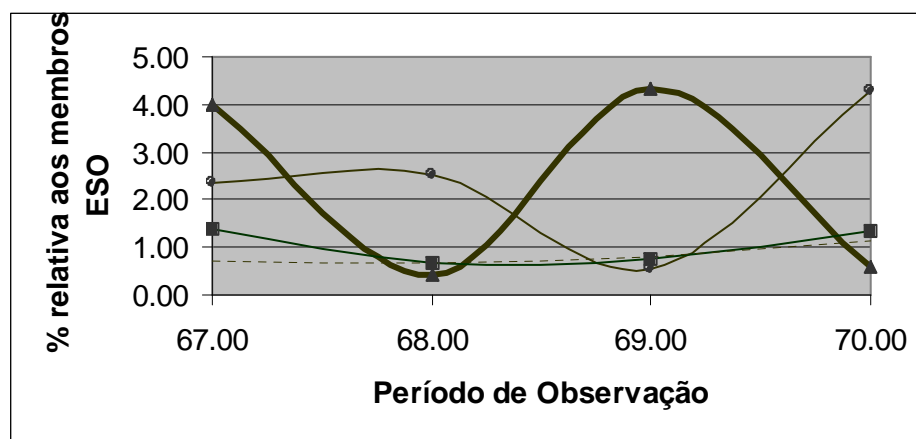


FIGURA 9. Percentagem da utilização dos telescópios ESO, para os períodos 67 a 70, de Portugal (linha a cheio com triângulos), Bélgica (linha a cheio com círculos), Suíça (linha a cheio com quadrados) e Dinamarca (linha a tracejado). Fonte: ESO

Em termos absolutos, e tomando agora como exemplo o período de observação 72, detectam-se 26 pedidos de observações, em que intervieram 19 astrónomos portugueses sendo que 10 desses pedidos tinham como PI<sup>30</sup> um astrónomo nacional. Para além disso, em todas as propostas aparece, pelo menos, um colaborador estrangeiro.

Apesar de não se dispor de números exactos pode ainda apurar-se que a Portugal é atribuído (em média) metade do tempo pedido pelo total das propostas. Foi recebida ainda, da parte de alguns sócios e colegas portugueses com responsabilidades junto do ESO, a sugestão de que é necessário a criação de um espaço, tipo “atelier”, onde os astrónomos portugueses mais experientes e conhecedores dos pressupostos de construção de um pedido de tempo de observação os possam transmitir e assim contribuir para o aumento de eficácia das propostas nacionais.

É ainda de referir que não se esgota no ESO a capacidade observacional em Terra dos astrónomos nacionais. Têm sido desenvolvidos projectos de observação noutros instrumentos (inclusivamente em território nacional). Para além do que vem referido nas características dos Grupos (item 3.3) pode ainda destacar-se: YALO (CAAUL+CENTRA), Radiotelescópio do Observatório do Porto (OP+CAAUL), Espectroheliógrafo do OAUC, La Palma (CAUP+CENTRA) e o Telescópio Canadá-França-Hawai (CENTRA).

#### 4.2.3 Recursos humanos nacionais no ESO

A participação de cientistas portugueses no ESO é de momento a seguinte:

- *European ALMA Board*  
- M. Teresa V.T. Lago (CAUP)

<sup>30</sup> *Principal Investigator.*

- *ALMA European Science Advisory Committee*
  - José Afonso (CAAUL)
- *ESO Council*
  - M. Teresa V.T. Lago (CAUP)
  - Fernando Bello Pinheiro (GRICES)
- *Observing Programmes Committee [OPC]*
  - André Maria da Silva Dias Moitinho de Almeida (CAAUL)
  - Catarina Gasparinho Lobo (CAUP)
- *Scientific and Technical Committee [STC]*
  - Paulo V. Garcia (CAUP)
- *Users Committee*
  - João Lin-Yun (CAAUL)

## 4.3 Agência Espacial Europeia (ESA)

### 4.3.1 Impacto na Astronomia Portuguesa

É difícil avaliar o impacto da ESA na Astronomia em Portugal, pois é muito recente a adesão de Portugal a este organismo; contrariamente ao caso do ESO, não houve um período de pré-adesão e Portugal tornou-se membro de pleno direito em Novembro de 2000.

Os contornos da participação portuguesa na ESA são muito diferentes dos do ESO. Antes de mais, há a questão do retorno industrial de uma parte da contribuição anual de Portugal à ESA, num total de 10 milhões de EUROS (ver item 5.6 neste relatório). Além disso, só uma percentagem da ordem dos 15% da contribuição são usados nos programas científicos de todas as áreas (incluindo a Astronomia).

O Programa Dinamizador das Ciências e Tecnologias do Espaço, gerido pela FCT e pelo GRICES visa dar expressão à componente científica (ex. apoio a projectos) e de formação de recursos humanos (ex. o programa Young Graduate Trainees da ESA).

De referir ainda que Portugal participa, através dos Centros e Grupos de Investigação, em muitas das missões espaciais da ESA dedicadas à A&A tais como: XMM-Newton (CAUP, CAAUL), SOHO (CAUP, GAUC/OAUC,OP), MARS-EXPRESS (MAGIC<sup>31</sup>), Planck (CENTRA), Beppi-Colombo (OAL) e GAIA (CAUP, GAUC/OAUC).

