

prémio

UNIVERSIDADE DE COIMBRA

PATROCÍNIO DO BANCO SANTANDER-TOTTA
APOIO DO JORNAL DE NOTÍCIAS
EDIÇÃO DE 2015

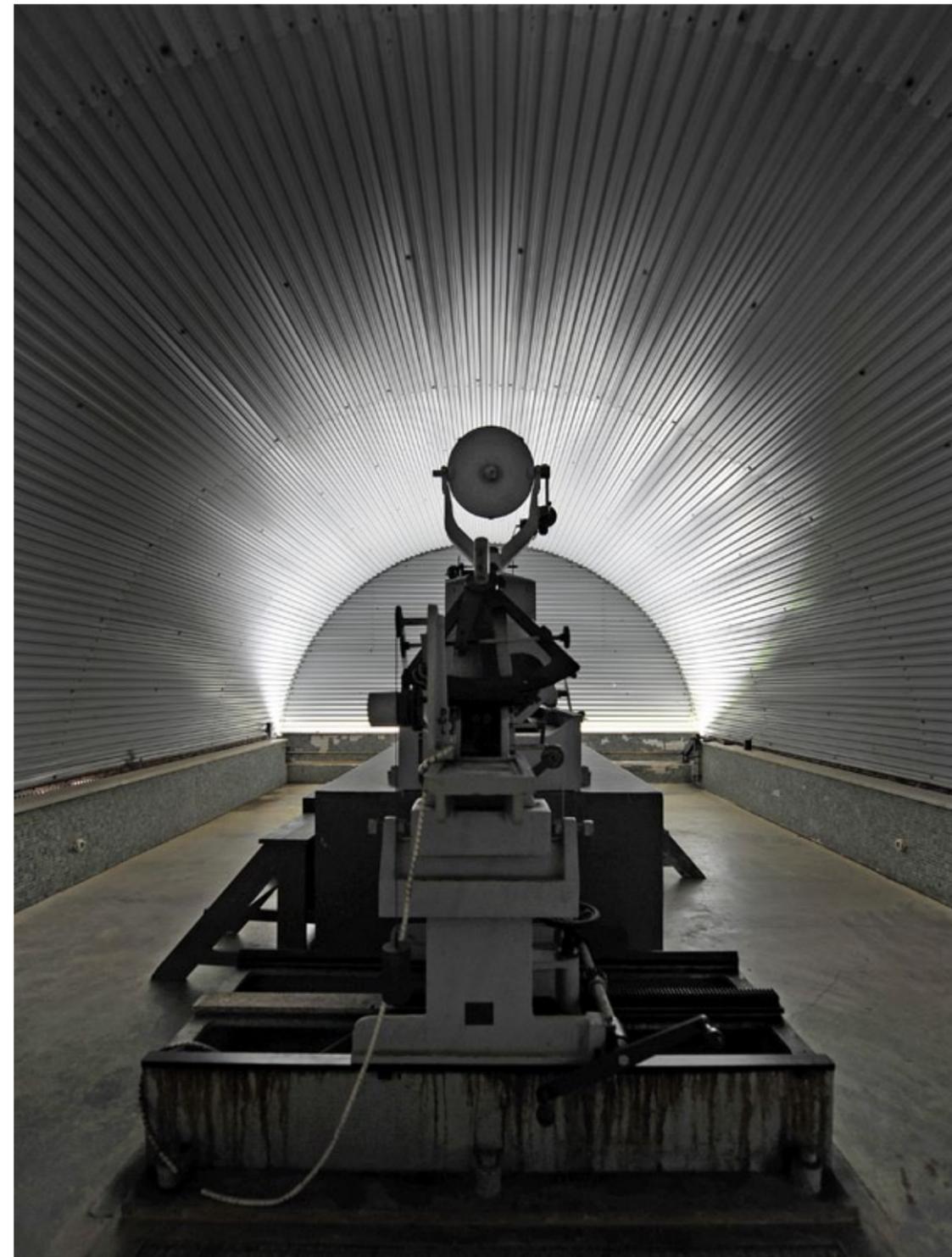


DESTINATÁRIO DO PRÉMIO > PERSONALIDADE DE NACIONALIDADE PORTUGUESA QUE SE TENHA DISTINGUIDO
POR UMA INTERVENÇÃO PARTICULARMENTE RELEVANTE E INOVADORA NAS ÁREAS DA CULTURA OU DA CIÊNCIA
VALOR DO PRÉMIO > 25 000 EUROS APRESENTAÇÃO DAS CANDIDATURAS > ATÉ 27 DE NOVEMBRO DE 2014
MAIS INFORMAÇÕES > www.uc.pt/premiouc



41 • out • 2014

RUA LARGA



RUA LARGA

REVISTA DA REITORIA DA
UNIVERSIDADE DE COIMBRA
NÚMERO 41
OUTUBRO 2014

OLHAR AS ESTRELAS COM OS PÉS NA TERRA

RUA LARGA

PROPRIEDADE
Universidade de Coimbra

DIRETOR
João Gabriel Silva

DIRETORA-ADJUNTA
Clara Almeida Santos

EDITORA
Marta Poiars • rua.larga.uc@gmail.com

DIREÇÃO ARTÍSTICA
António Barros

FOTOGRAFIA
João Armando Ribeiro

INFOGRAFIA
Henrique Patrício

PRODUÇÃO
Luísa Lopes

EDIÇÃO
Imprensa da Universidade de Coimbra
Rua Oliveira Matos, 29
3000-305 COIMBRA • PORTUGAL
Telef./Fax.: 239 832 982/3
Email: livrariauc@ci.uc.pt

IMPRESSÃO
Empresa Diário do Porto, Lda

TIRAGEM
1.700 ex.

ISSN
1645-765x • Anotado no ICS

CAPA
Espetroheliógrafo © João Armando Ribeiro

www.uc.pt/rualarga
rualarga@uc.pt • Tel. 239 859 823

PONTOS DE VENDA
Loja UC
Livraria Virtual: <http://lojas.ci.uc.pt/imprensa>

EDITORIAL
Plataformas Tecnológicas
na Universidade de Coimbra - P.05
João Gabriel Silva

REITORIA EM MOVIMENTO
Otimismo qb - P.06
Amílcar Falcão

OFICINA DOS SABERES ATUAL
Quando a Terra e os Céus se conjugam - P.08
Fernando Carlos Lopes

A Sismologia em Coimbra - P.10
Sara Carvalho e Susana Custódio

O Espetroheliógrafo - P.13
Adriana Garcia

O Geomagnetismo em Coimbra:
uma história, um futuro - P.16
Alexandra Pais e Paulo Ribeiro

O Instituto Geofísico da Universidade
de Coimbra e a Climatologia
de e em Coimbra - P.19
Nuno Ganho

Ciências Planetárias na
Universidade de Coimbra - P.22
David Alegre Vaz

IMPRESSÕES
O éter no Observatório:
Um emissor de rádio
com História dentro - P.24
Guilherme Queiroz

IGUC: 150 anos
a tomar o pulso à Terra - P.26
E. Ivo Alves

A herança do antigo
Observatório Astronómico
da Universidade de Coimbra - P.30
Fernando Figueiredo e Claudinho Romeiro

RIBALTA
SPINLab: um laboratório dedicado
à Meteorologia Espacial - P.36
Maria Teresa Barata

Observatório Geofísico e Astronómico:
uma instituição interdisciplinar para o fu-
turo das ciências da Terra e do Espaço - P.38
*Comissão Consultiva e de
acompanhamento do OGAUC*

Nós somos Observatório Geofísico
e Astronómico da Universidade
de Coimbra no séc. XXI - P.40
Celeste Gomes

As ciências na filatelia portuguesa - P.42
José Cura

CIÊNCIA REFLETIDA
Pequenos Corpos do Sistema Solar - P.46
Nuno Peixinho

AO LARGO ENTREVISTA
João Fernandes - P.48
Marta Poiars

RETRATO DE CORPO INTEIRO
Pedro M. Callapez - P.54
Marta Poiars

CRÓNICA
Coisas que caem do céu - P.58
E. Ivo Alves

CRIAÇÃO LITERÁRIA
Hematoma Terrestre - P.62
Pedro Nora

LUGARDOS LIVROS
Duarte Lobo (c. 1565 – 1646)
Opuscula 1602
Série Mundos e Fundos - P.64
José Abreu

APOCALÍPTICOSE
INTEGRADOS
Apocalíptico
Mudanças Climáticas - P.70
Filipe Duarte Santos

Integrado
O Aquecimento Global:
interrogações de um geólogo - P.73
Manuel Godinho





PLATAFORMAS TECNOLÓGICAS NA UNIVERSIDADE DE COIMBRA

Os grandes avanços da Ciência da nossa era não teriam sido possíveis não fora o desenvolvimento de instrumentação que permitiu analisar fenómenos a que antes não se tinha acesso. Dispor de equipamento avançado é cada vez mais decisivo para se poder investigar na fronteira do saber e, portanto, para obter resultados internacionalmente relevantes.

Na Universidade de Coimbra o equipamento científico pesado, com poucas exceções, tem sido adquirido por grupos de investigação e apenas usados por estes. Resultam duplicações e limitações de uso desnecessárias, e esses grupos têm com frequência grande dificuldade para os manter a funcionar, pois a sua manutenção e operação é, em regra, bastante cara. Outros equipamentos não existem porque ultrapassam a capacidade de aquisição de grupos de investigação individuais.

Nos últimos anos temos vindo a alterar esta situação. A compra do equipamento mais caro deve resultar de um esforço coletivo, em que a Universidade participa, e esse equipamento deve depois ser partilhado, contribuindo todos os utilizadores para os custos de funcionamento. A estas estruturas partilhadas chamamos plataformas tecnológicas. Torna-se até possível vender serviços ao exterior, quer a investigadores de outras instituições, quer a empresas, nacionais ou internacionais.

A gestão de cada plataforma fica a cargo do setor da UC que melhores condições reuna para isso, tipicamente um centro de investigação que

tenha particular interesse no equipamento. Como muitas das plataformas não surgem do nada, antes aproveitam e complementam equipamentos já existentes, os grupos de investigação que têm gerido esse equipamento anterior mantêm-se em regra a gerir a nova plataforma.

Uma das múltiplas dificuldades práticas que tem limitado a partilha dos cursos de operação do equipamento científico é conseguir que esses custos sejam aceites pelas entidades financiadoras dos projetos de investigação, pois estas entidades exigem documentação fiscalmente válida e, se o grupo de investigação pertence à UC, tal como a plataforma, não é possível emitir uma factura pois a UC não pode passar faturas a si própria. Este problema foi resolvido recorrendo a uma entidade externa que serve de intermediário: compra a utilização de uma plataforma ao setor da UC responsável pela respetiva operação, e depois vende-o, produzindo toda a documentação legal necessária, aos utilizadores desse serviço. Esta entidade externa está ligada à UC, pelo que não há perdas financeiras no processo.

Os custos de utilização das plataformas têm de ser comportáveis, pelo que apenas cobrem os custos de funcionamento. Os custos de investimento têm de ser cobertos por outras vias, nomeadamente recorrendo a fontes de financiamento externas, nacionais e internacionais, a que nos candidataríamos sempre que a oportunidade surge.

Atualmente estamos a investir cerca de 10 milhões de euros em equipamento

científico pesado, muito dele único em Portugal, e no recente concurso de infraestruturas científicas da FCT, apesar de só termos estado envolvidos em 23% das candidaturas (autonomamente ou em consórcio), a UC marca presença em 40% das 35 infraestruturas aprovadas pela FCT, quando há poucos anos apenas participávamos em 4 ou 5.

O Instituto de Ciências Nucleares Aplicadas à Saúde (ICNAS) contém em si a maior destas plataformas, focada na imagiologia (celular, funcional e médica), recorrendo a equipamento pesado com destaque para a Ressonância Magnética Nuclear (RMN) e a Tomografia de Emissão de Positrões (PET), configurando um enorme potencial de translação pela sua aplicação em estudos com animais e humanos e correspondente investigação clínica.

A plataforma de análise química por Ressonância Magnética Nuclear, sediada no Departamento de Química, também já está em funcionamento pleno. Em breve outras se seguirão, como a plataforma de Criogenia, sediada no Departamento de Física, ou a plataforma de Microscopia Ótica Avançada, ligada ao Departamento de Ciências da Vida.

A Universidade de Coimbra reforça assim, em diversas áreas, a sua liderança em Portugal, e a sua capacidade de ombrear com os melhores centros de investigação mundiais.

João Gabriel Silva
Reitor

optimismo q.b.

AMÍLCAR FALCÃO *

Ao escrever um texto que se insere na secção “Reitoria em Movimento”, veio-me imediatamente à cabeça uma expressão frequentemente usada pelo nosso Reitor: “otimismo”. Devido à minha costela farmacêutica (mas não apenas por isso), considerei que fazia sentido acrescentar um “q.b.” (quanto baste).

Não me competindo a mim fazer o balanço de um ciclo reitoral que se aproxima do seu termo (para mais fazendo parte da equipa que acompanhou de perto o Reitor), ainda assim, não resisto a partilhar a minha convicção de que não existe memória de alguém ter tido a responsabilidade de governar a Universidade de Coimbra (UC) no meio de tanta adversidade.

O “otimismo” do nosso Reitor tem servido de inspiração para todos nós. Como de inspiração deve servir o facto de termos tido a felicidade de num momento tão conturbado termos à frente dos destinos da UC alguém tão bem preparado, tão bem formado, tão lúcido e tão resiliente como o nosso Reitor. Não pretendo com isto dizer que não haveria outras pessoas tão capazes quanto ele para ter liderado a UC durante estes últimos quatro anos. Duvido, sinceramente, que houvesse é alguém mais capaz de o fazer do que ele.

Lendo o parágrafo anterior estou certo de que muitas leituras serão feitas. Embora inevitáveis, pretendi apenas expressar a minha gratidão enquanto professor desta universidade pelo trabalho, dedicação e espírito de sacrifício do nosso colega João Gabriel Silva. Quaisquer outras leituras serão ilegítimas por serem abusivas (especialmente para quem conhecer a minha forma de ser e de estar).

Assim de cabeça e sem pretender ser exaustivo, lembro que neste ciclo reitoral fomos confrontados com uma infinidade de alterações legislativas com grande impacto na governação da universidade e do ensino superior em geral. Foi neste ciclo reitoral que tivemos internamente de lidar com uma mudança profunda na nossa forma de funcionamento com a entrada em vigor do Centro de Serviços Comuns. Foi também neste ciclo reitoral que o país viveu em profunda austeridade, tendo havido cortes absurdos nos orçamentos para as

instituições de ensino superior. Foi ainda neste ciclo reitoral que tivemos de conviver com uma Fundação para a Ciência e Tecnologia (FCT) que, mesmo dando-lhe o benefício da dúvida no plano das boas intenções, nunca conseguiu operacionalizar nada que corresse bem do princípio ao fim e, como se não bastasse, se entreteve a colocar no terreno um processo de avaliação das unidades de investigação que ficará para memória futura como um exemplo acabado de como as coisas não devem ser feitas. Poderia enumerar muitas outras adversidades, mas creio que todos concordaremos que as listadas são já tão negras que outras menores até parecem coisa de fácil resolução ou impacto relativo.

Como é do conhecimento geral, o financiamento para a ciência sofreu cortes brutais. E é que foram mesmo brutais! Embora a comunidade académica esteja focada no processo de avaliação das unidades de investigação em curso (o que é natural), convém perceber que muitas outras coisas aconteceram entretanto e que o facto mais saliente (a meu ver) diz respeito à ideia divulgada pela tutela de que o investimento em ciência até aumentou. Brutal! Dando de barato as trapalhadas, ainda assim é bom lembrar que o número de bolsas disponibilizadas diminuiu drasticamente (mesmo quando se utiliza o argumento de que as bolsas de doutoramento devem ser analisadas somando as individuais e as associadas a cursos de doutoramento). Diminuíram muito e isso é inegável. Já será mais duvidoso se a divisão que foi feita (individuais versus cursos de doutoramento) foi uma boa opção. E, mesmo admitindo que a opção foi boa, voltamos a ter de colocar reservas se a mudança tão brusca de paradigma trouxe algum benefício ao sistema. Mas podia ser um caso isolado. Sucede que não é. Então e que dizer dos projetos? Não abrem, quando abrem são de valor (mais do que) modesto (eufemisticamente denominados de “exploratórios”) e ainda por cima destinados a um público-alvo relativamente reduzido (que em geral nem sequer ainda tem vínculo às instituições de ensino superior). Os restantes investigadores ou não reuniam condições para concorrer, ou não tiveram concursos para submeterem projetos. Claro que há os projetos



européus, mas em fim de quadro e considerando o fraco desempenho da experiência prévia, pensar que de repente se chega a Bruxelas e se conseguem resmas de projetos é algo que só poderá passar pela cabeça de quem não conhece ou não pensa nos assuntos. Mas ficamos por aqui? Não, porque era pouco. Abriram as vagas para os Investigadores FCT. Também aqui as coisas não correram propriamente bem. Desde alterações de regras até assimetrias gritantes na distribuição (científica e demográfica) dos “premiados”, muito haveria para dizer. Temos ainda o roteiro das infraestruturas, talvez a situação menos má. No entanto, fica por saber o que vai acontecer a seguir. Enfim, tem sido penoso para todos e estamos a assistir a um dano no tecido científico que irá demorar muito a recuperar (se é que alguma vez será recuperável considerando a situação do nosso país). Era escusado e foi uma pena mandar para o lixo duas décadas de esforço intenso com uma visão estratégica bem mais sólida do que a atual (não que isto signifique que tudo estava perfeito e que a existência de processos de avaliação rigorosos não deva ser assumida por todos como um processo natural e desejável). Não há como fugir: a atual política científica é desastrosa a todos os níveis!

Embora tenha até ao momento listado um conjunto de desgraças, a verdade é que a UC tem conseguido ultrapassar muitas destas idiosincrasias com relativo sucesso. Investimos em equipamento numa conjuntura claramente em contra ciclo, conseguimos projetos de dimensão assinalável recorrendo a fundos regionais, compensámos a diminuição de projetos FCT com o aumento de projetos europeus e outros envolvendo empresas, e temos subido sustentadamente na maioria dos rankings internacionais. A somar a tudo isto tivemos ainda a felicidade de ver a UNESCO reconhecer a “Universidade de Coimbra - Alta e Sofia” como Património da Humanidade, sublinhando o valor universal da cultura e da língua portuguesas e reconhecendo o papel central que Portugal teve na formação do Mundo, tal como hoje o conhecemos. Um orgulho!

Por tudo o que foi dito, creio que temos motivos para estarmos otimistas q.b.

* Vice-reitor para a Investigação Científica, Inovação, Empreendedorismo, Prestação de Serviços Especializados, Bibliotecas e relações com as Associações Privadas Sem Fins Lucrativos da Universidade de Coimbra



Neste ano de 2014 celebram-se os 150 anos da fundação do Instituto Geofísico da Universidade de Coimbra (IGUC). Com uma herança científica e um património histórico de inquestionável qualidade, seria pioneiro, em Portugal, do estudo da Física da Terra, sob a forma de observações sistemáticas, tão em voga por toda a Europa ao longo do século XIX. Nesse longínquo ano de 1864, começou por ser um observatório para aquisição de dados meteorológicos e geomagnéticos, o então Observatório Meteorológico e Magnético da Universidade de Coimbra (OMMUC). Sempre consciente do que de mais moderno se praticava em termos de observações científicas por toda a Europa, o OMMUC expandiu rapidamente o seu campo de ação, e em 1891 iniciaram-se as observações sismográficas, as mais antigas efetuadas em território português. O registo sísmico contínuo iniciar-se-ia uma década mais tarde, em 1903, estendendo-se até aos nossos dias. Nesta senda, seria aqui obtido o único registo conhecido do sismo de Benavente de 1909, atualmente com paradeiro desconhecido. Em 1925, em consequência da expansão dos seus campos de estudo para além da meteorologia e do geomagnetismo, este observatório passou a designar-se Instituto Geofísico da Universidade de Coimbra, nome pelo qual ficou célebre até 2013. Entre 2003 e 2013, o IGUC tornou-se a instituição de acolhimento do Centro de Geofísica da Universidade de Coimbra (CGUC). Com os seus três grupos de investigação – Terra Sólida, Geociências Planetárias e Interface Hidrosfera- -Atmosfera – e o envolvimento em numerosos projetos de investigação nacionais e internacionais, este centro proporcionou um novo fôlego na atividade científica e visibilidade do IGUC, criando exigências e condições para a modernização das secções de Sismologia e de Geomagnetismo. A partir de 2010, alterações no plano estratégico do CGUC e a entrada de novos membros, levam à sua reestruturação, passando a designar-se Centro de Investigação da Terra e do Espaço da Universidade de Coimbra (CITEUC). Os grupos Terra Sólida e Interface Hidrosfera-Atmosfera fundem-se no Grupo de Investigação em Dinâmicas Terrestres, e o Grupo das Geociências Planetárias redefine-se como o Grupo de Investigação em Ciências do Sistema Solar. Em simultâneo com esta reestruturação do CGUC, exigências estratégicas da Universidade de Coimbra (UC) levam à fusão, em 2013, do IGUC com outro gigante da UC, o Observatório Astronómico (AO). Desta união, surge o Observatório Geofísico e Astronómico da Universidade de Coimbra (OGAUC). Contagiado pelo saber, dinamismo e entusiasmo dos membros do CITEUC, o OGAUC salienta-se pelo seu papel na investigação, na educação e na divulgação nas áreas da Geologia, Geofísica, Astronomia, Astrofísica e Ambiente. É o arranque de uma Nova Era, voltada para o exterior, que se espera prolongar-se por mais 150 anos, em que se conjugam esforços, saberes e interesses para um mais profundo conhecimento sobre Terra e os Céus a todas as escalas.

* Professor Auxiliar do Departamento de Ciências da Terra da Universidade de Coimbra

quando
a terra
e os céus
se conjugam

FERNANDO CARLOS LOPES *

A SISMOLOGIA EM COIMBRA

SARA CARVALHO * E SUSANA CUSTÓDIO **

Portugal continental está localizado junto à fronteira entre duas placas tectónicas: a placa Euroasiática e a placa Africana. As duas placas estão em convergência oblíqua, isto é, ao mesmo tempo que colidem, existe um movimento lateral relativo entre ambas. Este movimento é acomodado através da deformação da crosta terrestre, o que por vezes gera sismos. A taxa a que uma placa se move em relação à outra é lenta - consequentemente, todo o ciclo sísmico é -, sendo longos os intervalos entre sismos de magnitudes moderadas e elevadas. Apesar de as taxas tectónicas serem lentas e os intervalos de recorrência longos, Portugal continental está sujeito a sismos com grande potencial destruidor, dada a sua localização junto a uma fronteira de placas. Por este motivo, o estudo dos sismos revela-se imperativo e de extrema importância para que se possam compreender as circunstâncias em que os sismos ocorrem, determinando onde é mais provável que futuros eventos aconteçam a partir de mapas de perigosidade sísmica. Esta informação permite adotar medidas de prevenção adequadas para reduzir os danos causados por estes desastres naturais.

As primeiras observações sísmicas realizadas em Portugal iniciaram-se em Coimbra, em 1891, com um sismómetro de Angot. Este sismómetro foi adquirido pelo então Observatório Meteorológico e Magnético da Universidade de Coimbra (OMMUC), atual Instituto Geofísico da Universidade de Coimbra (IGUC), por forma a acompanhar o desenvolvimento da Física da Terra, em particular da sismologia. Nasceu, assim, a primeira estação sísmica portuguesa, a COI - estação sísmica de Coimbra, uma das mais antigas em todo o mundo. Em 1903, já com um sismómetro de Milne, foram iniciadas as observações sísmicas de forma

contínua. As observações continuaram por mais de um século e formam, hoje, um dos mais completos e mais bem conservados acervos sísmicos a nível mundial. Com o avanço da sismologia, tanto a nível científico como a nível tecnológico, a instrumentação sismológica foi evoluindo. Com o intuito de acompanhar essa evolução, o IGUC foi sendo equipado com vários instrumentos, desde os mecânicos mais rudimentares até aos instrumentos eletromagnéticos e de banda larga, de forma a melhorar substancialmente a qualidade dos dados adquiridos, permitindo estudos de maior qualidade e mais fidedignos. A relevância das observações sísmicas de Coimbra prende-se ainda com o facto de, ao longo dos anos, os diversos sismómetros terem sido instalados sempre no mesmo local. Este, por estar situado num abrigo subterrâneo de paredes duplas em arenitos do Triássico bem consolidados, é favorável para observações sísmicas, conseguindo uma série de dados muito consistente.

