

Diretores (Main Editors)

João Rui Pita e Ana Leonor Pereira
Universidade de Coimbra

Os originais enviados são sujeitos
a apreciação científica por referees.

Coordenação Editorial (editorial coordinator)

Maria João Padez Ferreira de Castro

Edição

Imprensa da Universidade de Coimbra
Email: imprensa@uc.pt
URL: http://www.uc.pt/imprensa_uc
Vendas online: <http://www.livrariadaimprensa.uc.pt>

Design

Imprensa da Universidade de Coimbra

Imagem da Capa

Reprodução parcial de quadro de Pedro Freitas(1953-2016)
intitulado "A biblioteca".
Coleção particular

Infografia

Bookpaper

Impressão e Acabamento

Simões e Linhares, Lda.

ISSN

2183-9832

ISBN

978-989-26-1311-6

ISBN Digital

978-989-26-1312-3

DOI

<https://doi.org/10.14195/978-989-26-1312-3>

Depósito Legal

...../19

Obra publicada com a colaboração de:

2



IMPRESSA DA
UNIVERSIDADE DE COIMBRA

Os volumes desta coleção encontram-se indexados e catalogados
na Base de dados da Web of Science.

© NOVEMBRO 2020, IMPRENSA DA UNIVERSIDADE DE COIMBRA

ANA LUÍSA SANTOS, ANA ROLA, CARLA MORAIS, CLARA VASCONCELOS,
ELSA M. C. GOMES, ISILDA TEIXEIRA RODRIGUES, JORGE AZEVEDO,
SÉRGIO P. J. RODRIGUES (COORDS.)

História da Ciência no Ensino. Revisitando Abordagens, Inovando Saberes

History of Science in Science Teaching:
Revisiting Approaches, Innovating Knowledge

CONSELHO EDITORIAL (EDITORIAL BOARD)

Alain Touwaide

Institute for the Preservation of Medical Traditions, Smithsonian Institution,
Washington, USA

Anita Magowska

Poznan University of Medical Sciences, Poland

António Gonzalez Bueno

Universidad Complutense de Madrid, España

Emanuela Appetiti

Institute for the Preservation of Medical Traditions, Smithsonian Institution,
Washington, USA

Javier Puerto

Universidad Complutense de Madrid, España

Jean-Noel Missa

Université Libre de Bruxelles, Belgique

Juan António Rodriguez Sanchez

Universidad de Salamanca, España

Márcia Ferraz

Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, Brasil

Olivier Lafont

Université de Rouen, France

Patricia Aceves

Universidad Autónoma Metropolitana, Xoximilco, México

Pedro Ricardo Fonseca

Universidade de Coimbra, Portugal

Philip Rieder

Université de Genève, Suisse

Stéphane Tirard

Université de Nantes, France

Stuart Anderson

London School of Hygiene and Tropical Medicine, Great Britain

Tania Fonseca

Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil

Victoria Bell

Universidade de Coimbra, Portugal

SUMÁRIO

História da Ciência no Ensino. Revisitando Abordagens, Inovando Saberes. Uma Introdução Sérgio P. J. Rodrigues, Ana Luísa Santos, Ana Isabel Rola, Carla Morais, Clara Vasconcelos, Elsa M. C. Gomes, Isilda Teixeira Rodrigues, Jorge Azevedo	
Na Génese da Revolução Química e na afirmação da Teoria Newtoniana: Contributos de João Jacinto de Magalhães (1722-1790) Isabel Malaquias	
Egas Moniz (1874-1955), Prémio Nobel: Figura Incontornável no Ensino da História das Ciências em Portugal Ana Leonor Pereira, João Rui Pita.....	
António Gião (1906-1969): Biografia, personalidade e últimos trabalhos científicos Carlos Fiolhais	
A Origem da Cor nos Selos Portugueses (1857-1909) Catarina Pinto, J. Sérgio Seixas de Melo	
A Petrografia microscópica no ensino da Mineralogia e Petrologia, na Universidade de Coimbra, no final do século XIX e início do século XX. O exemplo da coleção Krantz de lâminas delgadas Elsa M. C. Gomes, Pedro M. Callapez, Carla Marques, Carlos Barata	

Perder imagens do passado? Nem a feijões! Exposição de quadros parietais no âmbito de 2016 – Ano Internacional das Leguminosas Ana Rita Coelho Gomes, Paula Ramos Nogueira, Alexandra Nobre	
Os museus e o ensino em ciências: uma perspetiva histórica Carlos Barata, Carla Marques, Pedro M. Callapez.....	
Acervo histórico do Instituto Geofísico da Universidade de Coimbra: um contributo para a lecionação da História da Ciência no ensino Básico e Secundário Gina Pereira Correia, Fernando B. Figueiredo, Ana Gomes	
Coloquios dos Simples e Drogas da Índia de Garcia da Orta: um instrumento privilegiado para o ensino da história da botânica João Paulo S. Cabral	
Recursos didáticos sobre Pedro Nunes para utilização da História da Ciência em contexto de sala de aula Andreia Marlise Carneiro-Carvalho, Isilda Teixeira Rodrigues	
História da Sericicultura na Obra de Rafael Bluteau (Séc. XVII-XVIII) Jorge Azevedo	
A refutação da geração espontânea nos microrganismos como contributo para a esterilização Ana C. Sampaio, António Inês, Ana Pinto-Sintra	
A Farmacopeia Portuguesa e a Farmacopeia Europeia: revisão histórica e sua importância no ensino da Tecnologia Farmacêutica Jaime Conceição, João Rui Pita, Helena Maria Cabral-Marques, José Manuel Sousa Lobo	

Medindo o corpo e o esqueleto: os instrumentos da casa Mathieu (1889)
no ensino da Antropologia na Universidade de Coimbra

Maria Augusta Rocha, Ana Luísa Santos.....

Reading Graeco-Roman Medicine in the Light of its Medical-Surgical
Instruments

Maria do Sameiro Barroso.....

ICATE: Um projeto de sensibilização para o controlo de doenças
infeciosas através da educação

Inês Cravo-Roxo, Ana Santos-Carvalho, Angélica Carvalho,
Patrícia Lourenço, Paulo Ferreira, Richard Marques, Rui Soares,
Susana Alarico, Sónia Ferreira.....

“Gestão Sustentável dos Recursos” – Avaliação das Atividades
Práticas dos Manuais Escolares de Ciências Naturais: Edição 2007
Versus 2014

Estefânia Pires, Celeste Gomes, Isabel Abrantes, Alcides Pereira,
Gina Pereira Correia

Contributos de uma história da sismologia em Portugal para
a compreensão da atividade sísmica (objetivo geral n.º 11 das metas
curriculares de ciências naturais do 7.º ano do ensino básico)

Jorge Ferreira

O projeto “Histórias com Ciência na Biblioteca Escolar”

António Andrade, Helmuth Malonek, Isabel Malaquias, José Saro,
Vitor Bonifácio.....

Cursos Avançados do Instituto de Educação e Cidadania para
o Ensino Básico: Uma estratégia aplicada à História da Ciência

Ana Santos-Carvalho, Adriana Fontes, Alexandra Oliveira, Inês Cravo-
Roxo, Lucieta Marques, Nuno Santos, Richard Marques, Sónia Ferreira.....

Influência do Curso Avançado de Ciências Experimentais
nas percepções dos alunos do 4º ano sobre o trabalho dos cientistas:
um estudo de caso numa escola Ciência Viva
Denise Esteves, Ana Santos-Carvalho

**HISTÓRIA DA CIÊNCIA NO ENSINO.
REVISITANDO ABORDAGENS,
INOVANDO SABERES. UMA INTRODUÇÃO**

Sérgio P. J. Rodrigues

0000-0002-4640-7039

CQC, Departamento de Química, Universidade de Coimbra

spjrodrigues@ci.uc.pt

Ana Luísa Santos

0000-0001-6073-1532

CIAS, Departamento de Ciências da Vida, Universidade de Coimbra

alsantos@antrop.uc.pt

Ana Isabel Simões Rola

0000-0003-1298-1160

CITEUC, Departamento de Ciências da Terra, Universidade de Coimbra

ana.ave@gmail.com

Carla Morais

0000-0002-2136-0019

CIQUP, Unidade de Ensino das Ciências, Departamento de Química

e Bioquímica, Faculdade de Ciências, Universidade do Porto cmorais@

fc.up.pt

Clara Vasconcelos

0000-0002-4524-9788

Faculdade de Ciências, Universidade do Porto, DGAOT-UEC

csvascon@fc.up.pt

Elsa M. C. Gomes

0000-0001-6307-1859

CEMMPRE, Departamento de Ciências da Terra, Universidade de Coimbra

egomes@dct.uc.pt

Isilda Teixeira Rodrigues

0000-0002-6020-5767

Departamento de Educação e Psicologia, UTAD, CHIE-UP.

isilda@utad.pt

Jorge Azevedo

0000-0003-2383-5206

Escola de Ciências Agrárias e Veterinárias, UTAD, CECAV

jazevedo@utad.pt

1. Introdução

A história da ciência é referida por diversos autores como fundamental para o entendimento da forma como a ciência se desenvolve (Matthews, 1994), útil nos processos de aprendizagem (Amador, 2010) e muito relevante para a promoção da humanização da ciência através das biografias (Malaquias & Morris, 2019). Partindo destas premissas, organizámos o 2º Encontro de História da Ciência no Ensino (2EHCE), a partir do qual amadureceu este trabalho.

O 2EHCE foi uma organização conjunta da Universidade de Coimbra (UC), Universidade do Porto (UP) e Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro (UTAD) e teve lugar nos dias 26 e 27 de maio de 2017, no Departamento de Química da UC, integrando e dando continuidade ao III Colóquio de História da Ciência para o Ensino, na sequência da edição anterior, deste último encontro, realizado na UC em 2014.

O encontro visou – e conseguiu – juntar investigadores, professores e estudantes interessados na história e no ensino da Biologia, Geologia, Química, Física e Matemática, assim como das Ciências da Educação, Antropologia, Astronomia, Biologia Molecular, Bioquímica, Ecologia, Economia, Engenharias, Farmácia, Medicina, Nanociências, Psicologia, Sociologia, entre outras, num debate multicentrado e multidisciplinar. Para além de trabalhos focados no ensino, educação, didática e divulgação das ciências, o 2EHCE procurou congregar reflexões e estudos de carácter mais geral, disciplinares ou interdisciplinares, de história da cultura, da técnica e da indústria, assim como estudos epistemológicos, historiográficos, biográficos ou topográficos. Outros temas relevantes para a história da ciência e para o ensino, como sejam os estudos de género, o ensino das ciências em língua estrangeira e, de forma geral, as várias vertentes das interações entre as ciências, as tecnologias e as humanidades, foram muito bem-vindos para o espaço de diálogo que o 2EHCE procurou criar.

Foram apresentadas 58 comunicações e estiveram presentes 111 participantes, oriundos de Portugal, Brasil e Espanha (veja-se Santos et al, 2017), os quais foram convidados a propor capítulos para um volume com os resultados do encontro. Os 21 trabalhos aceites, após o processo de revisão científica, evidenciam a diversidade dos temas abordados e das metodologias seguidas e justificam, na nossa opinião, o subtítulo desta obra: *revisitando abordagens, inovando saberes*.

No decurso do 2EHCE foram lembradas as memórias da Professora Celeste Gomes (1962-2016), docente do Departamento das Ciências da Terra da UC que esteve na génese e organização dos encontros anteriores, e do Professor Sebastião Formosinho (1943-2016), docente do Departamento de Química da UC que pertencia à Comissão Científica do Encontro.

2. Organização da obra

Procurámos organizar o livro através de proximidades e contrastes. Temas como biografias de cientistas, objetos históricos, espólios de museus, obras e teorias históricas, programas escolares e de divulgação, dialogam com o ensino formal e informal, assim como o ensino não formal, através de objetos históricos, espólios de museus, obras históricas e novas abordagens educacionais.

Os trabalhos biográficos que abrem o volume têm, não só interesse individual, como possuem aspetos relevantes para o ensino da ciência. Tanto por evocarem personagens da história da ciência em Portugal como pela diversidade das abordagens, mostrando caminhos profícuos para a utilização de biografias e história da ciência no ensino.

Isabel Malaquias faz uma reflexão sobre a utilização de material biográfico no ensino centrada em João Jacinto de Magalhães (1722-1790), um cientista português que partiu de Aveiro para Inglaterra. Trata-se de um exemplo a que podemos juntar bastante outros, de cientistas portugueses que tiveram de emigrar para serem reconhecidos, mas também de um pioneiro na internacionalização e universalidade da ciência e tecnologia modernas que continuam a ser atualmente uma das marcas mais importantes da ciência. Maria Leonor Pereira e João Rui Pita relembam a importância do único Prémio Nobel português ligado às ciências, Egas Moniz (1874-1955),

fazendo uma útil revisão dos muitos trabalhos publicados, apontando pistas para a exploração cultural e utilização no ensino do espólio e memória deste cientista. Finalmente, Carlos Fiolhais evoca um nome menos conhecido, mas também relevante para o entendimento da história da ciência em Portugal, no século XX até aos anos 1960, António Gião (1906-1969). Fiolhais aborda aspetos da vida pessoal e da organização da atividade científica que mostram caminhos sobre a utilização, sem preconceitos, de aspetos biográficos pessoais para mostrar como funciona (ou não deve funcionar) a ciência. Para além destes nomes, existem muitos outros (veja-se, e.g. Fiolhais, 2013) que podem ser convocados para o uso da história da ciência em Portugal no ensino.

À evocação das personagens segue-se a dos objetos históricos. Também aqui a diversidade e a inovação das temáticas, mais do que se esgotar no interesse por si só de cada capítulo, mostra novos caminhos. O estudo realizado por Catarina Pinto e Sérgio Melo sobre os pigmentos usados nos selos históricos portugueses, utilizando técnicas instrumentais avançadas, mostra como a ciência moderna ajuda a ler o passado, mas também evidencia as potencialidades destas abordagens no estudo das moléculas da cor e no desenvolvimento de novos pigmentos e corantes. O capítulo de Elsa M. C. Gomes e colaboradores, dedicado às lâminas finas de Krantz, para além de evocar o importante espólio de exemplares petrográficos da Universidade de Coimbra, sugere a sua utilização no ensino, fazendo pontes com o passado através das versões modernas de técnicas clássicas como é a microscopia ótica. Finalmente, a propósito do Ano Internacional da Leguminosas 2016, Ana Gomes, Paula Nogueira e Alexandra Nobre evocam os quadros parietais. Estes, como referido pelas autoras, foram uma forma muito comum de apresentação de imagens pedagógicas que não era exclusiva da Biologia – basta lembrar as tabelas periódicas que têm também em 2019 o seu Ano Internacional – e podem servir atualmente

como objetos de ensino e de motivação dos estudantes, pela sua beleza, mas também para rever a evolução histórica dos conceitos e conhecimentos.

Os museus de história natural e os espólios científicos como meios de ensino antigo e moderno são abordados de seguida. Carlos Barata, Carla Marques e Pedro M. Callapez fazem uma revisão da história dos museus e, em particular dos museus de história natural, sugerindo novas interpelações, através do uso de telemóveis e de outras tecnologias em associação com os espólios destes museus, para atividades de ensino informal dirigidas aos alunos do ensino básico e secundário. O acervo histórico do Instituto Geofísico da Universidade de Coimbra é de seguida abordado por Gina Pereira Correia, Fernando Figueiredo e Ana Gomes para a lecionação no ensino básico e secundário. Começando por traçar a história do Instituto Geofísico, os autores descrevem as várias vertentes do projeto de disponibilização à comunidade escolar e científica, e à sociedade em geral, deste acervo.

O uso de obras históricas no ensino é considerado nos três capítulos seguintes. João Paulo Cabral, apresenta Os Colóquios de Garcia de Orta como um instrumento privilegiado para o ensino da história da botânica. Tomando a canela e a caneleira como exemplo da forma como Orta desenvolveu o seu conhecimento, Cabral analisa como os contactos, nomeadamente com Martim Afonso de Sousa, assim como as viagens, permitiram a Garcia de Orta conhecer melhor esta planta central para o comércio com a Índia. Recursos didáticos baseados em obras de Pedro Nunes, em contexto de sala de aula, são apresentados por Andreia Carneiro-Carvalho e Isilda Teixeira Rodrigues. Jorge Azevedo analisa a história e as técnicas de sericicultura presentes na obra publicada de Rafael Bluteau (Séc. XVII-XVIII). A referência à crença, comum à época na geração espontânea, precede o capítulo de Ana Sampaio, António Inês e Ana Pinto-Sintra que trata da história da refutação da geração espontâ-

nea nos microrganismos e da forma como o abandono dessa crença levou à introdução da esterilização.

Seguem-se quatro capítulos ligados à história, ensino e divulgação das ciências da saúde. Jaime Conceição e colaboradores fazem uma revisão histórica das Farmacopeias Portuguesa e Europeia e discutem a sua importância no ensino da Tecnologia Farmacêutica. Maria Augusta Rocha e Ana Luísa Santos apresentam os instrumentos da casa Mathieu (1889) para a medição do corpo e o esqueleto usados no ensino da Antropologia na Universidade de Coimbra. Maria do Sameiro Barroso apresenta uma visão da história da medicina romana e grega à luz dos instrumentos médico-cirúrgicos usados nas suas práticas, assim como das representações dos médicos nessas culturas. A participação feminina na prática da medicina nestas culturas é também analisada a partir de evidências históricas. Inserido na história da educação para a saúde pública e na educação para a saúde pública, Inês Cravo-Roxo e colaboradores apresentam um projeto de sensibilização para o controlo de doenças infecciosas através da educação.

A história da ciência nos manuais escolares, programas e metas curriculares do ensino formal é o tema dos dois capítulos seguintes. Estefânia Pires e colaboradores avaliam e comparam as atividades práticas do tema do ensino básico “Gestão Sustentável dos Recursos” entre 2007 e 2014. Jorge Ferreira analisa os contributos da história da sismologia em Portugal para a compreensão da atividade sísmica, um tema que consta das metas curriculares de ciências naturais.

O livro encerra com três capítulos centrados no ensino não formal. António Andrade e colaboradores apresentam o projeto “Histórias com Ciência na Biblioteca Escolar” dando ênfase às histórias da história da ciência e às obras fundamentais da nossa cultura que podem ser usadas para suscitar o interesse dos estudantes pelas ciências. Ana Santos-Carvalho e colaboradores apresentam o curso de história da ciência e os cursos avançados do Instituto de Educação

e Cidadania para o Ensino Básico, analisando, entre outros aspetos, a sua aplicação a diferentes realidades. Finalmente, Denise Esteves e Ana Santos-Carvalho analisam a evolução das perceções dos alunos do 4º ano do ensino básico acerca do trabalho dos cientistas.

Agradecimentos

Agradecemos aos elementos da Comissão Científica do 2EHCE, aos revisores científicos e às instituições que tornaram possível a reunião científica e a publicação do presente volume, CIAS, CQC, UC e UTAD.

3. Referências

- Amador, F. (2010). Contribuições da História da Ciência para os processos de desenho curricular. *Revista da Educação*, XVII (1), 9-30.
- Fiolhais, C. (2013). *História da Ciência em Portugal*. Lisboa: Arranha-Céus.
- Malaquias, I. & Morris, P. J. T. (Eds.) (2019). *Perspectives on Chemical Biography in the 21st Century*. Newcastle: Cambridge Scholars.
- Matthews, M. R. (1994). *Science teaching: the role of history and philosophy of science*. New York: Routledge.
- Santos, A. L., Rola, A., Morais, C., Vasconcelos, C., Gomes, E., Rodrigues, I., Azevedo, J. & Rodrigues, S. (Eds.) (2017). *2º Encontro de História para a Ciência no Ensino/III Colóquio de História da Ciência para o Ensino. Programa e Resumos*. Coimbra: I&D CIAS. Acedido a 10 de fevereiro de 2019, em <https://estudogeral.sib.uc.pt/-handle/10316/44445>.