---

<sup>31</sup> Um consórcio de instituições científicas lideradas pelo Observatório Astronómico da Universidade de Lisboa

### 4.3.2 Recursos humanos nacionais na ESA

A participação de portugueses na ESA é de momento a seguinte:

- *Astronomy Working Group* [AWG]
  - Pedro T.P. Viana (CAUP)
  
- *ESA Council*
  - Embaixador de Portugal em Paris
  - Engenheira Virgínia Corrêa (GRICES)
  
- *Science Programme Committee* [SPC]
  - Maarten Roos-Serote (CAAUL)
  - José Silva Neves (Univ. Aveiro)

## 4.4 Outros organismos

No que concerne aos outros organismos internacionais com relação com a A&A merecem especial destaque a União Astronómica Internacional (IAU) e a Sociedade Europeia de Astronomia (EAS), das quais Portugal faz parte.

No caso da primeira, a IAU, a grande família da Astronomia mundial, a representação nacional é assegurada pela Secção Portuguesa das Uniões Internacionais Astronómica, Geodésica e Geofísica (SPUIAGG) ao abrigo do Despacho Conjunto 159 de 1985 dos Ministérios dos Negócios Estrangeiros, Finanças e Plano e da Educação. Esta Secção é constituída por 9 elementos, sendo apenas um astrónomo, o Director do Observatório Astronómico de Lisboa (Despacho nº 5666/2002). Tendo em conta a recente evolução da Astronomia nacional, esta representação parece actualmente desajustada. Assim a Direcção da SPA efectuou os primeiros contactos com a SPUIAGG em 2001 e expôs a situação ao Senhor Secretário de Estado da Ciência e Ensino Superior, por ocasião da reunião tida em 2004, com o objectivo de tornar a SPA o representante nacional do IAU.

Portugal é membro da EAS e a participação recente nas suas actividades teve o ponto alto na organização do JENAM2002<sup>32</sup>, com um sucesso globalmente reconhecido, tendo dado origem a oito *workshops*, sete deles da iniciativa de astrónomos portugueses. É de esperar que a intervenção de Portugal neste organismo vá evoluindo com o crescimento da nossa comunidade.

De considerar também o Centre Européen de Recherche Nucléaire (CERN), que não sendo especialmente dedicado à A&A tem extensões naturais, em particular no que concerne às áreas de estudo da astrofísica de partículas e de detecção de radiação de altas energias. No entanto, a relação entre esta instituição e os centros de investigação nacionais ligados à A&A é geralmente uma relação indirecta.

---

<sup>32</sup> <http://www.sp-astronomia.pt/jenam2002/>

Pode dividir-se a contribuição do CERN para o desenvolvimento da A&A em dois tipos: aquisição de competências técnicas e científicas através de projectos CERN e colaboração em projectos com ramos de desenvolvimento comuns.

A importância do CERN na aquisição de experiência para o desenvolvimento de projectos de dimensão internacional na A&A é bem ilustrada pela história da criação do ESO. O ESO, antes de se tornar uma instituição autónoma passou por um período de incubação no seio do CERN. Só após a aquisição de alguma maturidade científica e institucional o ESO adquiriu autonomia em relação ao CERN. Deste modo muitas das competências adquiridas pelo ESO e pelos investigadores que aí desenvolvem hoje o seu trabalho de investigação devem-se a esse período de incubação no CERN. Duas das áreas de que o ESO tirou partido do seu período de incubação no CERN são a óptica e a electrónica. Posteriormente, a óptica desenvolveu-se bastante quando o ESO adquiriu autonomia; no entanto, o desenvolvimento da electrónica no ESO tem sido bastante mais lento.

A nível nacional existe um exemplo semelhante. Grande parte da equipa responsável pelo desenvolvimento da CAMCAO adquiriu previamente competências através do desenvolvimento de projectos ligados ao CERN. Outro exemplo semelhante é a participação do Laboratório de Instrumentação em Física Experimental de Partículas (LIP) no desenvolvimento do *Alpha Magnetic Spectrometer Experiment* (AMS) para a Estação Espacial Internacional. Muita da experiência desta equipa também foi adquirida através do desenvolvimento de projectos CERN.

Por outro lado, através da colaboração em projectos de interesse comum, o CERN contribuiu para o desenvolvimento da A&A em áreas como as astropartículas, o estudo de raios cósmicos e o desenvolvimento de detectores. O CERN lança regularmente concursos para financiamento de projectos de investigação onde são apresentadas frequentemente propostas que trazem benefícios tanto ao CERN como ao desenvolvimento da A&A. Alguns exemplos desses benefícios comuns são o desenvolvimento de competências técnicas associadas à física de aceleradores, à computação, a actividades de natureza teórica e ao desenvolvimento de detectores de radiação e instrumentação.



## Capítulo

## 5

# A ASTRONOMIA E ASTROFÍSICA NO ENSINO E SOCIEDADE

## 5.1 Preâmbulo

Assumindo que a prioridade deste documento é a investigação abordam-se também, brevemente, as questões ligadas ao Ensino e em particular à formação universitária em A&A por esta se encontrar a montante da investigação. São igualmente tratados os aspectos mais mediáticos, como a divulgação científica e o impacto nos mass media da A&A nacional. A terminar, uma referência às potencialidades da A&A para o sector privado.