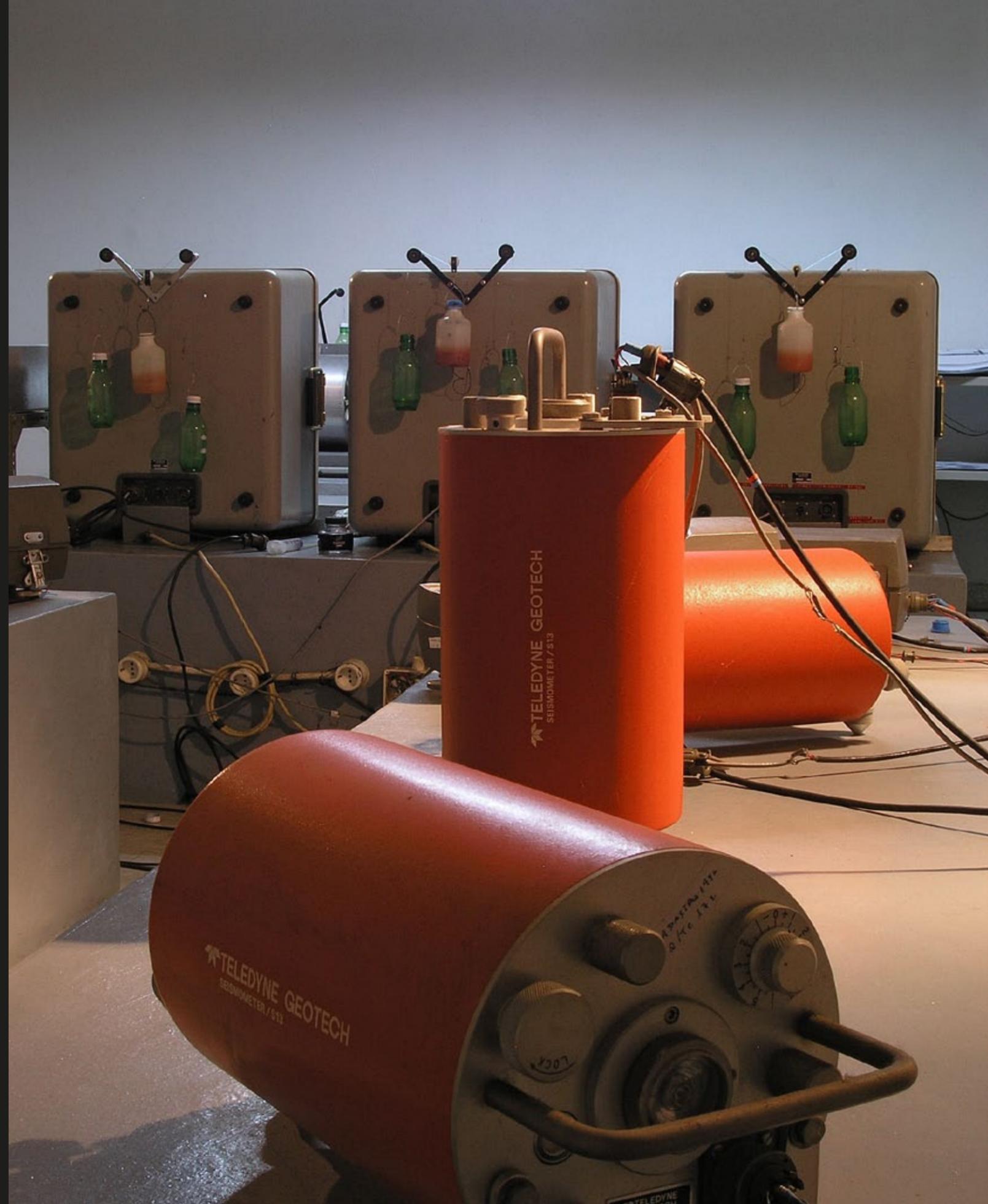
Os maiores e mais importantes registos históricos adquiridos em Coimbra foram já digitalizados e estão atualmente disponibilizados *online* ao público em geral, no âmbito dos projetos EUROSEISMOS (liderado pelo Istituto Nazionale di Geofísica e Vulcanologia, em Itália) e SeismoArchives (liderado pelo International Association of Seismology and Physics of the Earth's Interior), entre outros.

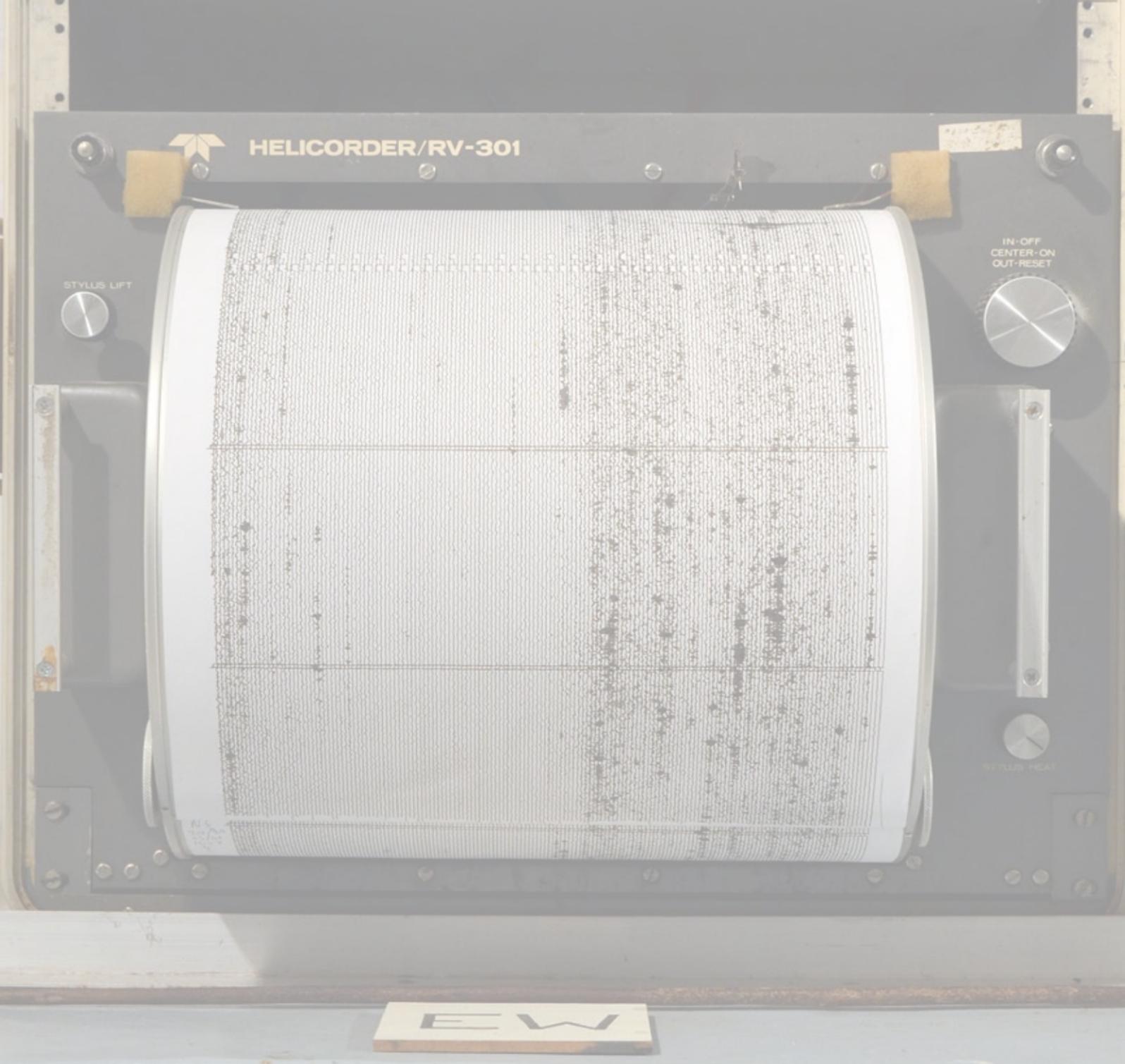
O IGUC publicou durante várias décadas boletins sísmicos, que traduzem uma análise mais precisa e detalhada das ondas sísmicas registadas. Estes boletins foram digitalizados no âmbito do projeto História da Ciência na Universidade de Coimbra (1547-1933), financiado pela Fundação para a Ciência e Tecnologia, e estão disponíveis *online* na página do catálogo das

bibliotecas da própria universidade. A utilização dos sismogramas e boletins históricos em estudos que recorrem a técnicas modernas de análise sísmica permite à comunidade científica extrair nova informação (como por exemplo, localizações hipocentrais mais precisas e melhores estimativas da magnitude) que complementam e corrigem informação mais antiga, enriquecendo a investigação nesta área.

Atualmente, os dados sísmicos são adquiridos em formato digital através de um sensor de banda larga, Streckeisen STS-2, instalado na estação COI no ano de 2007. Um *software* moderno efetua automaticamente a aquisição, processamento, distribuição e análise interativa dos dados, sendo estes transmitidos em tempo real para o Instituto Português do Mar e da Atmosfera (IPMA), para Observatories and Research Facilities for European Seismology (ORFEUS), para o Incorporated Research Institutions for Seismology (IRIS) e para outras instituições interessadas. Estes dados são utilizados em diversos estudos de análise sísmica em tempo real e análise e avaliação de risco sísmico, podendo ser acedidos *online* nas páginas do ORFEUS ou do IRIS, usando o código de estação "COI" e o código de rede "SS" (*single station*). Atualmente, a estação sísmica de Coimbra integra a infraestrutura de investigação C4G (Colaboratório para as Geociências), que por sua vez integra o infraestrutura Europeia EPOS (European Plate Observing System), a implementar em 2015.

O IGUC participa em diversos projetos de investigação, tanto nacionais como internacionais, que têm como objetivo melhorar o entendimento dos processos sísmicos e desenvolver a sismologia em Portugal. Em particular, o IGUC acolheu entre 2008 e 2012 um





projeto Marie Curie, financiado pela Comissão Europeia, para desenvolver o processamento de dados sísmicos em tempo real em Portugal.

A estação sísmica de Coimbra é visitada anualmente por centenas de estudantes. Após uma breve introdução

aos conceitos sismológicos, estes têm a possibilidade de fazer uma viagem no tempo, observando *in loco* as várias gerações de sismómetros e sismogramas da estação.

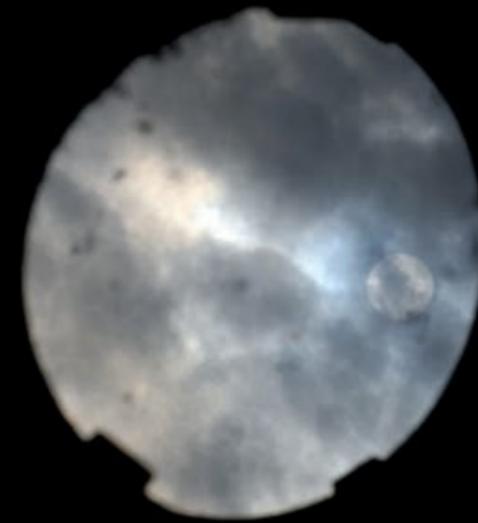
A estação COI revela-se, assim, um motivo de orgulho não só para a comu-

nidade universitária de Coimbra, mas também para a sociedade em geral.

* Investigadora do Instituto D. Luiz da Universidade de Lisboa

** Bolseira do Centro de Geofísica da Universidade de Coimbra

o espectroheliógrafo



“Deem-me o céu azul e o sol visível” é um verso do poema “O dia deu em chuvoso”, de Fernando Pessoa. Sem dúvida, um céu azul logo pela manhã é uma enorme satisfação para quem observa o sol. Mas as nuvens, muitas vezes, testam a nossa paciência. É preciso ter tudo preparado, subir os olhos ao céu com óculos apropriados, não deixar passar aquela oportunidade, que pode ser única nesse dia. Se o dia deu em chuvoso, ou simplesmente deu todo em encoberto, resta luminosa a esperança para o dia seguinte. Em 2012, conseguimos 327 dias de observações; em 2013, 321 dias. As faltas são devidas, unicamente, a condições atmosféricas adversas.

Sem chuva, abre-se a cúpula que protege o celóstato. Este é constituído por dois espelhos, que posicionados nas posições corretas para cada dia, refletem a luz solar para o interior de uma sala, através de uma objetiva de projeção. Seguem-se a primeira fenda, os filtros, a lente colimadora, a rede de difração, a câmara CCD, o

ADRIANA GARCIA *

computador. Todas estas peças óticas constituem o espectroheliógrafo digital que funciona desde 2007. Com a colaboração do Observatório de Ondrejov, transformou-se em digital o espectroheliógrafo analógico, em funcionamento desde 1926.

Durante 80 segundos, obtêm-se três mil imagens do espectro solar. Com o *flat field* removem-se as não homogeneidades espectrais, provocadas por poeiras e defeitos do caminho ótico até à câmara e na própria câmara, e com programas adequados, constroem-se os espectroheliogramas – imagens monocromáticas do sol sensíveis a diferentes parâmetros termodinâmicos da atmosfera solar.

Diariamente - sábados, domingos e feriados incluídos -, fazem-se observações na risca H-alfa do hidrogénio e na risca do cálcio ionizado. Com a observação no hidrogénio obtemos três tipos de imagens, o H-alfa cont ($\lambda=6558.7 \text{ \AA}$), dopplergrama ($\lambda=6562.8 \text{ \AA}$) e H-alfa ($\lambda=6562.8 \text{ \AA}$) e no cálcio ionizado obtemos imagens Call K1v ($\lambda=3932.3 \text{ \AA}$) e Call K3 ($\lambda=3933.7 \text{ \AA}$).

Considera-se no Sol um núcleo com temperaturas muito elevadas, segue-se uma zona de radiação, depois uma zona de convecção, a fotosfera e a cromosfera. Com o K1v observamos a fotosfera e as manchas solares que aí ocorrem. Com o K3 e H-alfa observamos a cromosfera em diferentes níveis. No K3 aparecem as fáculas, no H-alfa os filamentos, as erupções, as regiões ativas, as protuberâncias. No dopplergrama observa-se o movimento de rotação do Sol e permite estudar as velocidades das regiões ativas.

O Observatório de Paris possui, em Meudon, um espectroheliógrafo idêntico ao de Coimbra. A base de dados BASS2000 de Meudon contém as observações solares dos dois Observatórios, sendo uma das bases de dados sobre o sol mais utilizada em todo o mundo, com cerca de duas mil visitas por dia. Estes dados são utilizados para preparar observações com telescópios de grande resolução (telescópios das Canárias, SOHO, SDO, etc.), para o estudo do ciclo solar, das regiões ativas e sua evolução, e para a deteção automática de fenómenos solares. Como os instrumentos são idênticos, os espectroheliogramas podem ser comparados e, como as condições atmosféricas são diferentes, complementados, conseguindo-se um maior número de observações. Desde um de janeiro até 31 de julho 2014, um semestre com condições atmosféricas adversas, o Observatório de Coimbra conseguiu observações em 179 dias e o Observatório de Meudon, em 132 dias, havendo apenas 13 dias sem observações.

Esta colaboração entre os observatórios de Coimbra e de Meudon remonta a 1907: “We can probably say that the collaboration between Coimbra and

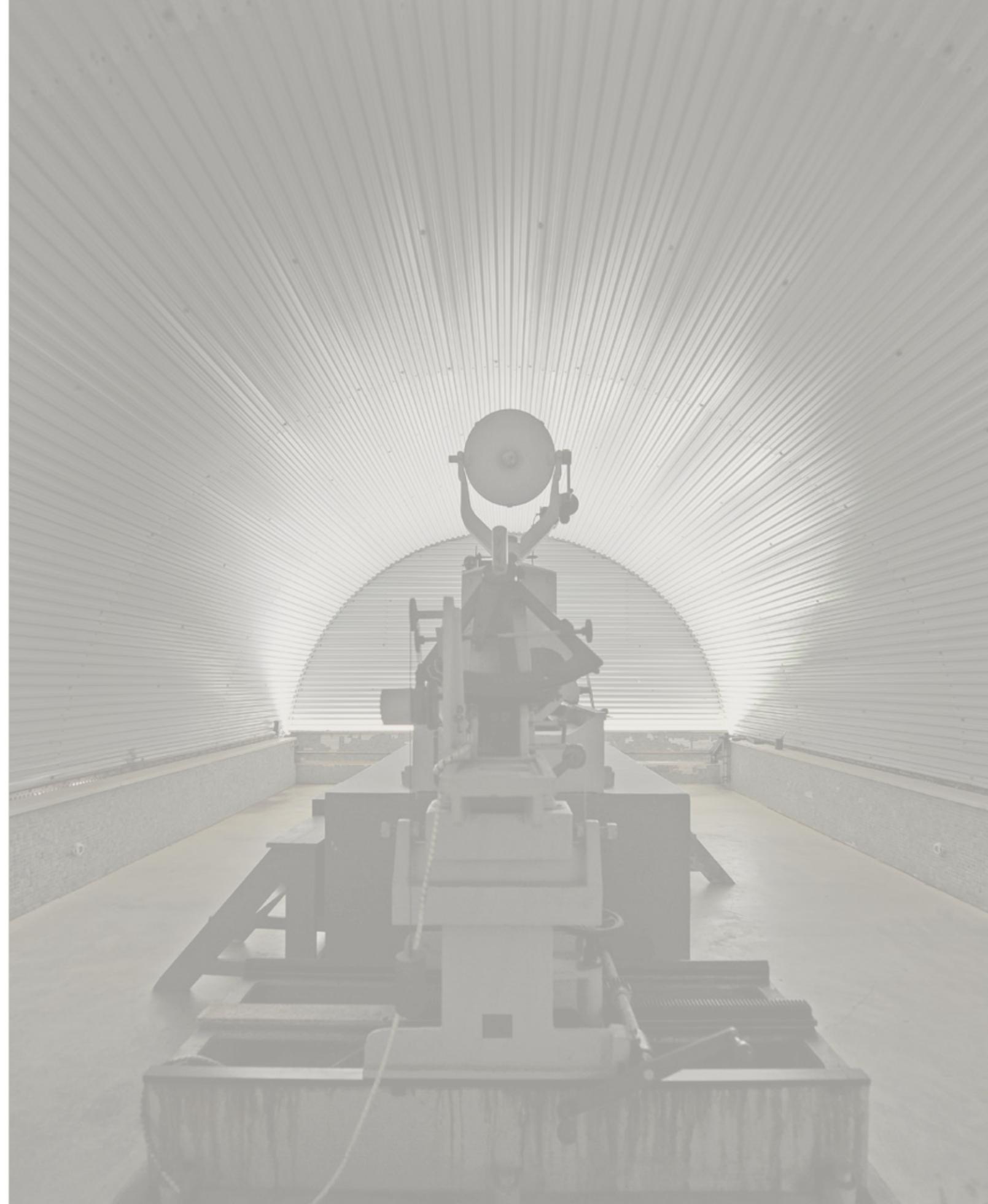
Meudon Observatories is among the first and longest scientific programs, long before the birth of the idea of a European Union.”

(Z. Mouradian, A. Garcia, *The Physics of Chromospheric Plasmas*, ASPCS, vol 368, 3-14). Quando, nesse mesmo ano, Costa Lobo, do Observatório de Coimbra, visita o Observatório de Meudon, decide construir em Coimbra um espectroheliógrafo idêntico ao de Meudon, construído em 1892 por H. Deslandres, recebendo deste todo o apoio. O espectroheliógrafo teve a sua origem no estudo de protuberâncias solares durante eclipses solares totais, e na utilização da espectroscopia solar descoberta por J. Fraunhofer em 1814 e na invenção da fotografia por N. Niépce, em 1826. Iniciou-se, então, em 1912, a construção de alguns elementos para o espectroheliógrafo de Coimbra, mas a Primeira Guerra Mundial interrompeu essa colaboração e, por isso, só a 12 de abril de 1925 foi obtido o primeiro espectroheliograma em Coimbra. No dia um de janeiro de 1926, deu-se início a um programa de rotina de observações da cromosfera solar usando a risca Call K3, seguindo-se depois uma rotina em Call K1v e, em 1989, observações em H-alfa.

Entre 1988 e 1992 deu-se uma grande remodelação na ótica e na mecânica do espectroheliógrafo com novos espelhos no celóstato, novas lentes, filtros e uma rede de difração a substituir os prismas. Porém, a dificuldade em obter reveladores e fixadores, o preço elevado das películas sensíveis ao vermelho feitas especificamente para este trabalho, a necessidade de fazer *a posteriori* a digitalização das observações, o processo lento da sua colocação na BASS2000, e as condições de trabalho pouco favoráveis à saúde dos observadores, levaram à necessidade de aplicar, em 2007, a técnica digital.

Apartir da base de observações solares com início em 1926, realizamos trabalhos sobre a posição, área e morfologia das manchas, fáculas, protuberâncias, filamentos e rede cromosférica, evolução de regiões ativas e sua distribuição espacial durante os ciclos solares, e assimetria norte-sul nestes vários fenómenos. Com o projeto *Coimbra Observatory Solar Information System* (COSIS) faz-se o processamento automático de imagens e o reconhecimento de manchas e fáculas. Através do programa educacional, *Sun for All*, o Sol chega a todas as escolas secundárias. Para além disso, temos visitas de estudo de alunos de todos os níveis de ensino. Pergunto-lhes: Porque é tão importante estudar o Sol? Porque é tão importante estudar a sua evolução?

* Técnica Superior do Observatório Geofísico e Astronómico da Universidade de Coimbra



ALEXANDRA PAIS * e PAULO RIBEIRO **



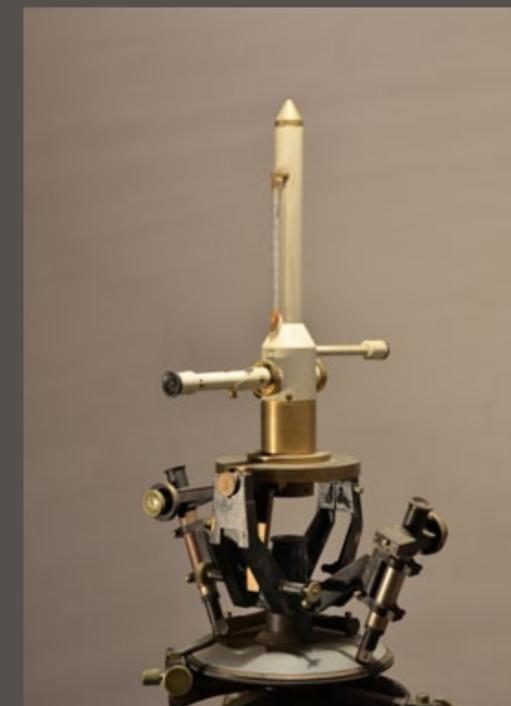
O Geomagnetismo é a ciência que se dedica à observação, análise e interpretação do campo magnético terrestre, cuja componente principal tem origem no núcleo líquido da Terra. Ao contrário do Paleomagnetismo que recorre à informação, retida nas rochas, do campo magnético antigo, o Geomagnetismo constrói os seus modelos com base em dados instrumentais. As fontes destes dados são, em primeiro lugar, os observatórios magnéticos à superfície da Terra em monitorização fixa e permanente, mas também os magnetómetros embarcados em navios, aviões ou satélites, varrendo a região próxima da Terra a diferentes altitudes. Medir o campo do núcleo da Terra não é, porém, tarefa fácil, ou não vivêssemos nós mergulhados num 'mar' de campos magnéticos, sendo muitas e variadas as suas fontes. É fácil perceber a proximidade do Geomagnetismo à Aeronomia, que estuda os fenómenos resultantes da ionização das camadas superiores da atmosfera e outros que ocorrem na região de plasma da magnetosfera. Estas regiões alimentam correntes elétricas que contribuem para o campo magnético medido nas vizinhanças e à superfície da Terra, sendo a Aeronomia responsável por nos ensinar como retirar do sinal medido a componente (natural, também ela) com origem na ionosfera e magnetosfera.