**NA GÉNESE DA REVOLUÇÃO QUÍMICA
E NA AFIRMAÇÃO DA TEORIA NEWTONIANA:
CONTRIBUTOS DE JOÃO JACINTO
DE MAGALHÃES (1722-1790)
IN THE GENESIS OF THE CHEMICAL
REVOLUTION AND THE NEWTONIAN THEORY
AFFIRMATION: CONTRIBUTIONS FROM JOÃO
JACINTO DE MAGALHÃES (1722-1790)**

Isabel Malaquias

0000-0002-3179-0282

Departamento de Física, CIDTFF, Universidade de Aveiro

imalaquias@ua.pt

Resumo: O desenvolvimento do espírito de experimentação e de quantificação caracterizou o século XVIII.

Várias são as personagens da época bem conhecidas no campo das ciências e divulgadas no ensino das ciências. No entanto, muitas vezes ficam restringidas a dois grandes nomes, Antoine Lavoisier e Joseph Priestley, na eventual companhia de Benjamin Franklin e Alessandro Volta. Menos comum é a percepção de que, em torno destes homens, fervilhava um grupo de outras personagens – industriais, instrumentalistas, homens de ciência – que também contribuíram para o desenvolvimento científico. Apresentamos João Jacinto de Magalhães (1722-1790),

aveirense ilustre que, fixando-se em Londres (1763), partilhou entusiasticamente o espírito que fazia vibrar aquela cidade em torno da instrumentação, da química, da física, da astronomia, da medicina.

Acentuamos o papel importante que teve na comunicação internacional da pneumática inglesa, que foi determinante no desabrochar da nova química lavoisieriana, e o seu contributo para a afirmação experimental da teoria newtoniana, divulgando o uso da máquina de Atwood, ainda hoje presente em escolas secundárias.

Palavras-Chave: História da ciência, João Jacinto de Magalhães, comunicação científica, Revolução Química, máquina de Atwood

Abstract: The development of the spirit of experimentation and quantification characterized the eighteenth century.

Several personages of the time are well-known in sciences, being included in the teaching of sciences. However, they are often restricted to two great names, Antoine Lavoisier and Joseph Priestley, in the possible company of Benjamin Franklin and Alessandro Volta. It is less common the perception that, around these men, a group of other people – industrialists, instrumentalists, scientists – was stirring up, also contributing to the scientific development. We present John Hyacinth de Magellan (1722-1790), illustrious man born in Aveiro, who settled in London (1763), and shared enthusiastically the spirit that made this city vibrate around the instrumentation, chemistry, physics, astronomy, medicine.

We emphasize the important role he played in the international dissemination of English pneumatics, that had been instrumental in the blossoming of the new chemistry of Lavoisier and his contribution to the experimental confirmation of Newtonian

theory, promoting the use of the Atwood machine, which is still present today in secondary schools.

Keywords: History of science, John Hyacinth de Magellan, scientific communication, Chemical Revolution, Atwood machine

1. Introdução

A integração da história da ciência, ou, mais adequadamente, de episódios de história da ciência, no ensino das ciências, tem suscitado nos últimos trinta anos diversas opiniões e registos (Martins, 2001; Boston Working Group, 2013), salientando-se tanto os aspetos positivos como os negativos. A necessidade de humanização da ciência é um fator relevante a ter em conta quando se ensina ciências, pois permite que os estudantes compreendam as diferentes facetas, não só científicas, que influem no trabalho dos cientistas. Alguns autores pretendem contribuir para “desfazer” o mito do cientista na sua torre de marfim, reivindicando o papel dos contextos no processo científico. Outros autores, mais renitentes, referem a criação de novos “mitos” e versões desajustadas ou mesmo deformadas do que a documentação histórica permite objetivar (Martins, 2001). Almeida (1993), em relação com a questão apontada, refere os

textos literários que podem ser utilizados em aulas de Física, não apenas com finalidade estritamente motivadora mas como meio para gerar nos alunos atitudes cuja formação é encargo de qualquer disciplina – sentimentos e emoções desejáveis, curiosidade científica, consciência crítica, etc.

Pretendemos aqui realçar o que de melhor se poderá fazer na aproximação destas duas áreas, sem perder de vista os problemas

apontados, mas buscando a proximidade necessária e criando espaços mutuamente enriquecedores, ao ampliar e dar significado a conhecimentos e ao diversificar e valorizar públicos. Procuramos contribuir para o melhor conhecimento de um personagem português que interveio de uma maneira singular no desenvolvimento da ciência europeia do século XVIII.

2. Contexto científico setecentista

O progresso científico-instrumental na Europa setecentista ultrapassou em muito a herança do século anterior. No que respeita à física, por exemplo, ocorreram mudanças significativas no respetivo conceito, entre o início com o final do século. Na última fase, a física tinha-se libertado das ciências biológicas e demarcava-se da química. Passou a englobar áreas que pertenciam ao grupo das ciências matemáticas, designadamente a ótica e a mecânica, e a abarcar a mecânica de fluidos e a pneumática, o calor, a meteorologia, a geofísica, a eletricidade e o magnetismo. Durante o século XVIII, a física sofreu processos de redefinição complexos, que incluíram a reformulação dos seus objetivos e processos, processos esses aos quais não foram alheios os desenvolvimentos da instrumentação e da técnica em geral. É nesta perspetiva que Heilbron (1979) considera que devemos procurar a unidade e singularidade desta ciência (Malaquias, 1994). Olhando para o século anterior, verificamos que a química se afasta relativamente aos modos de atuação alquímicos, procurando-se uma interpretação teórica mais próxima dos resultados experimentais. O filósofo natural inglês Robert Boyle (1627-1691) deu noções operacionais de “elemento”, “composto” e “mistura”. Estudaram-se as reações de calcinação, a combustão, a respiração e a fermentação e procuram-se interpretações das mesmas. No século seguinte, a química constituiu-se como o ramo das ciências físicas

que sofre uma revolução ímpar que conduz à sua autonomia como disciplina no final de setecentos.

A ciência e o espírito científico tiveram durante este século um desenvolvimento apreciável. Estamos no Século das Luzes, caracterizado pelo seu secularismo, racionalismo e crença na ordem natural das coisas. Foi a interligação destes três grandes traços que contribuiu para “criar um humanismo de vistas largas” (Wolf, 1936), que existira na época grega clássica e atingiu o seu esplendor neste século (Malaquias, 1994). Wolf acrescenta que “a ciência em si foi o fruto das novas atitudes” que tiveram o seu berço em Inglaterra no século XVII e se desenvolveram no século XVIII no resto da Europa, transferindo-se para a própria sociedade, com a contestação dos dogmas, do Estado, do direito divino dos reis, a proclamação da liberdade de pensamento e de expressão, a “iluminação” do povo, a tolerância, o humanismo, o humanitarismo, e a internacionalização (Malaquias, 1994).

No contexto político, perfilaram-se grandes déspotas – Maria Teresa de Áustria, Luís XIV, Catarina da Rússia, Frederico da Prússia, D. José I e o seu ministro, Marquês de Pombal, Luís XVI, só para referir os mais destacados –, mas ocorreram também grandes momentos de rotura, como a independência das colónias inglesas na América do Norte (1776) ou a Revolução Francesa, em 1789. O devastador terramoto de 1755, em Lisboa, teve repercussões europeias e foi motivo de discussão político-filosófica para além de religiosa. A ele se seguiu o grande terramoto na Calábria em 1783.

A importância da aprendizagem de ciências e, nelas, a física, foi realçada neste século, num espírito verdadeiramente baconiano, pois dela deveria emergir um homem novo, mais culto e mais rico, com maiores capacidades para retirar da natureza o que esta tinha de bom e útil. Verificou-se, portanto, durante este período, um esforço grande no sentido de interessar, pelas ciências, um público mais

vasto, de estabelecer o ensino da física experimental, tanto nas escolas como nas universidades, na corte como nos salões (Bedel, Hahn, Laissus, Torlais, 1986).

Foi durante esta época que nasceu, em Aveiro, João Jacinto de Magalhães (1722-1790) que, após uma vida monástica em Santa Cruz de Coimbra, iria notabilizar-se, após se fixar em Londres, como homem de ciência, autor de melhoramentos em diversos instrumentos científicos e também facilitador da disseminação da informação científica e técnica através dos seus interlocutores europeus, no início da Revolução Industrial (Home, Malaquias, Thomaz, no prelo).

Recentemente publicada, a sua correspondência – *For the Love of Science* – dá-nos uma perceção abrangente e curiosa da sua atividade, onde se cruzam personalidades importantes da esfera científica e política que sustentaram com Magalhães uma rede de discussão e difusão de novidades científicas, técnico-instrumentais e literárias, que fervilhavam na época numa Londres onde a tranquilidade política beneficiava a criatividade e o desenvolvimento de uma burguesia culta (Malaquias, no prelo).

2. Na génese da Revolução Química

A apresentação clássica da química setecentista tem sido feita de um ponto de vista biográfico, opondo essencialmente Joseph Priestley (1733-1804) a Antoine-Laurent Lavoisier (1743-1794), o que levou recentemente à necessidade de estudar melhor o contexto científico da época para perceber que outros contributos, relações e discussões influenciaram a mudança. Esse mesmo contexto permitiu verificar que o estudo dos gases foi importante nos despoletar da Revolução Química (Crosland, 1980) e na decodificação do que se entendia, desde há séculos, por “ar”. Nesse sentido, a

questão de saber como é que os avanços da pneumática inglesa chegaram ao continente europeu, em particular a França, passou a interessar.

A primeira informação que os químicos franceses receberam sobre os desenvolvimentos do estudo dos gases no estrangeiro, pode ser apontada, em primeira instância, a Priestley (Schofield, 1981; Guerlac, 1961). Magalhães, na primavera de 1772, informou o mundo científico francês das importantes descobertas de Priestley, relacionadas com o “ar fixo” (dióxido de carbono) e o seu método de impregnar água com o mesmo. Priestley apresentara as suas experiências em sessão da Royal Society de Londres, em março de 1771, à qual Magalhães assistiu como seu convidado. Pouco depois, em junho de 1772, Priestley publicou parte do seu trabalho intitulando-o “Directions for Impregnating Water with Fixed Air”. Priestley pediu ao seu amigo Magalhães, que presenciou muitas das suas experiências sobre gases, que divulgue os principais resultados (Malaquias, 1994, 2008).

As cartas que Magalhães enviou, nessa época, para os seus amigos e correspondentes, nomeadamente para o químico e intendente geral de finanças francês Trudaine de Montigny (1733-1777) e para o seu secretário Louis-Henri Duchesne (1724-1793), deram a conhecer o método de Priestley, fazendo-o chegar a Lavoisier, bem como os aperfeiçoamentos posteriores que Magalhães introduziu na máquina para produzir águas minerais artificiais, permitindo a produção de águas carbonatadas em casa e sobretudo nas grandes viagens de barco (Malaquias, 1994, 2008). Em carta ao químico real francês Pierre Macquer (1718-1784), de 20 de março de 1772, Magalhães refere outros trabalhos de Priestley que continuavam a ser lidos na Royal Society, sobre diferentes espécies de ar (ar fixo, ar mefítico, ar queimado, ar inflamável).

A 5 e 7 de julho de 1772, Magalhães enviou a Duchesne e a Trudaine de Montigny missivas referindo uma novidade que consi-

dera muito útil para o público e para a qual pede divulgação. Disse a Duchesne que tinha enviado dois opúsculos em inglês a Trudaine e um outro à Académie Royale des Sciences, informando que tinha passado o dia a fazer cópias, para enviar pelo correio a outros amigos seus e também a Trudaine, do seu método de carbonatar as águas minerais. Pediu que fosse impressa e largamente divulgada em França. Como escreve em carta a Trudaine:

Vous savez que l'Air-fixe a été depuis quelques années l'objet des Recherches de nos Philosophes, & que leurs resultats sont devenues interessants (...)

Le papier ci-joint renferme La method pour faire des eaux acidules & Calybées, que J'ai abrégé en françois & generalisée à la portée de tout le monde, d'après celle du Dr Priestley, dont je eus l'honneur de vous envoyer des copies imprimées par la poste derniere. Je pense avoir détaillée assez nettement ma particuliere methode, un peu diferente de celle de l'Inventeur, pour ne pas avoir besoin d'aucune planche pour que tout le monde la comprendre. (...) (Malaquias, 1994, 2008)

Em agosto do mesmo ano, apareceu publicado em Paris, no *Journal de Physique*, o artigo de Priestley, enviado por Magalhães, que conheceu grande divulgação (Malaquias, 1994).

Meses antes, Magalhães fizera já referências à descoberta e uso do ar fixo, em cartas a Macquer, com quem se correspondia pelo menos desde o verão de 1770, de acordo com o testemunho de Magalhães, e a propósito da tradução inglesa do *Dictionnaire de Chimie* do químico francês. O tradutor inglês inserira notas sobre as minas de ferro e outras sobre o ar fixo, que Magalhães pedia a Macquer que analisasse. Em cartas subsequentes, informou-o sobre os trabalhos de Johann Mayer (1705-1765) em Osnabrück, Joseph Black (1728-1799) em Edimburgo, Nikolaus von Jacquin (1727-1817) em Viena de

Áustria, Ludwig Rousseau (1724-1794) em Munique, e David Macbride (1726-1778) em Dublin sobre o ar fixo e as publicações dos últimos três ou quatro anos de Henry Cavendish (1731-1810) nas *Philosophical Transactions* sobre as suas experiências (Malaquias, 1994, 2008).

Entretanto, em outubro de 1772, Lavoisier apresentou na Académie Royale des Sciences os resultados das suas primeiras experiências sobre a combustão do fósforo. Mais tarde, debruçou-se sobre os estudos realizados sobre o ar, nomeadamente o ar fixo de Black, de onde resultou a publicação dos seus *Opuscles physiques et chimiques* (1774).

3. Na afirmação da física newtoniana

A aceitação do newtonianismo teve lugar ao longo do século XVII muito devendo à sua progressiva introdução nos cursos de física. Em particular, a visita que o físico holandês Willelm Jacob's Gravesande fez a Londres, no início do século XVIII, onde conheceu Newton, foi particularmente iluminadora no sentido em que, no seu regresso à Universidade de Leiden, nos Países Baixos, Gravesande iniciou um curso novo de física experimental, escrevendo para o efeito um compêndio que se tornou a semente de uma nova era, um tempo que assistiu ao desenvolvimento de instrumentos destinados ao ensino da física (Malaquias, 2017). A influência posterior do holandês Pieter van Musschenbroeck (1692-1761), seu sucessor em Leiden, e da instrumentação desenvolvido pelo seu irmão Jan, alcançou os gabinetes de física da Europa. Embora a tradição apontasse a importância dos cursos académicos, do século XVII em diante verificou-se a importância de cursos populares de demonstradores que, inspirando-se nos *Entretiens sur la Pluralité des Mondes* (1686) do francês Bernard de Fontenelle (1657-1757), promoviam a divulgação da ciência e, em especial, da física experimental, apaixonando o grande público.

O inglês Stephen Demainbray (1710-1782), discípulo de Gravesande, foi um dos mais afamados demonstradores itinerantes que contribuíram para a disseminação da nova física não só em cidades holandesas, mas também em Dublin, Paris, Londres, tendo chegado a ministrar lições a membros da família real e ao futuro George III.

Foi neste contexto que o aparecimento de uma máquina de dinâmica universal proposta pelo George Atwood (1745-1807), matemático em Cambridge, se tornou relevante, dadas as experiências que a mesma permitia efetuar para estudar os movimentos sob ação de forças constantes. Os dispositivos de demonstração eram usados como parte do processo de fixação e regulação dos significados que os filósofos naturais davam às doutrinas que ensinavam.

Atwood transformou uma roldana num dispositivo cuidadosamente dimensionado, capaz de ser submetido à análise matemática, pois considerava inadequados os meios habitualmente usados para testar princípios mecânicos: a queda de corpos de grandes alturas, onde a resistência do ar era um fator a considerar, ou o movimento sobre planos inclinados, onde o atrito não era desprezável (Schaffer, 1994).

Apesar de Atwood ter concebido esta máquina por volta de 1778/79, não chegou a publicar sobre ela nem mesmo sobre o curso que lecionava em Cambridge, senão anos mais tarde.

Magalhães, Fellow of the Royal Society (FRS) e homem de ciência com saber já reconhecido internacionalmente, conheceu Atwood, também FRS, e inteirou-se dos seus esforços para conceber uma máquina de dinâmica que permitisse verificar as leis sobre os movimentos, estabelecidas por Newton, conjugando o saber teórico com a demonstração prática.

Magalhães divulgou na sua rede de interlocutores muitas notícias científicas que julga de interesse para os mesmos. Como um exemplo disso, existe uma missiva sua para Anne Robert Turgot (1727-1781), grande economista francês da época, datada de 21 de

maio de 1779, onde lhe refere que ainda não se encontra publicada a obra de Atwood sobre os movimentos retilíneos e de rotação dos corpos – *A treatise on the rectilinear motion and rotation of bodies with a description of original experiments relative to the subject*. (Home, Malaquias, Thomaz, 2017)

Mas é sobretudo na sua correspondência com o físico italiano Alessandro Volta (1745-1827) que encontramos mais referências à máquina de dinâmica universal. Consciente da relevância da mesma, Magalhães aproveitou o interesse de Volta, que acompanhara na sua primeira visita a Inglaterra e que estava incumbido de apetrechar o Gabinete de Física da Universidade de Pavia, para o tornar subscritor, tal como a outros correspondentes seus, do curso de Atwood, promovendo a angariação de fundos que permitissem a sua publicação. Na correspondência que manteve com Volta, Magalhães aproveitou para satisfazer o interesse do seu interlocutor em determinados instrumentos de física, enviando-lhe (em 28 de setembro de 1779) informação sobre preços, e entre eles, do aparelho de Atwood – 20 guinéus – e ainda do relógio de pêndulo de segundos, necessário para o funcionamento do mesmo, que custava entre 5-6 e 40 guinéus. Tal como informara Turgot, afirma que ainda não saíra a obra do autor. De facto, a mesma só se tornou realmente pública em 1784, o que fez com que Magalhães, insatisfeito com o extrato que obteve sobre a parte relativa aos movimentos, informasse Volta (a 21 de novembro de 1780) que escrevera em francês uma descrição sobre a queda dos corpos que lhe ia dirigir na forma de carta. Nela – *Description d'une machine nouvelle de dynamique, inventée par Mr. G. Atwood ...* 1780 –, reportava o funcionamento da referida máquina à qual acrescentou algumas modificações úteis para a sua utilização experimental, em particular um relógio de pêndulo que aperfeiçoara e que ligava à máquina para iniciar o movimento, pesos de formato diferente dos propostos por Atwood. Na referida carta-memória, incluiu uma série de 14 problemas que permitiriam ao experimentalista verificar

as leis dos movimentos uniformemente acelerado e uniforme, bem como a relação entre a força e o quadrado da velocidade, indo ao encontro de questões então em discussão no continente (Schaffer, 1994). Relativamente à sua utilização para o estudo do movimento de rotação, como previa Atwood, Magalhães disse que ainda não tinha conseguido que lhe fizessem as peças necessárias. A máquina em si tinha cerca de 5,3 pés (1,60 m) de altura, com uma régua graduada por detrás de um dos pesos que se deslocava na vertical e, no topo da coluna, um sistema de quatro rodas sobre as quais se colocava a roldana por onde passava o fio inextensível com os dois pesos acoplados, ficando o atrito reduzido praticamente ao atrito de rolamento. Sobre um dos pesos podia colocar-se uma pequena sobrecarga em forma de chapa e peso conhecido, que iniciava o movimento uniformemente acelerado. Posteriormente, a colocação de uma peça em forma de anel permitiu reter essa sobrecarga na descida, viabilizando a determinação da velocidade, constante, que o sistema passava a ter. Minimizado o atrito, os valores obtidos permitiam validar as leis da mecânica newtoniana.