## 5.2 Ensino Secundário

### 5.2.1 Programas escolares

Não havendo uma disciplina específica de A&A, os temas afins aparecem distribuídos em várias disciplinas dos ensinamentos Básico e Secundário. Aqui se apresentam dois exemplos interessantes do ensino secundário.

### Física Química A de 10º Ano (Cursos Científico-Humanísticos)

A disciplina de Física Química A de 10º Ano (tronco comum da componente de Formação Específica do Curso Geral de Ciências Naturais e do Curso Geral de Ciências e Tecnologias do Ensino Secundário) apresenta um conjunto considerável de conceitos de A&A uma vez que "*Quando se pretende estudar os átomos e os elementos a que dizem respeito, não nos podemos alhear do contexto em que essas entidades existem, do modo como apareceram e do fabuloso desenvolvimento científico e tecnológico que nos permite compreendê-los e para os quais a Química e a Física tiveram uma contribuição vital.*" (Programa da Disciplina preparado pelo Ministério da Educação<sup>33</sup>). O Primeiro Capítulo do Programa desta Disciplina é denominado "Das Estrelas aos Átomos", que inclui um sub-capítulo "A Arquitectura do Universo" cujos conteúdos estão esquematizados na Figura 10. O Programa, propõe 3 aulas para a apresentação desta matéria.

### Geologia de 10º ano (Cursos Científico-Humanísticos):

A disciplina de Geologia é igualmente uma disciplina de Tronco Comum e entendida como bienal. O programa está dividido em cinco temas que são tratados durante os dois anos<sup>34</sup>. Podem encontrar-se no segundo tema "A Terra, um planeta muito especial" (leccionado no 10º Ano) assuntos de A&A. Esse tema está dividido em três sub-temas das quais contam: "Formação do Sistema Solar" e "Terra e os Planetas telúricos".

---

<sup>33</sup> [http://www.ciencias-exp-no-sec.org/documentos/programa\\_CFQA10.doc](http://www.ciencias-exp-no-sec.org/documentos/programa_CFQA10.doc)

<sup>34</sup> [http://www.ciencias-exp-no-sec.org/documentos/programa\\_bio\\_geol\\_10\\_homol.pdf](http://www.ciencias-exp-no-sec.org/documentos/programa_bio_geol_10_homol.pdf)