Em Coimbra, existe desde o século XIX um observatório magnético, construído e a funcionar em condições, onde as contribuições devidas a materiais ferrosos, correntes induzidas e equipamentos eletrónicos são mínimas, deixando sobressair o sinal natural. Este é o Observatório Magnético da Universidade de Coimbra, até há pouco tempo a cargo do Instituto Geofísico e desde 2013 sob a responsabilidade do novo Observatório Geofísico e Astronómico da Universidade de Coimbra (OGAUC). Este observatório, com a designação COI, atribuída pela International Association of Geomagnetism and Aeronomy, é dos mais antigos ainda a funcionar. As primeiras observações datam de 1866 e as séries de dados, longas, de quase 150 anos, tornam este observatório membro de um grupo restrito a que pertencem, por exemplo, o observatório magnético alemão de Niemeğk,

nas proximidades de Berlim e o observatório francês de Chambon-la-Fôret, nas proximidades de Orleães. A preservação e homogeneização das séries históricas de dados têm sido uma das preocupações no OGAUC (Morozova *et al.*, 2014). Com efeito, estes longos registos instrumentais proporcionam informação única acerca da variabilidade do campo geomagnético do núcleo líquido, mas também da componente externa da ionosfera e magnetosfera, estas últimas especialmente sensíveis à atividade solar. A grande tempestade solar de 24-25 de outubro de 1870, acompanhada de uma aurora boreal amplamente observada e noticiada na Europa e nos Estados Unidos da América, a latitudes muito inferiores ao normal, ficou, com efeito, registada nas séries de dados de Coimbra (Vaquero *et al.*, 2008).

A estação de Coimbra faz parte de uma rede de cerca de 160 observatórios magnéticos, que contribuem com dados para construir os chamados modelos de campo geomagnético. Os modelos construídos são utilizados, por exemplo, para apoiar sistemas de orientação (de pouco serviria uma bússola sem a correção da declinação magnética), são integrados em sistemas de navegação como *backup* na ocorrência de falhas do sistema GPS e permitem corrigir as observações de campanhas de prospeção mineira e em missões de cartografia geológica e tectónica.

No OGAUC, dedicamo-nos a 'ler' nos modelos geomagnéticos os movimentos do núcleo líquido da Terra, a cerca de 2800 quilómetros abaixo dos nossos pés (e.g. Pais *et al.*, 2008). Num processo que é remanescente dos familiares exames de imagiologia médica, interpretamos os sinais físicos (magnéticos, neste caso) que nos chegam do interior da Terra, sem necessidade (no nosso caso, sem qualquer possibilidade) de furarmos até lá. Trata-se de um problema inverso, na resolução do qual utilizamos ferramentas matemáticas que o Geomagnetismo (e a Sismologia, já agora) ajudou a desenvolver. Este tipo de estudos tem trazido resposta a questões fundamentais como são a do mecanismo gerador do campo geomagnético (geodínamo), da termodinâmica do núcleo sólido da Terra (há aparentemente um hemisfério que solidifica



O INSTITUTO GEOFÍSICO DA UNIVERSIDADE DE COIMBRA E A CLIMATOLOGIA DE E EM COIMBRA

NUNO GANHO *

enquanto o outro funde), da interação entre o núcleo líquido e o manto (variações decenais da duração do dia da ordem dos milisegundos são devidas às correntes de fluido no núcleo líquido).

Para além da Terra, outros planetas do sistema solar têm campos magnéticos de origem interna, sendo o de Júpiter o mais intenso e o de Mercúrio o mais fraco. O Geomagnetismo fornece os modelos teóricos e as ferramentas matemáticas e computacionais que podemos utilizar, com uma aplicação mais direta no caso dos planetas rochosos como Mercúrio. O OGAUC tem participado na análise e modelação dos dados fornecidos pela sonda espacial MESSENGER da NASA, em órbita em torno de Mercúrio desde 2011 (Oliveira *et al.*, 2014). O campo geomagnético funciona como escudo protetor da Terra e espaço vizinho onde circulam aviões e satélites artificiais, relativamente aos raios cósmicos e às partículas do vento solar. O Geomagnetismo pode, por isso, assumir um papel importante na monitorização, previsão e criação de sistemas de alerta para os eventos decorrentes da entrada de radiação eletromagnética e partículas energéticas na atmosfera terrestre (Blanco *et al.*, 2014). É a chamada Meteorologia Espacial (*Space Weather*), que tem crescido em relevância nos últimos anos. Com uma herança de 150 anos em Coimbra, o Geomagnetismo tem um papel na investigação científica presente e futura e o OGAUC está ativamente envolvido na procura de respostas aos novos desafios.

Referências:

- A. L. Morozova, P. Ribeiro and M. A. Pais, *Correction of artificial jumps in the historical geomagnetic measurements of Coimbra Observatory*, Portugal, Ann. Geophys., 32, 19–40, doi:10.5194/angeo-32-19-2014, 2014.

- J. M. Vaquero, M. A. Valente, R. M. Trigo, P. Ribeiro, and M. C. Gallego, *The 1870 space weather event: Geomagnetic and auroral records*, Journal of Geophysical Research, Vol. 113, A08230, doi:10.1029/2007JA012943, 2008.

- M. A. Pais and D. Jault, *Quasi-geostrophic flows responsible for the secular variation of the Earth's magnetic field*, Geophys. J. Int. 173, 421–443, doi: 10.1111/j.1365-246X.2008.03741.x, 2008.

- J. S. Oliveira, B. Langlais, H. Amit and M. A. Pais, *Modeling the internal magnetic field of Mercury with the Time Dependent Equivalent Source Dipole method*, EPSC Abstracts Vol. 9, EPSC2014-540-1, 2014.

- A. Blanco, J. J. Blanco, J. Collazo, P. Fonte, J. A. Garzón, A. Gómez, G. Kornakov, T. Kurtukian, A. López Agüera, J. M. López, L. Lópes, M. Morales, A. Morozova, J. C. Mouriño, M. A. Pais, M. Palka, V. Pérez Muñuzuri, P. Ribeiro, I. Rodríguez Cabo, I. Sosa, J. Taboada, *TRAGALDABAS: A new RPC based detector for the regular study of cosmic rays*, 12th Workshop on Resistive Plate Chambers and Related Detectors (RPC2014), JINST, 2014.

* Professor Auxiliar do Departamento de Física da Universidade de Coimbra

** Técnico Superior do Observatório Geofísico e Astronómico da Universidade de Coimbra

O recém criado Observatório Geofísico e Astronómico da Universidade de Coimbra (OGAUC) resulta da fusão dos “velhos” Observatório Astronómico (OAUC) e Instituto Geofísico (IGUC), este último vocacionado, entre outras valências, para a Meteorologia e Climatologia. As observações de variáveis climático-meteorológicas - radiação solar, temperatura, humidade, precipitação, vento, etc. - são obtidas numa estação meteorológica instalada nas traseiras do edifício principal, rigorosamente de acordo com normas definidas pela

Organização Meteorológica Mundial (OMM) para que os dados tenham a devida validação científica. Tão importante como a qualidade científica dos dados é, também, a sua representatividade espacial, ditada pela localização da estação meteorológica. O IGUC localiza-se no setor oriental da cidade de Coimbra, a 141 metros de altitude, nas proximidades do Penedo da Saudade, na Cumeada, um interflúvio que se ergue abruptamente mais de 100 metros acima do nível de um “meandro abandonado” do Mondego, que constitui a maior parte do setor meridional da aglo-

meração urbana, topograficamente deprimido e amplamente urbanizado (Solum, Vale das Flores, etc.). Foi estabelecido nesta localização em 1863/64 e as observações meteorológicas iniciaram-se em maio de 1864, mas só a partir de 1866 com carácter regular. Corresponde-lhe, assim, uma série temporal de dados climáticos de quase 150 anos-só superada pela série do Instituto Geofísico Infante D. Luís (IGIDL), em Lisboa, que iniciou o seu funcionamento em 1854 - o que, por si só, atesta a importância do IGUC no contexto da rede de estações meteorológicas

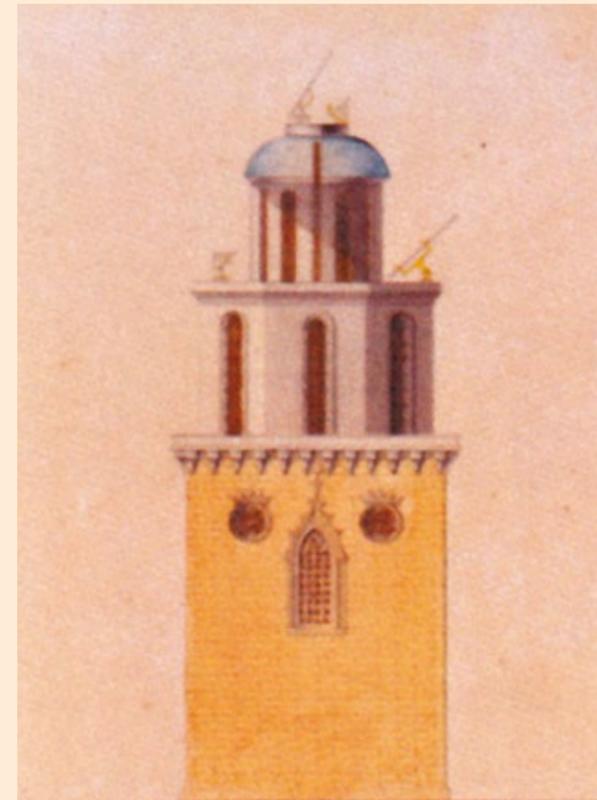
de Portugal (e, até, europeias). Anos depois, em 1946, foi criado o Serviço Meteorológico Nacional (SMN), integrando todas as estações meteorológicas dispersas pelo território, inclusivamente a do IGUC, tuteladas por um único organismo, centralizado em Lisboa - Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica (INMG) em 1976, Instituto de Meteorologia (IM) em 1993, Instituto Português do Mar e da Atmosfera (IPMA) desde 2012. Em abril de 1996, a estação meteorológica do IGUC deixa de fazer parte da rede de estações meteorológicas oficiais do IM, sendo a estação oficial deslocada para Cernache, nos arredores de Coimbra, sensivelmente 10 quilómetros a SW do IGUC, continuando, porém, o IGUC, sob tutela da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra (UC), a proceder a observações meteorológicas. Os dados oficiais das condições meteorológicas de Coimbra passam, a partir dessa altura, a ser ditados pelas observações de Cernache que, em rigor, não correspondem aos dados observados no IGUC. A sua interpretação, no entanto, depende da escala de análise climática em que se enquadra a representatividade espacial das estações meteorológicas utilizadas como referência.

À escala regional (mesoclimática), em que os principais fatores de diferenciação climática são determinados pelas características térmicas, higrométricas e dinâmicas das massas de ar, estações meteorológicas a semelhante altitude e distância ao mar, espaçadas entre si uma dezena de quilómetros, como é o caso de Cernache e IGUC, acabam por representar satisfatoriamente o clima regional, não obstante os contrastes espaciais de variáveis climáticas que, inevitavelmente, apresentam, mas que são mitigados pelos parâmetros

de tendência central que caracterizam o clima.

À escala do clima local (topoclima), em que os fatores determinantes de diferenciação espacial das variáveis climáticas se prendem com as características do espaço geográfico, como o tipo de ocupação do solo, a altitude e a topografia, a representatividade espacial de cada uma das estações meteorológicas é fortemente restringida. A esta escala de análise, a estação meteorológica do IGUC não é representativa, sequer, do clima da aglomeração urbana de Coimbra no seu todo. A temática do clima de Coimbra, tanto à escala mesoclimática, como à escala da topoclimatologia urbana, tem sido amplamente estudada e demonstrada, nas duas últimas décadas, por investigadores do Departamento de Geografia da Faculdade de Letras da UC, em estreita colaboração com o IGUC e recorrendo às séries suprasseculares de dados climáticos dos seus arquivos. Independentemente da agregação do OAUC e do IGUC no “novo” OGAUC, a manutenção da localização da estação meteorológica na Cumeada e a continuidade do seu funcionamento regular são imprescindíveis para a investigação climático-meteorológica em Coimbra e sobre o clima de Coimbra (e de Portugal), a diferentes escalas de análise, assegurando, sobretudo, a homogeneidade de uma série de dados de observação de quase 150 anos, de grande relevância em qualquer país do Mundo e para qualquer instituição que contemple a investigação no domínio das Ciências da Terra e da Atmosfera, como é o caso da UC.

* Professor Associado do Departamento de Geografia da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa



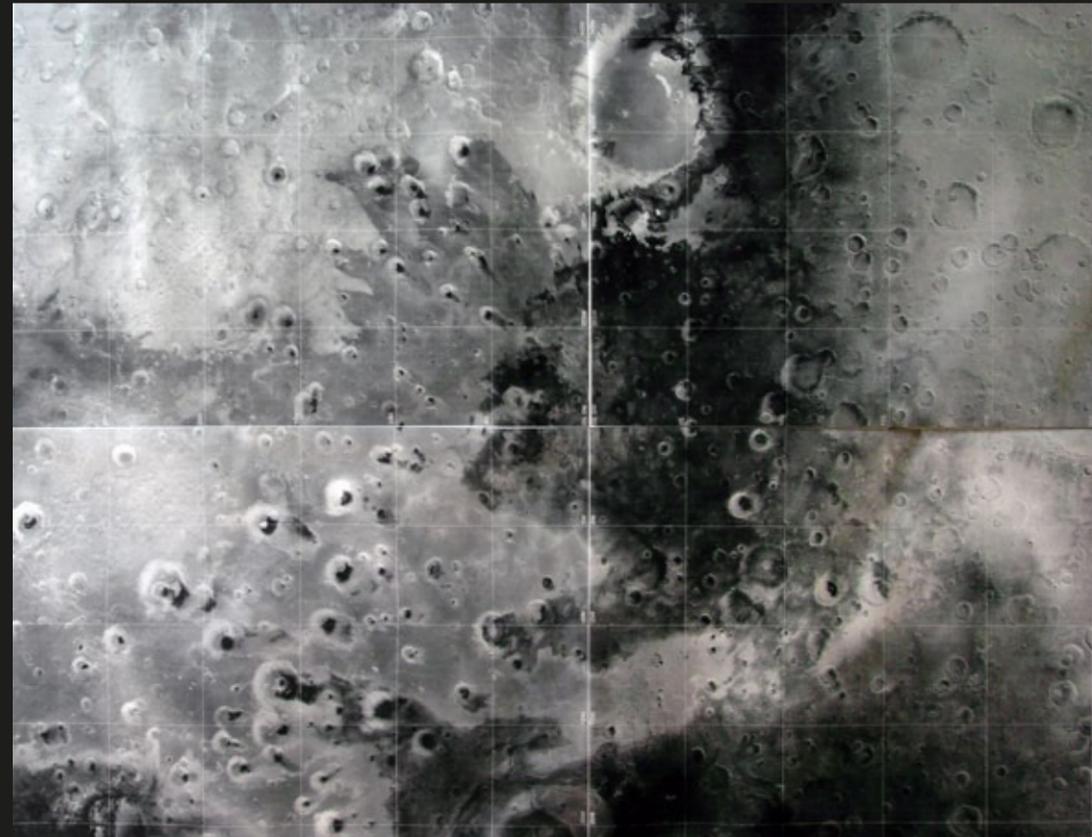
DAVID ALEGRE VAZ *

Nos últimos 50 anos, o manancial de informação recolhida pelas várias missões espaciais dedicadas ao estudo de outros planetas e luas levaram ao surgimento e desenvolvimento de um novo domínio científico. Trata-se sem dúvida de uma temática interdisciplinar que sob a denominação de “Ciências Planetárias” integra contribuições da Astronomia e das Geociências. Após as missões do programa espacial Apollo, que levaram por seis vezes o Homem à Lua e que recolheram cerca de 400 quilos de amostras rochosas (que nos permitiram conhecer melhor a evolução da Lua e da Terra), a exploração do Sistema Solar tem sido feita exclusivamente através de missões orbitais (que adquirem dados geofísicos e de deteção remota) e de missões robóticas que, por exemplo, no caso de Marte têm percorrido e explorado a superfície do planeta durante vários anos (após dez anos na superfície marciana o *Rover Opportunity* percorreu já uma distância superior a 40 quilómetros).

Deu-se, portanto, uma mudança de paradigma, desde a herança astronómica onde a observação direta com telescópios deu lugar à exploração, utilizando sondas orbitais, exploração robótica, e no caso da Lua, da exploração *in situ* do Sistema Solar. Esta mudança disponibilizou uma quantidade crescente de dados, cuja análise é também partilhada pelo Centro de Investigação da Terra e do Espaço da Universidade de Coimbra (CITEUC), sediado no Observatório Geofísico e Astronómico da Universidade de Coimbra. A partir destes dados, o grupo de Ciências Planetárias do CITEUC procura entender a origem e evolução dos corpos telúricos do Sistema Solar.

De forma a compreender as fases iniciais da formação do Sistema Solar, estuda-se a mineralogia e a composição de meteoritos e asteroides, o que permite caracterizar os materiais primordiais que deram origem aos planetas e suas luas. Um dos aspetos importantes neste tipo de estudos é compreender de que forma o ambiente espacial altera os materiais, dificultando a sua identificação através de espectroscopia. Para compreender este fenómeno de “meteorização espacial” realizam-se estudos laboratoriais que visam reproduzir e estudar de que forma a resposta espectral dos materiais se altera.

Para compreender a evolução de cada planeta ou lua, estuda-se a sua superfície recorrendo a imagens e a dados espectrais, bem como a dados geofísicos adquiridos a partir de sondas orbitais ou recolhidos na superfície. Todos estes dados são utilizados para reconstruir a história geológica das superfícies planetárias em estudo, e são normalmente integradas sobre a forma de cartografia geológica, permitindo estabelecer uma sequência de eventos que explique o conjunto de estruturas geológicas e as suas características



geomorfológicas. Tendo em vista estes objetivos, o CITEUC tem apostado no desenvolvimento de técnicas inovadoras que permitiram a cartografia e caracterização automática de vários tipos de estruturas geológicas em Mercúrio, Vénus e Marte. Este esforço tem-se focado, por exemplo, na cartografia de crateras de impacto que são utilizadas para determinar a idade de formação das superfícies planetárias; na caracterização de estruturas periglaciares, que por analogia com a Terra nos permitem conhecer os materiais e as condições existentes na subsuperfície; no

estudo de processos tectónicos que permitem caracterizar as deformações e o grau de mobilidade crustal; e no estudo de processos sedimentares eólicos, que fornecem de uma forma indireta indicações sobre as condições atmosféricas na superfície de outros corpos do Sistema Solar como Marte ou Titã. Todas estas abordagens têm em comum o facto de permitirem traçar, a partir de uma análise geomorfológica comparativa, a evolução geológica e caracterizar as condições ambientais na superfície de outros corpos. Muitas das inferências e analogias estabelecidas a partir da análise das estruturas geológicas extraterrestres pressupõem um conhecimento detalhado das condições de formação e de evolução do mesmo tipo de estruturas na Terra, onde podem ser estudadas diretamente, o que normalmente implica trabalhos de campo e simulações laboratoriais.

De forma a estudar os processos associadas às zonas mais profundas, como por exemplo o núcleo dos corpos telúricos, utiliza-se o estudo dos campos magnéticos internos que permitem compreender os processos que decorrem em profundidade. Isto acontece para corpos que possuem um campo interno (como a Terra e Mercúrio), noutros casos existe apenas um campo magnético remanescente crustal (como por exemplo em Marte e na Lua) que pode, no entanto, ser utilizado para estudar a estrutura e evolução da crosta. Esta breve e necessariamente incompleta descrição dos objetivos e da abordagem multidisciplinar das Ciências Planetárias visa apenas apontar algumas das temáticas estudadas no CITEUC. Estas temáticas são também fruto de diversas parcerias internacionais, que continuarão a garantir o retorno científico e a participação portuguesa na análise dos dados adquiridos pelas missões espaciais dedicadas ao estudo do Sistema Solar.

* Investigador do Centro de Geofísica da Universidade de Coimbra

O ÉTER NO OBSERVATÓRIO: UM EMISSOR DE RÁDIO COM HISTÓRIA DENTRO

GUILHERME QUEIROZ *

Sofá vermelho. Uma sala de discos onde se remexem vinis poeirentos. Alguém chega ao corredor, cumprimenta quem por lá está, à conversa, a trabalhar, a ouvir, a produzir, a ler, a estar. A luz “NO AR” acende-se. “Rádio Universidade de Coimbra, em 107.9 FM.” Mais um programa que começa. Mais um passo no ciclo interminável da Rádio Universidade de Coimbra (RUC), em 24 horas de emissão, em 28 anos. No corredor da Associação Académica de Coimbra (AAC) toda uma história habita as paredes, corridas por gerações, guardando músicas de todo o tempo e de todo o lugar, e todas as RUCs que já por lá moraram. Neste centro tudo fervilha, tudo acontece. Mas quando a voz em estúdio levanta a via do microfone, é a três quilómetros de distância, no cimo do Observatório Astronómico, que a solitária antena emite, para todo o Vale do Mondego, esses 107.9 FM base da magia da rádio.

Quando a um de Março de 1986, o Centro Experimental de Rádio se tornava RUC, o emissor estava longe de ser o que hoje conhecemos. Itinerante, ainda emitindo na frequência pirata de 100.00 Mhz, só quando em 1988 se tornou legal se estabeleceu no Departamento de Matemática da Universidade de Coimbra (UC), iniciando a era dos 107.9 FM. O emissor estava ligado ao estúdio por um cabo estendido até ao telhado das Matemáticas, e chegou mesmo a acontecer um choque entre este e os fios do trolley, queimando todo o equipamento. Por aí se manteve até 1994, ano em que, por questões de saúde pública, a UC decidiu dar à antena o seu poiso definitivo no Observatório.

A mudança do emissor para o Observatório esteve longe de ser perfeita. Ainda que com maior alcance, perdeu-se qualidade de emissão no centro da cidade, agora zona de sombra atrás da colina da Universidade. Esta foi uma mudança que tampouco

agradou aos investigadores do Observatório. A construção de uma antena no meio do complexo astronómico impedia a visão de 360 graus do céu, e não eram raras as vezes em que a estrela pretendida aparecia escondida. A verdade é que os anos foram passando, e a Rádio Universidade foi estabelecendo raízes naquele remoto, calmo e peculiar espaço.

Os primeiros tempos de emissão não foram fáceis. Inicialmente, o emissor era valvular, e com duas placas de *backup* em que só uma funcionava. Eram portanto frequentes as idas ao Observatório, sempre no risco de cair a emissão. Mesmo depois da revisão tecnológica os problemas não acabaram, e em 1999 o novo emissor começou a falhar sistematicamente, sem se conseguir detectar o motivo do erro. Descobriu-se que a instalação eléctrica era ainda a original da década de 1950, e os fios eram tão finos que o emissor acabava por trabalhar em subtensão, desligando-se, e obrigando a uma grande empreitada, com uma vala da entrada ao topo da colina, para construir nova instalação.