A demonstração usando a máquina, um dispositivo de alta precisão que exigia perícia do seu operador, funcionava como um argumento de autoridade: era uma verdadeira máquina filosófica,

A partir das cartas trocadas com Volta, em que se inclui a referida acima, fica também a saber-se que a memória de Atwood saíra no final de 1784 e que Magalhães tentara saber o preço das peças adicionais necessárias para estudar o movimento de rotação, embora sem sucesso (11 de outubro de 1785):

Je lui demandai aussi quel seroi le prix des additions à la machine d'Atwood pour demontrer les autres proprietes et loix du mouvement rotatoire ecc, selon qu'il l'a indique dans l'ouvrage complet qui fut deja publié à la fin de l'annee dernière; mais il ne pût point me le dire encore, se trouvant actuellement faisant

la première de cette espece. (Malaquias, 1994; Home, Malaquias, Thomaz, 2017)

Concomitantemente, Magalhães enviou para outros amigos não só a sua carta-memória sobre o funcionamento da máquina, como depois os próprios trabalhos de Atwood, entretanto publicados – *A treatise on the rectilinear motion and rotation of bodies with a description of original experiments relative to the subject* (Cambridge, 1784) e *An Analysis of a Course of Lectures on the Principles of Natural Philosophy, read in the University of Cambridge* (London, 1784). Para Portugal, enviou logo de início exemplares da sua carta-memória e uma das primeiras quatro máquinas construídas na época, a qual foi utilizada pelo seu amigo e professor de física no Colégio Real de Mafra, D. Joaquim da Assumpção Velho (1753-?). Este recebeu-a com agrado e utilizou os resultados da experimentação em comparações com outro dispositivo que costumava usar nas aulas.

Passado algum tempo, Magalhães interveio também na compra de uma máquina de Atwood para o Gabinete de Física da Universidade de Coimbra (Figura 1), que era dirigido pelo professor italiano Giovanni Antonio Dalla Bella (1730-1823). Esta máquina, que ainda existe, tem um relógio de pêndulo acoplado e assinado por Magalhães – *J. H. de Magellan Lusitanus invenit atque fieri curavit Londini*, bem como pequenas modificações relativamente ao modelo original de Atwood (Carvalho, 1978; Malaquias, 1994; Home, Malaquias, Thomaz, 2017).

3. Notas Finais

Nos estudos do desenvolvimento da ciência no século XVIII, o português João Jacinto de Magalhães aparece como um homem de ciência ímpar, que intervém junto de instrumentalistas propondo

modificações de alguns instrumentos matemáticos e filosóficos, mas sobretudo autor de intensa correspondência para uma rede de interlocutores na Europa e na América através da qual as mais recentes novidades da ciência, tecnologia, medicina e literatura foram passando, enriquecendo discussões e estudos.

Referimos aqui dois dos seus contributos marcantes: por um lado, para o desenvolvimento da nova química, através da divulgação dos trabalhos e experiências com gases; e, por outro, para a divulgação da máquina de Atwood, considerada o instrumento filosófico de eleição para obstar às dificuldades encontradas na verificação experimental das leis da mecânica newtoniana.

De uma forma singular, Magalhães foi um “amante do conhecimento útil”, um sábio para quem a transparência experimental, o interesse na instrumentação matemática e física e a paixão de comunicar foram diretrizes.

4. Referências

- Almeida, M. J. P. M. de (1993). Divulgação científica e Texto Literário Uma Perspectiva Cultural em Aulas de Física. *Caderno Catarinenses de Ensino da Física, Florianópolis*, 10 (1), 7-13.
- Bedel, C., Hahn, R., Laissus, Y. & Torlais, J. (1986). *La curiosité scientifique au XVIII^e siècle – Cabinets et Observatoires*. Paris: Hermann.
- Boston Working Group (2013). *How Can History of Science Contribute to Understanding the Nature of Science for Scientific Literacy?: Mapping Research* neEds. Report from the Conference on How Can the History and Philosophy of Science Contribute to Contemporary U.S. Science Teaching, Boston University, Boston, MA, Nov. 2012. Retrieved from <http://www.bu.edu/hps-scied/working-group-reports>
- Carvalho, R. (1978). *História do Gabinete de Física da Universidade de Coimbra*. Coimbra: Universidade de Coimbra.
- Crosland, M. (1980). Chemistry and the chemical revolution. In Rousseau, G. S. & Porter, R. (Eds.), *The Ferment of Knowledge – Studies in the Historiography of Science of Eighteenth-Century Science*.. Cambridge-New York-Sydney: Cambridge University Press.
- Guerlac, H. (1961). *Lavoisier – The Crucial Year*. Ithaca New York: Cornell University Press.

- Heilbron, J. L. (1979). *Electricity in the 17th and 18th Centuries: A Study of Early Modern Physics*. Berkeley: University of California Press.
- Home, R. W., Malaquias, I. M. & Thomaz, M. F. (no prelo). João Jacinto de Magalhães – notável homem de ciência aveirense da segunda metade do séc. XVIII. *Estudos Aveirenses*.
- Home, R. W., Malaquias, I. M. & Thomaz, M. F. (EdsEds.) (2017). *For the Love of Science – The Correspondence of J. H. de Magellan (1722-1790)*, Vol. 1 (pp. 1-1000) and Vol. 2 (pp. 1001-2002), Peter Lang A. G., International Academic Publishers, Bern – Berlin – Bruxelles – Frankfurt am Main – New York – Oxford – Warszawa, Wien.
- Malaquias, I. M. C. de (1994). *A obra de J. J. de Magalhães no contexto da ciência do séc. XVIII*. Tese de doutoramento, Aveiro: Universidade de Aveiro.
- Malaquias, I. (2008). Aspects of the Scientific network and Communication of John Hyacinth de Magellan in Britain, Flanders and France. *Ambix*, 55(3), 255-273.
- Malaquias, I. (2017). International networks of production and distribution of scientific instruments in the eighteenth century Europe. *Portuguese Journal of Social Science*, 16 (1), 53-69.
- Malaquias, I. (no prelo). “Entre a ciência, a instrumentação e a disseminação – Contributos de João Jacinto de Magalhães”. *Estudos Aveirenses*.
- Martins, R.A. (2001). “História e História da Ciência: Encontros e Desencontros”. In *Actas do 1º Congresso Luso-Brasileiro de História da Ciência e da Técnica* (Universidade de Évora e Universidade de Aveiro, 22 a 27 de outubro de 2000), (pp. 11-46). Évora: Universidade de Évora.
- Schaffer, S. (1994). Machine Philosophy: Demonstration Devices in Georgian Mechanics. *Osiris*, 9 (1), 157-182.
- Schofield, R. E. (1981). Priestley, Joseph (1733-1804). In C. C. Gillispie, (ed.), *Dictionary of Scientific Biography*. New York: Charles Scribner's Sons.
- Wolf, A. (1936). *A History of Science, Technology and Philosophy in the XVIIIth Century* (2nd ed.). New York: Harper & Brothers.

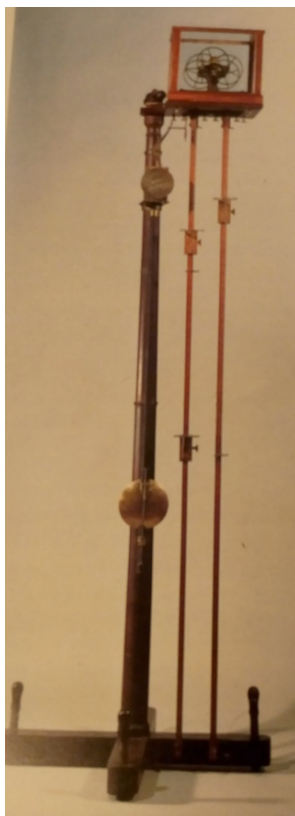


Figura 1. Máquina de Atwood – Foto de José Pessoa in EUROPALIA91.
FIS.0126 – Cortesia do Museu da Ciência da Universidade de Coimbra.

**EGAS MONIZ (1874-1955), PRÉMIO NOBEL:
FIGURA INCONTORNÁVEL NO ENSINO
DA HISTÓRIA DAS CIÊNCIAS EM PORTUGAL
EGAS MONIZ (1874-1955), NOBEL PRIZE:
UNDISPUTED FIGURE IN THE TEACHING
OF HISTORY OF SCIENCE IN PORTUGAL**

Ana Leonor Pereira

Faculdade de Letras da Universidade de Coimbra (Departamento de História, Estudos Europeus, Arqueologia e Artes) e Centro de Estudos Interdisciplinares do Século XX da Universidade de Coimbra-CEIS20

ORCID:<http://orcid.org/0000-0003-3581-1359>

aleop@ci.uc.pt

João Rui Pita

Faculdade de Farmácia da Universidade de Coimbra (Laboratório de Sociofarmácia e Saúde Pública) e Centro de Estudos Interdisciplinares do Século XX da Universidade de Coimbra-CEIS20

ORCID:<http://orcid.org/0000-0003-2851-337X>

jrpita@ci.uc.pt

Resumo: Egas Moniz (1874-1955) é uma figura incontornável na história das ciências a nível mundial e, obviamente, na história das ciências em Portugal. Foi cientista, professor e clí-

nico de prestígio. Foi Prémio Nobel de Medicina ou Fisiologia em 1949. Forte empreendedor, Egas Moniz tem sido objeto de variados estudos de diferente fôlego e rigor. A diversidade de estudos sobre a vida e obra de Egas Moniz são, por si só, reveladores do interesse pedagógico em revisitar regularmente esta figura carismática da ciência. Do seu legado destacamos a Casa Museu Egas Moniz que é de fulcral valor no ensino da história das ciências. Os estudos que desde há duas décadas realizamos sobre Egas Moniz, incluindo a história da história de Egas Moniz, permitem-nos sublinhar a exemplaridade do legado moniziano para o ensino da história das ciências em Portugal na época contemporânea.

Palavras-Chave: história da medicina, Portugal, século XX, ensino, Casa Museu Egas, Moniz, ensino

Abstract: Egas Moniz (1874-1955) is an inescapable figure in the history of sciences worldwide and, of course, in the history of science in Portugal. He was a prestigious scientist, professor, and clinician. He was Nobel Prize in Medicine or Physiology in 1949. Strong entrepreneur, Egas Moniz has been the subject of various studies with distinct depths and rigor. The diversity of studies on the life and work of Egas Moniz are, in themselves, revealing of the pedagogical interest in regularly revisiting this charismatic figure of science. From his legacy, we highlight the Egas Moniz House Museum which is of great value for teaching the history of science. The studies we have carried out on Egas Moniz for two decades, including the history of Egas Moniz's history, allow us to emphasize the exemplarity of the Monizian legacy for the teaching of the history of science in Portugal in the contemporary era.

Keywords: history of medicine; Portugal; twentieth century; teaching; Egas Moniz House Museum; teaching

1. Introdução

António Caetano de Abreu Freire Egas Moniz (1874-1955) natural de Avanca, Estarreja, formado e doutorado em medicina pela Universidade de Coimbra onde foi professor, transferiu-se para a Faculdade de Medicina de Lisboa, fundada em 1911. O médico neurologista cultivou a ação política até ao final da Primeira Guerra Mundial e depois de 1918 manteve-se coerente com o seu ideário e muito atento à política nacional e internacional. Foi escritor e cidadão de cultura médica, científica, literária, histórica, estética, e outras, tendo-se evidenciado na vida intelectual portuguesa na primeira metade do século XX. Fez ciência inovadora em Portugal com projeção mundial ao conceber a angiografia cerebral e a leucomia pré-frontal. Recebeu prémios e distinções, mormente o Prémio Nobel de Medicina ou Fisiologia (1949), sendo, até ao momento, o único nobelizado na área das ciências em Portugal. Este prémio Nobel português tem sido estudado por vários historiadores da ciência desde meados do século XX. Sublinhamos os mais recentes estudos de Ana Leonor Pereira, João Rui Pita, Manuel Correia, José Morgado Pereira, António Damásio, João Lobo Antunes, entre outros. É na sequência de alguns dos projetos e estudos desenvolvidos por nós sobre Egas Moniz a partir do Grupo de História e Sociologia da Ciência e da Tecnologia do Centro de Estudos Interdisciplinares do Século XX da Universidade de Coimbra que surge o presente estudo que pretende mostrar a importância da figura de Egas Moniz na história das ciências e as potencialidades pedagógicas da sua obra científica, médica e cultural. A Casa Museu Egas Moniz, em Avanca, Estarreja, Aveiro tem assumido o seu papel na preservação da história e memória do cientista, médico e intelectual. O ensino / aprendizagem do exemplo de Egas Moniz requer, sem dúvida, um quadro de várias visitas à Casa Museu Egas Moniz, estadias ou alguma demora dentro da própria casa para se poder respirar

o espírito do lugar e da época moniziana, especialmente a época científica e médica. Os autores ao longo de vários anos de pesquisa sobre o tema têm realizado levantamento de fontes e de bibliografia subsidiária sobre o assunto. Têm também realizado diversas visitas científicas a lugares pertencentes ou visitados por Egas Moniz. Desta pesquisa e em particular da análise da bibliografia subsidiária é possível sistematizar os estudos sobre Egas Moniz e da restante pesquisa pretende-se também valorizar e mostrar a importância de Egas Moniz para a cultura científica portuguesa e para o ensino da história das ciências em Portugal. Nas partes seguintes é feita uma breve biografia de Egas Moniz e depois faz-se uma breve abordagem da historiografia moniziana no que respeita a estudos gerais e numa última parte mostra-se o interesse da Casa Museu Egas Moniz para a história e ensino das ciências em Portugal.

2. Egas Moniz: breve apresentação

António Caetano d'Abreu Freire Egas Moniz (1874-1955) é uma das figuras mais marcantes da história da medicina portuguesa. Nasceu em Avanca em 29 de novembro de 1874 e faleceu em Lisboa em 13 de dezembro de 1955. Em 1886 realizou exame da instrução primária em Estarreja e iniciou os estudos liceais no Colégio de S. Fiel em Castelo Branco. Concluiu os estudos secundários no Liceu de Viseu e nesse ano de 1891 foi para Coimbra para realizar os preparatórios médicos para ingressar na Faculdade de Medicina da Universidade de Coimbra onde ingressou em 1894. Obteve formatura (bacharelato em medicina) em 1899 e licenciou-se no ano seguinte. Estava, assim, apto para exercer medicina mas Egas Moniz gostava de prosseguir estudos. Assim, em 1901 doutorou-se em medicina com a tese *A Vida Sexual I – Fisiologia*. Em 1902 apresentou provas para concurso para ingresso na Faculdade de Medicina

da Universidade de Coimbra com a dissertação *A Vida Sexual II – Patologia*. Esta duas teses, para além de focarem, para a época, uma arrojada temática foram posteriormente transformadas num livro único que teve variadas edições. Após concurso foi nomeado lente substituto da Faculdade de Medicina da Universidade de Coimbra. Juntamente com Egas Moniz nesse ano ingressaram na Faculdade de Medicina outros docentes que também foram figuras de vulto na instituição: Sobral Cid, Elísio de Moura, Luís Viegas e Ângelo da Fonseca.

Desde jovem estudante, Egas Moniz teve interesse pela atividade política. Em 1903 foi Deputado por Estarreja e, em 1908, integrou o movimento revolucionário que pretendia derrubar João Franco. Em 1910 ascende a professor catedrático da Faculdade de Medicina da Universidade de Coimbra. Contudo, em 1911 transferiu-se para a recém fundada Faculdade de Medicina da Universidade de Lisboa. De resto, esta mudança era importante para Egas Moniz na medida em que muitos dos seus interesses profissionais e políticos estavam justamente na capital. O absentismo na Faculdade de Medicina da Coimbra era enorme, aliado a uma forte desilusão com a instituição universitária, conforme relatou mais tarde na sua obra *Confidências de um investigador científico*. É em 1910, ano da implantação da República, que Egas Moniz se inicia na maçonaria, justamente na Loja Simpatia e União, de Lisboa.

Em 1915 inicia o processo de reconstrução da Casa do Marinheiro, em Avanca, a sua querida residência. Entre 1915 e 1919 atinge o auge da atividade política em que tanto havia investido. Em 1917 fundou o Partido Centrista e foi nomeado Ministro dos Negócios Estrangeiros. Em 1918 foi nomeado para presidir à delegação portuguesa à Conferência da Paz e no ano seguinte foi destituído de funções por Afonso Costa. Esta destituição foi forte revés para Egas Moniz o que traçou o seu afastamento da política ativa. Na sua obra *Um ano de política* (1919) Egas Moniz deixa-nos testemunho do que

em seu entender foi a sua destituição e a desilusão perante a vida política ativa.

A partir do seu afastamento da política ativa, Egas Moniz investiu profundamente na sua atividade científica e clínica. Exerceu cargos de chefia como, por exemplo, a direção Hospital Escolar de Lisboa, e vieram ao cimo as suas qualidades de liderança, de persistência, de trabalho, aliadas ao seu profundo conhecimento da medicina, à atualização de conhecimentos, bem como o sentido da inovação. O cérebro foi desde muito cedo uma preocupação científica muito forte. O seu investimento científico levou às suas descobertas científicas de enorme notoriedade e marcantes para a história da medicina: a angiografia cerebral e a leucotomia pré-frontal. A primeira experiência sobre arteriografia foi realizada em 1925 (com sais de bromo), em 1927 teve lugar a primeira realização de arteriografia cerebral e em 1935 realizou a primeira leucotomia pré-frontal. As suas publicações científicas que desembocaram nestas duas descobertas foram muitas, algumas delas traduzidas para línguas estrangeiras e publicadas em conceituadas revistas.

Se na vida política portuguesa Egas Moniz é figura relevante, Egas Moniz é, igualmente, incontornável na história da medicina mundial. Foi galardoado em 1945 com o Prémio da Universidade de Oslo, pela conceção da angiografia cerebral, e em 1949 foi distinguido com o Prémio Nobel de Medicina ou Fisiologia por ter concebido a leucotomia pré-frontal.

Até finais do século XIX, como já tivemos oportunidade de provar, Portugal foi um centro recetor e não emissor de saber científico, no sentido de se produzir o novo (Pereira e Pita, 1993). Produzia-se ciência mas a inovação verificou-se num escasso número de instituições sobretudo na França, Alemanha e Inglaterra.

Contudo, Egas Moniz triunfou na ciência. Produziu novidade dentro do país e com poucos recursos. Além de cientista e professor, também foi clínico de nomeada e foi, justamente, no exercício da

clínica que um doente o feriu com oito balas. Ficou às portas da morte. Tinha 65 anos. E para surpresa de todos, Egas Moniz viveu até aos 81 anos.

Egas Moniz, a sua vida e a sua obra, constitui um processo muito complexo com aparentes ambiguidades e contradições. Mas é certo que Egas Moniz fez sucesso no estrangeiro tendo permanecido em Portugal. Era conhecido na Europa e conhecia o que de mais avançado se fazia na Europa. Tirou partido das suas qualidades de inteligência, de trabalho e de organização. E estas três qualidades foram efetivamente a chave do seu enorme êxito incluindo os lugares de liderança na Faculdade de Medicina da Universidade de Lisboa e no Hospital.

Foram muito importantes para o seu trabalho de investigação e para o seu sucesso os estímulos que recebeu de cientistas franceses como Joseph Babinsky (1857-1932), Albert Pitres (1848-1928), Pierre Marie (1853-1940), entre outros, e do cientista espanhol Ramón y Cajal (1852-1934). Egas Moniz tomava como paradigma de investigador científico este notável médico-cientista espanhol, prémio Nobel em 1906. Egas Moniz não estava isolado. Era relevante o seu relacionamento com muitos vultos da vida política e científica europeia, brasileira e norte-americana.