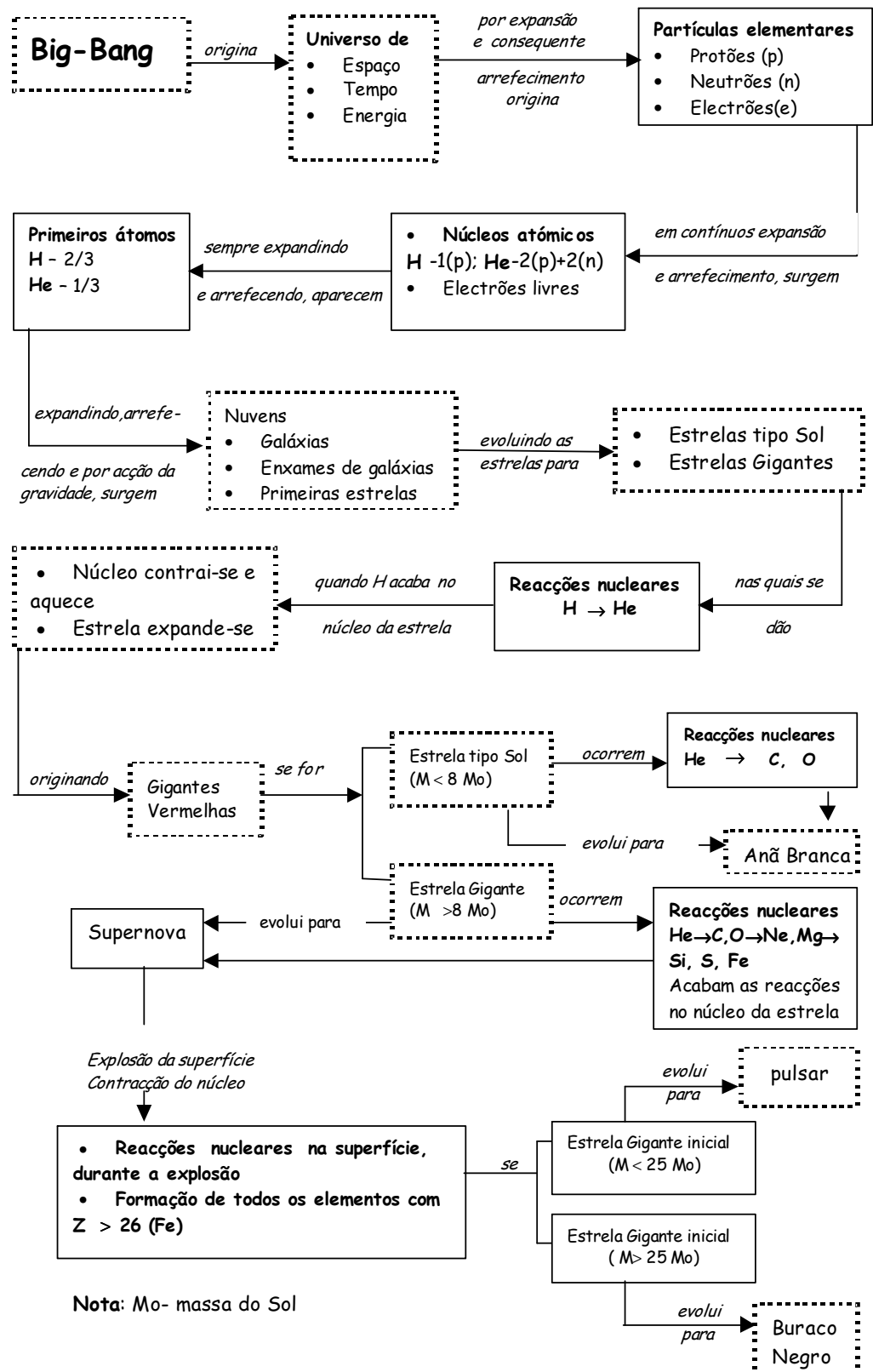


FIGURA 10. O capítulo “Das estrelas aos átomos” do programa oficial da disciplina de Física e Química A. Nota-se a gralha nas abundâncias relativas do Hélio e Hidrogénio primordiais.

## 5.2.2 Actividades extra-curriculares

A A&A apresenta-se como um dos veículos preferenciais para o ensino de várias ciências. É assim porque, por um lado, se trata de uma ciência interdisciplinar e, por outro lado, apresenta contornos suficientemente atractivos para a motivação dos alunos. A A&A é frequentemente escolhida pelos professores para a Área de Projecto agora existente no ensino secundário.

Neste sentido, o concurso promovido pela Unidade de Ciência Viva, do então Ministério da Ciência e Tecnologia, destinado à promoção do Ensino Experimental das Ciências nas Escolas<sup>35</sup> foi motor de criação de muitas actividades fora da sala de aula. Entre 1997 e 2001 houve cinco edições de concursos tendo sido financiados ao todo 3125 projectos. Destes, 194 foram especialmente desenvolvidos na área da A&A, dos quais 36 projectos se encontram ligados à criação de Clubes de Astronomia nas Escolas.

É de salientar que os Professores do Ensino Secundário, que têm que abordar os assuntos de A&A nas suas aulas e que normalmente não os tiveram na sua formação de base, reclamam a necessidade de mais formação (*e.g.* “Encontro sobre o ensino da Astronomia”<sup>36</sup>). Hoje em dia, podem encontrar-se variadas iniciativas de alguns Centros e Grupos de Investigação portugueses que podem colmatar estas lacunas.

De salientar ainda a existência, desde 1996, da Associação Portuguesa para o Ensino da Astronomia (ASTRO)<sup>37</sup>, cujo objectivo fundamental é o de apoiar e promover a formação contínua de professores no âmbito da Astronomia.

---

<sup>35</sup> <http://www.cienciaviva.mct.pt/concurso/bdprojectos/>

<sup>36</sup> <http://www.astro.up.pt/caup/eventos/2004jan23/>

<sup>37</sup> <http://planeta.ip.pt/astroportugal/>

## 5.3 Ensino Superior

A formação universitária é absolutamente essencial ao desenvolvimento de competências de investigação. Paralelamente ao crescimento da A&A em Portugal, já aqui referido, é de salientar o aparecimento de licenciaturas e planos de pós-graduação em A&A em algumas universidades públicas.

### 5.3.1 Licenciatura

Existem presentemente duas licenciaturas que dão formação específica em A&A:

- Licenciatura de Física/Matemática Aplicada (Astronomia)<sup>38</sup>. Aberta em 1984, trata-se de uma Licenciatura da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, com coordenação partilhada entre os Departamentos de Matemática Aplicada e de Física. Actualmente, o *numerus clausus* é 20, número de vagas que, à excepção do ano lectivo de 2003-2004, tem sido sempre preenchido. Tem a duração de 4 anos;
- Licenciatura em Engenharia de Instrumentação e Electrónica (ramo de Astronomia)<sup>39</sup>. Foi aberta no ano lectivo de 2001-2002 pela Universidade da Madeira, com coordenação partilhada entre os Departamentos de Matemática e Engenharias, de Física e de Química. Tem tido um *numerus clausus* de 10-15 alunos e tem preenchido uma média anual de cinco vagas. No ano lectivo de 2004-2005 foi proposto um *numerus clausus* de zero. Tem a duração de 5 anos.

Para além disto foi criado em 2003, na Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, o ramo de Astronomia e Astrofísica, na Licenciatura em Física<sup>40</sup>, constituído pelo 3º e pelo 4º ano.

De realçar que podem-se ainda encontrar disciplinas de A&A disseminadas por várias licenciaturas, em particular em Física (em várias Universidades Portuguesas tais como Aveiro, Beira Interior, Évora e Universidade Técnica de Lisboa) e Matemática (nas Universidades de Coimbra, Madeira e Açores).