O lar do emissor assumia-se desde logo figura mítica na história da rádio. Pequena casa onde se ia reunindo um acervo histórico em forma de museu improvisado. Pendiam contra as paredes posters de concertos passados, John Zorn com Mike Patton, Mostra de Música Moderna, Tédio Boys, jornais de outros tempos, mesas de mistura de todos os feitios. Ao lado, erguia-se a cúpula, como verdadeiro templo da rádio. Memórias que se estendem para lá do material, e que invocam as festas que acabaram por marcar, acima de tudo, aquele lugar especial. Foi no Natal de 1995 que se realizou a primeira Festa RUC no Observatório, com lugar para “Lançamento do Disco” em que se lançavam CDs de qualidade duvidosa como *frisbees* e uma feijoada numa panela dos Serviços de Ação Social da UC que no fim acabou

por ficar “esquecida” na arrecadação, para regalo dos que a devolveram quatro meses depois. As Festas no Observatório eram momento alto da convivência RUC. Aí o locutor passava a DJ, tocando os discos que gostava para os amigos no ambiente sempre informal, se faziam festas de Natal, festas do Emigrante, e festas sem motivo algum que não a reunião e a celebração em torno daquela paixão que partilhavam. O Observatório acabava por ser símbolo do peso dos anos de história daquela rádio, da percepção de que se trabalhava para algo maior que nós, tudo enquanto, uns metros acima, os 107.9 FM formavam o éter da RUC, espalhando-se num contínuo pelo espaço.

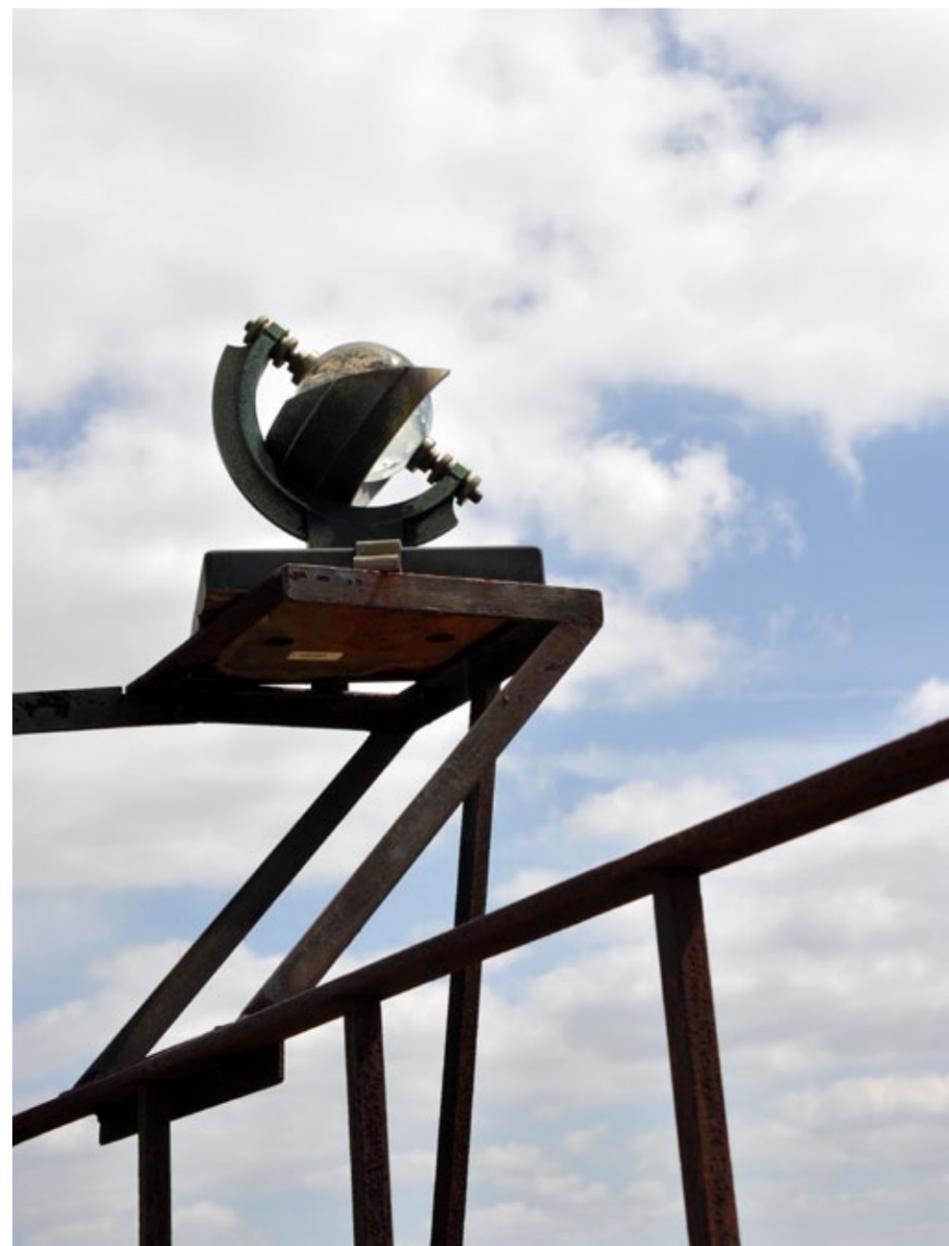
Em 2012 foi comunicado, por parte da UC, que o edifício ocupado pela RUC daria lugar a um novo planetário para crianças. No ano seguinte tudo aquilo que habitara durante 15 anos aquele espaço retornava ao edifício da AAC, esperando ainda hoje por um novo espaço de exposição. Quanto ao emissor, está confinado a um pequeno contentor, construído para o propósito, ao lado da antena que, impávida, continua o seu trabalho.

Ainda hoje se levanta a via e se ouve “Rádio Universidade de Coimbra em 107.9 FM.” Ainda hoje uma Rádio incessante trabalha para que uma multidão anónima sintonize a RUC. E independentemente de tudo, independentemente do epicentro na AAC, do dia a dia em constante movimento, a Rádio Universidade de Coimbra continua a olhar de forma especial aquele Observatório que ainda hoje sente como segunda casa.

* Ex-presidente da Rádio Universidade de Coimbra
(com um agradecimento especial a Bruno Baptista)

IGUC
150 ANOS
A TOMAR
O PULSO
À TERRA¹

E. IVO ALVES *



¹ Pagela da emissão dos CTT comemorativa dos 150 anos do Instituto Geofísico da Universidade de Coimbra.

O Instituto Geofísico da Universidade de Coimbra (IGUC) foi criado em 1864 no local onde ainda funciona, na Cumeada, hoje avenida Dr. Dias da Silva. Chamava-se então Observatório Meteorológico e Magnético e, desde então, tem sido sempre o mais completo centro português de monitorização ambiental. Aí se recolhem e tratam dados de Meteorologia (desde 1864), Magnetismo (1866 – desde inícios do séc. XX que é o único observatório português), Sismologia (1891 – primeira estação sísmica portuguesa) e Ciência Planetária (2002 – primeiro laboratório português reconhecido pela Agência Espacial Europeia para o estudo de Marte).

Pode ser difícil compreender, para quem financia a ciência, a necessidade de haver instituições cuja missão é registar dados ininterruptamente.

Os investimentos nestes laboratórios não se traduzem direta e imediatamente em receitas. Nem os investimentos na saúde, aliás, e esta pode ser uma boa analogia.

Todos somos sensíveis às doenças do nosso planeta. Quando estamos doentes, os médicos não começam o diagnóstico pela cirurgia. Primeiro estudam a nossa história clínica e depois servem-se de meios complementares como as análises clínicas, as radiografias ou os eletrocardiogramas. É o que faz o IGUC há um século e meio: arquiva a “história clínica” da Terra para ajudar a diagnosticar a sua saúde. Vejamos como.

A Sismologia “toma o pulso” e, ao mesmo tempo, “radiografa” o interior do planeta; são as suas ferramentas que nos permitem localizar jazidas



de petróleo; é ela que nos ajuda a estimar riscos e, assim, ordenar melhor o nosso território.

A Meteorologia mede e regista a nossa temperatura (do ar, do solo), o nosso “aspeto” (as várias formas de radiação solar), a nossa “respiração” (pressão atmosférica, velocidade e direção dos ventos) e, até, a hidratação da nossa “pele” (precipitação, humidade atmosférica e do solo, evaporação).

Os registos do Observatório Magnético são os “eletrocardiogramas” do Sistema Solar. Para além do campo geomagnético principal, originado no núcleo da Terra, que dirige as agulhas das bússolas para o Norte (aproximadamente – ou, às vezes, para o Sul...), o nosso planeta está permanentemente mergulhado em campos eletromagnéticos originados no Sol. Ocasionalmente, esses campos podem ser tão fortes que perturbam a nossa vida, alimentada pela energia elétrica e pelas telecomunicações.

Antes de lançar um medicamento no mercado fazem-se ensaios clínicos. Os nossos são os estudos de outros planetas, que nos ajudam a compreender melhor o passado da Terra e, esperamos, a prever a sua evolução futura.

Para além das quatro componentes nucleares do trabalho do IGUC, outras têm vindo a ser acrescentadas ao longo dos anos, como a recolha de pólenes atmosféricos, o registo das radiações ionizantes na atmosfera e a qualidade do ar, em cooperação com outras instituições.

O mais recente projeto do IGUC é a integração de todos os seus dados numa plataforma de avaliação e previsão das ameaças espaciais sobre a Terra. Para esse fim uniu-se, em 2012, ao Observatório Astronómico da Universidade de Coimbra formando agora o Observatório Geofísico e Astronómico, preparado para oferecer à sociedade mais 150 anos de ciência.

Só poderemos saber o que vai mal com a saúde planetária se preservarmos, analisarmos, continuarmos e acarinharmos as longas séries de dados de antigos observatórios como o nosso.

Afinal, quem pensaria em menosprezar as análises clínicas?

* Diretor do Instituto Geofísico da Universidade de Coimbra entre 2001 e 2012



A HERANÇA DO ANTIGO OBSERVATÓRIO ASTRONÓMICO DA UNIVERSIDADE DE COIMBRA

FERNANDO B. FIGUEIREDO *
CLAUDINO ROMEIRO **



Hoje dos muitos visitantes que franqueiam a Porta Férrea da Universidade, e se aproximam do varandim do Pátio para desfrutar a imensa vista, poucos saberão que era aí que durante anos esteve edificado o Observatório Astronómico da Universidade de Coimbra (UC).

Construído na década de 1790, seria demolido nos anos 40-50 do século XX aquando das obras de requalificação da Universidade e da Alta de Coimbra.

Com efeito, foram cerca de 160-170 anos que o edifício do Observatório dominou a parte sul do Pátio da Universidade e que poucos saberão que alguma vez existiu.

Hoje, o Observatório da Universidade situa-se do outro lado do Mondego, em Santa Clara, e lá o visitante pode conhecer o seu museu e a coleção de instrumentos antigos herdada do antigo Observatório do Pátio. É dessa magnífica coleção mercedora de uma visita que vamos aqui dar uma breve nota.

A ideia de se criar um observatório na Universidade nasce aquando da Reforma Pombalina da Universidade de Coimbra (1772). Sobre a história das vicissitudes da construção do observatório, primeiramente pensado e idealizado para o sítio do castelo da cidade, mas apenas inaugurado em 1799, o leitor interessado pode ler um artigo que saiu na 21ª edição da revista Rua Larga, em

2008 (“O Observatório Astronómico da Universidade de Coimbra, 1772-1799”).

Em 1772, o Marquês de Pombal deu instruções para que os diversos instrumentos científicos que existiam em Lisboa no Colégio dos Nobres fossem entregues à Universidade para apetrechar alguns dos seus futuros estabelecimentos. Estes chegaram a Coimbra em inícios de fevereiro de 1773, vindos de barco através do porto da Figueira da Foz. Rómulo de Carvalho, que estudou o respetivo inventário, identifica oito telescópios que terão sido incorporados na Faculdade de Matemática para uso da cadeira de Astronomia (Rómulo de Carvalho, *História do Gabinete de Física da Universidade de Coimbra*, 1978, pp.71-91, 494, 511 e 515). Tudo leva a crer que terão sido esses os primeiros instrumentos que integraram o acervo instrumental de um pequeno observatório interino, que se edificou enquanto não se construía o definitivo observatório astronómico.

O Observatório Astronómico da Universidade de Coimbra (OAUC) só foi construído no decorrer do reinado de D. Maria I (1834-1816). Este estabelecimento, cuja concretização efetiva foi essencialmente da responsabilidade do seu primeiro diretor José Monteiro da Rocha (1734-1819), não se reduz apenas a um observatório de cariz universitário, direcionado exclusivamente para a vertente letiva.

O seu papel e prática astronómica (traçados desde logo nos Estatutos de 1772 e depois reforçados no seu regulamento de 1799) prende-o a uma dicotomia muito própria: por um lado como observatório universitário, nomeadamente no ensino prático da astronomia e na investigação científica dos seus professores e, por outro, como observatório nacional envolvendo-o na elaboração das efemérides astronómicas “para uso da Navegação Portuguesa”. Efetivamente, o cálculo, a elaboração e a publicação das *Ephemerides Astronomicas* serão o trabalho maior e a imagem de marca do Observatório de Coimbra durante todo o século XIX.

O primeiro volume foi publicado em 1803 e, salvo algumas interrupções originadas pelas guerras civis, que entretanto aconteceram em Portugal e em que a sua publicação esteve suspensa, as *Efemerides* ainda eram publicadas nos finais do século XX.

Para toda esta atividade científica foi necessário, evidentemente, equipar o OAUC com toda a variedade de instrumentos de observação.

O núcleo instrumental principal foi adquirido em Inglaterra, contando Monteiro da Rocha com a preciosa ajuda de João Jacinto de Magalhaes (1722-1790). Assim, nos finais da década de 1780, são encomendados em Londres um quadrante móvel de Troughton, juntamente com um instrumento de passagens de William Cary e um setor de George Adams.

Outros instrumentos são também adquiridos em diversos pontos da Europa, entre outras: duas esferas armilares de construção de George Adams, diversas pêndulas como a Pêndula de Magalhães e a Pêndula de Berthoud e alguns compassos de proporção.

Na diretoria de Joaquim Maria de Andrade (1768-1830) passou a haver um zigómetro construído pelo guarda de instrumentos do observatório José Joaquim de Miranda, e foram adquiridos alguns Sextantes, Barómetros e Termómetros, construção de Harris. Quando foi diretor Tomás de Aquino de Carvalho (1787-1862) adquiriram-se, entre outros, o Equatorial de Troughton e o Círculo Meridiano do mesmo construtor.

Com Rodrigo Ribeiro de Sousa Pinto (1808-1893) foram adquiridos diversos cronómetros, o instrumento de passagens móvel de Repsold, diversos espectroscópios, bem como o Fotoheliógrafo.

Por fim, com o diretor Francisco Miranda da Costa Lobo (1864-1945) comprou-se o Espectroheliógrafo e o espectrógrafo estelar.

O trabalho astronómico faz-se não só com bons instrumentos, mas também com acesso a livros e a obras de referência.

Os inventários de 1810 e de 1824 referem já a existência de um ‘gabinete dos livros’ ou ‘livraria’ no OAUC. No inventário de 1810 constam, entre livros, mapas e cartas celestes, 50 títulos, e no de 1824 listam-se já 146 títulos. Ao longo do século XIX, o acervo bibliográfico e iconográfico do OAUC foi crescendo significativamente, fruto de sucessivas aquisições, doações e trocas com instituições congéneres estrangeiras.

Hoje o fundo de livro antigo do OAUC (obras anteriores a 1900) é constituído por cerca de 900 espécies bibliográficas que datam do século XVI ao século XIX.

Na coleção dos mapas destacam-se diversos do Brasil, como os mapas dos rios: *Tiete, Paraná e Ygatimi*, de Joze Custodio de Sâ e Faria; *Mappa Geografico de uam Parte da América Meridional*, feito por ordem do Marquês do Lavradio, Vice-Rei do Estado, desenhado pelo Capitão Engenheiro Alexandre Jose Montanha, em 1773, e novamente copiado com acrescentos pelo Tenente João Batista de Espirito Santo, em 1780; *Carta Geographica da América Portuguesa ou Terreno Americano*, de 1775; *Carta Geografica de Projeção Esphérica da Nova Lusitania ou America Portuguesa*, dedicado a Sua Alteza o Real Principe do Brasil D. João, pelo capitão de fragata, astrónomo e geógrafo, António Pires da Silva Pontes Leme e desenhado por Jose Joaquim Freire e Manuel Tavares da Fonseca, em 1797.

Há um precioso conjunto de mapas de Portugal no qual se evidenciam o *A Map of the Principal Operations of Portugal*, publicado em Inglaterra em 1803, da autoria de Francisco Ciera e o *Mappa ou Carta Geographica de Portugal e Algarve*, de 1790, do geógrafo britânico T. Jefferys.

Na biblioteca também se podem admirar várias cartas celestes, salientando-se entre outras as 24 cartas da autoria do astrónomo real britânico John Flamsteed (1646-1719) de 1729 e as 20 cartas da *Uranografia* de Johann Elert Bode (1747-1826), de 1801.

Do fundo dos livros antigos podemos destacar, por exemplo: *La Prima Parte del General Trattado de Numeri*, de Nicola Tartaglia, 1556, *L'Art de Naviguer*, de Pierre de Medini, 1576 ou *Discorso Sopra la Fabrica, e Uso dele Nuove*, de Antonio Lupicini, 1581.

O OAUC apresenta uma longa história científica e astronómica que se reflete no seu rico património instrumental e bibliográfico. Esta riqueza pode e deve ser visitada!

* Investigador do Centro de Geofísica da Universidade de Coimbra

** Técnico Aposentado do Observatório Geofísico e Astronómico da Universidade de Coimbra





SPINLAB: um laboratório dedicado à Meteorologia Espacial

MARIA TERESA BARATA *

A realidade ultrapassa sempre a ficção ou a ficção torna-se realidade. Explosões, momentos sem contacto, perdidos no espaço, só a ver o globo, triângulos onde se desaparece... Tudo isso se vai aproximando à realidade. Como sempre, e até ao supremo momento da fé, tudo tem uma explicação científica. É aí, quando se descobre, que a ficção deixa de o ser...

Fevereiro de 2013: a explosão (e consequente onda de choque) dum meteoro nos céus da Rússia provocou mais de 1000 feridos e prejuízos em danos materiais que ascendem a 25 milhões de euros.

Dezembro de 2006: intensa erupção solar causou uma considerável perturbação no sinal GPS, com impacto direto no processo de perfuração petrolífera.

Janeiro de 2005: as rotas aéreas entre Chicago e Hong Kong tiveram de ser desviadas da região polar, devido aos efeitos da atividade solar. Estas alterações de rota afetaram 26 voos e conduziram a um aumento da duração da viagem e a uma aterragem adicional para reabastecimento.

Março de 1989: o Quebeque sofreu um súbito apagão na rede elétrica (duração de nove horas que afetou milhões de pessoas) provocado por uma tempestade magnética que teve origem em forte atividade solar, ocorrida três dias antes.

Estes exemplos tiveram uma grande exposição mediática pelas excecionais implicações que tiveram na vida das populações e setores económicos. Eventos com a mesma origem, mas de menor intensidade ocorrem com grande frequência, causando perturbações em determinadas atividades, com maior ou menor impacto económico: perturbações na transmissão de sinais de radio, no sistema GPS, telecomunicações, nas redes de distribuição elétrica, na eletrónica e trajetória de satélites comerciais, na taxa de radiação a que ficam expostas as tripulações,

mas também os passageiros da aviação civil, ou na prospeção petrolífera. Estes fenómenos têm também impacto nas alterações climáticas.

Todos estes eventos são fenómenos de *Space Weather* e foram provocados pela radiação e matéria oriunda do espaço exterior. O nosso Sol, grande motor destes eventos, manifesta a sua atividade de várias formas, como sejam ventos solares, ejeções de massa coronal, tempestades solares. Todas estas manifestações de atividade ejetam no espaço grandes quantidades de partículas solares e criam perturbações a vários níveis no meio interplanetário: deformam campos magnéticos (caso da Terra) e causam tempestades magnéticas com os efeitos já referidos. A “metereologia espacial” ou *Space Weather* é uma área de investigação que se reveste de uma importância cada vez maior para a sociedade e que consiste na monitorização, estudo e previsão deste tipo de fenómenos. Facilmente se depreende que se trata de uma área do saber profundamente interdisciplinar, cruzando diferentes domínios tais como a Astronomia, a Geofísica, a Matemática, a Engenharia, e com aplicações práticas muito para lá do estritamente científico.

A Universidade de Coimbra (UC), num esforço combinado do Instituto Geofísico, do Observatório Astronómico e do Centro de Investigação da Terra e do Espaço (agora agregados numa mesma instituição, o Observatório Geofísico e Astronómico da UC - OGAUC) encontra-se, desde 2012, a construir um laboratório com objetivo de monitorizar e prever os influxos provenientes do espaço exterior. Este laboratório, denominado SPINLab (*Space-Planetary Interactions Monitoring and Forecasting Laboratory*), integra o conhecimento do CITEUC nas áreas da Geofísica e da Astronomia, em conjunto com a atual observação diária (do Sol e do magnetismo, meteorologia terrestres e sismologia) e as longas séries de dados obtidas na referida

instituição, bem como dados publicados por outras instituições a nível mundial.

O desenvolvimento deste laboratório tem envolvido outras instituições nacionais para além da UC, e também empresas de cariz tecnológico. Destacam-se as contribuições da Navegação Aérea de Portugal (NAV) e PT Inovação na perceção concreta dos efeitos do *Space Weather* nas suas atividades diárias ou na análise de fenómenos ocorridos no passado. No que concerne a colaboração empresarial de empresas como a Present Technologies, DC Venture e Blue Cover, o objetivo é a materialização do SPINLab numa plataforma informática de elevada performance que permita disponibilizar em função de cada atividade económica, alertas e previsões em *Space Weather* e, simultaneamente, tornar acessível o elevado manancial de dados do OGAUC à comunidade científica. Esta plataforma é a consolidação do SPINLab em três vertentes: consolidação da investigação desenvolvida na UC nos processos de interação entre o Espaço e a Terra; a relação com as atividades sociais e económicas com vista à mitigação de ameaças provenientes da referida interação; e o aprofundamento das linhas científicas em que o CITEUC tem demonstrado excelência.

O SPINLab é o primeiro laboratório em Portugal dedicado a esta temática. O seu sucesso passa também pela participação de instituições nacionais e de colaborações internacionais, que também desenvolvem atividades científicas nesta temática. E a sua fixação nesta *Rua Larga* do conhecimento que é Coimbra tem, desde logo, a sua justificação pelo facto de se adquirem aqui, desde 1926, as imagens do Sol e os registos do campo magnético desde 1866, um espólio único em Portugal.

* Investigadora do Centro de Geofísica da Universidade de Coimbra

OBSERVATÓRIO GEOFÍSICO E ASTRONÓMICO:

UMA INSTITUIÇÃO INTERDISCIPLINAR PARA O
FUTURO DAS CIÊNCIAS DA TERRA
E DO ESPAÇO

COMISSÃO CONSULTIVA
E DE ACOMPANHAMENTO
DO OGAUC *



As Ciências da Terra e do Espaço, hoje assim denominadas, são estudadas e ensinadas há vários séculos na Universidade de Coimbra (UC). Uma das âncoras desta realidade prende-se indelevelmente com a criação, nesta Universidade, em 1772, do Observatório Astronómico e, há 150 anos, do Instituto Geofísico. Desde a respectiva fundação que estas instituições mantiveram uma característica comum: a recolha diária e consequente arquivo de observações astronómicas e geofísicas (nomeadamente sísmicas, meteorológicas e magnéticas). Este espólio tem dado à UC longas séries de dados que permitem a investigação de fenómenos à escala astronómica e geofísica. São inúmeros os trabalhos científicos produzidos por estas instituições frequentemente (e quase desde o início) desenvolvidos no âmbito de equipas ou redes nacionais e internacionais. Ao longo deste volume da *Rua Larga* encontraremos muitos artigos ilustrativos de tais estudos. Institucionalmente o Observatório Astronómico esteve sempre ligado ao Departamento de Matemática (DM), sendo até ao final de 2012 uma secção deste departamento. Esta ligação institucional tem na sua origem o desenvolvimento científico comum que estas duas áreas conheceram na UC. Em contrapartida o Instituto Geofísico foi, até à mesma data, uma unidade orgânica da Faculdade de Ciências e Tecnologia da UC (FCTUC). Mas esta divisão institucional nunca impediu que a ciência aí fruisse através de diversos atores de formações interdisciplinares. Podemos encontrar no trabalho desenvolvido pelo Observatório Astronómico e pelo Instituto Geofísico a presença de colaborações internas e externas à UC envolvendo astrónomos, físicos, matemáticos, geofísicos e geólogos.