Egas Moniz redigiu centenas de trabalhos. Legou-nos obras pioneiras sobre hipnotismo, psicanálise, vida sexual e outros temas. Escreveu sobre arte, história, literatura e teatro. Deixou-nos duas obras de natureza autobiográfica, *Confidências de um Investigador Científico* (um grosso volume de 623 páginas e editado em 1949) e *A nossa casa* (volume com 413 páginas, editado em 1950), obras que, enquanto fontes historiográficas, foram objeto de desconstrução por vários estudiosos, mormente Manuel Correia.

O médico e cientista Egas Moniz cumpriu o que deve ser considerado o ideal de todo o universitário: produzir ciência e fazer escola. Egas Moniz juntamente com Almeida Lima (1903-1985), que foi um

dos seus colaboradores mais próximos e o autor da realização prática da leucotomia pré-frontal, formou, desde a década de trinta do século XX, a escola portuguesa de angiografia. O Centro de Estudos Egas Moniz, na Universidade de Lisboa, desde 1950, prossegue as tarefas de investigação que honram o nome do primeiro Prémio Nobel português.

3. A História da história da ciência: o desafio moniziano

Em cerca de sete décadas vieram a público inúmeros artigos e trabalhos de valor e consistência muito variáveis sobre Egas Moniz e a obra moniziana.

Entre os estudos mais antigos que foram realizados e que serviram de ponto de partida para esta análise da história da história merece destaque, desde logo, a publicação feita pela Comissão Executiva das Comemorações do Centenário do Nascimento do Prof. Egas Moniz. Também a investigação realizada pelos autores deste estudo e que levou à publicação da obra de Ana Leonor Pereira, João Rui Pita e Rosa Maria Rodrigues, intitulada *Retrato de Egas Moniz* (1999), e da obra coletiva Ana Leonor Pereira e de João Rui Pita *Egas Moniz em livre exame* (2000) e de outros artigos permitiu-nos ter uma primeira visão de conjunto sobre o que tinha sido publicado sobre Egas Moniz até aos últimos quinze anos. De então para cá, a nossa investigação tem continuado atenta ao que se tem publicado sobre e a propósito de Egas Moniz. Assinalem-se, igualmente, diferentes atividades que temos organizado a propósito ou em torno de Egas Moniz. É o caso, por exemplo, das seguintes iniciativas: o Colóquio “Egas Moniz: perfil de risco e catástrofe na ciência” (2002). Em 2005, cinquenta anos após a morte de Egas Moniz, a revista *Estudos do Século XX* subordinada ao tema *Ciência, saúde e poder* e organizada pelos autores deste estudo, publicou um dossier temático sobre

Egas Moniz e que contou com estudos de Alexandre Castro Caldas, Eduardo Sá, Manuel Correia e François Chast. Assinale-se, também, o Simpósio temático sobre história da psicocirurgia em 2012 integrado . Assinale-se, também, o Simpósio temático sobre história da psicocirurgia em 2012 integrado nas III Jornadas de História da Psiquiatria e Saúde Mental (que organizamos ininterruptamente desde 2010 e que em 2018 passaram a congresso internacional) e que contou com a presença de Jean-Noël Missa, Zbigniew Kotowicz e de Manuel Correia.

Por isso, facilmente se compreende que a investigação que temos em curso de há vários anos a esta parte (vejam-se as referências bibliográficas de nossa autoria no final do texto) seja o suporte da classificação dos textos sobre Egas Moniz em dois grandes grupos: os *escritos maiores* e os *escritos menores*. Esta classificação foi alvo de uma publicação realizada por nós intitulada, justamente, *Escritos maiores e menores sobre Egas Moniz* (2000).

Esta pesquisa donde resultou o estudo anterior permitiu-nos verificar que da imensa bibliografia sobre Egas Moniz, alguns trabalhos apresentam a cientificidade exigida pela historiografia. Outros artigos podem ser classificados como divulgativos, nem sempre escritos de acordo com as regras de apresentação de trabalhos de história e algumas vezes com imprecisões factuais e com dados que as fontes não confirmam. Alguns destes pequenos artigos fazem mesmo um jogo entre os dados do arquivo histórico e a fantasia literária.

Contudo, deve sublinhar-se que a história da história da ciência, neste caso a história da história da medicina, deve analisá-los ao nível das imagens construídas, do impacto no imaginário social e da sua incontornável função cultural e pedagógica.

4. Biografias de Egas Moniz: estudos gerais

Entre os trabalhos gerais biográficos sobre Egas Moniz, são somente estes que iremos focar neste estudo e nesta parte do artigo, além dos referidos *Retrato de Egas Moniz* (Ana Leonor Pereira; João Rui Pita; Rosa Maria Rodrigues, 1999) e *Egas Moniz em livre exame*, assinalem-se outros textos que versam alguns aspetos biográficos particularmente interessantes da vida de Egas Moniz. Entre os *escritos maiores* sobre Egas Moniz também é fundamental referir os livros e artigos do citado sociólogo-historiador Manuel Correia que nos últimos quinze anos se tem dedicado profissionalmente ao estudo de Egas Moniz, sobretudo a sua auto-representação, bem como aspetos decorrentes da prática da leucotomia. A sua tese de doutoramento, os artigos e livros que tem publicado e a investigação que tem realizado permitem-nos classificar a obra deste historiador como de referência nas pesquisas sobre Egas Moniz. Entre os textos que tem publicado sublinhamos a sua tese de doutoramento intitulada *Egas Moniz: representação, saber e poder* (2010) bem como outros estudos publicados sob a forma de livros, capítulos de livros e artigos, sendo a sua investigação integrada na linha inteiramente dedicada a Egas Moniz, existente no Grupo de História e Sociologia da Ciência e da Tecnologia do Centro de Estudos Interdisciplinares do Século XX da Universidade de Coimbra. Entre outros títulos veja-se *Egas Moniz e o Prémio Nobel* (2006), *Egas Moniz no seu labirinto* (2013), *Radiobiografia de Egas Moniz* (2016). No primeiro estudo o autor, após consultar os arquivos da Fundação Nobel, na Suécia, conclui entre outros pontos inovadores, que Egas Moniz foi candidato a Prémio Nobel mais do que as três vezes que eram conhecidas. Isto só foi possível porque tinham acabado de passar os cinquenta anos previstos para a consulta da documentação de Egas Moniz naquela Fundação. Os seus capítulos de livros articulam-se com estes estudos maiores. É o caso de, por exemplo, *Egas Moniz na História*

da Ciência: uma acomodação problemática (2015). Assinalem-se, igualmente, alguns artigos de sua autoria, por exemplo: *Espelho meu. Ilusão biográfica e ideal historiográfico: a construção de Egas Moniz* (2004), *O politico na sombra do cientista – Considerações acerca da importância e do alcance de dois enigmas monizianos – o “periférico” e o “politico”* (2004), *O politico na sombra do cientista – Liberal ou conservador?, investigador científico e místico da objectividade* (2005), *Egas Moniz. Imagens e representações* (2005), *O carácter histórico-social da violência: o exemplo da psicocirurgia* (2006), *Julgamento psiquiátrico da inovação estética. Os pintores da loucura de Egas Moniz* (2010), *Egas Moniz em livre (re)exame: uma década depois* (2011), *A 1ª Conferência Internacional de Psicocirurgia: entre entusiastas mimetizadores, inovadores e céticos* (2012), *Psicanálise e psicocirurgia: a contaminação inconsciente* (2014), *Ideação psiquiátrica do retorno: “sintonização regressiva” e “regresso à infância” a propósito da psicocirurgia* (2015), *Alteração de sintomas na psicocirurgia. O papel da persuasão* (2016), *As tentativas operatórias de Egas Moniz 80 anos depois* (2017).

Outro estudo com dimensão de páginas relevante é o livro de João Lobo Antunes intitulado *Egas Moniz uma biografia*.(2010) Trata-se de uma obra de revisão, que faz essencialmente uma biografia de Egas Moniz. Deve acrescentar-se que carece de rigor historiográfico no tratamento de várias fontes o que é facilmente identificável e poderia ter sido corrigido. Contudo, esta obra de 2010 teve o mérito de reposicionar a obra moniziana e o seu autor no contexto científico-médico da época, de incentivar o diálogo interdisciplinar e de recriar uma memória afetiva em torno de Egas Moniz, exemplo de determinação, iniciativa, empreendedorismo, vontade de triunfar e de fazer o bem em conformidade com o juramento hipocrático e os índices elevados de patologia mental e de vulnerabilidade socio-cultural da época. O prestígio de João Lobo Antunes no meio clínico e ensaístico deu um novo fôlego a esta área de estudos já tão volumo-

sa. De João Lobo Antunes importa referenciar também os trabalhos publicados *As cartas de Egas Moniz para Almeida Lima* (1996), *Egas Moniz homem de letras* (1999), *Psicocirurgia – Uma história* (1999), textos que cruzam a atividade científica e a elevação intelectual de Egas Moniz numa época com um nível de complexidade fraturante.

Recentemente, a propósito das comemorações dos noventa anos da primeira angiografia cerebral foram editadas duas obras com âmbitos, conteúdos e qualidades distintas: *Os trilhos da neuroradiologia depois da 1ª angiografia cerebral* (2017) e *A herança de Egas Moniz na Neurorradiologia* (2017), ambas editadas pela Câmara Municipal de Estarreja. Na segunda obra é reforçado o perfil internacionalista dos grandes temas monizianos e é estudada a herança moniziana no processo de abordagem tecnológica da medicina da mente.

Este considerável volume de estudos convida o investigador à prática da história da história deste vulto incontornável da história de Portugal e da história europeia e mundial da cultura e da medicina.

Em termos pedagógicos, o caminho mais fácil e mais direto para se compreender a projeção científica internacional de Egas Moniz, e talvez um dos caminhos mais aliciantes, é aquele que parte do próprio autor e dos diversos contextos. É aquele que considera e valoriza a sua iniciativa alimentada pelo conhecimento do estado da arte das ciências e das tecnologias médicas da sua época.

5. A Casa Museu Egas Moniz, um lugar de interesse para o ensino da história das ciências em Portugal

A Casa Museu Egas Moniz, em Avanca, contribui decisivamente para mostrar a personalidade multifacetada de Egas Moniz: o cientista e médico, por um lado, e, por outro lado, o homem que também teve protagonismo original perante alguns apelos e rituais do quotidiano, como por exemplo a alimentação e os jogos de cartas.

A Casa Museu Egas Moniz está situada em Avanca, Estarreja, distrito de Aveiro. É designada por Casa do Marinheiro, antiga residência de Egas Moniz. Naquela casa nasceu Egas Moniz, mas também alguns dos seus familiares antepassados. A casa foi reconstruída e ampliada em 1915 por vontade e a mando de Egas Moniz e sob projeto arquitetónico do suíço Ernest Korrodi (1870-1944), um dos vultos mais relevantes da arquitetura em Portugal na primeira metade do século XX.

Nesta casa-museu encontramos um memorial relevante de Egas Moniz cientista e médico, numa visita que se torna incontornável para todos os especialistas e interessados na obra científica moniziana. Mas também encontramos preservados espaços de intimidade como o seu quarto, sala de jantar e outros espaços de lazer. As duas principais invenções do cientista têm na Casa Museu um lugar próprio e de destaque, invocando a sua originalidade científica. A Casa Museu Egas Moniz, em Avanca, para além da sua arquitetura e do espólio relativo à sua faceta de médico e cientista, é detentora da memória de Egas Moniz em Portugal e tem tido um papel notável na preservação da história e memória do cientista, médico e intelectual.

Na Casa Museu Egas Moniz temos bem patente o perfil de colecionador e de investidor de Egas Moniz. São variadas as coleções do cientista português. Desde logo diversas peças de porcelanas antigas portuguesas mas também inúmeras peças das célebres Companhia das Índias, Cantão, Saxe, Sevres, etc. Depois, podemos referir uma variada coleção de cristais portugueses, por exemplo, da Vista Alegre. A ourivesaria também está bem representada nas coleções de Egas Moniz tais como o desenho, a pintura, a gravura e a escultura. Neste conjunto temos representados nomes fortes da arte portuguesa como Carlos Reis, Eduarda Lapa, Silva Porto, Henrique Medina, José Malhõa e Abel Salazar.

Na Casa-Museu Egas Moniz existe um espaço que preserva a biblioteca de Egas Moniz tal como existe um valioso arquivo com um

importante acervo de manuscritos. Na biblioteca encontramos tanto os livros adquiridos e oferecidos a Egas Moniz como a própria obra moniziana. A obra científica de Egas Moniz é vasta e polémica. Moniz legou-nos várias centenas de trabalhos publicados. Hoje continuam a surgir polémicas sobretudo em torno de uma das suas descobertas – a leucotomia pré-frontal. Na Casa Museu encontramos também expostos os testemunhos das diferentes homenagens a Egas Moniz.

A obra moniziana torna-se mais rica sendo entendida como um todo dentro de uma época. Ela deve muito à atividade científica e clínica do médico mas também deve muito a Egas Moniz político, entendido em sentido amplo e não apenas àquele Egas Moniz que, em alguns anos, exerceu política ativa e que nos legou a obra *Um ano de política* (1919).

A obra científica do primeiro Prémio Nobel português é mais polissémica se for lida e interpretada através de um Egas Moniz estudioso e crítico de arte que nos legou, entre muitos trabalhos, *Ao Mestre Malhoa* (1929), *Os pintores da loucura* (1930), *Maurício de Almeida – escultor* (1943), *Guerra Junqueiro* (1949), *Silva Porto* (1950), *Abel Salazar* (1950), *O solitário de Amarante* (1951).

Pode dizer-se que a obra científica de Egas Moniz reforça a carga semântica dos textos monizianos de história da medicina como, por exemplo, entre vários estudos, *Os médicos no teatro vicentino* (1937), *Ricardo Jorge* (1939), *No cinquentenário de Brown Séquard* (1944), *Ramon y Cajal, Uma doutrina e uma época* (1948), *O Abade de Baçal* (1948), *Os últimos anos de Ramon y Cajal* (1952).

Também se deve sublinhar o enriquecimento que a obra científica de Egas Moniz, investigador e clínico, recebe do Egas Moniz incondicional adepto dos jogos de cartas, sobretudo o boston, e autor da *História das Cartas de Jogar* (1ª edição, 1942). A obra científica de Egas Moniz é enriquecida, também, pelo Egas Moniz crítico literário, autor de obras como *Júlio Dinis e a sua obra* (1924), *A necrofilia de Camilo Castelo Branco* (1925) e pelo Egas Moniz autor da opereta, *A*

nossa aldeia (1920). Do mesmo modo as influências mútuas também se fazem sentir no Egas Moniz *gourmet*. Será de vincar, igualmente, *Ao lado da medicina* (1940) livro que faz eco da sua atividade médica e científica e do seu sentido inovador. O nosso livro *Retrato de Egas Moniz* (Pereira; Pita; Rodrigues, 1999) inclui uma completa referenciação da obra de Egas Moniz.

A sua faceta de homem de ação, de empreendedor, para além da medicina, pode ser apreciada, por exemplo, no processo de constituição da Sociedade de Produtos Lácteos em Avanca, no ano de 1924, instituição que veio a estar na génese da Nestlé em Portugal.

O ensino / aprendizagem de Egas Moniz deveria também, em nosso entender, desenrolar-se no quadro de várias visitas à Casa Museu Egas Moniz e seu espaço circundante, também ele possível de múltiplas interpretações. Dentro da própria casa, jardins e edifícios adjacentes é possível viver e respirar o espírito do lugar e da época moniziana.

6. Conclusões

Pelo que foi exposto, e da investigação que temos realizado e em curso, podemos concluir que Egas Moniz é uma figura incontornável na história das ciências, da medicina e das neurociências, tanto no plano internacional como em Portugal. Egas Moniz foi cientista, professor e médico prestigiado. É até ao momento o único Prémio Nobel de Medicina ou Fisiologia português galardoado em 1949, inovando, fazendo ciência nova em Portugal e com colaboradores portugueses. Foi, igualmente, um forte empreendedor com muitos interesses para fora da medicina, desde a política à vida empresarial. Por isso, não é de estranhar que Egas Moniz tenha sido objeto de variados estudos, uns de perfil divulgativo e outros com marca relevante na historiografia moniziana. Esta diversidade de estudos

sobre a vida e obra de Egas Moniz por si só mostra o interesse em historiografar e revisitar esta figura ímpar da ciência. O legado de Egas Moniz consubstanciado na Casa Museu tornam o cientista português uma figura incontornável no ensino da história das ciências. A investigação que desde há cerca de duas décadas realizamos sobre Egas Moniz, em particular, a história da história de Egas Moniz levam-nos a sublinhar o valor e a importância do legado moniziano para o ensino da história das ciências em Portugal. Os problemas que colocou e que procurou resolver continuam a aguardar novas abordagens científico-médicas, ainda que a partir de 1951 a investigação farmacológica tenha disponibilizado os primeiros psicotrópicos.

7. Fontes e bibliografia

- A herança de Egas Moniz na Neurorradiologia* (2017). Estarreja: Câmara Municipal de Estarreja.
- Antunes, J. L. (1996). As cartas de Egas Moniz para Almeida Lima. In *Um modo de ser*, 10^a ed., (173-201). Lisboa: Gradiva, 1996.
- Antunes, J. L. (1999). Egas Moniz homem de letras. In *Numa cidade feliz*. (213-223). Lisboa: Gradiva, 1999.
- Antunes, J. L. (1999). Psicocirurgia – Uma história. In: *A excelência da investigação. Na essência da Universidade*. (18-35). Coimbra, Faculdade de Medicina da Universidade de Coimbra.
- Antunes, J. L. (2010). *Egas Moniz uma biografia*. Lisboa: Gradiva.
- Cascais, A. F. (2001). A cabeça entre as mãos: Egas Moniz, a psicocirurgia e o *Prémio Nobel*. In Nunes, J.A. & Maria Eduarda Gonçalves (Orgs.). *Enteados de Galileu? A semiperiferia no sistema mundial da ciência*. (291-359). Porto: Edições Afrontamento.
- Coelho, A.M. (1999). *Egas Moniz. Perfil político*. Estarreja: Câmara Municipal de Estarreja.
- Correia, M. (2006). *Egas Moniz e o Prémio Nobel*. Coimbra: Imprensa da Universidade de Coimbra.
- Correia, M. (2010). *Egas Moniz: representação, saber e poder*. Coimbra: Faculdade de Letras da Universidade de Coimbra.
- Correia, M. (2011). Egas Moniz em livre (re)exame: uma década depois. In Pereira, A.L. & J.R. Pita (EdsEds). II Jornadas de História da Psiquiatria e Saúde Mental. (75-80) Coimbra: Grupo de História e Sociologia da Ciência-CEIS20.