---

<sup>38</sup> <http://www.ma.fc.up.pt/licenciaturas/astro/indice.html>

<sup>39</sup> <http://www.uma.pt/Investigacao/Astro/Curso/index.htm>

<sup>40</sup> <http://fisica.fc.ul.pt/modules.php?name=Content&pa=showpage&pid=2>

### 5.3.2 Pós-graduação

No que à formação de pós-graduação diz respeito existem actualmente três mestrados nacionais em A&A e um mestrado em Física com especialização em Astrofísica, a saber:

- Mestrado de Astronomia e Astrofísica<sup>41</sup>, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, com 20 vagas e 1 ano de parte escolar + 1 ano de preparação de tese.
- Mestrado em Astronomia<sup>42</sup>, Departamento de Matemática Aplicada da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, com a duração total de 1 ano.
- Mestrado em Ensino da Astronomia<sup>43</sup>, Departamento de Matemática Aplicada da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, com 20 vagas e 1 ano de parte escolar + 1 ano de preparação de tese. Este mestrado, ao contrário dos dois precedentes, está vocacionado para os docentes do ensino básico e secundário.
- Mestrado em Física<sup>44</sup> (área de especialização em Física das Partículas, Astrofísica e Cosmologia), Instituto Superior Técnico da Universidade Técnica de Lisboa com 40 vagas e 1 ano de parte escolar + 1 ano de preparação de tese

Tal como acontece nos cursos de licenciatura podem encontrar-se disciplinas de A&A leccionadas em mestrados de Física, em várias Universidades Portuguesas.

Existe a área de doutoramento em A&A em três Universidades: Porto, Lisboa e Madeira. No caso da Universidade do Porto existe um “Programa de Doutoramento em Astronomia” no Departamento de Matemática Aplicada<sup>45</sup>. O Instituto Superior Técnico propõe doutoramentos em Física e em Engenharia Física com áreas de especialização em Astrofísica e Cosmologia.

## 5.4 Divulgação e promoção da Ciência

A divulgação científica em A&A sofreu nos últimos anos um incremento muito positivo. Este facto deveu-se não só aos esforços das instituições de astrónomos amadores, mas também a muitos grupos de investigação que chamaram a si a organização de actividades de promoção da Ciência. Estes esforços tiveram correspondência nas políticas do Estado com o aumento da promoção a este tipo

<sup>41</sup> <http://fisica.fc.ul.pt/modules.php?name=Content&pa=showpage&pid=44>

<sup>42</sup> <http://www.ma.fc.up.pt/mestrados/astro/astronomia/astro/>

<sup>43</sup> <http://www.ma.fc.up.pt/mestrados/astro/astronomia/ensino/>

<sup>44</sup> [http://einstein.fisica.ist.utl.pt/~postgrad/mestrado\\_fis.html](http://einstein.fisica.ist.utl.pt/~postgrad/mestrado_fis.html)

<sup>45</sup> <http://www.ma.fc.up.pt/doutoramentos/astronomia/>

de iniciativas (eg Astronomia no Verão da Unidade de Ciência Viva, criação de Centros Ciência Viva e Colóquios "Despertar para a Ciência").

É de sublinhar igualmente a existência de legislação sobre esta matéria (Decreto Lei 125/99, de que aqui se transcreve um excerto):

Artigo 13.º

Difusão da cultura científica e tecnológica

1 - Os laboratórios do Estado, as outras instituições públicas de investigação, os laboratórios associados e as instituições particulares de investigação referidas no n.º 2 do artigo 11.º deverão promover a difusão da cultura científica e tecnológica, designadamente:

(...)

c) Realizando acções de divulgação da cultura científica, nomeadamente junto da população escolar, proporcionando a esta um contacto directo com a instituição e os projectos de investigação em curso;

(...)

#### 5.4.1 A Divulgação nos Centros, Grupos e Associações

Pode encontrar-se uma atitude generalizada de vontade e prática de promoção da Ciência em quase todos os Centros ou Grupos de investigação em A&A em Portugal.

- O Centro de Astrofísica da Universidade do Porto tem o Núcleo de Divulgação<sup>46</sup> que promove um conjunto variado de actividades (AstroNotícias, Planetário na Escola, Astroteca, palestras públicas, etc.). Para além disso o CAUP tem a seu cargo a gestão científica do Planetário do Porto;
- O Observatório Astronómico Prof. Manuel de Barros, promove várias actividades de divulgação<sup>47</sup> tais como: visitas de estudo, apoio a clubes de astronomia, cursos de astronomia, etc.;
- O Observatório Astronómico da Universidade de Coimbra promove actividades de visitas às escolas<sup>48</sup> e ao espaço do Observatório;
- O Observatório Astronómico de Lisboa<sup>49</sup> tem um serviço de Educação e Divulgação promovendo palestras públicas, um consultório científico, concursos destinados a Escolas, etc. Esta instituição publica mensalmente o boletim " O Observatório"<sup>50</sup> destinado ao público em geral;
- O Grupo de Astronomia da Universidade da Madeira organiza, entre outras actividades, palestras públicas e sessões de observação astronómica<sup>51</sup>;

<sup>46</sup> <http://www.astro.up.pt/nd/indice.html>

<sup>47</sup> <http://www.fc.up.pt/oa/actividades/actividades.html>

<sup>48</sup> [http://www.mat.uc.pt/~obsv/obsv/dia\\_astr.html](http://www.mat.uc.pt/~obsv/obsv/dia_astr.html)

<sup>49</sup> <http://www.oal.ul.pt/>

<sup>50</sup> <http://www.oal.ul.pt/oobservatorio/index.html>

<sup>51</sup> <http://www.uma.pt/Investigacao/Astro/Grupo/Divulgacao/divulgacao.htm>