Quando, em 2010, o DM e o Instituto Geofísico fazem a proposta de uma fusão à FCTUC, tinham sobretudo subjacente a materialização de uma nova realidade interdisciplinar. Ficando a instituição agora criada - Observatório Geofísico e Astronómico - sob a alçada da FCTUC, o suporte científico não poderia deixar de envolver os departamentos de Ciências da Terra, Matemática e Física que cultivam e desenvolvem as

áreas de saber onde assenta a investigação desta nova instituição.

Curiosamente, no âmbito formativo da FCTUC, esta associação havia já sido colocada em prática, de uma forma repartida, sendo de destacar nesse domínio o Mestrado de Astrofísica e Instrumentação para o Espaço, da responsabilidade dos Departamentos de Física e Matemática e o menor em Ciências do Espaço, que envolve a contribuição dos três departamentos. Em 2013, a criação do Observatório Geofísico e Astronómico torna-se uma realidade e, apesar da sua “juventude” institucional, há já resultados que ilustram, claramente, que a linha científica orientadora da instituição – a Meteorologia espacial (*space weather*) – congrega vários saberes que cruzam a Matemática, a Física e as Ciências da Terra. São disto exemplo a investigação relativa ao entendimento dos processos físicos que ocorrem na superfície solar, ao estudo do seu impacto na Terra (nomeadamente ao nível da interação geomagnética) e ainda ao desenvolvimento de metodologias matemáticas de análise de séries temporais ou de previsão de fenómenos de *space weather*. O Observatório Geofísico e Astronómico é assim uma oportunidade de cruzamento e convergência de saberes cultivados desde há muitos séculos na UC e, consequentemente, uma estrutura científica com largo potencial para o desenvolvimento de investigação qualificada.

COMISSÃO CONSULTIVA E DE
ACOMPANHAMENTO DO OGAUC *

* Nazaré Mendes Lopes,
Diretora do Departamento de Matemática

* Constança Providência,
Diretora do Departamento de Física

* Alcides Pereira,
Diretor do Departamento de Ciências da Terra

* João Fernandes,
Sub-Diretor da FCTUC para o OGAUC

Nós somos
Observatório
Geofísico e
Astronómico
da Universidade
de Coimbra,
no séc. XXI



CELESTE GOMES *

Foram, durante muito tempo, o Instituto Geofísico da Universidade de (IGUC) e o Observatório Astronómico da Universidade de Coimbra (OAUC) e foram muito relevantes. Recentemente, a partir do início do século XXI, encontraram-se, refletiram, juntaram-se e continuam muito importantes: somaram as suas identidades, nomeadamente, as suas ideias, os seus saberes e, logo, as suas grandes Histórias. O Observatório Geofísico e Astronómico da Universidade de Coimbra (OGAUC) salienta-se pelo seu papel na investigação, na educação e na divulgação, em especial, nas áreas do Ambiente, Geologia, Geofísica, Astronomia e Astrofísica. O OGAUC conta com o Centro de Geofísica (CGUC) e, por sua vez, estes contam com os seus investigadores, acumulando alguns com a função de docente, nos Departamentos de Ciências da Terra (DCT), de Física (DF) e de Matemática (DM) da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra (FCTUC).

O OGAUC tem espaços, dos mais bonitos da Cidade e da UC. Tem equipamentos para a Ciência, desde muito antigos até recentes. Por exemplo, no IGUC, foi efetuado o único registo do sismo de Benavente, em 1909. Ao tempo, o diretor era Santos Veigas (professor de Física). Nos tempos que correm, as ideias, equipamentos e, especialmente os computadores, permitem investigar muito para lá da Terra e do Tempo e também para o interior da Terra. As ideias são fundamentais e, sem pretendermos ditar a História destas Instituições centenárias e ímpares, queremos aqui imprimir mais três nomes: Anselmo Ferraz de Carvalho (professor e Diretor do IGUC, na primeira metade do Século XX), porque se preocupou, entre muitos outros aspetos, com a continuação do estudo da Sismologia, da Meteorologia, com a docência e com a elaboração de manuais; Ivo Alves, docente no DCT, e João Fernandes, docente no DM. Estes dois últimos, mestres e obreiros, nos tempos que vivemos, com vários pares e colaboradores, preocupam-se com a

investigação, a história, a continuação, a inovação, a educação e a divulgação.

Os docentes lecionam em cursos do 1.º, 2.º e 3.º Ciclos, da FCTUC, e em outros cursos, em pareceria e/ou por convite. O Curso de Geologia da Universidade de Coimbra (UC) é o primeiro, em Portugal, a ter uma Unidade Curricular de Planetologia. Para além desta temática, lecionamos outros temas, nomeadamente, Ambiente, Astrofísica, Astronomia, Geologia e História da Ciência. Neste ponto, destacamos a importância da interdisciplinaridade, do ensino e/ou aprendizagem por pesquisa e por problemas.

Nós (OAUC) colaboramos com empresas, escolas de vários níveis de ensino e com autarquias e o público em geral. Também fazemos formação de professores e comunicação para o público em geral, através de cursos com estratégias bem definidas e com recursos adequados.

Temos colaborações com cientistas nacionais e internacionais e destacamos o investimento que fazemos com os jovens investigadores também nacionais e internacionais. Atualmente, orientamos ou colaboramos na orientação de vários alunos de mestrado e de doutoramento, naturais de Portugal e de outros países. Muitos dos jovens, que se formaram e fizeram investigação no OAUC, estão presentemente noutras instituições de investigação, incluindo internacionais.

Nós (OAUC) continuaremos, assim é o nosso sentir, a desenvolver ideias, a investigar, a ensinar e a comunicar, em Ciência, para lá da Terra e do Tempo, para o interior da Terra e para a interface dos subsistemas terrestres. Os nossos objetivos são, no presente e no futuro, ampliar as competências (conhecimentos, capacidades e atitudes) e a literacia científica para todos.

* Professora Auxiliar do Departamento de Ciências da Terra da Universidade de Coimbra



as ciências na filatelia portuguesa

JOSÉ CURA *

O Instituto Geofísico da Universidade de Coimbra (UC), agora integrado no Observatório Geofísico e Astronómico da Universidade de Coimbra (OGAUC), foi homenageado pelos CTT-Correios de Portugal na comemoração do seu 150.º aniversário.

A emissão filatélica, composta por quatro selos e um bloco, apresenta-se como uma justa homenagem a esta instituição científica. Os selos, formam um conjunto homogéneo realçando as quatro principais áreas de intervenção: Sismologia, Geomagnetismo, Meteorologia e Planetologia, tendo como centro a Terra, foco das suas atenções, medições e análises.

Os selos, com valor facial de €0,42 (Correio Nacional Normal); €0,62 (Correio Normal para Espanha); €0,72 (Correio Normal para a Europa) e €0,80 (Correio Normal Internacional – resto do mundo), constituem o habitual número de selos nas emissões dos CTT dos últimos anos. Já o bloco apresenta um valor facial de €2,80 correspondendo a um

registo nacional pessoal até 20g. Esta emissão filatélica foi lançada no dia três de outubro de 2014.

O selo de €0,42 apresenta uma foto da falha geológica de Santo André, na Califórnia (Estados Unidos da América), uma das mais famosas e devastadoras falhas terrestres. Já o selo de €0,62 apresenta uma Aurora boreal na Islândia, fenómeno ótico e magnético do Pólo Norte de grande impacto visual. No selo de €0,72 figura o famoso Furacão Elena visto do espaço, numa foto tirada no *Space Shuttle Discovery*. Por fim, o selo de €0,80 exhibe alguns planetas do sistema solar. O bloco mostra um postal do século XIX do Observatório Meteorológico da UC, de edição da Sociedade de Propaganda de Portugal. O design desta emissão é da responsabilidade de Hélder Soares do Atelier Design&etc.

Os CTT – Correios de Portugal já anteriormente haviam homenageado algumas áreas científicas de relevância mundial e que o IGUC leva a estudo ao longo da sua história.

Em 1964, por ocasião dos Anos Internacionais do Sol Calmo (1964 e 1965), os CTT editaram dois selos com desenho de Sebastião Rodrigues, que apresentavam valores faciais de 1\$00 e 8\$00. Ambas as efemérides surgiram porque, após o Ano Geofísico Internacional de 1957, quando aconteceu uma grande atividade solar com fenómenos físicos da atmosfera terrestre, foi considerado importante estudar uma época de fraca atividade solar (Sol Calmo), de forma a compreender as relações entre os fenómenos solares e os fenómenos atmosféricos.



Anos Internacionais do Sol Calmo, 1964 e 1965

Em 2008, Ano Internacional do Planeta Terra, declarado pelas Nações Unidas, com o objetivo de promover o conhecimento sobre o potencial das ciências da Terra, enfatizando o seu contributo na vida dos cidadãos e na proteção do planeta, os CTT emitiram, também, quatro selos. Nesta emissão, estavam representados os quatro elementos da natureza, “abrindo-se em círculo para nos recordarem a importância e a beleza de um meio que temos obrigação de preservar” (CTT). Composta por quatro selos das principais taxas em vigor (Correio Normal Nacional, Correio Azul Nacional, taxa para a Europa e taxa para o resto do Mundo), esta emissão, sobre fundo branco, apresentava os elementos da natureza (Terra–floresta, Ar–nuvens, Fogo–vulcão, e Água–fundo marinho) em fotografia circular.



Ano Internacional do Planeta Terra, 2008

Em 2006, numa interessante emissão dedicada à Água e suas diferentes vertentes, o selo de taxa N (selo de Correio Normal para Portugal) mostrava o ciclo da Água, nos seus vários estados, num ciclo ininterrupto de precipitação-evaporação-precipitação. A emissão foi da responsabilidade de João Machado, designer nascido em Coimbra. Este selo contou com uma tiragem de 300 mil exemplares, estando integrado numa emissão com seis diferentes selos.



Água, 2006

Na área da Meteorologia, o Serviço Meteorológico Nacional foi homenageado nos seus 25 anos, em 1971, com uma emissão que mostrava alguns dos aparelhos de medição usados nesse trabalho que nos é tão essencial. Os selos apresentavam valores faciais de 1\$00, 4\$00 e 6\$50 e tiveram uma tiragem total de 11 milhões de selos. Com desenhos do arquiteto Luiz Chaves, representavam um meteorógrafo e o seu diagrama, um balão meteorológico com aparelhagem sonda, e um satélite meteorológico.



25.º Aniversário do Serviço Meteorológico Nacional, 1971

Já na área de Sismologia, foi o mais marcante (e destruidor) terramoto que Portugal sentiu a ser recordado nos 250 anos do seu aniversário. O grande Terramoto de 1755 foi então retratado com desenhos da época, tendo sido retratada a devastação, mas também as obras de reconstrução, orientadas pelo conhecido estadista (e também muito ligado a Coimbra) Marquês de Pombal. Os selos, em formato retangular largo, que permite realçar os desenhos apresentados, tiveram o valor facial de €0,47 e €2,00 e foram emitidos em novembro de 2005, com uma tiragem total de 500 mil selos. Foi ainda emitido, na mesma emissão, um bloco filatélico com valor facial €2,65. Este apresenta a planta da reconstrução da cidade de Lisboa, com amplas e largas artérias geometricamente implantadas.



250 Anos do Terramoto de Lisboa – 1755

Outras peças filatélicas refletiram o mesmo acontecimento, como por exemplo, um Aerograma de 1979. Também um Inteiro Postal, da bela série “Conheça a sua história”, foi dedicado ao aterrador evento. Um carimbo comemorativo de Silves com as suas consequências na localidade algarvia foi editado em 1995 no âmbito da exposição filatélica Philaiberia 95.

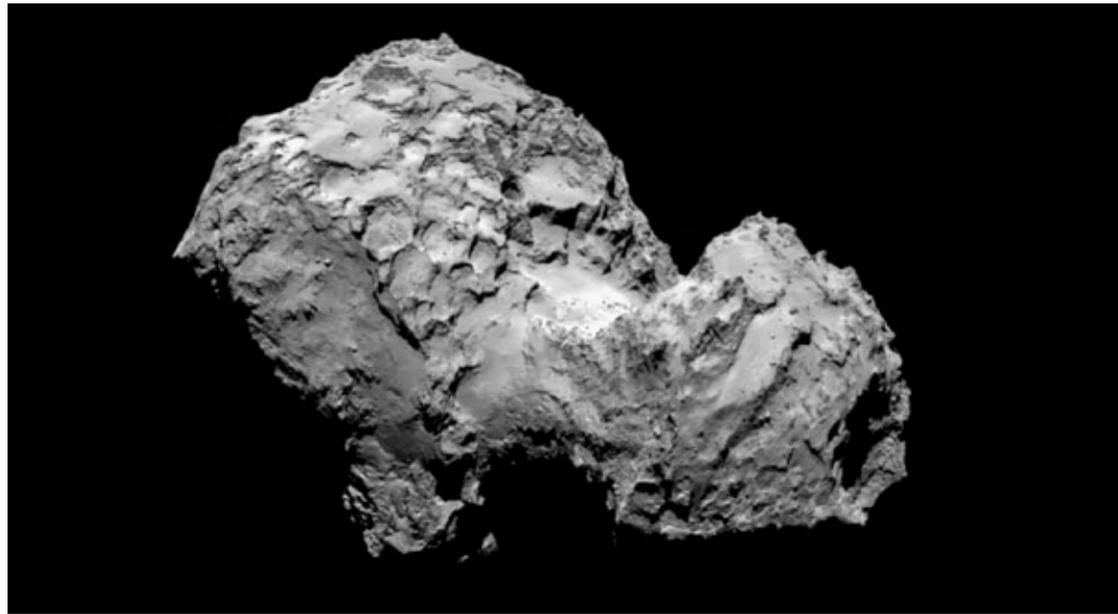


Já o terramoto de 23 de abril de 1909, o mais forte do século, sentido na Península Ibérica, com epicentro na zona de Benavente e com forte impacto em toda a região, foi retratado num carimbo comemorativo no ano de 1999. Este evento em território português foi registado apenas pelo sismógrafo do IGUC, na altura Observatório Meteorológico e Magnético.



Em suma, as ciências estudadas pelo IGUC estão bem representadas na filatelia portuguesa, ao longo da sua história. São emitidos selos em Portugal desde 1853, sendo estes um meio de divulgação da cultura, da ciência, da história e da diversidade do povo luso. A filatelia, como veículo de informação e de conhecimento, também serve de divulgador científico de especial relevo. A todos fica o convite para olhar os selos com atenção, procurando identificar o seu objetivo e motivo.

* Membro da Secção Filatélica da Associação Académica de Coimbra



NUNO PEIXINHO *

Todos aprendemos na escola o nome dos planetas, incluindo um que já não o é, mas aposto que nesse tempo nenhum de nós aprendeu o nome de nenhum “pequeno corpo” para além do famoso cometa Halley. Porém, os pequenos corpos são os “Legos” com os quais se construíram os planetas. Se hoje temos planetas grandes, foi porque no passado muitos pequenos corpos se aglomeraram e “cresceram”. O mecanismo exato de todo este processo está ainda por desvendar. Existem modelos, teorias, e cremos conhecer as ideias gerais do processo, mas os detalhes... esses, ainda nos escapam. Estudar, hoje, os pequenos corpos é estudar os “fósseis” do Sistema Solar. É estudar tudo o que não foi ainda engolido pela força de gravidade de um planeta; os restos de violentas colisões do passado; os sobreviventes de milhares de milhões de anos de transformações; a matéria-prima com a qual se fez tudo o resto.

Mas afinal o que é um pequeno corpo? Simplificando, um pequeno corpo é um objeto do Sistema Solar que orbita o Sol e cuja massa não é suficiente para que consiga eliminar da sua órbita outros pequenos corpos. Foi graças a esta definição que, em 2006, Plutão foi oficialmente despromovido do seu estatuto de planeta. No seu caso em particular, tem massa suficiente para ser aproximadamente esférico — podendo, assim, chamar-se de “planeta-anão” —, mas não domina gravitacionalmente

a sua região orbital para a “limpar” de outros pequenos corpos. Claro que esta definição não está isenta de problemas. O que se entende exatamente por “aproximadamente esférico”? O que significa exatamente “limpar” a sua órbita? É, no entanto, uma boa definição para efeitos práticos. Mais ainda porque não existia um definição formal de planeta. A questão nunca se tinha tornado relevante. Mas, eis que em 1992 se descobre que para além de Neptuno existem inúmeros pequenos corpos, muito ricos em gelos, num complexo emaranhado de órbitas, dos quais Plutão faz parte e vários de dimensões próximas deste. Do ponto de vista estritamente científico, a definição nem sequer tem grande relevância. Mas do ponto de vista social era fundamental ter uma.

A Cintura de Kuiper é o maior reservatório observável de gelos do Sistema Solar, sendo uma das principais fonte de cometas. A outra, a Nuvem de Oort, que envolve todo o Sistema Solar espalhada numa “casca” esférica a mais de 50000 vezes a distância entre a Terra e o Sol, permanece fora do alcance dos mais potentes telescópios que possuímos. A Cintura de Kuiper, porém, é observável. Estudamo-la nos limites das capacidades dos telescópios. Numa região de temperaturas abaixo de -230°C , os Objetos da Cintura de Kuiper (do inglês: KBOs) são os fósseis mais bem preservados do nosso Sistema Solar. Cerca de 1700 já foram identificados, mas devem existir

Pequenos Corpos do Sistema Solar

pelo menos 100.000 destes objetos com diâmetros maiores que 100 quilómetros. E neste momento participamos no rastreio *Outer Solar System Objects Survey*, realizado com o telescópio de 3,6 metros CFHT, no Havai, desenhado para detetar cerca de mil objetos até 2018. Uma vez detetados, estudamos as suas propriedades com telescópios maiores, como os de oito metros do VLT-ESO, Chile. Estudamo-los porque queremos saber como chegámos até aqui. Saber que existimos não nos chega. Queremos saber quanta da nossa água veio de cometas originários dessa cintura. Queremos saber quanta da nossa matéria orgânica veio de lá. Queremos saber qual o seu papel como catalisador da vida na Terra. Queremos saber como surgimos aqui para que compreendamos como algo pode surgir noutra lugar. Não queremos matar a poesia, queremos apenas escrevê-la de outra forma.

O estudo dos pequenos corpos não é apenas mais uma busca incessante de conhecimento de um Ser Humano obcecado pelo saber e apanicado pelo desconhecido. É também uma busca da eterna sobrevivência. Não queremos extinguir-nos passivamente olhando um clarão no céu e lamentando tristemente tudo o que ainda não fizemos, enquanto esperamos pelo impacto do meteorito que nos dizimará, coisa que julgámos apenas possível em filmes apocalípticos. Estudamos os Objetos Próximos da Terra (do inglês: NEOs), dos quais 90% têm origem na Cintura de Asteroides — pequenos corpos essencialmente rochosos orbitando entre Marte e Júpiter — e 10% são velhos cometas já quase desprovidos de gelos, “evaporados” devido à sua permanente proximidade do Sol. Necessitamos de saber onde estão, quais as suas propriedades, e qual a probabilidade de um dia colidirem com a Terra. Só com um aviso prévio de vários anos poderemos fazer algo. Não, não é ficção. É uma realidade, e seria um irresponsabilidade não o fazer quando hoje possuímos a tecnologia para isso. A atmosfera terrestre “protege-nos” apenas de meteoros de menos de cinco metros de diâmetro, que se consomem em bólides ou estrelas cadentes, podendo eventualmente atingir o solo pequenos meteoritos sem consequências de maior. Algo com dez ou 20 metros pode causar graves danos, como os de Chelyabinsk, Rússia, em 2013. A colisão de

um objeto com uma ou várias centenas de metros de diâmetro terá consequências catastróficas e, presentemente, concentram-se as atenções no estudo destes. Mas não pretendemos apenas defender-nos do grande meteoro que um dia cairá. Queremos explorá-los. A sua utilização como fonte de minérios e água, num planeta de recursos limitados, será uma realidade dentro de poucas décadas. Não é surpreendente que empresas estejam já a iniciar programas de investigação com esse objetivo e que a NASA pretenda enviar uma missão tripulada a um NEO até 2025. Com o objetivo de estudar a sua composição e identificar os melhores candidatos participamos no programa *Mission-Accessible Near-Earth Object Survey*, utilizando vários telescópios nos Estados Unidos e no Chile.

2014/2015 é um grande biénio para os pequenos corpos do Sistema Solar. A missão espacial *Dawn* chegará ao maior objeto da cintura de asteroides e também planeta-anão, Ceres; a missão *Rosetta* pousará pela primeira vez uma sonda num cometa, o impressionante 67P de “duas cabeças”; e a missão *New Horizons* chegará a Plutão, o objeto mais distante do Sistema Solar a ser visitado por uma sonda.

Todos os meses se descobrem centenas de pequenos corpos com telescópios roborizados que rastreiam os céus. Não os conseguimos estudar todos. Há que selecionar em função do que já conhecemos, do que mais que nos falta conhecer, dos recursos que possuímos, das missões espaciais em curso, dos telescópios disponíveis, das amostras de meteoritos existentes, das experiências de laboratório que podemos realizar, das simulações de computador... Há que fazer uso da enorme interdisciplinaridade das ciências planetárias. E nós, no CITEUC, instalado no Observatório Geofísico e Astronómico da Universidade de Coimbra, fazemo-lo.

É impossível olhar o céu noturno, ver uma estrela cadente, pedir-se um desejo e jamais questionar-se sobre o que se viu. O céu pode contar-nos apenas o passado, mas é nele que projetamos o futuro.

* Professor da Universidade de Antofagasta (Chile)

48

RL #41 | AO LARGO
ENTREVISTA

João Fernandes

*“Os estudos
do Universo
podem
potenciar o
desenvolvimento
tecnológico
de um país”*



ENTREVISTA

MARTA POIARES

Foi considerado uma das “Caras do Ano” da revista Visão, em 2013, e dá a cara pelo organismo da Universidade de Coimbra (UC) que une a Astronomia à Geofísica: o recente Observatório Geofísico e Astronómico. João Fernandes licenciou-se em Física/Matemática aplicada (ramo de Astronomia), na Universidade do Porto, e seguiu para doutoramento, em França, onde se dedicou ao estudo da evolução das estrelas. O céu sempre foi fonte de perguntas às quais não se cansa de procurar responder: neste âmbito, já publicou cerca de 80 trabalhos de investigação e foi ainda

responsável em Portugal pelo Ano Internacional da Astronomia em 2009. É, desde 1999, docente do Departamento de Matemática, na Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra (FCTUC), da qual é ainda subdiretor. Grande defensor do ensino da ciência, dedica-se também a palestras e sessões de divulgação, trabalho que a fusão dos dois institutos acha vir a potenciar. Guarda a certeza de que quanto mais soubermos sobre o Espaço, mais saberemos de Ciência, e de que os estudos do Universo, esses, podem fazer avançar um país na sombra de uma crise económica.

É, actualmente, subdiretor do Observatório Geofísico e Astronómico da UC (OGAUC). Porquê a fusão destes institutos (Observatório Astronómico da UC e do Instituto de Geofísica da UC)?