- Correia, M. (2012). A 1ª Conferência Internacional de Psicocirurgia: entre entusiastas mimetizadores, inovadores e céticos. In Pereira, A.L. & J.R. Pita (Eds). *III Jornadas de História da Psiquiatria e Saúde Mental. Reunião Internacional*. (37-43) Coimbra: Grupo de História e Sociologia da Ciência-CEIS20 / Sociedade de História Interdisciplinar da Saúde
- Correia, M. (2013). *Egas Moniz no seu labirinto*. Coimbra: Imprensa da Universidade de Coimbra.
- Correia, M. (2014). Psicanálise e psicocirurgia: a contaminação inconsciente. In Pereira, A.L. & J.R. Pita (Eds). *IV Jornadas Internacionais de História da Psiquiatria e Saúde Mental (185-193)*. Coimbra: Grupo de História e Sociologia da Ciência-CEIS20 / Sociedade de História Interdisciplinar da Saúde
- Correia, M. (2015). Egas Moniz na História da Ciência: uma acomodação problemática. In Malaquias, Isabel et al. *Perspetivas sobre Construir Ciência – Construir o Mundo* (311-315). Aveiro: UA Editora – Universidade de Aveiro
- Correia, M. (2015). Ideação psiquiátrica do retorno: “sintonização regressiva” e “regresso à infância” a propósito da psicocirurgia. In Pereira, A.L. & J.R. Pita (Eds). *V Jornadas Internacionais de História da Psiquiatria e Saúde Mental*. (65-72). Coimbra: Grupo de História e Sociologia da Ciência-CEIS20 / Sociedade de História Interdisciplinar da Saúde
- Correia, M. (2016). Alteração de sintomas na psicocirurgia. O papel da persuasão. In Pereira, A.L. & J.R. Pita (Eds). *VI Jornadas Internacionais de História da Psiquiatria e Saúde Mental*. (49-52). Coimbra: Grupo de História e Sociologia da Ciência-CEIS20 / Sociedade de História Interdisciplinar da Saúde
- Correia, M. (2016). *Radiobiografia de Egas Moniz*. S.l.: Novas edições académicas.
- Correia, M. (2017). Alteração de sintomas na psicocirurgia. O papel da persuasão. In Pereira, A.L. & J.R. Pita (Eds) *História Interdisciplinar da Loucura, Psiquiatria e Saúde mental – VII*. (137-140). Coimbra: Grupo de História e Sociologia da Ciência-CEIS20 / Sociedade de História Interdisciplinar da Saúde.
- Fiolhais, C. (2000). Egas Moniz, Ciência e Paixão. *Das Artes, Das Letras*. 2ª série. Suplemento de *O Primeiro de Janeiro*. 16 (5 Janeiro) 9.
- Moniz, E. (1919). *Um ano de política*. Lisboa: Portugal-Brasil limitada, Sociedade Editora.
- Moniz, E. (1924). *Júlio Dinis e a sua obra*. Lisboa: Casa Ventura Abrantes
- Moniz, E. (1925). *A necrofilia de Camilo Castelo Branco*. Lisboa: Ventura Abrantes.
- Moniz, E. (1929). *Ao Mestre Malhoa*. Lisboa: Tip Libanio da Silva.
- Moniz, E. (1930). *Os pintores da loucura*. Lisboa: Instituto de Medicina Legal.
- Moniz, E. (1937). Os médicos no teatro vicentino. Lisboa: Sep. *Imprensa Médica*, 3(8) 1937
- Moniz, E. (1939). *Ricardo Jorge*. Lisboa Médica. 16(9) 517-563.
- Moniz, E. (1940). *Ao lado da medicina*. Lisboa: Bertrand.
- Moniz, E. (1942). *História das Cartas de Jogar*. Lisboa. Editorial Ática.
- Moniz, E. (1943). *Maurício de Almeida – escultor*. Coimbra: Coimbra Editora.
- Moniz, E. (1944). No cinquentenário de Brown Séquard. *Jornal do Médico*. 5(97) 33-36.

- Moniz, E. (1948). Ramon y Cajal, Uma doutrina e uma época. Memórias da Academia das Ciências de Lisboa – Classe de Ciências, 5
- Moniz, E. (1948). O Abade de Baçal. In *Memórias da Academia das Ciências de Lisboa. – Classe de Ciências*, 5
- Moniz, E. (1949). Confidências de um Investigador Científico. Lisboa: Edições Ática.
- Moniz, E. (1949). Guerra Junqueiro. Porto: Empresa de Publicidade do Norte.
- Moniz, E. (1950). A Nossa Casa. Lisboa: Paulino Ferreira, Filhos, Lda.
- Moniz, E. (1950). *Silva Porto*. Porto: Tip. Sequeira.
- Moniz, E. (1950). Abel Salazar. Palavras enviadas ao Prof. Ruy Luís Gomes, lidas na sessão de homenagem em memória do Prof. Abel Salazar em Janeiro de 1950 in *Conferências*, 4:103.
- Moniz, E. (1951). O solitário de Amarante. Figueira da Foz: Tip. Cruz & Cardoso. Sep. da Colectânea A Teixeira de Pascoaes, a Academia de Coimbra.
- Moniz, E. (1952). Os últimos anos de Ramon y Cajal. In *Folia Chimica Internacional*. 2(5)
- Os trilhos da neuroradiologia depois da 1ª angiografia cerebral* (2017). Estarreja: Câmara Municipal de Estarreja.
- Pereira, A.L. & Pita, J.R (2000) Cronologia sumária da vida e obra de Egas Moniz. In Pereira, A.L. & João Rui Pita *Egas Moniz em livre exame* (381-388). Coimbra: MinervaCoimbra, 2000.
- Pereira, A.L. & Pita, J.R (2000) Egas Moniz: uma apresentação. In Pereira, A.L. & João Rui Pita *Egas Moniz em livre exame* (19-37). Coimbra: MinervaCoimbra, 2000.
- Pereira, A.L. & Pita, J.R (2000). Egas Moniz: angiografia cerebral (1927) e leucotomia pré-frontal (1935). *Boletim Informativo. Secção Regional do Centro da Ordem dos Médicos*. 2ª Série. 8 (2000) 9-10.
- Pereira, A.L. & Pita, J.R (2000). Egas Moniz. In *Vivo. Revista Mensal de Saúde*, 1(1) 44
- Pereira, A.L. & Pita, J.R (2002). A gota de Egas Moniz. In *Vivo*. 2(11) 45-46
- Pereira, A.L. & Pita, J.R (2003). Egas Moniz, Prémio Nobel. Materiais inéditos para uma biografia em rede. *Munda*. 45/46, 92-106
- Pereira, A.L. & Pita, J.R (2005). Egas Moniz (1874-1955). Marinheiro da ciência e da tecnologia, Prémio Nobel de Medicina e Fisiologia, 1949. *Estudos*, Nova série, 5, 331-346
- Pereira, A.L. & Pita, J.R (2005). Egas Moniz e a publicidade a medicamentos. In Sousa, J.P. (Org.) *Comunicações. II Congresso Luso-brasileiro de Estudos Jornalísticos / IV Congresso Luso-galego de Estudos Jornalísticos* (401-406). Porto: Universidade Fernando Pessoa.
- Pereira, A.L. & Pita, J.R (2005). Egas Moniz: traços biográficos (1874-1955). *Estudos do Século XX – Ciência, saúde e poder*, 5, 17-25
- Pereira, A.L. & Pita, J.R (2006). Egas Moniz: história da ciência e cultura científica. *Rua Larga. Revista da Reitoria da Universidade de Coimbra*. 11, 44-45.

- Pereira, A.L. & Pita, J.R (2006). Fontes originais na cultura científica: o Nobel português Egas Moniz. In Correia, M. *Egas Moniz e o Prémio Nobel (7-13)* Coimbra: Imprensa da Universidade de Coimbra
- Pereira, A.L. & Pita, J.R. (1993). Ciências. In J. Mattoso, MATTOSO, José (ed.), *História de Portugal*. vol 5. (652-667). S.l.: Círculo de Leitores.
- Pereira, A.L. & Pita, J.R. Eds (2000). *Egas Moniz em livre exame*. Coimbra: Minerva Coimbra.
- Pereira, A.L., Pita, J.R. & Rodrigues, R.M. (1999). *Retrato de Egas Moniz*. S.l.: Círculo de Leitores, 1999.
- Pita, J.R & Pereira, A.L. (2000). Escritos maiores e menores sobre Egas Moniz. *Cadernos de Cultura. A Medicina na Beira Interior. Da Pré-História ao Século XXI*. 14, 41-45
- Pita, J.R & Pereira, A.L. (2005). *Estudos do Século XX – Ciência, saúde e poder*, 5, 531 p.
- Pita, J.R & Pereira, A.L. & (2001). Egas Moniz, antigo estudante e lente de Coimbra, laureado com o Prémio Nobel. *Munda*. 42, 61-76.

**ANTÓNIO GIÃO (1906-1969):
BIOGRAFIA, PERSONALIDADE E ÚLTIMOS
TRABALHOS CIENTÍFICOS
ANTÓNIO GIÃO (1906-1969): BIOGRAPHY,
PERSONALITY AND LATEST SCIENTIFIC WORKS**

Carlos Fiolhais

0000-0002-1527-0738

Departamento e Centro de Física da Universidade de Coimbra

tcarlos@uc.pt

Resumo: Após resumir a biografia do meteorologista português António Gião e traçar um esboço da sua personalidade, analisam-se os artigos que publicou nos últimos sete anos da sua vida (1963-1969). A análise do trabalho científico desse período, realizado no quadro da Fundação Gulbenkian (Instituto Gulbenkian de Ciência) e da Universidade de Lisboa (Faculdade de Ciências) revela que ele, passado o tempo alto da sua carreira em meteorologia, trabalhava então num pequeno círculo à margem da melhor investigação científica da época.

Palavras-Chave: António Gião, Meteorologia, Fundação Gulbenkian

Abstract: After summarizing the biography of the Portuguese meteorologist António Gião and outlining his personality, we analyse the articles he published during the last seven years of his life (1963-1969). The analysis of his scientific work in that period, carried out within the framework of the Gulbenkian Foundation (Gulbenkian Institute of Science) and the University of Lisbon (Faculty of Sciences), reveals that at that time, after the peak of his meteorological career, he was working in a small circle in the margins of the best international research of the time.

Keywords: António Gião, Meteorology, Gulbenkian Foundation

1. Introdução

António Gião (Reguengos de Monsaraz 1906 – Lisboa 1969) foi um dos físicos portugueses do século XX com maior número de publicações científicas (somou um total de cerca de 150, dos quais 28 livros). Trabalhou principalmente em Meteorologia Teórica, designadamente em Mecânica dos Fluidos, mas deu também alguns contributos, na fase final da sua vida, para a Física de Partículas (ensaiando teorias de unificação entre a teoria da gravitação e o eletromagnetismo) e para a Cosmologia (propondo um modelo em que há criação de matéria).

Depois de resumirmos a biografia de Gião e de apresentarmos um perfil da sua personalidade, analisamos neste artigo os trabalhos científicos que ele publicou nos últimos seis anos da sua vida, entre 1963 e 1969, quando trabalhava em Lisboa como investigador da Fundação Calouste Gulbenkian e como professor da Universidade de Lisboa. A fonte principal deste artigo é a tese de doutoramento “A personalidade científica de António Gião”, apresentada por José Carlos Tiago de Oliveira à Universidade de Évora (Tiago de Oliveira,

2012), complementada pelo *corpus* de artigos de Gião publicados no *Arquivo do Instituto Gulbenkian de Ciência – A. Estudos Matemáticos e Físico-Matemáticos* (ver Apêndice).

2. Biografia

A formação académica de António Gião inicia-se em 1923 quando, vindo do Alentejo onde tinha nascido 17 anos antes (a casa da sua família, em Reguengos de Monsaraz, que ele deixou em testamento à Sociedade Portuguesa de Autores, ostenta hoje o seu nome), se matricula no curso de Ciências Físico-Químicas na Universidade de Coimbra. Porém, em 1925, quando frequentava o segundo ano, partiu para Estrasburgo, França, perseguindo o seu sonho de estudar meteorologia. No ano seguinte, ainda estudante, publica um breve artigo sobre cirros na revista *Nature* (Gião, 1926), que deve ter sido o primeiro artigo publicado por um português nessa revista. Em 1927 forma-se como engenheiro geofísico em Estrasburgo. Iniciou então uma distinta carreira internacional. Em 1927 e 1929 está, como enviado pelo Ministério da Marinha português, em Bergen, Noruega, sede de uma escola de Meteorologia onde pontificava Jacob Bjerknes (1897-1975), filho de outro meteorologista, Vilhelm Bjerknes (1862-1951), a fim de se inteirar das teorias meteorológicas mais recentes (Bjerknes filho visitou Portugal em 1927, tendo mantido contactos com os Serviços Meteorológicos da Marinha, na época responsáveis pela previsão do tempo em Portugal) (Leonardo, 2011). Em 1928 é convidado a participar numa expedição ao Polo Norte num dirigível, comandado pelo general italiano Umberto Nobile (1885-1978), mas não aceita, o que vem a revelar-se como uma sorte sua, já que a viagem redundaria numa tragédia, com oito mortos. Em 1929-1931 Gião trabalha em Paris, no Office National de Météorologie de France (ONMF). Em 1929 publica o livro *La Mécanique Différentielle des*

Fronts e du Champ Isallobarique, com prefácio do general Émile Delcambre (1871-1957), diretor do ONMF, e introdução de Jacob Bjerknes (Gião, 1929). Em 1930 segue-se outro livro, *Recherches sur les Perturbations Mécaniques des Fluides, Première Partie*, com prefácio do meteorologista francês Philippe Wehrlé (1890-1965), que haveria de suceder a Delcambre na direção do ONMF (Gião, 1930), livro que teve uma sequência (Deuxième Partie) em 1931 (Gião, 1931), após a qual se haveria de ocorrer uma rutura entre Gião e Wehrlé (e, mais em geral, com o OMMF) (Gião, 1931). Ainda em 1931, Gião recusa um convite do Massachusetts Institute of Technology (MIT). Em 1932 começa a publicar em Astrofísica, aplicando algumas das suas ideias da Meteorologia. Em 1933 propôs a criação de um Instituto de Meteorologia em Portugal, com o nome de Instituto de Mecânica da Atmosfera, uma ideia que não teve logo seguimento (o Serviço Nacional de Meteorologia só haveria de surgir em 1946).

Em 1941 regressa a Portugal em virtude da Segunda Guerra Mundial, quando já estava casado (há dois anos) com uma senhora francesa de origem judia, Sophie Spira (1904-1999), de quem não teve filhos, passando a residir na mansão familiar de Reguengos de Monsaraz. É nessa altura que se começa a interessar pela teoria de campos aplicada à Física de Partículas e à Cosmologia, e se corresponde com físicos famosos como Albert Einstein (1879-1955) e Erwin Schroedinger (1887-1961), dado que, como eles, seguia por caminhos científicos menos ortodoxos. Passa a publicar, para além de revistas estrangeiras, em revistas portuguesas como o *Boletim da Sociedade de Geografia de Lisboa*, a *Técnica* (revista dos estudantes do Instituto Superior Técnico), a *Portugaliae Physica* (órgão da Sociedade Portuguesa de Física) e a *Portugaliae Mathematica* (órgão da Sociedade Portuguesa de Matemática), revistas onde publica algumas das suas ideias em Física de partículas e em Cosmologia, para além de prosseguir o seu trabalho científico em Meteorologia. Propõe um calculador analógico para previsão do tempo.

Em 1960 começa a última fase da sua vida, quando se muda para Lisboa, por ter sido convidado para professor catedrático da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, lugar que acumula com o de investigador da Fundação Calouste Gulbenkian, que tinha sido fundada em 1956. Na Faculdade é docente das cadeiras de Física-Matemática e Mecânica Celeste. Em 1961 os seus alunos da Faculdade de Ciências queixam-se ao primeiro-ministro António de Oliveira Salazar das suas qualidades pedagógicas. Em 1962 entra em polémica com colegas quando rejeita a admissão a provas de doutoramento de João Santos Guerreiro (1923-1987), discípulo de José Sebastião e Silva (1914-1972), um dos maiores matemáticos portugueses do século passado. No mesmo ano de 1962 passa a dirigir o recém-estabelecido Centro de Cálculo da Fundação Gulbenkian, situado na Rua D. João V, n.º 30, em Lisboa, tornando-se pioneiro da informática para fins científicos em Portugal (Calado, 2007; Cadete 2006). No mesmo ano colabora na criação da revista *Arquivo do Instituto Gulbenkian de Ciência da Fundação Gulbenkian*, cuja série A (*Estudos Matemáticos e Físico-Matemáticos*) codirige com os seus colegas Fernando Fonseca (1895-1974), Carlos Alves Martins, Flávio Resende (1907-1967) e Orlando Ribeiro (1911-1997), e organiza em Lisboa, no edifício da Reitoria no campo Grande acabado de inaugurar, um congresso apoiado pela NATO sobre *Cosmological Models*, que contou com a presença do físico britânico de origem austríaca Hermann Bondi (1919-2005) e do físico alemão Pascual Jordan (1902-1980), o primeiro um dos proponentes da teoria cosmológica do estado estacionário e o segundo um dos fundadores da teoria quântica (controverso por ter sido membro do Partido Nacional-Socialista, embora no pós-guerra tenha sido deputado do Partido Democrata-Cristão). O jovem inglês Stephen Hawking (1942-2018) está presente nesse congresso. Em 1966 Gião debate com o seu colega José Sebastião e Silva, com quem tinha tido uma desavença, e outro matemático da mesma Faculdade, Fernando Veiga de

Oliveira (1909-1977), por causa de um erro que eles tinham apontado em trabalhos relativos à equação da difusão de um doutorando de Gião, José Simões Pereira (n. 1942), mais tarde professor da Universidade de Coimbra após doutoramento no estrangeiro (desistiu do doutoramento em Lisboa). Gião morre em 1969 de uma doença renal.

3. Personalidade

A personalidade psicológica de Gião era muito peculiar, em resultado talvez da ausência de mãe. Traços, alguns deles íntimos, da sua personalidade, encontram-se num documento, escrito em francês, intitulado “Notas autobiográficas para esclarecer as razões do meu fracasso” que, inédito, foi encontrado na sua casa de Reguengos de Monsaraz (Tiago de Oliveira, 2012). Eis alguns extratos desse escrito, que revelam o trauma que sofreu desde pequeno por não ter conhecido a sua mãe (aliás nunca chegou sequer a conhecer e a usar o nome dela):

“É durante o seu período “político” que [o meu pai] conhece minha mãe, de quem quase nada sei, pois todos dela me evitavam falar. Foi sempre um assunto tabu na família. (Julgo saber) que ela terá sido dançarina ou actriz de uma trupe de comediantes ambulantes que passaram pelo teatro de Reguengos. Pouco foi o tempo que ela viveu connosco. Porque passou e fugiu ou foi expulsa por meu pai, para Espanha, por razões que ignoro, assim como desconheço o seu nome. Estará ela viva na hora actual? Nada sei.”

“Pouco depois da partida de minha mãe meu pai amantizou-se com uma criada de 16-17 anos, de quem teve um filho, e que viria a ser a sua esposa legítima, para infelicidade dele. Esta menina

chamava-se Fernandes Gião, nome de minha avó, e tal escolha foi a primeira manifestação (...) do seu desejo de subir na escala social à custa da fraqueza de carácter de meu pai. ”

“Enquanto a minha irmã tinha o nome de nossa avó, eu fiquei (...) com o nome completo António Gião. Este nome tão curto, num país de vaidosos e ignorantes como Portugal (...) revela por si só uma filiação ilegítima. O primeiro grande erro de meu pai comigo foi pôr-me tal nome em tal país.”

“Quanta humilhação... não vinha na escola e na universidade por censura ao nome. Juntando a isso a vergonha de ter que escrever: António Gião (filho de António Jacinto Fernandes Gião). Compreende-se que aqui resida a origem mais provável do complexo de inferioridade e timidez de que sofri toda a juventude e (...) explica uma existência falhada.”

No mesmo escrito revela o seu despertar para a ciência através da observação do céu na sua grande casa de Reguengos de Monsaraz, rodeada por altos muros:

“Fui então educado nesta casa, desconfortável mas agradável, com o seu jardim rodeado de altos muros, onde passei e ainda passo dias inteiros caminhando sozinho sob o céu azul de Portugal. Foi donde me veio o gosto tão precoce pela ciência, e mais ainda pela meteorologia.”

“Pelos 10 anos montei um observatório meteorológico; lia muito e tinha construído um pluviómetro e um aerómetro, a partir de colheres de sopa: decerto a influência de meu pai (...) que tinha pensado instalar um observatório meteorológico num moinho de vento, projecto que não teve sequência, mas terá contribuído para

decidir a minha vocação. (...) Aprendi a falar francês, devorando os livros da biblioteca paterna, nomeadamente de meteorologia.”

“É verdade que botânica me divertia, mas não pude suportar as experiências sobre animais e o toque repugnante dos vermes, logo mudei para a secção de Ciências Físico-Químicas. Nunca direi suficientemente quanto foi aborrecido o ensino que sofri nesses dois anos.”