- O Centro Multidisciplinar de Astrofísica participou na organização de centros de ciência (Visionarium em Santa Maria da Feira e Centro Ciência Viva de Faro), desenvolve regularmente palestras públicas, presta apoio a organismos de astrónomos amadores e tem vários livros de divulgação publicados<sup>52</sup>;
- O Grupo de Cosmologia e Gravitação, Departamento de Física do IST realiza palestras públicas;
- O Grupo de Astrofísica e Cosmologia da Universidade da Beira Interior<sup>53</sup> promove a divulgação de Astrofísica, Cosmologia, Geofísica e Física de Altas Energias ao público em geral, intervem nas escolas, organiza palestras públicas, promove sessões de observação, etc.;
- A associação Núcleo Interactivo de Astronomia (NUCLIO)<sup>54</sup>, recentemente formada por um grupo de astrónomos profissionais (doutorados e mestres) e astrónomos amadores, promove actividades de divulgação científica, que englobam sessões de observação, palestras e exposições. Especial destaque merece o projecto “Portal de Astronomia”.

#### 5.4.2 Organizações Amadoras

A Astronomia é tradicionalmente uma área muito procurada pelos (correntemente apelidados de) amadores. Portugal não é excepção. Para além dos já referidos Clubes de Astronomia é possível encontrar em Portugal Associações e Grupos com larga experiência na divulgação e observação astronómica. São exemplos:

- Associação Nacional de Observação Astronómica<sup>55</sup>
- Observatório Astronómico de Santana nos Açores<sup>56</sup>
- Associação Portuguesa de Astrónomos Amadores<sup>57</sup>

### 5.5 A Astronomia e Astrofísica na Imprensa

Os principais jornais diários portugueses dedicam secções a assuntos científicos com uma periodicidade praticamente diária nas suas edições de segunda a sexta. Nas edições de fim-de-semana, tanto os jornais diários como os semanários publicam regularmente secções e crónicas científicas para um público mais variado onde são abordados temas relacionados com assuntos mais próximos do quotidiano dos leitores. No que respeita a assuntos especificamente relacionados com a Astronomia, a Astrofísica e o Espaço, a

<sup>52</sup> <http://centra.ist.utl.pt/outreach/>

<sup>53</sup> <http://www.dfis.ubi.pt/~gatc/index.html>

<sup>54</sup> <http://www.portaldoastronomo.pt>

<sup>55</sup> <http://planeta.ip.pt/~ip224640/anoa.htm>

<sup>56</sup> <http://www.oas.online.pt/>

<sup>57</sup> <http://www.apaa.online.pt/>



frequência com que são publicados na imprensa é aproximadamente de duas a três vezes por semana. O número de vezes que a *Astronomia*, a *Astrofísica* e o *Espaço* são objecto de primeira página dos jornais diários depende em grande medida da frequência de acontecimentos mais mediáticos (exemplos recentes: as sondas da ESA e da NASA enviadas a Marte, o trânsito de Vénus, etc.). Deste modo, nos últimos anos, os referidos assuntos foram objecto de primeira página aproximadamente entre 10 a 20 vezes por ano.

Apesar de o espaço dedicado às ciências ter tido um incremento significativo sobretudo nas últimas duas décadas – o jornal “O Público” publica uma secção dedicada à ciência há 14 anos – jornais como o “Diário de Notícias” perderam recentemente a secção dedicada à ciência e ao ambiente, publicando estes assuntos de uma forma menos sistemática.

O impacto nas vendas/tiragens dos jornais em função da publicação de artigos relacionados com a *Astronomia*, a *Astrofísica* e o *Espaço* não é em geral conhecido pelos responsáveis das secções científicas; deste modo não constitui factor de ponderação de publicação ou não dos referidos assuntos. O público alvo destas secções não é conhecido com rigor, sabendo-se apenas que se trata geralmente de um público mais exigente e mais informado. No entanto, após a publicação de artigos sobre a política científica nacional existe geralmente uma reacção significativa (cartas, emails, telefonemas, etc.) da parte dos leitores, sendo assim uma das poucas ocasiões em que os jornalistas conseguem ter alguma percepção do perfil dos leitores das secções científicas.

Os responsáveis pelas secções científicas recorrem a variadas fontes de informação. As mais utilizadas são: Lusa, Reuters, AFP, AP, secções científicas de outros meios de comunicação (BBC, CNN, Le Monde, etc.), Nature (serviço especial meios de comunicação), Science, EurekAlert e os sítios da ESA, do ESO e da NASA.

O contacto com os investigadores nacionais é geralmente efectuado pelos jornalistas através de conhecimentos pessoais com os quais existe um historial de boas colaborações e através de iniciativas esporádicas da parte de alguns investigadores. No entanto, existe a percepção de que progressivamente começa a ser mais fácil e mais produtora o contacto com investigadores portugueses tendo em vista colaborações e comentários de assuntos científicos. No caso específico da A&A essa percepção é ainda mais evidente.

A publicação de acontecimentos de carácter científico e de actividades de divulgação científica é condicionada tanto pelas fontes de informação como pelos contactos com investigadores e com instituições de investigação científica. Deste modo, a divulgação de acontecimentos publicados através das habituais fontes jornalísticas funciona geralmente de uma forma eficaz. Pelo contrário, a divulgação de acontecimentos que requerem um contacto directo entre jornalistas e investigadores é ainda bastante escasso.