A fusão do Observatório Astronómico da UC e do Instituto de Geofísica da UC é o culminar de um dos mais interessantes desafios em que pude participar e que merece ser contado com detalhe. Aqui importa referir que os Estatutos da Faculdade de Ciências e Tecnologia da UC (FCTUC), publicados em 2009, previam a necessidade de haver uma reflexão profunda sobre estas duas instituições seculares. O Observatório Astronómico era uma secção do Departamento de Matemática (DM). E foi este que deu o pontapé de saída no processo. Há cerca de quatro anos, a Direcção do DM, liderada por Nazaré Lopes, solicitou a uma comissão interna (composta por Paula Oliveira, João Queiró e eu próprio) para iniciar esta reflexão. As conclusões foram lavradas num documento discutido no seio do DM. Eu diria que uma das consequências mais importantes dessa reflexão foi a da abordagem ao Instituto Geofísico com vista a uma futura colaboração. As motivações desta abordagem estavam baseadas no facto de haver tópicos científicos complementares às duas instituições e, também, pelo facto de ambas as instituições se debateram com problemas semelhantes. A receptividade do Instituto Geofísico, na pessoa do seu Director, Ivo Alves, foi muito boa e construtiva. Avançámos, assim, com uma proposta de fusão das duas instituições, apresentada à FCTUC. O Director da FCTUC de então, actual Magnífico Reitor, nomeou posteriormente uma nova comissão, interdisciplinar, que pudesse reflectir o *modus operandi* da fusão. Desta comissão fizeram parte, pelo Instituto, o já referido Director e Teresa Barata (Coordenadora do Centro de Geofísica da UC), pelo Observatório, Nuno Peixinho (à época,



astrónomo do DM e do Centro de Física Computacional da UC) e eu próprio. A estes elementos juntaram-se ainda Pedro Godinho (da Faculdade de Economia da UC) e um consultor estrangeiro, no caso, Adolfo Melfi, antigo Reitor da Universidade de São Paulo, Brasil. Ficou claro para esta comissão a ideia de que a ciência que se fazia no Observatório e no Instituto muito teria a ganhar se fosse, institucionalmente, feita em conjunto. E assim se fez. A bem da Ciência.

Foi um processo em que a individualidade foi posta de parte para lutar por um bem comum?

Exato. E aproveito a oportunidade de expressar a profunda admiração pela forma desprendida e de visão de futuro que o DM, por um lado, e o Instituto Geofísico, por outro, manifestaram neste processo de fusão. Por vezes, as vontades em manter as “quintas” ultrapassam bens maiores. Definitivamente, não foi este o caso.

passou a ser da responsabilidade dos departamentos de Matemática, Ciências da Terra e de Física, continuando, institucionalmente, no seio da FCTUC.

E o que se mantém?

Sem dúvida uma herança secular de observações astronómicas e geofísicas, obtida graças ao esforço de tantas e tantos dedicados funcionárias e funcionários. Naturalmente, os directores das instituições são igualmente credores do mérito em terem contribuído para conduzirem as instituições à modernidade. Sublinho o papel de Artur Soares Alves e de António Soares (Professores Catedráticos Aposentados da FCTUC), que foram os responsáveis, respectivamente, do Observatório Astronómico e do Instituto Geofísico, nos períodos anteriores às direcções que participaram no processo de fusão.

Para além da já referida Meteorologia Espacial, que tipo de trabalho é desenvolvido no OGAUC?

Foi dada continuação aos projectos de investigação que as duas instituições já tinham. Nestes estão incluídos os estudos da Terra, dos Planetas, do Sol e da História das Ciências. Digamos que, globalmente, o objectivo principal do novo OGAUC é o estudo do Sistema Solar, nas suas várias componentes e escalas.

O que o distingue perante outros, a nível nacional e internacional?

A nível nacional, claramente, com as características de complementaridade entre as Ciências da Terra e do Espaço, no âmbito do Sistema Solar, nas suas componentes teóricas e observacionais a nossa instituição é única. A nível internacional, estamos a aprender com os melhores.

Quais sente que são as maiores vantagens deste novo desafio?

A comissão nomeada pela FCTUC manteve sempre como prioridade assentar a fusão num projecto científico concreto. As duas instituições têm uma tradição comum: o registo diário de observações. No Observatório há registos da actividade solar desde dos anos 20 do século passado. O Instituto Geofísico regista dados terrestres de Sismologia, Meteorologia e magnetismo, em vários casos, há mais de 100 anos. Assim, não foi difícil encontrar um tópico comum: o *space weather* ou a Meteorologia Espacial. Ou seja, como é que a radiação e as partículas que são emitidas pelo Sol podem ter impacto no nosso dia-a-dia, por exemplo, nas comunicações.

E em termos práticos, o que mudou?

O suporte científico do novo Observatório, após a fusão,

Que esforços são feitos no sentido de transmitir ao público aquilo que faz numa linguagem necessariamente mais próxima da comunidade não-científica?

Essa preocupação de transmissão de ciência ao público em geral foi permanente do Instituto Geofísico e do Observatório Astronómico ao longo, e em particular, dos últimos anos, através de projectos de divulgação e visitas aos espaços. Por maioria de razão, a fusão vem potenciar ainda mais esse trabalho.

Considera essencial o ensino e a divulgação da Astronomia e da Geofísica a esse público?

O ensino é fundamental. Sem esse não teremos futuros profissionais nestas áreas. No que toca à divulgação científica junto do grande público é, de facto, muito importante. Temos até um projecto para o Observatório, da responsabilidade do DM, que foi aprovado ainda antes da fusão, com o objectivo de reabilitar duas cúpulas astronómicas destinadas à divulgação científica: uma cúpula para instalação de um telescópio e outra que será convertida em planetário fixo. Por um lado, é mais uma oportunidade para o justo retorno que a comunidade científica pode transferir para a sociedade; por outro lado é uma forma de motivar vocações científicas dos mais jovens.

Que justo retorno é esse a que se refere?

Não nos podemos esquecer que muitas das possibilidades de investigação que temos são graças aos impostos de todos nós.

E, num contexto de crise económica como o que vivemos, como se explica a importância de investimentos nestas áreas à comunidade não-científica?

Por um lado, estas áreas permitem ajudar responder a perguntas fundamentais sobre nós mesmos e o que nos rodeia. Por outro, os estudos do Universo podem potenciar o desenvolvimento tecnológico de um país.

Em que medida?

Nem de propósito, acabei de ouvir uma notícia que contava que uma equipa de investigadores da FCTUC produziu o primeiro aerogel em spray com aplicações principais na navegação espacial. Casos como estes, em Portugal, há muitos. Basta ver como tem crescido o número de empresas portuguesas com trabalhos para as agências espaciais, em particular a ESA (Agência Espacial Europeia).

Sim, basta lembrar que, em 2012, por exemplo, o Ministério da Educação e Ciência confirmou a adesão de Portugal ao projeto E-ELT (*European Extremely Large Telescope*), o maior telescópio do mundo e o maior projeto

na área da astrofísica nos próximos anos, ou, mais recentemente, o lançamento da missão espacial GAIA, apelidada como a missão espacial com mais ADN português. Estes eventos têm uma importância acrescida para o país?
Sim. Por um lado, é uma garantia de acesso às observações astronómicas de qualidade extraordinária que permitirá às astrónomas e astrónomos portugueses expor as suas qualidades. Por outro, acredito que (não apenas relativamente a estes projetos) a Astronomia, lidando com instrumentação de ponta, é uma oportunidade de potenciar a engenharia e a indústria de um país como o nosso.

E os investimentos públicos têm acompanhado as necessidades de investigação?

Até há alguns anos, diria com certeza que sim. Neste momento tenho dúvidas, essencialmente por causa das pessoas que estou a ver a partir “todos” os dias de Portugal (ou a abandonar a Ciência). Várias delas com provas dadas após um longo investimento do nosso país nessas mesmas pessoas.

É esse o maior problema a afectar a área?

Há vários aspectos, mas prefiro focar-me no essencial: pessoas. Se tivermos investigadoras e investigadores da qualidade o futuro será risonho.

Considera importante continuar a investir neste sentido?
Sim, até porque a alternativa é desistirmos de “ver o céu”.

Pode afirmar-se que a Astronomia que se produz em Portugal faz, atualmente, parte da vanguarda mundial?

Digamos que um dos aspectos que caracteriza a Astronomia nacional é, por um lado, o seu forte crescimento nos últimos 30 anos (em recursos humanos e centros de investigação) e por outro a sua internacionalização. Temos vários exemplos de astrónomos nacionais envolvidos em projetos internacionais - como aqueles que referiu - que são, de facto, de vanguarda.

É, também, professor auxiliar do DM, desde 1999. Como é que um curso que se move em áreas como a Astronomia ou Geofísica pode tornar-se aliciante para quem se prepara para ingressar no ensino superior?

Estas áreas trabalham com o estudo do Espaço e da Terra e colocam questões fundamentais sobre as origens e a evolução da própria humanidade. Por outro lado, são áreas interdisciplinares que potenciam a colaboração nacional e internacional.

Tem uma ideia do número de inscritos nestes cursos, nos últimos anos? Há uma evolução positiva?

Não há, de facto, muita gente. Os mestrados em Astronomia ou Astrofísica das Universidades do Porto, de Coimbra e de Lisboa têm um número reduzido de alunos e a única licenciatura em Astronomia que existia no país (na Universidade do Porto, desde 1984) não abriu vagas este ano.

Por que pensa que é esse o cenário mais comum?

Confesso-lhe que não sei. Talvez hoje em dia os candidatos à formação superior façam “mais contas” sobre as saídas profissionais do que faziam a minha geração onde a vontade de seguir o sonho era o principal.

Acha que, nestas áreas, é mais importante colocar questões do que conseguir repostas?

Bem, essa é uma opinião muito própria que tenho não só relativamente a estas áreas, mas também a toda a ciência: pessoalmente, o que é verdadeiramente apaixonante são as perguntas e tudo o que elas fazem movimentar em trabalho individual e colectivo para obter as respostas.

Surgem, não raras vezes, inúmeros boatos que se movem nesse mundo, como o fim dos dias no nosso planeta, a vida inteligente fora dele e tantos outros. São importantes ou alastram a ignorância e, muitas vezes, o pânico?

O pânico provocado por boatos é sempre lamentável. Por outro lado, vejo estes boatos como oportunidades para os cientistas falarem de ciência, tentando desmistificar esses boatos.

A palavra desmistificação é frequentemente associada pela Astronomia à Astrologia. Ainda que estas áreas estejam ligadas por muitos séculos, que perigos podem advir desta relação?

O problema principal que vejo é o facto de haver quem possa achar que há um fundo de ciência nas previsões astrológicas e por isso considerar ser credível para basear as próprias decisões de vida pessoal e profissional.

Sei que a única vez que se recusou a um debate foi precisamente com um astrólogo. A discussão, aqui, já não tem lugar?

Recusei não por qualquer eventual complexo de superioridade científica, mas porque, na época, entendia que falar de Astrologia era dar-lhe valor a mais. Mas depois arrependi-me. Justamente, porque esse debate ter-me-ia dado a oportunidade de justificar que as previsões astrológicas não foram validadas por qualquer método científico. Se alguém, mesmo assim continuar a confiar na Astrologia, então estaremos na presença de um acto de fé e eu, enquanto cientista, “saio de campo”.

No seu doutoramento, estudou essencialmente a evolução das estrelas, em particular as do tipo do sol. Ao estudá-las, há sempre esperança de um dia se poder encontrar planetas, em torno dessas estrelas, que tenham vida. É uma existência provável?

Não tenho uma resposta cientificamente válida a esta pergunta. Apenas tenho esperança que ande alguém mais por aí...

Se essa esperança se concretizasse, qual seria a sua importância científica? Mudaria a ciência?

A ciência? Acho que nos mudava a nós!

Quer dizer que seria mais uma descoberta cultural do que científica?

Seguramente científica. Mas creio que o impacto iria ultrapassar a ciência e entraria, sem retorno, sobre o conceito de Vida.

Atualmente, já se considera a hipótese de colocar um ser humano em Marte. Porquê a escolha deste planeta do sistema solar e não outro?

É o planeta que tem, potencialmente, melhores condições locais (e não está muito longe da Terra) para a “colonização”.

Qual seria a finalidade da viagem?

Não conheço os detalhes, mas diria que haverá várias finalidades: testar a capacidade humana em ambientes extraterrestres, experimentar nova tecnologia em ambientes inóspitos e quem sabe, preparar o terreno para futuras missões.

Já se considera viável?

Neste momento, ainda não é viável. Sei que está a ser estudada e levada a sério.

Consegue estimar quando esta poderá ter lugar?

Ouvi recentemente da boca de um especialista que será possível uma viagem tripulada a Marte em 2050. Será? Talvez seja, para já e ainda, a expressão de uma forte vontade.

É esta a única fronteira que falta ser derrubada pelo ser humano?

Não sei. Mas uma coisa é certa: quanto mais sabemos sobre o Espaço, mais sabemos de Ciência. E não apenas Astronomia, mas Física, Matemática, Química, Geofísica, Biologia, etc.

PEDRO M. CALLAPEZ

O tempo é (o) que o faz

MARTA POIARES

Por desígnio profissional do pai, Pedro Callapez nasceu no Uíge, no norte de Angola, a 17 de Setembro de 1965. Dali regressou ainda em 1966, *desaguando* toda a sua infância e adolescência no estuário do Tejo, na zona industrial do Barreiro. Diz que pouco guardou do continente que lhe viu a vida nascer para além do sangue exploratório que corre em terras africanas. Talvez por isso tenha revelado, desde cedo, um interesse particular pelas Ciências Naturais: logo aos 13 anos ingressou na Sociedade Portuguesa de Malacologia e começou a participar em escavações arqueológicas, colaborando com o Laboratório de Paleocologia do Museu Nacional de Arqueologia. Na altura, não eram raras as vezes que viajava até Sintra ou até à Arrábida, onde recolhia espécimes de todo o tipo.

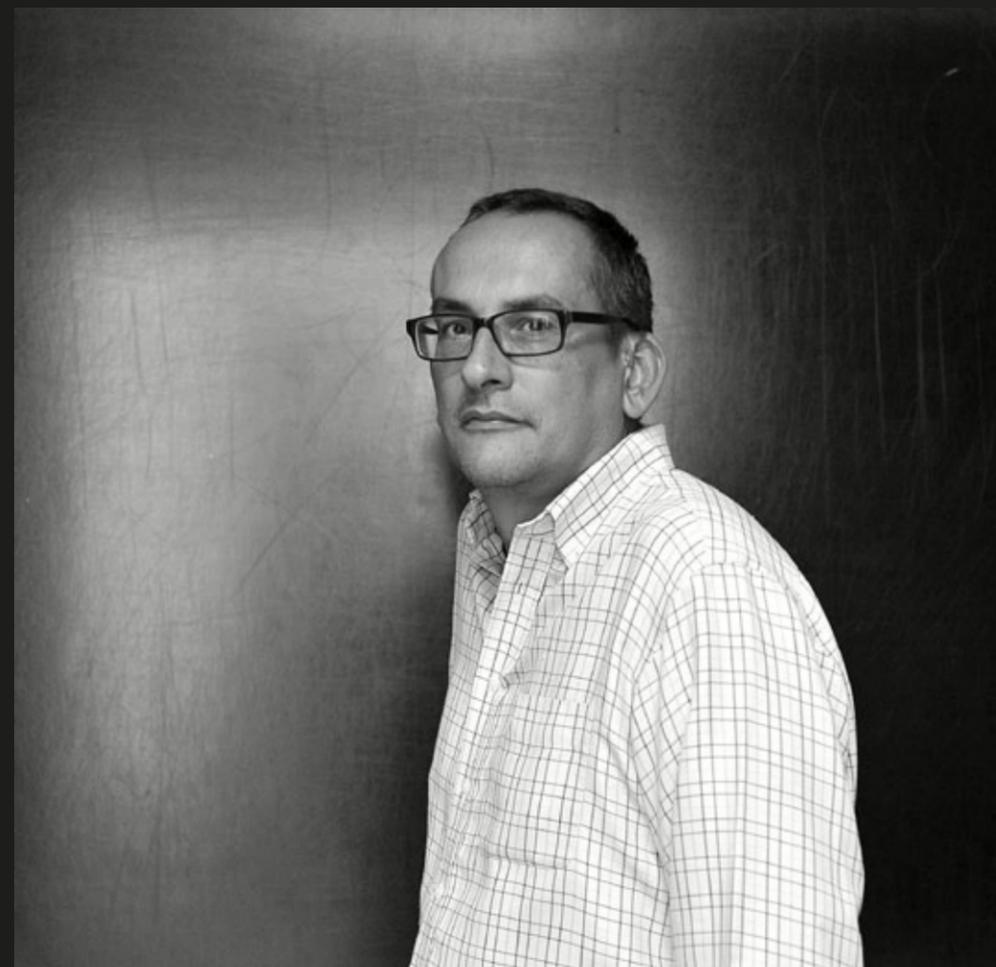
Se a inspiração veio da escola, personificada num professor do secundário que descreve como “arqueólogo à séria”, foi a interdisciplinaridade de áreas que acabou por levá-lo ao destino final: a Geologia. Contrariando a vontade do pai em seguir Arquitetura, acabou por escrever direito por linhas tortas: “Atrasei um ano, mas convenci o meu pai a seguir Geologia, já com a perspectiva de estar com a outra perna em áreas como a Paleontologia ou

a Biologia. O meu espírito é dos antigos, generalista em Ciências Naturais”.

Quis a média de entrada na faculdade que o futuro se desviasse da proximidade de Lisboa e começasse em Coimbra, no curso de Geologia, no Departamento de Ciências da Terra, na Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra (FCTUC), corria o ano de 1984.

Num percurso mais montanhoso e disperso do que o normal, Pedro Callapez foi sempre fugindo ao ensino tipicamente especializado e, a partir de um interesse já existente pelos fósseis e pela Paleontologia, Estratigrafia e História da Terra, acabou por se tornar discípulo do professor António Ferreira Soares, especialista nessas áreas.

Encontrando uma linha de encontro em todos esses campos, interessava-lhe, sobretudo, reconstituir o tempo, perceber a sua passagem e o efeito no que nos rodeia: “Estamos habituados a ver os acontecimentos em tempo real, mas quando se muda para uma percepção geológica, o tempo corre a uma escala tão grande, que percebemos o quão pequenos somos”. Assim, Pedro Callapez acabou por se doutorar em Estratigrafia e Paleontologia em 1998, tendo apresentado uma dissertação sobre a Estratigrafia e Paleobiologia do



Cretácico Português, através da qual retratou a história e evolução paleogeográfica do território, há cerca de 100 milhões de anos, quando as atuais Estremadura e Beira Litoral estavam inundadas por um mar tropical.

Ainda em 1988, a vontade de perceber tornou-se tão vasta como a vontade de ensinar. Uma ponta de mérito e alguma sorte fizeram-no esperar apenas meses para passar para o outro lado, como assistente estagiário do departamento que o viu aprender. Ainda hoje exerce as funções de Professor Auxiliar com Nomeação Definitiva no Departamento de Ciências da Terra da FCTUC: “Acho muito importante passar conhecimento, justamente pela finitude do tempo. É importante deixar escola, criar discípulos – é para isso que trabalhamos”.

Por isso, também, efetua regularmente ações de formação e divulgação em Ciências Naturais, para professores e alunos de diferentes graus de ensino, de Coimbra e de fora, colaborando, nesse âmbito, com a Associação Portuguesa de Professores de Biologia e Geologia. “O trabalho universitário não deve ser fechado. Deve *sair* e relacionar-se com a comunidade”, sublinha.

Para além do ensino, moveu-se (e move-se ainda) no mundo museológico. Foi coordenador do Museu Mineralógico e Geológico, Secção do Museu de História Natural da FCTUC, entre 2004 e 2010, tendo desenvolvido atividades de musealização e divulgação das Ciências Naturais e recuperado grande parte dos acervos do museu, poupando-o à desordem: “Em 2010, altura do protocolo com o Museu da Ciência, conseguimos entregar a casa arrumada. É importante trabalhar para o bem comum e para conservar o património tão rico da UC”. Atualmente, e desde 2010, integra a comissão científica do Museu da Ciência, sendo ainda membro do Centro de Investigação da Terra e do Espaço, do qual foi coordenador, quando este ainda se designava Centro de Geofísica.

Poliédrico, deixou-se ser caminhado por várias paixões. A música era outra delas. Dada a proximidade da capital e da sua vida cultural, chegou a ser aluno da Academia dos Amadores de Música e frequentou assiduamente concertos, performances e outros eventos artísticos. Hoje em dia, Pedro é apenas ouvinte, mas a música é uma habitante suprema em sua casa, visto que acabou por estender o entusiasmo aos três filhos: “O mais velho até segue, presentemente, estudos superiores de violino, na Escola de Artes do Porto”.

Vendo-se como alguém que se interessa por tudo o que o rodeia, deixa-se levar pela dispersão de interesses. Mas com alguma medida, claro: “Não sinto necessidade de ter tudo. O importante é saber procurar a beleza em todo o lado”.

Apesar da contenção, confessa-se colecionador “doentio”. Com o trabalho de investigação que desenvolve nas áreas da Geologia Histórica, Paleontologia, Zooarqueologia e História das Ciências Geológicas – também a nível internacional, incluindo os PALOP - vem o papel de colecionador,

herdado “possivelmente” da mãe, dona de uma loja de antiguidades. Uma espécie de guardador de conquistas que estuda, recolhe em trabalhos de campo e coleciona, intensamente, conchas de moluscos. Possui uma coleção de referência sobre a fauna portuguesa, num todo que ascende a 25 mil exemplares: “São, principalmente, coleções comparativas de espécies que estudo. Permitem-me tirar inúmeras ilações, seja de hábitos alimentares, variações climáticas, distribuição geográfica, etc.”. Desenhador “de excelência” - diz quem acompanha o seu trabalho -, faz as suas próprias ilustrações científicas, abdicando do habitual desenhador profissional: “Não desisto do papel e caneta. Fica um cunho pessoal nos artigos, que deixam de ser iguais a todos os outros”.

Mas nem tudo se resume a fósseis. Pedro Callapez guarda entre quatro paredes uma preciosa coleção de livros clássicos que vão para além da História Natural. Bibliófilo assumido, orgulha-se de ter em mãos exemplares de algumas edições vitorianas, um exemplar da segunda edição da “A Descendência do Homem”, de Charles Darwin, e uma primeira edição dos Sermões, de Padre António Vieira. O objeto mais precioso está na ponta da língua: “Duas primeiras edições de António Aleixo que pertenciam a Paulo Quintela. Estão autografadas pelo próprio autor, com quadras não publicadas”. Não lhes conhece o valor material, mas encontra-lhes a estima emocional: “Esse pouco me interessa”.

Pedro Callapez gosta de tudo o que remexa o tempo. Aliás, nas próprias palavras, diz que entrar em sua casa é como invertê-lo: “É como entrar no século XIX. Nem televisão tenho, por opção. É um modo de fugir do ruído dos dias de hoje e de guardar momentos para outras coisas”, diz, reforçando que a crise é sua *desconvidada*.

No tempo que faz sobrar, é ao mar que se entrega. Deixando que a coincidência o guiasse para uma espécie de “janela de Magritte” com vista para o mar, acabou a morar na Figueira da Foz: “Apesar de tudo isto – coleção de conchas, fósseis marinhos – ter começado pelo amor pelo mar, a mudança de cidade foi um verdadeiro *acaso objetivo*”. E se o acaso escolheu o destino, a ligação ao oceano decidiu-lhe a atividade paralela: há uns anos começou a realizar viagens de exploração e vela de cruzeiro como patrão de costa. Na ambição, está a carta de patrão de alto mar, da qual diz não desistir tão cedo: “É um processo muito dificultado, mas também uma luta constante”. Chegou a aliar a paixão ao desporto, participando, por vezes, em regatas, mas a competição retirava-lhe o prazer: “O meu espírito é naturalista. É de infinito”. Aos 49 anos, Pedro Callapez vê no amanhã uma oportunidade de continuar a descoberta, mas também o retorno: “Quero continuar a descobrir e a dar o meu contributo para a ciência e para a sociedade, para que a UC cresça e tenha ainda mais visibilidade. Quero trabalhar para a camisola e com gosto”.





coisas que caem do céu

E. IVO ALVES *

“Vais fazer Geologia de campo para onde? Para a Tailândia?!” Esta frase, acompanhada sempre de um sorriso, às vezes de uma piscadela de olho, perseguiu-me ao longo dos corredores do Colégio de Jesus entre julho e dezembro de 2011.