Tendo, após a frequência do liceu em Évora, ingressado na Universidade de Coimbra, a sua impressão sobre os professores não foi a melhor. Considerou-os pedantes e obsoletos:

“A Análise Superior e a Física eram dados por professores insuportáveis, e os trabalhos, práticos, fazíamos numa farmácia. Junta-se a isso e a esta vida estúpida dos falsos boémios coimbrões, o clericalismo influente e contacto forçado com os labregos do norte do país.”

“Fiquei farto de Coimbra e dos seus deliciosos campos, e só pensava em evadir-me. As recordações boas dessa época são as visitas ao Observatório Astronómico e à Biblioteca da Universidade.”

Foi na Biblioteca Geral da Universidade de Coimbra (a Biblioteca Joanina, pois na altura ainda não existia o chamado “edifício novo” da Biblioteca Geral, que só começou a funcionar em 1962) que encontrou um panfleto que divulgava o curso de Geofísica em Estrasburgo, no qual não teve dificuldade em se inscrever, já que o seu pai, rico proprietário alentejano, podia cobrir todas as despesas.

3.1. O isolamento de Gião

Gião foi um “eremita científico” (Fiolhais, 2008): trabalhou e publicou quase sempre sozinho, circunstância que o levou a seguir algumas pistas científicas que não se revelaram frutuosas e mesmo a cometer nas suas pesquisas o que consideramos hoje serem erros graves. Na primeira fase da sua carreira científica, conseguiu entrar na vanguarda da meteorologia, um ramo da Física que estava a emergir e que, com base na modelação matemática, começava a mostrar a sua capacidade de fazer previsões com um razoável grau de confiança. Os seus trabalhos físico-matemáticos serviam-se do conceito de campo (de pressões, de temperaturas, de velocidades) e assentavam em equações às derivadas parciais para os referidos campos. O livro *La Mécanique Différentielle des Fronts et du Champ Isallobarique* (Gião, 1929) é uma obra de referência da época, como mostra o facto de ter sido prefaciado por dois dos maiores meteorologistas da época. Nessa altura, apesar de Gião ter publicado vários artigos em que era o único autor, mantinha contactos frequentes com a comunidade científica da sua área, graças às viagens que empreendeu na Europa.

No entanto, com a Segunda Guerra Mundial, quando decide regressar a Portugal, começa uma segunda fase da sua vida científica, na qual passa a trabalhar ainda mais isolado. O facto de se ter correspondido com Einstein e Schroedinger (em alturas já descendentes das carreiras destes dois gigantes da física moderna), apesar de revelar a sua atenção ao mundo científico mundial, não deve ocultar a circunstância de Gião ter passado a trabalhar em domínios mais especulativos, como a unificação entre a teoria da gravitação e o eletromagnetismo, para os quais lhe podiam faltar os necessários fundamentos assim como a conveniente experiência.

Uma das marcas recorrentes na produção científica de Gião e que tem decerto a ver com o seu isolamento pessoal e profissional é a

publicação de artigos com graves erros científicos à luz dos nossos atuais conhecimentos. Vale a pena, a título ilustrativo, apresentar e comentar aqui brevemente alguns deles:

- Física Fenomenológica: doutrina físico-filosófica que desenvolveu e acabou por abandonar, baseado na sua meteorologia teórica, mas que tem aspetos claramente errados como a previsão dos fenómenos atmosféricos a qualquer prazo (desmentida pela teoria do caos, que começou a ser desenvolvida nos anos 60 do século XX com base em modelos computacionais que revelaram a dependência extrema dos resultados das condições iniciais).

- “Ente Matemático Não Arbitrário” (EMNA), entidade matemática que, segundo Gião, presidia à estrutura do Universo, sendo justificada segundo concepções filosóficas. Gião não chegou a aceitar a teoria da relatividade restrita de Einstein (falou de um “vento de éter”), e apenas compreendia a teoria da relatividade geral no quadro do EMNA.

- Teoria do microelectrão: Gião não aceitou a teoria do decaimento beta convencional, na qual entra o neutrino, e propôs uma partícula inexistente. A sua teoria é incrivelmente complicada, como se pode ver pela seguinte frase sua: “Existem 919 pares de eletrões em cada neutrão, assim como um par de microelectrões, havendo apenas 918 no protão.” Gião propôs, de resto, outras partículas que sabemos hoje não existirem.

- Teste de Piccardi (do nome do físico e químico italiano Giorgio Piccardi, 1895-1972): refere-se a uma inexistente influência cósmica em experiências terrestres, na qual Gião acreditava. Ainda hoje Gião aparece citado em contextos pseudo-científicos por causa dessa relação com Piccardi.

- Teoria do estado estacionário do Universo: na sua especulação cosmológica, propôs uma versão da teoria do estado

estacionário, quenão está de acordo com o atual conhecimento empírico da origem do Universo.

A correspondência entre Gião e Einstein é particularmente curiosa. O conteúdo e o tom da resposta enviada por Einstein, de Princeton para Reguengos de Monsaraz, mostram que ele se interessou pelos trabalhos de Gião, apesar de não os ter compreendido inteiramente, como por exemplo o EMNA. Este é um passo da carta de Einstein de 1946:

“Ex.mo Sr Gião!

Admiro sinceramente a coerência com que desenvolveu o seu pensamento geral de “être mathématique non arbitraire”. Eu não posso afirmar que tenha compreendido realmente as suas ideias na sua totalidade, por exemplo a questão “realidade versus estatística”, dentro do seu sistema. Para já, quero, no entanto, colocar-lhe apenas uma questão, para a qual não tenho nenhuma resposta satisfatória. (...)”

Em 1960 começa uma terceira e última fase da carreira de Gião quando ele abandona Reguengos, respondendo ao convite da Universidade de Lisboa para ser professor de Física (não aceitou submeter-se a um concurso público por não reconhecer nos professores catedráticos portugueses suficiente competência para o avaliarem). O investigador, que sempre tinha vivido no mundo abstrato da investigação teórica, não tinha grande experiência pedagógica, o que terá contribuído para os dissabores que teve com os alunos, que se queixaram de não o conseguirem acompanhar e, portanto, de experimentarem grandes dificuldades nos exames. Vejam-se os versos que um dos seus alunos (“Livro de Curso da Faculdade de Ciências 1962-1966”) escreveu (Tiago de Oliveira, 2012):

*“Conhecem este senhor
De aspecto tão impecável
É o nosso professor
De Física Matemável*
Dizem que há já muitos anos
Antes de tudo existir
Quando o nosso criador
O Mundo quis construir
Só tinha dificuldade
Na questão da dimensão
E resolveu recorrer
Ao bom Professor Gião
E este logo demonstrou
Que quatro tinha de ser
E diz-nos ainda a lenda
Que, mesmo sem perceber
O Criador assim fez.
(...)”*

*Palavra nova que é uma brincadeira do autor, explicitada no final do poema.

À queixa apresentada pelos alunos a Salazar, tanto quanto se sabe, não foi dada resposta pelo destinatário, mas teve sequência interna: a cadeira de Mecânica Celeste foi atribuída a outro professor e foi de algum modo facilitada a passagem na cadeira de Física-Matemática. Gião tinha poucos amigos, mesmo na Faculdade onde ensinava: pontificavam nestes Flávio Resende e Orlando Ribeiro, mas estes eram professores respetivamente de Biologia e de Geografia, e não de Física e Matemática, as suas áreas de especialidade. A carreira universitária de Gião ficou ensombrada pela polémica em que se envolveu com alguns colegas, nomes notáveis da matemática nacional, que obtiveram importantes apoios internacionais. Os matemáticos

tinham razão, apesar de Gião nunca ter nunca reconhecido o erro, insistindo na defesa do artigo do seu discípulo. Tal contribuiu para a sua queda de prestígio no ambiente académico. Não será alheio à polémica com Sebastião e Silva o seu pedido ao Presidente do Instituto de Alta Cultura, em março de 1966, para se ausentar por um ano para uma missão científica em França e Itália. Veio a doença, que se haveria de revelar fatal: em 1968. Gião estava hospitalizado em Londres. As suas últimas palavras a um colaborador terão sido: “Ao que um homem pode chegar!”.

4. Últimos trabalhos

Focamo-nos aqui nos artigos de Gião publicados nos seus últimos seis anos de vida. O apêndice enumera esses artigos (a lista baseia-se na bibliografia compilada por João Carlos Tiago de Oliveira na sua tese sobre Gião) (Tiago de Oliveira, 2012). Resumidamente:

Total de artigos em 7 anos: 24

1963: 4 artigos

1964: 4 artigos

1965: 3 artigos

1966: 6 artigos

1967: 3 artigos

1968: 3 artigos

1969: 1 artigo

Total de coautores: 5.

O total de 24 artigos (ver Anexo) não deixa de ser considerável atendendo à idade do cientista e às características do meio científico nacional numa época em que se publicava muito pouco, designadamente após o doutoramento e, ainda menos, após a nomeação

como catedrático: a média de Gião no período analisado é de 3,4 artigos por ano. No entanto, deve salientar-se que, desses artigos, 18 foram publicados na revista *Arquivo do Instituto Gulbenkian de Ciência, A. Estudos Matemáticos e Físico-Matemáticos*, que ele, como investigador principal da Fundação Gulbenkian, fundou e dirigiu até à sua morte (a revista não lhe sobreviveu) e outro foi publicado na série de Cursos e Seminários do mesmo Instituto. Quer dizer, sem a ajuda que lhe foi proporcionada pela Fundação Gulbenkian a sua produtividade científica teria sido muito escassa. A criação da revista e a política generosa de ofertas de publicações da Fundação terá permitido a circulação nacional e internacional dos seus trabalhos, mas o certo é que nenhum destes artigos foi sujeito a um processo de *refereeing* que é apanágio do método científico. A conclusão só pode ser que o seu trabalho era endogâmico, não alcançando níveis de qualidade internacional. Dos outros cinco artigos, dois foram publicados na revista da Faculdade onde trabalhava e que ele próprio dirigiu, a *Revista da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa* (os dois artigos têm a ver com o erro científico que provocou uma querela); dois saíram também noutras publicações universitárias portuguesas, um publicado num livro de homenagem a Fernando Fonseca, professor da Faculdade de Medicina da Universidade de Lisboa, e o outro num livro de homenagem a Rodrigo Sarmiento de Beires (1895-1975), engenheiro eletrotécnico, professor na Faculdade de Ciências do Porto e irmão do famoso aviador com o mesmo nome, nos *Anais da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto* (o análogo da *Revista da Faculdade de Ciências de Lisboa*); e, finalmente, um outro, intitulado “O espaço, o tempo e a vida”, de índole divulgativa, uma discussão à volta da ciência, filosofia e arte, teve na base uma conferência convidada que proferiu em Évora a 7 de abril de 1967 e veio a lume nos *Anais da Junta Distrital de Évora*. A imprensa local deu eco a essa conferência pública pelo prestígio que Gião na altura gozava fora da Universidade.

Analisando agora o número de autores, só cinco desses artigos tiveram coautores: um foi escritos com o meteorologista francês Jean Roulleau e o matemático português Renato Pereira Coelho (1921-), que mais tarde seria professor catedrático de Matemática na Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra; outro com o mesmo Renato Pereira Coelho; um com José Barbeito; e dois com Jorge Branco (n. 1930), meteorologista que seria não só investigador no Instituto Gulbenkian de Ciência como divulgador científico (fez traduções, como a de *Cosmos* de Carl Sagan) nos anos 80 do século passado, quando se iniciou a coleção *Ciência Viva* da Gradiva.

A análise dos conteúdos dos artigos revela que eles se repartem entre a Meteorologia (MET, 11), o tema principal, logo seguido pela Física-Matemática (FM, 7), Física de Partículas (FP, 3), Cosmologia (COS, 2) e Filosofia da Ciência (FIS, 1). Verifica-se, portanto, que Gião se dividia entre a Meteorologia e a Física-Matemática, os domínios principais da sua carreira. Além disso publica sobre Física de Partículas e Cosmologia, nessa altura duas áreas não tão intimamente relacionadas como estão hoje. O único artigo de Cosmologia, apesar de ser difícil de ler, é bastante interessante, por ter aparecido no contexto do referido congresso sobre cosmologia, que foi uma das últimas conferências dessa área em que foi proeminente a teoria do estado estacionário, que nessa altura estava a ser ultrapassada pela teoria do *Big Bang* em face das observações da radiação cosmológica de fundo realizadas em 1965 pelos físicos americanos Arno Penzias (n. 1933) e Robert Wilson (n. 1936). O seu artigo sobre Filosofia da Ciência, ou talvez melhor divulgação cultural, revela o extremo interesse de Gião por essa temática: por vezes preconceitos de natureza filosófica influenciaram os seus trabalhos científicos. O texto, que não é de compreensão fácil, revela o seu domínio da cultura, incluindo a humanista: Gião escreveu poesia. Tem um claro tom poético a frase: “O Universo é o manto pelo qual o Ser se protege do Nada.”

O elevado número de autocitações nos artigos de Gião (indicado no fim de cada referência na lista em Apêndice, para os artigos do *Arquivo do Instituto Gulbenkian de Ciência*. A) corrobora o seu isolamento científico, revelando que os seus trabalhos não ultrapassavam o perímetro do seu pequeno círculo. João Carlos Tiago de Oliveira comentou na sua tese que de toda a produção científica de Gião, só num caso o número de citações de outros excedia o número das autocitações. No caso dos 18 artigos do *Arquivo do Instituto Gulbenkian de Ciência*, existem 55 referências, das quais 43 são auto-citações. Acrescendo, foi extremamente escasso o número de citações que outros autores fizeram, desde o dia em que foram publicados até aos dias de hoje, desses trabalhos de Gião: é, porém, interessante que o historiador de ciência Helge Kragh tenha revelado interesse pelo artigo que Gião apresentou à Conferência de Cosmologia realizada em Lisboa na análise que faz da história dos modelos cosmológicos, em particular da transição dos modelos de estado estacionário para o *Big Bang* (Kragh, 2009).

5. Conclusão

Pode-se concluir que, nos últimos anos da sua vida, António Gião, após ter feito uma carreira internacional na área da Meteorologia, e de ter mudado, pelo menos em parte, o foco do seu trabalho quando voltou à sua terra natal, realizou um trabalho bastante isolado na Fundação Gulbenkian e na Faculdade de Ciências de Lisboa. A publicação de artigos em revistas prestigiadas como a *Nature* (só um, juvenil, em 1926, já que outro, na maturidade, foi recusado), nos *Comptes Rendus de l'Académie Française de Sciences* (23, em 1947-1950 e 1958-1961, sob o patrocínio do famoso físico francês Louis de Broglie, de quem a certa altura Gião se afastou) e na *Physical Review* (dois, em 1949-1950), foram pontos altos da sua

carreira internacional, que lhe granjeou fama em Portugal. O apoio da Fundação Gulbenkian permitiu-lhe realizar a investigação que bem entendeu, desfrutando da colaboração de assistentes e de meios de cálculos, que eram excepcionais (como um computador de alguma capacidade, cujo aproveitamento nessa época lhe faz merecer um lugar na história da informática em Portugal). Mas, do ponto de vista científico, a escolha de Gião não se revelou uma boa aposta para a Fundação Gulbenkian: na época a investigação científica de ponta que se fazia no mundo não era aquela. Tanto assim foi que a Fundação decidiu, após a sua morte, encerrar a investigação em Física concentrando os seus esforços na área da Biologia, esforços esses que prosseguem nos dias de hoje no instituto estabelecido em Oeiras que conserva o nome de Instituto Gulbenkian de Ciência.

Embora apenas em círculos intelectuais restritos, Gião granjeou alguma fama fora da academia. Talvez devido à estranheza dos temas que cultivava e ao seu isolamento. Quando morreu, o poeta Ruy Belo (1933-1978) escreveu um poema intitulado “Necrologia”, que conclui num tom algo melancólico: “Eu nunca o conheci, nunca o conhecerei” (Belo, 2014). Eis o poema completo:

“Portugal tem nove milhões de habitantes.

Lisboa talvez tenha um milhão

Nada disto me pode consolar, bem sei.

Morreu António Gião.

Eu não o conheci, nunca o conhecerei.”

Esse verso pode ser interpretado como revelador não só do isolamento social da ciência nos anos 60 em Portugal mas também, dentro da ciência, o isolamento de Gião. Era um homem metido dentro do seu mundo, um homem muito difícil de conhecer.

6. Referências

- Belo, R. (2014). *Todos os Poemas*. Lisboa: Assírio e Alvim
- Cadete, A. (2006). *O Centro de Cálculo Científico da Fundação Calouste Gulbenkian*. Acedido a 15 de maio de 2018, em http://www.memtsi.dsi.uminho.pt/mesas/2_sessao/mesa2 – Antonio Cadete.pdf.
- Calado, J. (2007). Ciência. In A. Barreto (Ed.), *Fundação Calouste Gulbenkian, Cinquenta Anos, 1956-2006*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.
- Fiolhais, C. (2008). António Gião, Um eremita científico. *Gazeta de Física*, 31 (3), 22.
- Gião, A. (1926). Cirrus at lower level than alto-cumulus. *Nature*, 118, 49.
- Gião, A. (1929). La Mecanique Différentielle des Fronts e du Champ Isallobarique. *Mémorial de l'Office National Météorologique de France*, 20, 128 pp.”.
- Gião, A. (1930). Recherches sur les Pérturbations Mécaniques des Fluides, Première Partie: Théorie générale des perturbations. *Mémorial de l'Office National Météorologique de France*, 21, XV-f, 61 pp.
- Gião, A. (1931). Recherches sur les Pérturbations Mécaniques des Fluides, Deuxième Partie. Les Pérturbations atmosphériques. *Mémorial de l'Office National Météorologique de France*, 22, 96 pp.
- Kragh, H. (1997). *Cosmology and Controversy*. Princeton: Princeton University Press.
- Leonardo, A., Martins, D. J. & Fiolhais, C. (2011). The meteorological observations in Coimbra and the Portuguese participation in weather forecast in Europe. *Earth Science History*, 30 (1), 135-162.
- Oliveira, T. de & Brandão, J. C. (2012). *A Personalidade Científica de António Gião*. Dissertação de Doutoramento, Universidade de Évora, Portugal.

Apêndice: Os últimos artigos de Gião

1963 (4 artigos)

- Gião, A. (1963). Sur la loi de distribution de Maxwell-Boltzmann. *Arquivo do Instituto Gulbenkian de Ciência, A. Estudos Matemáticos e Físico-Matemáticos*, 1 (1), 1-30. 5 Refs, todas de Gião (FM).
- Gião, A. (1963). On the relation between the total pressure variation and the field of mean temperature. *Arquivo do Instituto Gulbenkian de Ciência, A. Estudos Matemáticos e Físico-Matemáticos*, 1 (2), 33-98. 5 Refs. todas de Gião (MET).
- Gião, A., Roulleau, J. & Pereira Coelho, R. (1963). Application de l'équation de la diffusion à la détermination des circulations zonales. *Arquivo do Instituto Gulbenkian de Ciência, A. Estudos Matemáticos e Físico-Matemáticos*, 1 (3), 101-130. 4 Refs., das quais 2 não são de Gião (MET).
- Gião, A., Roulleau, J. & Pereira Coelho, R. (1963). Application de l'équation de la diffusion à la détermination des circulations zonales. *Arquivo do Instituto*

Gulbenkian de Ciência, A. Estudos Matemáticos e Físico-Matemáticos, 1 (3), 101-130. 4 Refs., das quais 2 não são de Gião (MET).

Gião, A. (1963). On the theory of the cosmological models with special reference to a generalized steady-state model. *Arquivo do Instituto Gulbenkian de Ciência, A. Estudos Matemáticos e Físico-Matemáticos*, 1 (4), 135-230. 13 Refs., das quais 6 não são de Gião (COS).

Este artigo saiu também nas Atas da Conferência (Proceedings of a NATO ASI) sobre “Cosmological Models” realizada em Lisboa em 1963, publicadas também pelo Instituto Gulbenkian de Ciência.

1964 (4 artigos)

Gião, A. (1964). Propriétés locales et globales de l'opérateur laplacien. *Arquivo do Instituto Gulbenkian de Ciência – Cursos e Seminários* (8), 95 pp. (FM).