## 5.6 Sector Empresarial

Apesar do recente desenvolvimento da comunidade nacional nos domínios da A&A, a presença desta área científica no sector empresarial é ainda muito escassa. Nos últimos anos esta presença tem-se feito sentir essencialmente nas tecnologias ligadas ao Espaço. Recorrendo uma vez mais à “Estratégia Nacional para o Espaço 2003-2008” já citada, pode ler-se que “*As empresas têm feito um esforço muito significativo para participarem nas actividades da ESA (...)*”<sup>58</sup>. Segundo o mesmo documento há ausência de investimento no Espaço por parte das maiores empresas nacionais. Assim a actual participação fica a cargo de pequenas empresas, em particular do domínio do *software* que “*tem representado a parte mais significativa do envolvimento industrial na ESA*”.

Podem encontrar-se cinco campos da actividade empresarial no domínio do Espaço:

- *Software*;
- Engenharia de Sistemas;
- Serviços e equipamentos integrados de navegação, de telecomunicações e de observação da Terra;
- Desenho e implementação de electrónica;
- Gestão e Logística de infra-estruturas espaciais;

Este desenvolvimento tem tido um claro reflexo no retorno industrial de Portugal na ESA, sempre em crescendo desde o segundo trimestre de 2001, passando de pouco mais de 20% para 60% no terceiro trimestre de 2003. Espera-se, até 2008, atingir valores superiores a 90%.

No que concerne às missões científicas da ESA<sup>59</sup>, nas áreas de Astrofísica e do Sistema Solar, podem encontrar-se envolvimento de empresas nacionais na Mars Express, Venus Express, Hershel, Planck e GAIA.

É de realçar que para além do espaço a A&A oferece potencialmente outros domínios de interacção entre as comunidades científica e empresarial. Trata-se da concepção e construção de componentes para a observação astronómica a partir da superfície terrestre, por exemplo instrumentação para telescópios. Numa primeira análise não se encontraram empresas nacionais ligadas a este sector. Não rejeitando a possibilidade de existirem, admite-se serem ainda casos pontuais.

---

<sup>58</sup> idem, item 4.2

<sup>59</sup> Consideram-se missões operacionais, em implementação e em preparação.

## Capítulo

## 6

# ANÁLISE FINAL E PERSPECTIVAS

## 6.1 Análise final

Este documento pretende traçar a realidade da Astronomia e Astrofísica em Portugal, particularmente no que concerne à caracterização dos recursos humanos e investigação.

Pode constatar-se que houve, nos últimos 15-20 anos uma evolução assinalável da investigação em Portugal, partindo de uma quase inexistência de investigação no final da década de 70 para uma realidade, no início do século XXI, mais condizente com o que se espera de um país europeu moderno. Vários são os indicadores que apontam neste sentido: doutorados, Grupos e Centros de investigação, contactos internacionais, publicações, projectos, graduação e pós-graduação em universidades portuguesas, etc. Este percurso está fortemente dependente dos esforços pessoais de alguns astrónomos junto das suas universidades e do conseqüente apoio financeiro do Estado, em particular fruto do Acordo Portugal-ESO (celebrado em 1990), que se manifestou particularmente importante no apoio a Bolsas de pós-graduação e a projectos científicos.

Encontramo-nos assim na presença de uma comunidade jovem e fortemente internacionalizada. Este último aspecto deve-se muito ao facto da maior parte dos doutoramentos em A&A, da década de 80 até meio da década de 90, se efectuarem

no estrangeiro (as pós-graduações em A&A em Portugal são ainda recentes). Voltando para Portugal, estes doutorados trouxeram consigo os contactos que entretanto estabeleceram.

Portugal é membro, desde 2000, das duas organizações europeias com maior ligação à A&A, o Observatório Europeu do Sul e a Agência Espacial Europeia.

Na última avaliação da Unidades de Investigação da FCT, os resultados dos quatro Centros em A&A foram os seguintes: um centro com Excelente, um com Muito Bom e dois com Bom.

Constata-se ainda que os Centros e Grupos de Investigação se encontram sensibilizados para a divulgação científica, tendo geralmente todos eles, actividades de promoção da Ciência junto do público em geral.

Por tudo isto, no que à A&A diz respeito (sendo que as outras áreas científicas foram também alvo de evolução recente), Portugal situa-se no caso típico de um país que atravessou um período dedicado ao investimento e devia agora estar a preparar-se para aplicar o resultado desse investimento.

No entanto, este documento mostra que, apesar de todo o investimento, a A&A nacional corre o risco de não tirar o proveito necessário do seu esforço. Constata-se que uma fracção importante (da ordem de 40%) dos investigadores em A&A, doutorados nos últimos anos, não tem estabilidade profissional. Contribui para esta situação o facto das escolas de Ensino Superior não acompanharem, em termos de recrutamento, o crescimento observado no número de doutorados. Assim, a situação mais corrente é a da sucessão de pós-doutoramentos, havendo casos com um tempo total de pós-doutoramento superior a 8 anos, o que faz de Portugal um país de mão-de-obra científica barata e precária, pouco atractivo para atrair bons investigadores tanto nacionais como estrangeiros. Constata-se, assim, a existência de uma parte importante da investigação assente em astrónomos cujo “potencial de fuga” é elevado. Para além disso parece claro que esta instabilidade impede uma reflexão serena sobre os caminhos que Portugal deseja trilhar no futuro, na A&A, afectando a eficácia da acção do país na competição com os outros países. A demonstrar este facto está o cenário actual de uma A&A nacional com uma grande taxa de crescimento mas sem manifestações claras de uma ideia global para um projecto nacional para esta área.