A perplexidade bem-humorada dos meus colegas é fácil de explicar. Primeiro, não sou conhecido por fazer muitos trabalhos de campo, não só por gosto, mas também porque os meus temas habituais estão bem longe da Terra. Depois, a partir de seis de abril de 2011 os portugueses começavam a suspeitar que viriam lá algumas dificuldades...

Então, porquê a Tailândia?

Quando um grande meteorito atinge a Terra, no local do impacto há fusão e mistura dos materiais do meteorito e das rochas terrestres. O quase magma resultante espirra em todas as direções e arrefece durante a trajetória, formando, ainda no ar, corpos vítreos, na maior parte das vezes negros, com dimensões entre poucos milímetros e a dezena de centímetros e formas aerodinâmicas caprichosas: bolas de golfe (com covinhas e tudo), halteres, discos... São os chamados tectitos.

Conhecem-se na Terra quatro campos principais de espalhamento de tectitos: na América do Norte, na Europa, em África e na Australásia (desde a Indochina até à Austrália). Para os três primeiros, os menores, conhecem-se os impactos que os geraram. Já do último, o maior, com quase um décimo da superfície terrestre, ainda não se sabe onde caiu o meteorito que originou um tal volume de tectitos.

Se fazer ciência é fazer perguntas e procurar responder-lhes, esta é uma perfeita pergunta em busca de resposta. Acontece que a Geologia de campo é cara: deslocamentos, estadias, trabalhos demorados com duração muitas vezes imprevisível, tudo contribui para que o nosso laboratório natural seja dispendioso. Mas tudo estava a

ser preparado há mais de um ano de maneira a ter custos controladíssimos.

No Centro de Geofísica temos tido a política de financiar interna e informalmente pequenos projetos de demonstração de conceito: o proponente que julga ter uma boa ideia submete-a à direção, que lhe pode atribuir uma pequena parte dos recursos disponíveis. Foi o que fiz, tendo o meu miniprojeto sido bem acolhido.

Sabia que uma amiga, a Benilde Costa, da Física, se interessava por materiais vítreos e tinha ao seu dispor ferramentas analíticas totalmente adequadas a este problema. Faltavam só as amostras para estudar.

Os geólogos gostam de ir ao campo colher as suas amostras, lá, onde se formaram (ou caíram). É claro que isso é difícil em muitos casos, como os dos meteoritos ou dos tectitos, cujas amostras para estudo são, muitas vezes, fornecidas por comerciantes. Sim, de facto, há um mercado mundial para tectitos (não há para tudo?) composto principalmente por duas raças bem distintas: os colecionadores e a gente *New Age* que garante serem estes pingos de vidro dos céus muito ricos em “energias positivas”.

A minha estratégia, desde 2009, foi ir criando uma pequena coleção variada, através de contactos pessoais com outros colecionadores, gente de boa reputação, indiferente às energias das pedras. E esperar por uma oportunidade para ir “lá”, à fonte.

Esta oportunidade apresentou-se na forma de um congresso de geologia do sueste asiático que se realizaria em dezembro de 2011, em Khon Kaen, no nordeste da Tailândia. Acontece que o único local de colheita de tectitos australasiáticos bem referenciado na bibliografia é perto dessa cidade. Impunha-se não deixar passar a ocasião. Em colaboração com outro amigo (David Vaz) preparei para o congresso um artigo sobre tectónica do sueste asiático e, assim, se os trabalhos de campo corressem mal, pelo menos a viagem não seria uma perda total.

Restava resolver a logística: viagens, estadia, alimentação, guias. As viagens da Europa para Bangkok não são caras, considerando a distância. Quanto aos outros fatores... resolveram-se sozinhos – e é aqui que a história pode começar a interessar aos poucos não-geólogos que ainda a estão a ler.

Sucedeu que sou budista, talvez há 40 anos. O budismo sempre me pareceu uma religião “científica”, pois não tem criadores, nem administradores de castigos ou recompensas, nem almas. Baseia-se na evidência que todas as ações têm consequências. É quase uma terapêutica: os seres sofrem e, para apagar a dor, precisam de uma ética, de uma disciplina (meditação) e de um discernimento – que tudo é impermanente, doloroso e desprovido de identidade. E não, não é assim tão deprimente como pode parecer à primeira vista.

A população da Tailândia é, em larguíssima maioria, budista. Existem mais de 4000 mosteiros que recebem estrangeiros de bom grado e onde vivem muitos monges ocidentais. Há já quase dois anos que me correspondia com um desses monges, Greg, um neozelandês da minha idade, com uma história de vida que muitas destas crônicas não chegariam para contar. É, além disso, possuidor de um imenso sentido de humor: *Aussies invented the toilet seat, mate, but it was us Kiwis who thought of putting in the hole.* Achou imensa graça haver um indígena dos antípodas, geólogo e budista, a querer visitá-lo, e ofereceu-me o seu mosteiro.

Tinha que aproveitar ao máximo esta oportunidade limitada no tempo para praticar simultaneamente as ciências materiais e as espirituais. Estabeleci um horário apropriado: acordar com os monges às três da manhã e viver com eles até à refeição do meio-dia; ir com o senhor Somporn para o campo, em busca dos locais de ocorrência dos tectitos; voltar com o senhor Somporn ao pôr do sol; continuar a vida monástica até às dez da noite.

O senhor Somporn era um dos apoiantes leigos do mosteiro. Nem ele falava uma palavra de inglês nem eu uma de tai mas entendemo-nos sempre perfeitamente, com recurso a gestos, a desenhos e ao abençoado *Google Maps!* A estadia nos mosteiros Theravada – a mais antiga família budista e a mais difundida no sueste asiático – é gratuita. O alojamento e a refeição são oferecidos em troca de uma única exigência: seguir os preceitos budistas para os leigos em retiro, neste caso, oito:

1. Não agredir nenhum ser senciente, incluindo os omnipresentes mosquitos, escorpiões, cobras e cães;
2. Não tomar nada que não seja oferecido, incluindo a comida;
3. Não ter qualquer atividade sexual;
4. Não falar erradamente, o que inclui mentir mas também a nossa bem nacional “conversa fiada”;
5. Não tomar intoxicantes, incluindo drogas, álcool e tabaco;

6. Não comer fora do horário permitido: entre o nascer do sol e o meio-dia;

7. Não dançar, cantar, tocar ou ouvir música, não assistir a espetáculos de entretenimento nem usar perfumes ou cosméticos;

8. Não dormir em camas altas ou fofas.

A observância dos oito preceitos tem graus variáveis de dificuldade: quando se está exausto é fácil e restaurador dormir no chão; habituamo-nos, eventualmente, a não comer entre o meio-dia e o nascer do sol; é muito difícil não dar palmadas nos mosquitos...

É claro que um donativo voluntário no fim da estadia é sempre bem-vindo, embora não agradecido. Os monges nunca agradecem pois, ao aceitarem ofertas, todo o benefício é para o ofertante.

A questão da comida é especialmente interessante. Os mosteiros não têm cozinha nem despensa: há mais de 2500 anos que os monges estão proibidos de cozinhar e de guardar alimentos para o dia seguinte. Estas duas das 227 regras monásticas destinam-se a obrigá-los a ir diariamente, ao nascer do sol, junto das populações que lhes oferecem a comida para o dia. Fui convidado a seguir os monges nesse ritual – *pindapata* – que é muitas vezes traduzido como ronda de esmolas, embora o conceito seja diferente. Os monges não pedem; as pessoas é que os chamam e pedem para lhes oferecer o alimento diário.

Esta foi a experiência mais inesquecível da minha viagem. É comovente ver como gente muito pobre está todos os dias no mesmo sítio à espera de dar um pouco do muito pouco que tem; ver uma *scooter* travar a fundo e o tripulante tirar o capacete, descalçar-se e oferecer um cacho de bananas que tirou do porta-bagagens; ver uma miudinha de uns dez anos sair do grupo das colegas que iam para a escola e vir oferecer-me o seu pacotinho de leite... Explicaram-me que os tailandeses respeitam e apreciam muitíssimo os ocidentais que, pensam eles, abandonam a sua vida de riqueza para irem viver pobremente os antigos ensinamentos do Buda.

Alguns leitores poderão pensar que os monges parasitam a sociedade. Afinal, o que é que eles dão ao povo em troca do seu sustento? Na verdade, dão muito. O rei Rama IV (romanticamente retratado em *Ana e o Rei do Sião*, livro de Margaret Landon), que iniciou a modernização do reino mantendo sempre a independência das potências ocidentais, foi monge durante 27 anos antes de subir ao trono; muitas reformas sociais, incluindo a introdução da democracia, foram apoiadas, quando não encabeçadas, por monges prestigiados; grande parte do ensino primário, universal e gratuito, é ministrado nos mosteiros. E dão uma ética.

Nesta vida ou noutra devo ter feito algum bem: por um custo material irrisório, voltei da Tailândia muito mais rico. Conheci o povo dos sorrisos. Aprendi novas técnicas de

meditação. Emagreci e não fumei nem bebi durante quase três semanas. Trouxe os tão esperados tectitos, cerca de uma dúzia de amostras pequeninas que são o meu orgulho. Com a Benilde e dois colegas alemães, estes pingos de vidro já produziram três artigos científicos – e mais vêm a caminho.

Quase poderia dizer-se que o financiamento, tal como os tectitos, caiu do céu.

Se alguém ler esta crónica, por favor, mantenha-a em segredo. Imagine-se que os nossos governantes descobrem que é possível fazer boa ciência a baixo custo contribuindo, ao mesmo tempo, para a felicidade dos cientistas...

Estou a brincar, é claro: o Estado não quer saber da felicidade dos cidadãos. Os estados não querem saber. Os estados contemporâneos não são cristãos, nem muçulmanos, nem budistas, nem simplesmente éticos, nem nada. Existem ainda estados? Parece-me que já só existem corporações sombrias, pseudonimizadas de “mercados”, às quais os governos se vergam – consciente e voluntariamente.

Teríamos todos tanto a aprender com os pobres budistas tailandeses, para quem a maior alegria é poder dar.

* Professor Auxiliar do Departamento de Ciências da Terra da Universidade de Coimbra



HEMATOMA TERRESTRE

PEDRO NORA *

A primeira memória de Lucas quando pensava no planeta era quando ele tinha cinco anos e, numa queda (resultante de uma corrida ou um disparate infantil semelhante), havia esfolado o joelho esquerdo, tendo uma grande parte da sua perna ficado negra. O pai de Lucas, com toda a calma inerente da sua profissão, assegurou-lhe na altura que tudo iria ficar bem enquanto aplicava um spray na lesão que não só atenuou imediatamente a dor, como também fez desaparecer as tonalidades negras da pele no espaço de meia hora.

Lembrava-se sempre desse episódio, pois a desolação das áreas afectadas pelas Queimaduras era facilmente comparável a uma nódoa negra na pele humana. Havia quem preferisse a analogia de uma superfície vulcânica, dado o calor mortal que permutava nessas áreas e que não permitia uma caminhada fácil, mesmo com um fato de isolamento como o que ele agora tinha vestido. E realmente era custoso andar a passo de caracol, mas era a única maneira de não comprometer a integridade do fato. Se avançasse a uma velocidade superior à de uma marcha, todo o seu corpo entraria em combustão mais depressa do que um fósforo sob fricção.

Portanto, passo a passo, Lucas avançava, marcando o seu caminho, de modo a não se perder dentro da área da Queimadura. Visto que as comunicações e os radares se tornavam inúteis devido à estática gerada pelo calor, Lucas apenas dispunha de uma bússola e de um conta-quilómetros para acompanhar o seu progresso, marcando-o a cada dois quilómetros com uma estaca sinalizadora que se colava ao solo (perfurar o mesmo estava fora de questão). Apesar de a caminhada parecer monótona e de o procedimento demorar algumas horas, já estava habituado, dado o carácter repetitivo das suas missões anteriores.

Missões que só tolos ou suicidas é que aceitavam. Lucas não era um nem outro, recusava-se era a abandonar o planeta sem lutar pela preservação do mesmo. E numa vertente mais pessoal, via esta tarefa como um meio de honrar a memória do seu pai, de modo a curar as feridas dos outros como ele o fazia quando o mundo, esse, era livre delas. Dado o seu carácter pragmático, não via a necessidade de saber a ciência por detrás de todo este procedimento.

Apesar de roubar bastantes horas, era um trabalho simples. Também perigoso, é certo, mas Lucas preferia focar-se na simplicidade da tarefa.

Duas dúzias de estacas depois, chegara ao epicentro da Queimadura, notório graças às suas tonalidades mais avermelhadas. Com muito cuidado, retirou da mochila um contentor esverdeado e, pressionando uma série de botões, ativou a base do mesmo, assentando-o, então, no ponto mais encarniçado. Automaticamente, o contentor começou a emitir um barulho rotativo e, passados uns minutos, após verificar que o processo de recuperação do solo já decorria, Lucas decidiu iniciar o caminho de regresso. Não que houvesse muita urgência, visto que o sistema de suporte ainda dava para cerca de meio dia, mas como a caminhada era longa e morosa, quanto mais cedo partisse, melhor.

No regresso, Lucas voltava a refletir sobre o seu pai e como a relação entre ambos havia terminado da pior maneira, devido à sua decisão de abandonar os estudos apesar dos lamentos do pai, um respeitado cirurgião expectante que o filho único seguisse as pisadas na Medicina. Mal ele suspeitaria que no futuro, Lucas acabaria por seguir essa ocupação, se bem que a uma escala planetária. Nunca chegou a saber, pois faleceu umas semanas antes de se registarem os primeiros casos de Queimaduras. Inicialmente tomados como mais um fenómeno natural, foram ignorados pela grande maioria, à exceção dos grupos ambientais que proclamavam em alto e bom som que a camada do ozono já tinha chegado ao seu limite e que, em breve, o resto do planeta seguiria o mesmo caminho.

Tal profecia não se revelou equívoca. As Queimaduras foram sendo cada vez mais frequentes, chamando a atenção dos líderes mundiais no momento em que começaram a deflagrar-se nas grandes cidades. O caso mais marcante foi o de Chicago, que em menos de um dia se transformou numa cidade-fantasma populada por cinzas, tendo apenas uma pequena percentagem conseguido escapar, por se encontrar nos limites da zona abrangida pela Queimadura. Seguiram-se outros casos, cuja aleatoriedade e imprevisibilidade instaurou o pânico geral. A humanidade dividiu-se em duas: aqueles que achavam melhor fugir para o espaço e outros que se concentravam em descobrir como se originavam estes fenómenos de destruição e como se poderiam evitar ou combater.

Apesar de os estudos iniciais terem visado as quebras na camada do ozono como a principal causa das Queimaduras, tais teorias revelaram-se infrutíferas até um grupo de cientistas na Holanda decidir olhar para o outro lado da medalha, descobrindo assim o segundo componente da ignescência: o solo. Graças aos danos provocados no núcleo pela busca constante de recursos naturais e ao enfraquecimento da camada da litosfera, a superfície terrestre encontrava-se mais propensa a sobreaquecer, o que em conjunto com as falhas no ozono gerava este fenómeno geotérmico. E embora tal diagnóstico não permitisse evitar as Queimaduras em si, já era possível consertar os seus danos posteriores.

Neste último campo, a contribuição mais valiosa acabou por vir dos que davam alento à migração da humanidade para outro planeta, quando formularam uma solução terraformadora. Esta, desenvolvida de modo a criar placas tectónicas semelhantes à da Terra, transformaria áreas alienígenas em ambientes habitáveis para humanos. A solução tinha apenas o senão de demorar alguns meses a atuar, tempo esse que nem mesmo os astronautas mais experientes dispunham para sobrevoar (e supervisionar) tais planetas. No entanto, os testes indicaram, ainda, que se aplicada no epicentro da Queimadura, a solução permitia que o solo terrestre se sarasse, possivelmente, tornando-o outra vez habitável passados uns meses.

“Possivelmente.” Era geralmente esse pensamento que lhe causava um calafrio a descer pelas costas abaixo, contra todas as probabilidades naquele ambiente abrasador. Havia sempre essa dúvida, se realmente este processo de terraformação poderia ser considerado uma cura para o nosso planeta ou se era pura e simplesmente (mais) um remendo temporário. Avistava agora a última estaca, e além dela, a base de controlo da missão. Como era hábito nesta altura, lutava contra a ansiedade de poder, finalmente, livrar-se deste fato e descansar até à próxima emergência, não fosse acelerar o passo e livrar-se do fato de uma maneira mais fatídica.

Nesses momentos finais, olhava sempre para trás e recordava-se do episódio do seu joelho esfolado. Nesse instante, em que contemplava a área deserta e desolada, era invadido por uma nostalgia malograda, não só da sua relação mais saudável com o pai, mas sobretudo da confiança que este exhibia em garantir-lhe que tudo iria ficar bem.

* Pedro Nora licenciou-se pela Faculdade de Direito da Universidade de Coimbra em 2007. Desde então, é advogado nessa mesma cidade, onde nasceu e cresceu. Paralelamente, é locutor na Rádio Universidade de Coimbra, colaborando em programas como Fahrenheit 107.9, Sala de Pânico e Geekfreak. Apaixonado por música e cinema, escreve crónicas para variados blogues e sites (como Meio-Bilhete e Wolf-Ear), tendo participado, ainda, em várias iniciativas e concursos de escrita criativa.

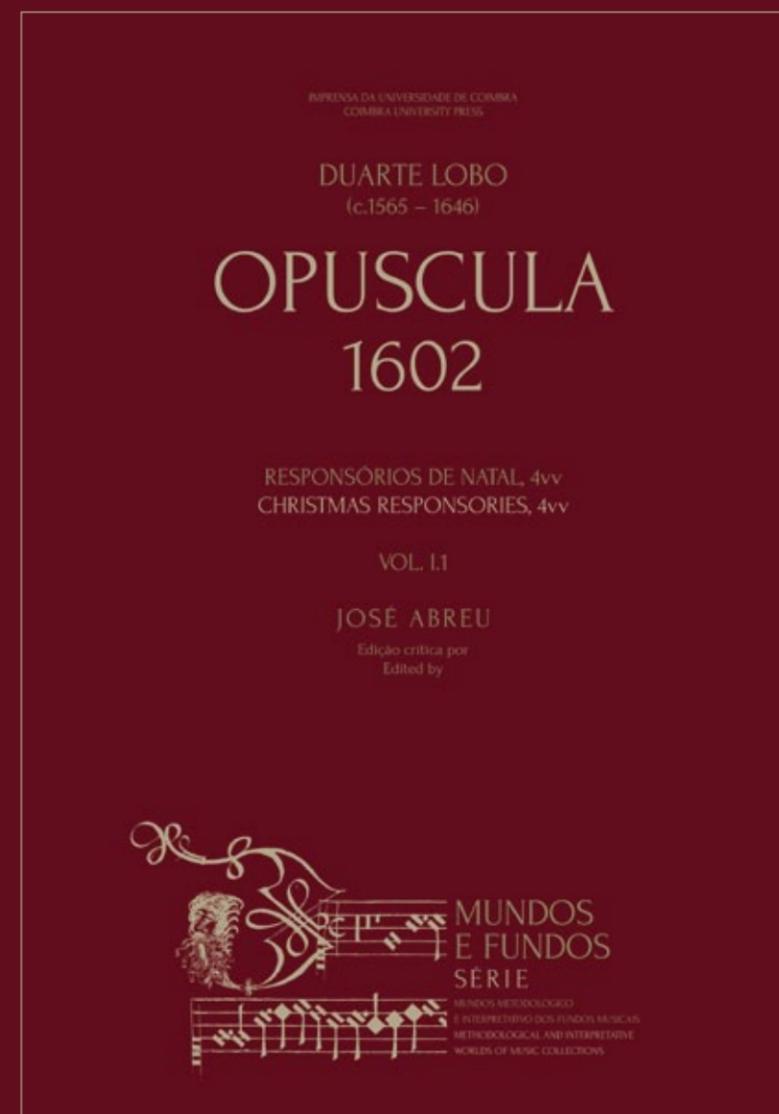
Duarte Lobo (c. 1565 – 1646) terá feito a sua formação na Sé de Évora. Desenvolve a sua atividade musical em Lisboa como mestre de capela no Hospital Real de Todos os Santos e na Sé Catedral, nesta última desde c. 1591 até c. 1639. Exerceu, também em Lisboa, no âmbito da Sé, as funções de docente ensinando e marcando diversos compositores e músicos das gerações seguintes: António Fernandes, João Alvares Frouvo, Fernando de Almeida, Manuel Machado, etc.

Duarte Lobo irá ver muita da sua música impressa ao longo da primeira metade do século XVII. Desde as quatro coleções de música polifónica, todas impressas na oficina plantiniana, em Antuérpia (*Opuscula*, 1602; *Cantica Beatae Mariae Virginis vulgo Magnificat*, 1605; *Liber missarum*, 1621; *Liber II missarum*, 1639); até aos livros de cantochão, sob a sua supervisão, impressos em Lisboa por P. Craesbeeck - *Ordo amplissimus precepcionum caeremoniarumque funebrium* (1603) e *Liber processionum et stationum ecclesiae olysiponensis* (1607).

A presente edição reúne um conjunto de oito responsórios de Natal para quatro vozes de Duarte Lobo (†1646) impressos por Plantin – Moretus em Antuérpia, 1602. Estes responsórios fazem parte dos *Opuscula* acompanhando uma série de obras policorais: um segundo conjunto de oito responsórios, uma missa de Natal e quatro antífonas marianas.

Publicados em partes separadas (um pequeno livro por voz), os *Opuscula* não nos chegaram, até hoje, de forma completa. Com vários livros conservados em diferentes arquivos, em nenhum destes encontramos a parte do Tenor. Assim, com o objetivo de tornar possível a interpretação musical destas obras, a presente edição inclui uma proposta de reconstrução, historicamente informada, da voz de Tenor.

Os oito responsórios de Natal a 4vv de Duarte Lobo conhecem aqui a sua primeira edição crítica.



O projeto *Mundos e Fundos*, *Mundos Metodológico e Interpretativo dos Fundos Musicais* assenta num trabalho de investigação científica próxima dos textos primários, de leitura multidisciplinar, de gestação lenta e cuidada. Só após um trabalho desta natureza, afinado através da filologia e da prática, é que surge a necessidade, essencial, de comunicar, aos pares e ao público em geral, os resultados obtidos.

A Série *Mundos e Fundos* é uma resposta, entre outras, a essa necessidade.

É nossa convicção existir uma urgência em valorizar o texto musical através de uma maior acessibilidade. Desde logo, procurar disponibilizar um conjunto mais alargado de edições críticas do vasto espólio musical hoje conservado nos nossos arquivos e bibliotecas. Mas sobretudo sentimos grande necessidade de uma transmissão do texto musical que garanta uma recepção mais abrangente sem prejuízo do rigor científico. Em suma, procurando sempre conciliar com uma apresentação graficamente cuidada, a Série *Mundos e Fundos* almeja assentar no ambicioso equilíbrio entre o estudo filológico e a prática musical.