Gião, A. & Barbeito, J. M. (1964). A new form of the sea level tendency equation. *Arquivo do Instituto Gulbenkian de Ciência, A. Estudos Matemáticos e Físico-Matemáticos*, 2 (1), 3-44. 2 Refs., as duas de Gião (MET)

Gião, A. (1964). On the weighted advection. *Arquivo do Instituto Gulbenkian de Ciência, Lisboa, A. Estudos Matemáticos e Físico-Matemáticos*, 2 (2), 49-82. 1 Ref., de Gião (FM).

Gião, A. & Pereira Coelho, R. (1964). Influence des sources thermiques sur la circulation zonale. *Arquivo do Instituto Gulbenkian de Ciência, A. Estudos Matemáticos e Físico-Matemáticos*, 2 (3), 85-118. 2 Refs., as duas de Gião (MET).

1965 (3 artigos)

Gião, A. (1965). Fourier transforms and the continuation of functions. *Arquivo do Instituto Gulbenkian de Ciência, A. Estudos Matemáticos e Físico-Matemáticos*, 3 (2), 73-149.”.

0 R (FM).

Gião, A. (1965). Le comportement des fonctions d'onde sur les lignes d'univers des particules élémentaires. *Arquivo do Instituto Gulbenkian de Ciência, A. Estudos Matemáticos e Físico-Matemáticos*, 3 (3), 151-174. 6 Refs., das quais 3 não são de Gião (FP).

Gião, A. (1965). Sobre a existência da matéria. In Livro de Homenagem ao Prof. Fernando Fonseca. Lisboa: Universidade de Lisboa, pp. 139-146 (COS).

1966 (6 artigos)

Gião, A. (1966). Climatologie dynamique de la France et des régions avoisinantes. *Arquivo do Instituto Gulbenkian de Ciência, A. Estudos Matemáticos e Físico-Matemáticos*, 4 (1), 135-210

7 Refs., todas de Gião (MET).

Gião, A. (1966). Vortex perturbations on a mean field of motion. *Arquivo do Instituto Gulbenkian de Ciência, A. Estudos Matemáticos e Físico-Matemáticos*, 4 (2), 69-96. 0 Ref. (MET).

Gião, A. (1966). On the Fourier continuation of functions: Theoretical complements and exemples. *Arquivo do Instituto Gulbenkian de Ciência, A. Estudos Matemáticos e Físico-Matemáticos*, 4 (3), 99-131. 0 Ref. (FM).

Gião, A. (1966). Climatologie dynamique de la Péninsule Ibérique. *Arquivo do Instituto Gulbenkian de Ciência, A. Estudos Matemáticos e Físico-Matemáticos*, 4 (4), 135-210.7 Refs., todas de Gião (MET).

Gião, A. (1966). O princípio de inércia na mecânica ondulatória relativística. *Anais da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto*, XLIX, Homenagem ao Professor Doutor R. Sarmento de Beires no seu jubileu, 75-90 (FP).

Gião, A. (1966). Sur la déduction des équations intégrales de l'équation de Fourier par le tenseur d'Oseen. *Revista da Faculdade de Ciências de Lisboa (A)*, fasc. II (11), 205-206 (FM).

1967 (3 artigos)

Gião, A. (1967). On the structure of particles. *Arquivo do Instituto Gulbenkian de Ciência, A. Estudos Matemáticos e Físico-Matemáticos*, 5 (1), 1-74. 2 Refs., as duas de Gião (FP).

Gião, A. (1967). On the wave continuation of functions. *Arquivo do Instituto Gulbenkian de Ciência, A. Estudos Matemáticos e Físico-Matemáticos*, 5 (2), 77-117.0 Ref. (MET).

Gião, A. (1967). *O espaço, o tempo e a vida*. Évora: Gráfica Eborense, 34 pp., (Conferência realizada no Palácio de D. Manuel, em Évora, a 7 de abril de 1967, Separata do Boletim da Junta Distrital de Évora, vol. 7.) (FIL).

1968 (3 artigos)

Gião, A. & Branco, J. A. (1968). Ergodic properties and waves. *Arquivo do Instituto Gulbenkian de Ciência, A. Estudos Matemáticos e Físico-Matemáticos*, 6 (1), 1-68. 0 Ref. (MET).

Gião, A. (1968). La variation de pression au niveau de la mer en tant qu'advection pondérée. *Arquivo do Instituto Gulbenkian de Ciência, A. Estudos Matemáticos e Físico-Matemáticos*, 6 (2), 71-100. 0 Ref. (MET).

Gião, A. (1968). Sur la deduction des équations intégrales de l'équation de Fourier par le tenseur d'Oseen. *Revista da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa*, II Série A, 11 (1965-66), 295-297 (FM).

1969 (1 artigo)

Gião, A. + & Branco, J. A. (1969). On some properties of the isallobaric field. *Arquivo do Instituto Gulbenkian de Ciência, A. Estudos Matemáticos e Físico-Matemáticos*, 7 (1), 1-48.1 Ref., de Gião (MET) + Falecido.

**A ORIGEM DA COR NOS SELOS PORTUGUESES
(1857-1909)
THE ORIGIN OF COLOR IN PORTUGUESE
STAMPS**

Catarina Pinto, J. Sérgio Seixas de Melo

0000-0001-9708-5079

CQC, Departamento de Química, Universidade de Coimbra, Rua Larga,
3004-535 Coimbra, Portugal

sseixas@ci.uc.pt

Resumo: A origem dos pigmentos e corantes utilizados no processo de impressão dos primeiros selos Portugueses constitui, até aos dias de hoje, uma incógnita. Sobre este importante tópico existem escassas referências, como a que indica a existência de uma caixa com tintas de impressão, sem qualquer referência ao seu conteúdo, vinda de Inglaterra, recebida pela Casa da Moeda em 23 de abril de 1853. Sabe-se, de uma análise anterior que efetuámos a alguns selos do Reino Unido, que o ácido carmínico (para os vermelhos) e a célebre mauveína (para os lilases/púrpura) foram utilizados no período entre 1847-1901. Neste trabalho mostraremos com base numa análise envolvendo diversas técnicas (Fluorescência de Raios-X, espectroscopia de UV-Vis, HPLC-DAD) conjuntamente com uma pesquisa a documentos históricos, que as tintas utilizadas

no processo de impressão dos selos – os aqui investigados e restringidos a vermelhos e lilases do período de 1857-1909 –, englobavam, entre outros, pigmentos inorgânicos como o cinábrio, óxidos e cromatos de chumbo, sulfuretos de chumbo e os corantes orgânicos ácido carmínico (da cochinilha) e eosina y. A utilização dos pigmentos inorgânicos contrasta, aparentemente, com o que foi utilizado na impressão dos selos com origem no Reino Unido.

Palavras-Chave: Selos Postais, Ácido carmínico, Eosina Y, Cinábrio, XRF, HPLC-DAD

Abstract: The origin of the pigments or dyes used in the process of printing the first Portuguese postage stamps is, until today, unknown. There are only a few references, such as a box with printing inks, with no reference to its content, coming from England, received by the Coin House on April 23, 1853. From a previous study of some postage stamps of the United Kingdom, carminic acid (for the reds) and the famous mauveine (for lilac/purple) were used to dye these specimens in the period between 1847-1901. In this work we will show, based on an analysis involving several techniques (X-Ray Fluorescence, UV-VIS spectroscopy, HPLC-DAD) together with a historical literature research, that the inks used in the printing process of the postage stamps – those investigated here were delimited to reds and lilacs from the period 1857-1909 – included, among others, inorganic pigments such as cinnabar, lead oxides and chromates, lead sulphides and the organic dyes carminic acid (cochineal) and eosin y. The use of these inorganic pigments contrasts with what was apparently used in the printing process of the UK postage stamps.

Keywords: Postage stamps, Carminic Acid, Eosin Y, Cinnabar, XRF, HPLC-DAD

1. Introdução

1.1. Sobre a origem do Selo Postal

Antes da introdução do tema dos corantes ou pigmentos – as moléculas da cor – usados para dar cor aos primeiros selos (postais) portugueses, efetua-se uma abordagem à origem do próprio selo.

Sir Rowland Hill, nascido a 3 de dezembro de 1795, em *Kidderminster*, antigo professor e Secretário do Correio Geral, é o responsável pela criação do selo postal, tal como hoje é conhecido (de Oliveira Marques, 1995; Lage Cardoso, 1998; Vieira, 1983).

Antes do selo postal ter sido criado, a troca de correspondência era realizada através de cartas que continham duas marcas, *carimbo nominal* e *marca de porte/selo fixo*; a primeira mencionava o correio expedidor e a segunda indicava a taxa a pagar, pelos destinatários, em função do peso e da distância percorrida pela mesma.

O facto do *selo fixo* ser pago pelo destinatário constituía uma grande desvantagem para o sistema de troca de correspondência. De facto, rapidamente se desenvolveram truques para “escapar” a estas taxas sem, no entanto, se abdicar da leitura da mensagem que era endereçada. (Lage Cardoso, 1998) Na génese do motivo que conduziu *Rowland Hill* a propor uma reformulação no sistema postal, existem várias histórias. (de Oliveira Marques, 1995; Lage Cardoso, 1998) Uma delas indica que, numa tarde do ano de 1836, *Hill* viajava pelos lagos escoceses quando assistiu à entrega da correspondência a uma jovem taberneira. Esta, depois de observar cuidadosamente a carta recusou-se a pagar o porte associado, rejeitando-a. Muito curioso com esta atitude por parte da jovem, *Rowland Hill* tentou compreender o porquê de tal recusa. Em conversa com a taberneira percebeu que pelo verso da carta esta continha uma simbologia que tinha possibilitado à jovem taberneira saber o seu conteúdo sem ter de pagar o equivalente a um salário semanal. Este e outro tipo de

truques eram adotados pela população, comprometendo assim os recursos da Coroa.(Lage Cardoso, 1998)

No entanto, a origem do sistema de porte pago e subsequente emissão de etiquetas, que vieram mais tarde a ser designadas por selos, remonta ao ano de 1653, em Paris, quando *Jean Jacques Renouard de Villayer*, funcionário francês, recebeu de Louis XIV, a 18 de julho desse mesmo ano, permissão para efetuar o transporte das cartas.(de Oliveira Marques, 1995; Vieira, 1983)

Através da implementação de um grande número de caixas postais pelas ruas de Paris, *Villayer* disponibilizou a todos a sua invenção: o sistema de porte pago, onde cada carta deveria ser paga antecipadamente pelo remetente e não pelo destinatário. O porte era representado por um “*bilhete de porte pago*” consistindo num selo postal que só diferia dos atuais por não ser colado à carta. Contudo, o sistema de porte pago de *Villayer* durou pouco tempo, já não existindo vestígios do mesmo em 1662.(de Oliveira Marques, 1995)

Em 1784, apareceram os primeiros envelopes estampilhados, emitidos pelos Correios do Império Austríaco. Porém, também estes não permaneceram ativos durante muito tempo.(de Oliveira Marques, 1995; Vieira, 1983)

Em 1823, na China, circularam temporariamente sobrescritos com as seguintes inscrições: para uso interno – “*por 3 sapecas, pode esta carta passar em todas as províncias da China e só parar nas fronteiras do oceano*”; e, para uso externo – “*por 10 sapecas pode esta carta atravessar todos os mares e grandes montanhas*”.(de Oliveira Marques, 1995)

Em 1830, *Charles Whiting* apresentou ao Governo Inglês uma proposta para que fosse autorizada a venda ao público de bandas timbradas denominadas de “*go free*”; esta proposta não foi, contudo, aceite. (de Oliveira Marques, 1995)

Entre 1834 e 1838, *James Chalmers*, livreiro e tipógrafo britânico em *Dundee*, teve a ideia da aplicação do sistema dos selos adesivos.

Em dezembro de 1837 esta folha foi apresentada, pelo deputado *Wallace*, à Câmara dos Comuns, não tendo este, no entanto, conseguido aprovação da mesma. (de Oliveira Marques, 1995)

Em 1836, *Lorenz Koschier*, cidadão austríaco natural da Eslovénia, apresentou ao Governo da Áustria, o seu projeto. Neste propunha, uma vez mais, que o porte da carta fosse pago pelo remetente, por meio dos selos postais. Dois anos antes, *Koschier* teria falado com *Galway*, amigo de *Sir Rowland Hill*, acerca da sua ideia. *Galway*, por sua vez falou a *Rowland Hill* sobre o projeto de *Koschier* (de Oliveira Marques, 1995). Foi desta forma que aparentemente influenciado por *Koschier*, *Hill* terá redigido a sua célebre proposta, em 1837, – “*A Reforma dos Correios: sua importância e vantagens*” – aos correios britânicos, que lhe valeu o título de “*Pai do Selo*”.(de Oliveira Marques, 1995; Lage Cardoso, 1998; Vieira, 1983) A 22 de novembro, desse mesmo ano, a Câmara dos Comuns nomeou uma comissão de estudo para a avaliação das propostas. A aprovação não foi fácil dadas as oposições ao projeto. No entanto, a 26 de dezembro de 1839, a proposta de *Sir Rowland Hill* foi finalmente aceite pelo Tesouro.(de Oliveira Marques, 1995) Após a aprovação por parte da Câmara dos Comuns, através do “*Penny Postage Act*” estava criado o selo postal, daí resultando o primeiro selo a circular no mundo, em maio de 1840, o “*penny black*” (Figura 1). (Lage Cardoso, 1998; Vieira, 1983)

Em resumo, pese embora a ideia do selo postal, tal como hoje é conhecido, não ter partido *tout court* de *Hill*, foi com ele que foi introduzida com demonstrada viabilidade e aplicação prática, em Inglaterra, o que não tinha sido conseguido anteriormente. A sua consagração como “pai” do selo postal veio apenas em 1860, quando a Rainha Vitória o fez Cavaleiro, *Sir Rowland Hill*. (de Oliveira Marques, 1995; Lage Cardoso, 1998)



Figura 1 – Primeiro selo postal a circular no mundo, o “*penny black*”
(adaptado de (de Oliveira Marques, 1995)).

“A Sir Rowland Hill devemos hoje a existência da *Filatelia*” (em ref. (Lage Cardoso, 1998), p.18).

Uma vez em circulação – com sucesso! – o novo sistema de porte pago, depressa foi abraçado por outros governos. Na Suíça (cantão de Zurique) a 1 de março de 1843, no Brasil a 1 de agosto de 1843, nos Estados Unidos em 1845, nas Ilhas Maurícias a 21 de setembro de 1847, em França a 1 de janeiro de 1849, em Espanha a 1 de janeiro de 1850, no Havai a 1 de outubro de 1851 e, finalmente, em Portugal a 1 de julho de 1853.(de Oliveira Marques, 1995; Vieira, 1983) Estes são apenas alguns exemplos, entre tantos outros, que adotaram o selo postal como forma de circulação de correspondência postal.

O selo postal rapidamente assumiu um papel de objeto de coleção. A designação aceite para o estudo, examinação e coleção destes espécimes chegou em 1864, por *Herpin*, numismático Francês. Introduziu a palavra *Filatelia*, da palavra grega, *Philos* (com o significado de amigo) e *Atelia* (do grego, franquia), para que esta representasse a “ciência dos selos postais”.(de Oliveira Marques, 1995; Lage Cardoso, 1998)

Considerado como objeto de coleção (e de Arte!), o selo postal, passa, obviamente, a ser suscetível de falsificação.

No âmbito da filatelia, são quatro as categorias de falsificação geralmente consideradas: a postal, a de guerra, a propagandística e a filatélica. Distingue-se a falsificação postal, de outras, quando o intuito é defraudar o estado, obtendo-se lucros ilícitos a partir da mesma.(Imperio et al., 2013; Lage Cardoso, 1998) O primeiro selo postal falsificado, detetado em Portugal em 1887, é conhecido como “*Pera de Satanás*” (nome porque era conhecido o falsificador Alfredo Alves Mendes), Figura 2. Este é facilmente distinguido dos originais dada a imperfeição na impressão e no denteado.



Figura 2 – Primeiro selo postal falsificado, Pera de Satanás (retirado da ref. (“Pera de Satanás,” 2010)). No interior (cabeça de D. Luís) é visível a falha de impressão. A forma grosseira e aleatória do picotado – existindo fontes que indicam por ter sido efetuado com recurso a uma máquina de costura – é outra forma de identificação da falsificação.

Dado que os selos postais apenas podiam ser impressos pelo próprio país, quando um país imprimia selos postais de outro incorria numa óbvia falsificação. Neste seguimento, consideram-se duas categorias de falsificações, a de guerra e a propagandística. Na primeira, de guerra, a impressão tinha como objetivo responder às necessidades dos agentes secretos, imprimindo selos postais do país em que se encontravam. Esta prática foi iniciada pelos serviços secretos Britânicos, durante a primeira Grande Guerra, na Alemanha. (Lage Cardoso, 1998) A falsificação propagandística, frequentemente usada durante a segunda Grande Guerra, tinha como objetivo di-

minuir a moral às tropas adversárias através de caricaturas com o intuito de humilhar (Figura 3).(Lage Cardoso, 1998)

Por último, a falsificação filatélica – que tem como finalidade maior enganar colecionadores, os filatelistas – categoria que mais preocupa dado os elevados valores que podem estar envolvidos. Por exemplo, “*Os selos postais missionários Havaianos são raros ... um selo postal não usado de 2 cêntimos foi vendido, em 1995, por 660,000\$*”.(Healey, 2006) Neste âmbito as falsificações são, por vezes, executadas com elevado cuidado e perfeição sendo assim difícil a sua identificação.(Imperio et al., 2013; Lage Cardoso, 1998)



Figura 3 – Exemplo de um selo postal falso propagandístico.
(Lage Cardoso, 1998)

Em Portugal, a organização dos Correios veio por mão de D. Manuel I quando este redige uma carta, a 6 de novembro de 1520, estabelecendo assim Luís Homem como Correio-Mor. Mais tarde, passa a ser o Estado a deter a administração dos Correios Portugueses, no reinado de D. Maria I. (de Oliveira Marques, 1995; Vieira, 1983)

A troca de correspondência, em Portugal, não era diferente daquela que era realizada nos outros países. Contudo, desde 1840 que era sentida a premência de Portugal ter uma reforma postal que o colocasse em pé de igualdade com as outras nações. Foi assim que em 1851 foi criada uma comissão para discutir a reforma do Serviço Postal Português. As conclusões dessa comissão constituíram o mote do Decreto-Lei de 27 de outubro de 1852. Este decreto instituiu

as bases da nova Reforma Postal Portuguesa estipulando o uso do selo postal a partir de 1 de julho do ano seguinte. Deste modo, os serviços passaram a ser regidos por um Regulamento aprovado por Decreto-Lei de 4 de maio de 1853. (de Oliveira Marques, 1995; Vieira, 1983)

D. Fernando II enviou Francisco de Borja Freire (FBF), funcionário da Casa da Moeda, a Inglaterra com o objetivo de aprender o ofício da impressão dos selos postais. Este teria de estudar o processo de impressão dos selos de relevo, tendo dois selos britânicos sido a base de inspiração. Foi então requerida autorização para a compra de uma máquina de impressão e tintas para as primeiras impressões. (de Oliveira Marques, 1995; Vieira, 1983)

Em maio de 1853 dá-se início à impressão do selo postal de 25 reis e a 1 de julho, desse ano, entram em circulação os primeiros selos postais portugueses de 5 e 25 reis (Figura 4). (de Oliveira Marques, 1995; Vieira, 1983)



Figura 4 – Primeiros selos postais Portugueses, 5 e 25 reis.
(Miranda da Mota, 2016)

Pouco se sabe sobre a produção destes primeiros selos em Portugal. Sabe-se apenas que a 23 de abril de 1853 chegou à Casa da Moeda uma caixa de tintas de impressão e dois barris de goma, e, no dia 27 desse mesmo mês, chegou a máquina de estampar. (de Oliveira Marques, 1995; Vieira, 1983)

Os exemplos de falsificações são vastos. Por vezes, uma má impressão conduz ao desaparecimento de uma dada cor (que aparecia na versão original), ou a ação da luz pode oxidar/degradar deter-

minados pigmentos ou corantes conduzindo a uma alteração da mesma, etc. Estes são exemplos de alterações a partir de um original que o transformam em raridade. No entanto, o acesso a cunhos ou chapa de impressão de selos descontinuados, ou a carimbos, são outra fonte de falsificação que permite a obtenção de espécimes muito próximos dos originais. De relembrar que nos selos não existem números de série (ao contrário das notas) embora se saibam quantos exemplares foram produzidos. A raridade é sempre o *ex-libris* de um colecionador. Por estes motivos um perito na identificação de falsificações é normalmente um colecionador com muitos anos de experiência e igualmente muitos exemplares de um dado selo.