Provavelmente, esta não é uma situação exclusiva, em Portugal, da A&A. No entanto será difícil encontrar uma área da Ciência em Portugal que tenha quase metade dos seus efectivos em situação de emprego precário, vulgo bolseiros. Num recente estudo<sup>60</sup> da Associação de Bolseiros de Investigação Científica, constata-se que a percentagem média de bolseiros relativamente ao total dos membros (bolseiros + membros com estabilidade profissional) nos Centros de Investigação em Portugal é da ordem de 25% (média de todas as áreas). Além disso, a comparação com os países europeus diz-nos que Portugal tem duas a três vezes menos astrónomos com posição permanente do que esses países. Se se somar a

<sup>60</sup> [http://www.bolseiros.org/prod\\_bic.pdf](http://www.bolseiros.org/prod_bic.pdf)

estes factos a necessidade de dar uma resposta competente aos compromissos assumidos com os organismos internacionais (*e.g.* ESA e ESO) pode compreender-se a urgência de uma ideia estratégica para a A&A nacional que possa, por um lado dar resposta aos problemas de empregabilidade dos doutorados em A&A e, por outro lado, traçar um rumo para o futuro.

## **6.2 Prioridades e perspectivas: um possível caminho!**

Resulta que a primeira prioridade da A&A nacional está na capacidade de o país conseguir a fixação estável de um conjunto de astrónomos para o qual investiu fortemente na formação. O meio empresarial (actual) não parece preparado para absorver doutorados em A&A. Por outro lado, a redução de alunos nas Licenciaturas de áreas das Ciências Naturais e a ausência de Departamentos de A&A em Portugal, leva a que o recrutamento de docentes doutorados em Astronomia vá sendo cada vez menor. Restariam os Observatórios Astronómicos, que também têm mostrado não serem um veículo eficaz de emprego em Astronomia em Portugal.

Parece também claro que a continuação da participação nas organizações como a ESA e o ESO é um elemento fundamental para o desenvolvimento da A&A. Identifica-se, assim, a segunda prioridade. No que concerne a ESA, sublinha-se a oportunidade que se abre no sentido da colaboração entre instituições científicas e as empresas. No que respeita ao ESO, urge a tomada de medidas que reforcem a participação de Portugal nos tempos de observação dos telescópios disponíveis. Por isso são muito preocupantes as recentes situações de incumprimento de Portugal das obrigações para com o ESO, no que diz respeito à quota anual. Para além disso lamenta-se que no acordo Portugal-ESO não tivesse sido prevista uma verba que pudesse financiar projectos após o período de pré-adesão (tal como foi feito no acordo Portugal-CERN).

Como terceira prioridade aponta-se a necessidade de um instrumento agregador dos actuais interesses da A&A nacionais. Os esforços nacionais parecem diluídos em esforços locais e pessoais, sendo que o resultado global não é necessariamente a soma das qualidades intrínsecas de cada grupo.

Confrontados com a realidade acima descrita será decisivo traçar cenários que possam contribuir para uma ideia estratégica para a A&A em Portugal. Será importante, então, debater como se poderá materializar esta ideia estratégica.

No seguimento das reflexões internas à SPA em conjunto com os vários contactos feitos, nomeadamente com o Senhor Secretário de Estado Adjunto do Ministério da Ciência, Inovação e do Ensino Superior e com o Senhor Presidente da Fundação para a Ciência e a Tecnologia, preconiza-se a criação de uma instituição nacional para a Astronomia, Astrofísica e Instrumentação.

A alusão à Instrumentação é fácil de entender. A A&A é uma área onde a interdisciplinaridade se cumpre de uma forma feliz. Para além disso a História da Ciência e Tecnologia abunda em exemplos sobre como a vontade de conhecer dos astrónomos os levou a desenvolver conceitos científicos e tecnológicos que vieram depois a ser usados noutras áreas do saber.

Uma das plataformas modernas de exemplo desta interdisciplinaridade é o processo de motivação, concepção e construção de uma sonda espacial para estudo de objectos astronómicos. Para aí concorrem astrónomos, físicos, matemáticos, engenheiros em diferentes ramos, etc. Em Portugal também se consegue encontrar exemplos desta simbiose (apesar de ainda em número reduzido). Tome-se como exemplo a construção da câmara de infravermelhos CAMCAO, fruto de uma colaboração entre o ESO, o Laboratório de Instrumentação e Física Experimental de Partículas, o Departamento de Física da Universidade de Lisboa e o Instituto Tecnológico e Nuclear.

A nova instituição nacional em Astronomia, Astrofísica e Instrumentação, a criar, teria o objectivo de traçar as prioridades da A&A nacional para os anos vindouros e contribuir para a sua execução. Seria igualmente um parceiro privilegiado do Estado na procura de interdisciplinaridades e pontes com a estratégia nacional para o Espaço. Não seria de excluir a possibilidade desta instituição integrar também a componente científica das competências ligadas ao Espaço. Esta solução poderia juntar os dois aspectos complementares e necessários à evolução da A&A no nosso país: a empregabilidade de doutorados e a existência de uma instituição nacional.