Título: *Biofísica médica. Exercícios práticos. 2ª edição*
Autor: J. J. Pedroso de Lima, Maria Filomena Botelho
Edição: Imprensa da Universidade de Coimbra
Série *Ensino*
Coimbra 2014

Título: *Biblioteca Joanina. Library Joanina. 2ª edição*
Autor: Paulo Mendes, Carlos Fiolhais
Edição: Imprensa da Universidade de Coimbra
Coimbra 2014

Título: *Portugal e os Refugiados Judeus provenientes do território alemão (1933-1940)*
Autor: Ansgar Schaefer
Edição: Imprensa da Universidade de Coimbra
Coleção *História Contemporânea*
Coimbra 2014

Título: *Nomos, Kosmos & Dike in Plutarch*
Autores: José Ribeiro, Delfim F. Leão & Carlos A. Martins de Jesus
Edição: Imprensa da Universidade de Coimbra
Coleção *Classica Digitalia*
Coimbra 2014

Título: *A Arte da Guerra em Portugal*
Autor: Miguel Gomes Martins
Edição: Imprensa da Universidade de Coimbra
Série *Investigação*
Coimbra 2014

Título: *Tratamento farmacológico da depressão na mulher grávida*
Autores: Cristina Rama, Teresa Almeida Santos, Fernando Fernandez-Llimos, Isabel Vitória Figueiredo, Joana Lopes, Luís Marques, Margarida Caramona, Maria João Castel-Branco
Edição: Imprensa da Universidade de Coimbra/ Ordem dos Farmacêuticos
Coleção *Ciências da Saúde*
Coimbra 2014

Título: *Encheiridion de Epicteto*
Autores: Aldo Dinucci & Alfredo Julien (tradução do grego, introdução e comentários)
Edição: Imprensa da Universidade de Coimbra
Coleção *Classica Digitalia*
Coimbra 2014

Título: *Ifigénia entre os Tauros*
Autor: Nuno Simões Rodrigues (tradução do grego, introdução e comentários)
Edição: Imprensa da Universidade de Coimbra
Coleção *Classica Digitalia*
Coimbra 2014

Título: *O cruzamento de saberes na aula de Inglês: contributos para uma Prática Multidisciplinar*
Autora: Ana Luísa
Edição: Imprensa da Universidade de Coimbra
Série *Investigação*
Coimbra 2014

Título: *Guia prático para a identificação de plantas invasoras em Portugal*
Autoras: Hélia Marchante, Maria Morais, Helena Freitas, Elizabete Marchante
Edição: Imprensa da Universidade de Coimbra
Coleção *Natura Naturata*
Coimbra 2014

Título: *Imigração e desenvolvimento em regiões de baixas densidades*
Autora: Fátima Velez de Castro
Edição: Imprensa da Universidade de Coimbra
Série *Investigação*
Coimbra 2014

Título: *Relato de discurso e fantasias do Portugal contemporâneo*
Autora: Paula Eduarda, Maria Figueiredo
Edição: Imprensa da Universidade de Coimbra
Série *Investigação*
Coimbra 2014

Título: *Análise SWOT do Ensino Superior Português: Oportunidades, Desafios e Estratégias de Qualidade*
Autoria: Grupo da Qualidade para o Ensino Superior - GT2 (Comissão Sectorial CS/11 – Sistema Português da Qualidade)
Edição: Imprensa da Universidade de Coimbra
Coimbra 2014

Título: *Duarte Lobo. Opuscula, 1602 – Responsórios de Natal, 4vv (Vol. I)*
Autor: José Abreu
Edição: Imprensa da Universidade de Coimbra
Coleção *Mundos e fundos*
Coimbra 2014

Título: *Avaliação Familiar: Funcionamento e Intervenção (Vol. I)*
Coordenadoras: Ana Paula Relvas, Sofia Major
Edição: Imprensa da Universidade de Coimbra
Série *Investigação*
Coimbra 2014

Título: *Deus e Caravaggio: A Negação do Claro-Escuro e a Invenção dos Corpos Compactos*
Autor: Carlos Vidal
Edição: Imprensa da Universidade de Coimbra
Coleção *Olhares*
Coimbra 2014

Título: *Lições de Álgebra Linear 2ª ed.*
Autora: Teresa Pedroso de Lima
Edição: Imprensa da Universidade de Coimbra
Série *Ensino*
Coimbra 2014

Título: *Teoria da Arte: modernismo, vanguarda, neovanguarda, pós-modernismo - 2ª edição*
Autora: Isabel Nogueira
Edição: Imprensa da Universidade de Coimbra
Série *Ensino*
Coimbra 2014

Título: *Princípios de economia da inovação*
Autor: João Tolda
Edição: Imprensa da Universidade de Coimbra
Série *Ensino*
Coimbra 2014

Título: *A Biblioteca Matemática da Universidade de Coimbra na Ala de S. Pedro do Paço das Escolas: génese, formação e desenvolvimento*
Autor: Carlos Tenreiro
Edição: Imprensa da Universidade de Coimbra
Coimbra 2014

Título: *Inovar com a investigação-ação: desafios para a formação de professores*
Autora: Ana Paula Pereira de Oliveira Cardoso
Edição: Imprensa da Universidade de Coimbra
Série *Ensino*
Coimbra 2014

Título: *Ferramentas da Mente*
Autora: Ana Paula Couceiro Figueira
Edição: Imprensa da Universidade de Coimbra
Série *Ensino*
Coimbra 2014



Se em 1964 era apenas título de um livro publicado por Umberto Eco, desde então tornou-se uma expressão de uso corrente, uma espécie de oposição quase proverbial. Originalmente, o escritor propunha a divisão das reações perante a cultura de massas e as indústrias culturais nas duas categorias referidas: de um lado, os primeiros, que consideravam que a massificação da produção e consumo constituíam a perda da essência da criação artística; do outro, os que acreditavam estar-se perante enormes avanços civilizacionais, de uma efetiva e criadora democratização da cultura. Estão na ordem do dia e em cima da mesa política, fazendo-nos olhar para o céu com outros olhos e pisar a terra com outra pegada. As alterações climáticas têm vindo a alimentar os estudos sobre o planeta que habitamos e, muitas vezes, a mudar-nos costumes já enraizados. Mas onde reside a culpa? No Homem ou na inevitabilidade da Natureza? E o aumento de CO₂? É benéfico ou catastrófico? Entreguemos o planeta a quem lhe conhece a história – de uma ou de outra face.

69

RL #41 | AO LARGO
APOCALÍPTICOS
E INTEGRADOS

mudanças climáticas

A história do aquecimento global começa com as investigações do matemático e físico francês Joseph Fourier (1768-1830), sobre o balanço radiativo na atmosfera e sobre aquilo que se viria a designar por efeito de estufa. Nos anos de 1780, o naturalista e alpinista suíço Horace-Bénédict de Saussure (1740-1799) construiu um hélio termómetro com o qual media a temperatura numa série de compartimentos de vidro fechados, colocados numa caixa de cortiça enegrecida e sobrepostos na direção da radiação solar direta, concluindo que a temperatura aumentava à medida que nos aproximamos do fundo da caixa. Fourier, ao comparar a atmosfera terrestre à caixa de vidro de Saussure, concluiu que “a temperatura à altura do solo aumenta devido à interposição da atmosfera, porque o calor solar enfrenta menos obstáculos para penetrar o ar, quando se encontra no estado de luz, do que enfrenta para tornar a atravessar o ar quando convertido em calor obscuro” (Fourier, 1824; 1827). Este calor misterioso era afinal aquilo que o astrónomo William Herschel (1738-1822) descobriu em cerca de 1800 e designou por raios caloríficos ao medir a temperatura para além do extremo vermelho do espectro da radiação solar e que hoje reconhecemos como a radiação infravermelha.

Em meados do século XIX sabia-se que o ar absorvia a radiação infravermelha, mas não se conheciam quais os gases que teriam essa propriedade e em que grau. As primeiras medições da capacidade de absorção da radiação infravermelha pelos gases constituintes da atmosfera – azoto, oxigénio, vapor de água, dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4), ozono - foram feitas a partir de 1859 pelo físico e matemático de origem irlandesa John Tyndall (1820-1893). Nestas experiências, Tyndall concluiu que o vapor de água é o mais importante gás com efeito de estufa na atmosfera, ou seja, aquele cujas moléculas absorvem mais radiação infravermelha. Concluiu ainda que o CO_2 , o CH_4 e o O_3 são também gases com efeito de estufa, mas que o azoto, oxigénio e hidrogénio são praticamente transparentes à radiação infravermelha. Tyndall foi o primeiro a afirmar que se não existissem gases com efeito de estufa na atmosfera, a superfície da Terra estaria coberta de gelo e que variações

nas concentrações atmosféricas de vapor de água e de CO_2 conduziriam a mudanças climáticas ao fim de algum tempo. Uma maior concentração de CO_2 conduziria a uma atmosfera com temperatura média mais elevada. Uma das razões do interesse de Tyndall em estudar as propriedades radiativas dos gases constituintes da atmosfera era tentar perceber a causa de um período glacial pré-histórico cujos glaciares tinham deixado registos nos Alpes. As observações mais recentes na época em que Tyndall viveu revelavam que a extensão dos glaciares durante o período glacial era enorme cobrindo vastas regiões do norte da América do Norte e do norte da Europa. A procura da causa desta profunda mudança climática gerou um grande interesse e controvérsia em meados do século XIX.

Svante Arrhenius (1859-1927), um cientista sueco, prémio Nobel da química em 1903, e um dos fundadores da química física, tentou também resolver o enigma da época glacial pré-histórica. A sua tese consistia em postular uma variação da concentração atmosférica de CO_2 provocada, por exemplo, por alterações na atividade vulcânica. A consequente variação da temperatura média da atmosfera poderia ser depois amplificada pelo vapor de água, conduzindo à alternância de períodos glaciais e períodos interglaciais com um clima relativamente quente, como o atual. Para provar a sua tese era necessário calcular a variação da temperatura média da atmosfera que resultaria de baixar ou aumentar a concentração de CO_2 . Efetivamente foi Svante Arrhenius quem, pela primeira vez, fez estimativas do efeito da variação da concentração do CO_2 sobre a temperatura média global da atmosfera, tendo chegado à conclusão que a sua duplicação provocaria um aumento de temperatura entre 5° e 6° C (Arrhenius, 1896). Arrhenius reconheceu que as emissões de CO_2 resultantes das atividades industriais iriam inevitavelmente provocar um aumento da concentração atmosférica desse gás. Porém, não estava minimamente preocupado com as consequências desta interferência antropogénica sobre o sistema climático. Pelo contrário, no seu livro *Worlds in the Making* (Arrhenius, 1908) afirma que o aumento da concentração de CO_2 irá providenciar um melhor clima

para a humanidade no futuro, “especialmente nas partes mais frias da Terra”.

A situação atual é diferente. Há uma preocupação cada vez maior em todo o mundo, a nível científico, governamental e de organizações internacionais, em particular nas Nações Unidas, de que o aumento da concentração de gases com efeito de estufa na atmosfera, resultante de algumas atividades humanas, está a provocar uma mudança climática que constitui uma das mais graves ameaças ambientais do século XXI (utilizarei aqui a expressão mudanças em lugar de alterações climáticas dado que ambas têm essencialmente o mesmo significado). De acordo com a Convenção Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima, que entrou em vigor a 21 de março de 1994, mudança do clima é aquela que se atribui, direta ou indiretamente, às atividades humanas que modificam a composição global da atmosfera e se adiciona à variabilidade climática natural observada em períodos de tempo comparáveis. As concentrações atmosféricas de gases com efeito de estufa, CO₂, CH₄ e óxido nitroso (N₂O) aumentaram desde o início da Revolução Industrial, em meados do século XVIII, devido a várias atividades humanas, em particular o uso intensivo de combustíveis fósseis - carvão, petróleo e gás natural. Segundo o quinto relatório do IPCC (Painel Intergovernamental das Nações Unidas para as Mudanças Climáticas), publicado em 2013-2014 (IPCC, 2014), as concentrações atmosféricas daqueles gases em 2011, eram de 391 ppmv (partes por milhão em volume), 1803 ppmv (partes por milhão de milhão em volume) e 324 ppmv, excedendo os valores pré-industriais em 40%, 150% e 20%, respetivamente.

Por que razão o aumento da concentração de gases com efeito de estufa na atmosfera provoca um aumento da temperatura média global da atmosfera à superfície, conforme concluiu Tyndall? A parte essencial da explicação é dececionantemente simples, mas os detalhes quantitativos têm mais complexidade (Santos, 2012). Quando se aumenta a concentração de CO₂, ou de outro qualquer gás com efeito de estufa, na troposfera (a baixa atmosfera que vai até cerca de 10km de altitude), a radiação infravermelha que este gás emite (um gás em equilíbrio emite e absorve a mesma quantidade de radiação em cada comprimento de onda) para o espaço exterior passa a ter origem a uma maior altitude dado haver mais gás. Contudo, tendo em atenção que a temperatura na troposfera decresce com a altitude, o CO₂ passa a emitir para o espaço exterior em regiões onde a temperatura é mais baixa. De acordo com a teoria da radiação de Max Planck, a quantidade total de radiação infravermelha absorvida e emitida por um gás diminui quando se baixa a temperatura. Deste modo, cria-se um desequilíbrio energético, a que se chama forçamento radiativo, entre o fluxo radiativo solar, predominantemente de luz visível, absorvido pela Terra e o fluxo radiativo emitido pela Terra no infravermelho. Por outras palavras a Terra passa a emitir menos energia para o espaço exterior do que a energia que recebe do Sol, o que contraria o princípio

da conservação de energia. O equilíbrio repõe-se mediante um aumento da temperatura da troposfera, que intensifica o fluxo radiativo no infravermelho para o espaço exterior.

O valor atual do forçamento radiativo no topo da troposfera, provocado pela acumulação de gases com efeito de estufa, é de 2,29 Wm⁻². Mais de 90% da energia que a Terra absorve devido a este forçamento radiativo positivo é armazenado no oceano, especialmente nas suas águas mais superficiais. Entre 1971 e 2010 a Terra armazenou em média uma potência de 213 TW (Tera Watts ou 1012 Watts), ou seja, uma energia de 213 TJ (1012 Joules) por segundo. É difícil apreciar o gigantismo desta quantidade de energia. Talvez ajude dizer que a Terra está a ser forçada a armazenar, em média, por segundo, uma energia equivalente à energia libertada por cerca de três bombas atômicas do tipo da que foi lançada em Hiroshima (em seis de agosto de 1945), devido à acumulação de gases com efeito de estufa de origem antropogénica na troposfera.

Entre 1971 e 2010 calcula-se que cerca de 93% dessa energia foi armazenada nos oceanos, aumentando a temperatura principalmente das massas de água mais superficiais, cerca de 3% provocou o degelo do gelo oceânico do Ártico, dos campos de gelo da Gronelândia e da Antártica e dos glaciares das montanhas, cerca de 3% aqueceu a superfície dos continentes e apenas cerca de 1% aqueceu a atmosfera (IPCC, 2014). A humanidade está, pois, confrontada com um enorme problema cuja solução não é fácil e depende sobretudo da solidariedade intergeracional. Há essencialmente dois tipos de resposta às mudanças climáticas: a mitigação e a adaptação. A primeira é uma intervenção humana para reduzir as fontes e potenciar os sumidouros de gases com efeito de estufa. A adaptação é um processo de ajustamento ao clima atual e futuro e aos seus efeitos. Nos sistemas humanos a adaptação procura moderar os impactos graves e explorar as oportunidades benéficas. Nos sistemas naturais a intervenção humana pode facilitar o ajustamento desses sistemas ao clima futuro.

Referências:

- Arrhenius, S., 1896, *On the influence of carbonic acid in the air upon the temperature*, Philosophical Magazine, 41, 237-276.
- Arrhenius, S., 1908, *Worlds in the Making*, New York: Harper and Brothers.
- Fourier, Joseph, 1824, *Résumé théorique des propriétés de la chaleur rayonnante* », *Annales de chimie et de physique*, vol. 27, p. 236-281
- Fourier, Joseph, 1827, *Mémoire sur les températures du globe terrestre et des espaces planétaires* », *Mémoires de l'Académie Royale des Sciences de l'Institut de France*, vol. 7, p. 569-604
- IPCC, 2014, *Intergovernmental Panel on Climate Change, 5th Assessment Report, WGI, WGII and WGIII* (<http://www.ipcc.ch/report/ar5/>).
- Santos, F. D., 2012, *Alterações Globais, desafios e riscos presentes e futuros*, Fundação Francisco Manuel dos Santos, Lisboa.

* Professor Catedrático Aposentado da Universidade de Lisboa

O AQUECIMENTO GLOBAL: INTERROGAÇÕES DE UM GEÓLOGO

M. M. GODINHO *

1 . I N T R O D U Ç Ã O

Nas últimas décadas o aquecimento global (AG) tem estado na agenda científica, mediática e política. Depois da Pequena Idade do Gelo, que terminou em meados do séc. XIX, a superfície da Terra vem aquecendo; a temperatura média terá subido ~0,85°C nos últimos 160 anos. Os arautos do AG preveem que daqui resultem mudanças ambientais nefastas para o Homem: fusão de gelos, subida do nível do mar, extinção de espécies, ondas de calor, maior frequência de extremos meteorológicos... E outras mais.

Indivíduos e organizações consideram ser o Homem o causador principal do aquecimento, e têm alertado para os riscos que as mudanças acarretam. É exemplo o *United Nations Intergovernmental Panel on Climate Change* (ver IPCC 2014). Os media dominantes têm-se feito eco do alerta, por vezes amplificando-o.

Contra o alarme gerado, e com menor eco, têm estado outros indivíduos e organizações. Cita-se o *Nongovernmental International Panel on Climate Change* (NIPCC), que considera haver exagero na quantidade de aquecimento e nos riscos ambientais previstos. Para o NIPCC um aquecimento moderado pode até ser benéfico para o Homem (Idso *et al.* 2013).

2 . C A U S A S E E F E I T O S

O AG é governado por múltiplos fatores, uns exteriores e outros intrínsecos ao planeta, uns naturais e outros antropogénicos. Qual a participação relativa duns e outros no efeito final? Não sabemos. Uma minoria de cientistas advoga que a componente antropogénica é reduzida (há quem refira 5%). Desde cedo muitos cientistas apontaram como principais responsáveis pelo AG os gases de estufa emitidos para a atmosfera por atividades humanas, principalmente o dióxido de carbono (CO₂), o metano e o óxido nitroso (entende-se como funcionam estes fatores, os outros são mais enigmáticos). Pela sua abundância relativa, o mais responsabilizado é o CO₂, um gás precioso que, na atmosfera, é matéria-prima para a síntese de matéria orgânica.

O raciocínio dominante é este: porque queima combustíveis fósseis, o Homem é causador do CO₂ atmosférico, e este é causa do AG. Será assim? E o efeito do vapor de água como gás de estufa? E o que se faz com o CO₂ que afluí à atmosfera vindo de fontes naturais?

Fixemo-nos nos últimos 550 milhões de anos. O CO₂ atmosférico variou, *grosso modo*, entre uns 200 e, provavelmente, mais de 6000 ppmv (partes por milhão em volume).

Na maior parte do tempo a atmosfera foi mais rica em CO₂ do que a atual, que tem ~400 ppmv. Observando a relação do CO₂ com a temperatura ao longo desse passado, por vezes parece que a causa precede, de facto, o efeito. Houve, porém, tempos em que causa e efeito parece estarem invertidos. E tempos houve em que não se manifesta correlação entre os dois. Em todo esse passado constato: múltiplos episódios de aquecimento/arrefecimento; tempos em que há calotes de gelo e outros em que as não há; condições glaciais a coexistirem com mais de 2000 ppmv de CO₂ na atmosfera; temperaturas mais elevadas do que hoje a coexistirem com atmosfera mais rica em CO₂ do que a atual e, por outro lado, atmosfera muito mais rica em CO₂ do que a atual a coexistir com temperaturas semelhantes às de hoje. Sendo assim, ter por adquirido para a Ciência que o CO₂ antropogénico é a causa principal do AG, ofuscando o papel de outros fatores, só se disso se fizer ponto de fé! (Para esse efeito tem-se apoio no dito humorado do físico R. Feynman: *Science is the belief in the ignorance of the experts*).

3 . V A R I A B I L I D A D E C L I M Á T I C A
Horace-Bénédict de Saussure, grande figura da geologia do séc. XVIII, sobre os Alpes deixou escrito (tradução minha):

Na minha juventude, quando só havia atravessado os Alpes por um reduzido número de passagens, acreditava ter apreendido factos e suas relações gerais (...). Mas, à medida que as repetidas viagens pelas diferentes partes da cadeia me foram revelando mais factos, reconheci que, nos Alpes, de constante só há a variedade.

Assim tem acontecido comigo em relação ao clima. Ao longo de milhões de anos de clima, de constante apenas vejo variação. Só nos últimos 11.500 anos os cientistas identificaram 18 ciclos climáticos! Durante a sua (geologicamente) curta existência, o Homem viveu mudanças ambientais profundas, como variações de temperatura média anual de vários °C e variações do nível do mar de muitas dezenas de metros. Os homens pré-históricos da região litoral do atual Portugal assistiram, a partir de há ~22 milhares de anos, a uma subida do nível do mar de mais de 100 metros. Antes dessa subida, a linha de costa, que hoje passa na Figueira da Foz, situava-se vários quilómetros para ocidente, e o vale do Baixo Mondego era então várias dezenas de metros mais profundo que hoje. E isto sem intervenção humana! O recente AG teve, como é natural, flutuações em torno da tendência geral, com realce para duas pausas, uma de 1943 a 1975, outra a partir de 1998. Na apresentação do *Fifth Assessment* do IPCC, em 23 de setembro de 2013, em Estocolmo, o cientista Robert Vautard, questionado face a esta segunda pausa, reconheceu perante os jornalistas (tradução minha):

Isso interpela-nos. Estamos longe de ter um conhecimento completo do sistema Terra e das suas flutuações naturais. Encontrar razões para esta pausa constitui um quebra-cabeças científico apaixonante. É nosso dever resolvê-lo.

É isso: o sistema Terra tem mistérios por desvendar. E se não se explica a pausa é porque não se conhece a causa. Extrair causalidade da complexidade não é coisa fácil!

4 . S O B R E O C O 2 A N T R O P O G É N I C O
O Homem todos os dias lança CO₂ na atmosfera. Cada pessoa tem, como se diz, pegada de carbono, desde logo por esta prosaica razão: respira. Com isso emite, em média, perto de 1kg CO₂/dia. Uma outra razão ponderosa: come. Contabilizando a população mundial atual (7,2x10⁹) e os animais de que se alimenta ou de outro modo usa, e ainda os resíduos que os organismos produzem, estimo que o equivalente à massa de umas 11 GtCO₂/ano (1Gt=10¹²kg) seja emitido para a atmosfera pela Humanidade. Quer dizer, ~1/3 do CO₂ que proveio do carbono fóssil em 2013 (pelas contas do *World Watch Institute*, de 2009, a fração será ainda maior). É certo que uma parte daquela massa é de carbono ciclável. Mas não é a totalidade. Pelo sim pelo não, não vá a nossa pegada precipitar o apocalipse anunciado por alguns zelotes, talvez fosse útil seguir a sugestão de Al Gore:

(...) refusing meat (...) single most effective thing you can do to reduce your carbon footprint.

É que a carne tem grande pegada de carbono!

5 . R E M A T E

Tem-se culpado o Homem pelo AG e diabolizado o CO₂. Tenho para mim que o Homem, com mais ou menos queima de carbono fóssil, não tem nisso ação preponderante, e que o AG não é tão mau como o pintam. Quanto ao CO₂, mais algum na atmosfera pode até ser benéfico. E se o aquecimento virar arrefecimento? Pode acontecer. E não melhora as coisas! O leitor está confuso? Não é para menos!

R E F E R Ê N C I A S

Idso, C.D., Carter, R.M. e Singer, S.F. (eds.) (2013) - *Climate Change Reconsidered II: Physical Science*. The Heartland Institute, Chicago, IL, XII+993 p.
IPCC (2014) - *Climate Change 2013: The Physical Science Basis*. Cambridge Univ. Press, Cambridge, UK, 1535 p.

* Professor Catedrático Aposentado da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra

agenda7-coimbra.pt