Face ao exposto, a análise de selos postais com a finalidade de determinar a sua autenticidade é uma questão relevante para as pessoas envolvidas neste campo, quer para os avaliadores de falsificações (certificados por sociedades filatélicas) quer para os colecionadores. No entanto, o âmbito desta contribuição não é a descrição de falsificações em selos postais, mas a identificação dos corantes (ou pigmentos) utilizados na impressão em alguns dos primeiros selos Portugueses, assim contribuindo para o conhecimento da história do selo Português e do seu Sistema Postal.

1.2. A Cor Advinda das Moléculas

Uma história, necessariamente breve, impõe-se igualmente no que diz respeito à existência e utilização ao longo dos tempos das moléculas da cor. Desde os tempos pré-históricos que o homem utiliza, no seu dia a dia, pigmentos ou corantes, o que pode ser exemplificado pelas gravuras existentes em grutas e cavernas. A diferenciação entre corantes e pigmentos tem em conta a sua solubilidade: os corantes são normalmente compostos orgânicos e são

solúveis no solvente, enquanto que os pigmentos são (geralmente) de origem inorgânica e insolúveis na maioria dos solventes. Existem, contudo, exceções. (Griffiths, 1984; Maria J. Melo, 2009; Maria J. Melo et al., 2016) Os corantes e pigmentos podem ainda, para além de ser subdivididos em orgânicos e inorgânicos, categorizados como naturais ou sintéticos, tendo em conta a sua origem.(Zollinger, 2003)

A cor apresentada pelas moléculas, é devida à absorção de radiação na região do visível (~400-750 nm). A absorção de radiação promove um eletrão a um nível energético superior (com mais energia), designado por estado excitado. A cor observada é aquela que é refletida (não absorvida) traduzindo-se na complementar da absorvida. No estado excitado, não sendo estável, a molécula tende a “procurar” a sua forma mais estável, assim, retoma para o estado mais estável (menos energético) – estado fundamental.

Os corantes naturais são normalmente encontrados nas secreções de caracóis marinhos ou de insetos, usados muitas vezes para colorir fibras ou pinturas. O índigo, é provavelmente o corante natural mais antigo de que há memória, tendo sido encontrados vestígios do seu uso no antigo Egito e em Iluminuras medievais.(Balfour-Paul, 1998; Melo et al., 2016; Seixas de Melo et al., 2006; Seixas de Melo, 2018)

Nos tempos medievais o azul ultramarino, extraído do mineral *lapis-lazuli*, era usado em pinturas religiosas. Na Era Moderna, a síntese do azul da Prússia, em 1704, marca, parcialmente, o início da indústria de pigmentos sintéticos. Com a síntese desta nova molécula que apresentava a mesma cor que o azul ultramarino (de origem natural), este último foi gradualmente substituído pelo uso do azul da Prússia.(Lamb, Bourriau, 1995)

A descoberta da estrutura do benzeno, fez com que uma nova era se instalasse na fabricação de moléculas orgânicas. A partir do conhecimento da estrutura molecular era possível desenhar

as moléculas. Um dos primeiros exemplos é o da síntese laboratorial da alizarina (Figura 5) por parte de *Griebe e Libberman*. (Graebe, Liebermann, 1868; Phillips, 1929) A partir daí muitas outras moléculas foram desenhadas. Um dos exemplos de moléculas sintetizadas (e dos seus derivados) são os conhecidos “*Hofmann Dyes*”, ou derivados do trifenilmetano. *Hofmann* mostrou que a anilina azul é um derivado trifenilo da rosalina e que com a introdução de diferentes grupos na molécula eram produzidos corantes com diversas cores púrpura e violeta, conhecidos como “*Hofmann’s Violet*”.(Zollinger, 2003) No entanto, o derivado trifenilmetano mais célebre foi a fuschina (Figura 5) (de cor vermelho-magenta) por muitos considerado o segundo corante derivado da anilina, logo a seguir à mauveína, mais famoso de sempre.(Cooksey, Dronsfield, 2009)

A icónica mauveína foi obtida por *William Henry Perkin*, em 1856, tendo constituído um dos marcos mais importantes da história da ciência e da tecnologia, encontrando-se na origem da indústria de tintas sintéticas e globalmente da indústria química como a conhecemos hoje.(Conceição Oliveira et al., 2014 ; Garfield, 2002; Maria J. Melo, 2009; Seixas de Melo, 2018; Zollinger, 2003) Fruto de uma descoberta ao acaso, a utilização da cor púrpura teve um novo élan no século XIX. Várias são as histórias existentes sobre a mauveína e o seu (curto) período de ouro. Uma prende-se diretamente com a sua utilização em selos postais. De facto, em virtude da Guerra Civil norte-americana, travada entre 1861 e 1865, o acesso a algodão (cujo fornecimento vinha em grande parte daquela ex-colónia do Reino Unido) levou os tingidores ingleses a procurarem outros usos para as suas tintas, nomeadamente em alguns dos primeiros selos postais do Reino Unido. (Conceição Oliveira et al., 2014)

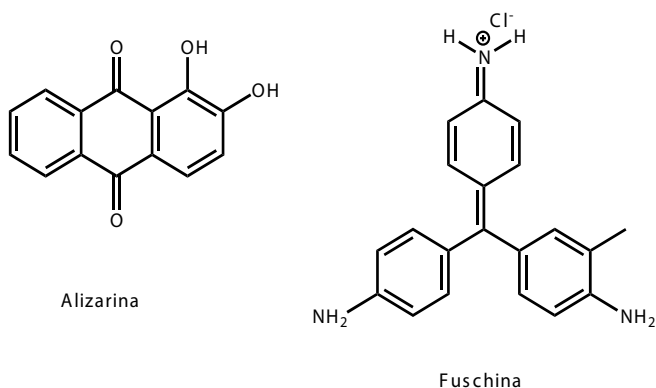


Figura 5 – Estruturas químicas da alizarina e da fuschina.

2. Estado da arte

2.1. As Moléculas da Cor em Selos Postais

Os selos postais de vários países têm sido objeto de alguns estudos com o objetivo de identificar as moléculas da cor utilizadas na impressão dos mesmos. Assim, temos como exemplo, (i) os selos raros dos missionários havaianos dos quais foram efetuados estudos comparativos de falsificações com exemplares verdadeiros (Chaplin et al., 2002); (ii) o selo Maurício laranja-vermelho de 1847 e o selo 1847 azul não usado (Chaplin, et al., 2004); (iii) selos brasileiros (impressos entre 1850 e 1922) (Schwab, et al., 2016); (iv) os primeiros selos postais do Chile (Lera, et al., 2013); (v) alguns selos postais espanhóis (Castro, et al., 2008), e (vi) os selos postais de um centímo do Reino Unido (“one-penny stamps”) vigente no período decorrido entre 1841 e 1880 (Ferrer et al., 2006), e, mais recentemente, um (vii) trabalho sobre os primeiros selos japoneses (Araki et al., 2016). A acrescentar a estes, e, talvez um dos mais relevantes, o selo pos-

tal 6d de 1867-1880 do Reino Unido que inclui o corante mauveína. (Conceição Oliveira et al., 2014)

Procuremos detalhar um pouco mais algumas das investigações realizadas nestes trabalhos. No caso de (i), o estudo recorreu à Microscopia Raman, tendo sido possível efetuar a distinção entre selos postais originais (1847) e 1858-1862 e as falsificações dos mesmos.(Chaplin et al., 2004) A raridade e, portanto, o alto valor alcançado por estes selos – com a mais rara conquista de cerca de £ 1 milhão em leilão – levou à falsificação destes.(Chaplin et al., 2004) Para o selo original 1847 1d, o pigmento vermelho-laranja foi identificado como óxido de chumbo (II, IV) (Pb_3O_4 – “vermelho de chumbo”);(Chaplin et al., 2004) os selos originais e reproduções 1847 2d, diferem apenas nos tons de azul e na fibra de papel, foram detetados alguns cristais que pertencem ao azul ultramarino. Tendo isso possibilitado a distinção entre a reprodução, que continha os cristais, e o selo original.(Chaplin et al., 2004)

Os primeiros selos postais japoneses de 1871-1876 (item (vii) acima), gravados à mão, foram analisados e um dos objetivos assumidos foi o de distinguir selos postais, gravados por duas entidades diferentes, um gravador privado, *Atsutomo Matsuda* e, a partir de 1873, pelo Governo Japonês.(Araki et al., 2016) A análise química dos selos postais recorreu de técnicas não-invasivas (FTIR, Raman, XRF e espectroscopia de absorção) e invasivas (HPLC). (Araki et al., 2016)

A origem das diferentes cores nestes selos postais, tais como, o azul, o amarelo, o verde, o castanho, a púrpura e o preto foi analisada. Concluiu-se que *Matsuda* usava principalmente pigmentos inorgânicos como o azul da Prússia, o cinábrio, o vermelho de chumbo, em contraste com as impressões feitas pelo Governo Japonês que utilizou, azul ultramarino, cochinha, o “amarelo cromado”, o verde-esmeralda e derivados (não especificados) sintéticos do trifenilmetano.(Araki et al., 2016)

Os selos postais lilases da Rainha Vitória foram recentemente analisados, tendo sido detetada a presença da icónica mauveína, usada para colorir os selos postais de 1867-1880.(Conceição Oliveira et al., 2014) A técnica cromatográfica HPLC-DAD-MS/MS foi escolhida para a realização das análises químicas, o que conduziu à descoberta de mauveína produzida por diferentes processos sintéticos.

Deste estudo foi possível concluir, de mais de 35 selos postais lilases analisados, que na maioria dos selos postais de 1867-1880 foi utilizada a mauveína na sua impressão. No entanto, em alguns selos postais, o ácido carmínico foi encontrado como o corante maioritário, apesar desses mesmos selos apresentarem uma cor lilás. (Conceição Oliveira et al., 2014)

Chegamos agora ao objeto de estudo deste trabalho: quais os corantes/pigmentos utilizados na impressão dos primeiros selos postais Portugueses?

Sobre os corantes usados nos selos postais Portugueses, é apenas conhecido que o material utilizado para a impressão dos primeiros exemplares proveio de uma caixa originária de Inglaterra. A sua constituição química permanece desconhecida até aos dias de hoje.

3. Resultados e Discussão

Foram analisados trinta e quatro selos postais Portugueses (incluindo réplicas), organizados em doze grupos. Para esta análise foram escolhidos selos postais de cor vermelha, rosa e púrpura, de que se ilustram alguns exemplares nas Figuras 6-8.¹ Os selos postais foram analisados recorrendo a técnicas não – destrutivas

¹ A identificação (com acrónimo) das amostras foi realizada com base no seu número de catálogo (¹3-160), no seu ano de impressão (1857-1909) e o número da réplica (1-3). Por exemplo, o acrónimo 13_1857-62_Rep1 representa o selo postal com o número de catálogo **13**, impresso no ano **1857-1862** e a réplica número **#1**.

(espectroscopia de UV-Vis e fluorescência de raios-X (XRF, do inglês)) e destrutivas (Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (HPLC, do inglês)).



Figura 6 – Exemplo de dois selos postais Portugueses vermelhos analisados, 13_157-62_Rep1 (esquerda) e 22_1866_Rep1 (direita).



Figura 7 – Exemplo de dois selos postais Portugueses rosa analisados, 66_1884_Rep2 (esquerda) e 160_1909_Rep2 (direita).



Figura 8 – Exemplo de dois selos postais Portugueses púrpura e vermelho-alaranjado analisados, 54_1880_Rep1 (esquerda) e 149_1898_Rep1 (direita).

3.1. Fluorescência de Raios-X (XRF)

Recorreu-se, numa primeira fase, à análise dos diferentes selos postais por XRF uma vez que esta permitiria fazer uma diferenciação quanto à origem orgânica (corantes) ou inorgânica (pigmentos) da cor.

A determinação dos elementos presentes apenas na tinta foi realizada através da subtração do espectro do papel (ii) ao espectro obtido para a área colorida (tinta, (i)) (Figura 9).

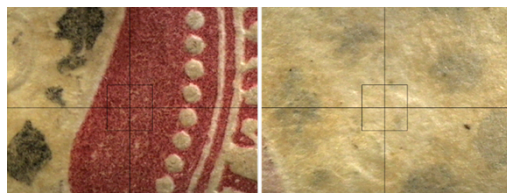


Figura 9 – Exemplo de uma análise por XRF ao selo postal 30_1867_Rep1.

A identificação de corantes orgânicos por XRF é muito limitada. (Duran et al., 2014; Hahn et al., 2004) Houve, pois, necessidade de recorrer a outras técnicas que permitissem a identificação do material corante.

No entanto, no que diz respeito aos pigmentos inorgânicos, vários elementos metálicos foram detetados como, por exemplo, o mercúrio (Hg), enxofre (S), chumbo (Pb). Uma vez detetada a sua presença foi necessário avaliar a sua distribuição pelo selo postal. Deste modo, o mapeamento do selo postal, permitiu a obtenção da distribuição espacial de cada um destes elementos. A Figura 10, apresenta, como exemplo, o mapeamento de Hg para um selo postal.



Figura 10 – Mapeamento, por XRF, de mercúrio (Hg) no selo postal 22_1866_Rep1.

A presença simultânea de Hg e S constitui uma forte indicação da presença do pigmento inorgânico cinábrio (HgS). (Oliaiy, et al., 2009; Schwab et al., 2016) Pela Figura 10, observa-se que o Hg se encontra maioritariamente presente na zona que corresponde à área com cor, aliando a detecção de enxofre (S) nesta zona, pode concluir-se que este selo postal foi impresso com cinábrio (HgS).

Para o selo postal 54_1880_Rep1, o pigmento identificado foi o óxido de chumbo ($\text{Pb}_3\text{O}_4/\text{PbO}$). A análise por XRF não revelou a presença de mais nenhum ião metálico e o respetivo mapeamento do chumbo (Pb) confirma a sua presença na área colorida (Figura 11).

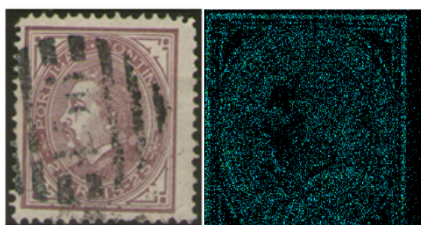


Figura 11 – Mapeamento, por XRF, de chumbo (Pb) no selo postal 54_1880_Rep1.

Noutros selos postais foi igualmente identificada a presença de chumbo por XRF. Contudo, contrariamente ao que foi verificado anteriormente, em alguns desses selos foram detetados outros iões metálicos, o que elimina a possibilidade de serem óxidos de chumbo. Tendo em consideração outros autores (Oliaiy et al., 2009; Schwab et

al., 2016), a presença de Pb e crómio (Cr) constitui igualmente uma evidência da presença de um pigmento inorgânico, em particular do cromato de chumbo (PbCrO_4). No selo 149_1898_Rep1, foi detetada a presença de Pb e Cr. A deteção destes elementos é uma forte indicação da presença do referido pigmento. Na Figura 12, podemos verificar que a distribuição de Pb e do Cr se encontra maioritariamente na zona correspondente à área colorida, confirmando assim que o pigmento utilizado terá sido o cromato de chumbo.

Para as restantes amostras, 13_1857-62, 16_1862-66, 22_1866_Rep1 e réplica 2, 30_1867_Rep2, 40_1870-79, 62_1887, 66_1884, 141_1899 e 160_1909, a ausência de metais indica que o agente corante terá origem orgânica.



Figura 12 – Mapeamento, por XRF, de chumbo (Pb, esquerda) e de crómio (Cr, direita) no selo postal 149_1898_Rep1.

3.2. Absorção UV-Vis

Com o intuito de identificar os corantes orgânicos, a abordagem seguinte consistiu no uso da técnica de absorção UV-Vis. Assim, com o propósito de encontrar condições semelhantes às dos selos postais (e ao mesmo tempo evitar a sua destruição), foram desenvol-

vidos padrões que pretendiam mimetizar os selos (Figura 13) para posterior comparação de resultados.

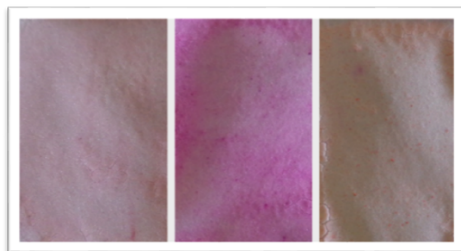


Figura 13 – Padrões utilizados em papel de filtro. Da esquerda para a direita: ácido carmínico, fuschina e eosina y.

Os espectros de absorção dos selos postais foram obtidos na zona mais colorida e, quando possível, sem carimbo. Os espectros de absorção dos padrões foram obtidos em duas condições distintas: estado sólido (em pó) e mistura (amido de batata, água e corante).

Utilizando um selo postal como exemplo (Figura 14), é possível verificar a existência duma sobreposição do espectro de absorção do selo postal com o espectro de absorção do padrão (coincidente com a mistura).

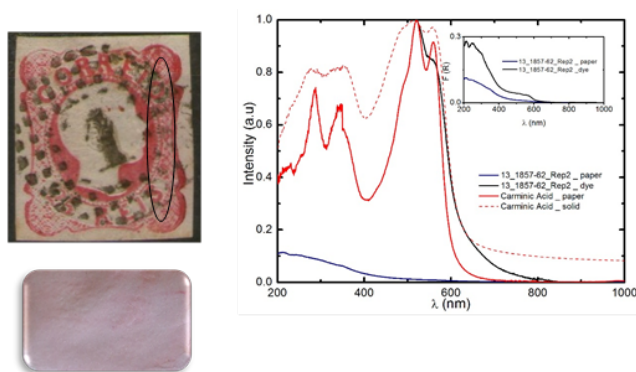


Figura 14 – Comparação do espectro de absorção do selo postal 13_1857-62_Rep2 – *paper*: costas do selo; *dye*: área colorida analisada (representada na imagem por um círculo) – com o padrão, ácido carmínico – *paper*: papel de filtro pintado com a mistura; *solid*: estado sólido (pó).

Tendo em conta a Figura 14, os resultados dão uma forte indicação de que o corante utilizado terá sido o ácido carmínico. Os mesmos resultados foram obtidos para os restantes selos postais que apresentavam cor vermelha. No entanto, foi extraído o corante destes selos postais e analisado por HPLC de forma a confirmar os resultados, oO que se veio a verificar (ver seção seguinte). (Pinto, 2018)

Nos selos postais 62_1887, 66_1884, 141_1899 e 160_1909, devido à sua cor rosa, a eosina y foi o padrão utilizado. Pela Figura 15, pode observar-se a existência de uma boa sobreposição, na região do visível do espectro de absorção, entre o selo postal 62_1887_Rep1 e a eosina y. Tal como nas amostras anteriores, foi realizada uma análise por HPLC, que confirmou a presença de eosina y (ver seção seguinte).(Pinto, 2018)

Desta análise obtiveram-se dados para os selos postais muito próximos, ou mesmo coincidentes, com os padrões usados, ácido carmínico e eosina y, indicando assim a sua presença nos selos estudados.

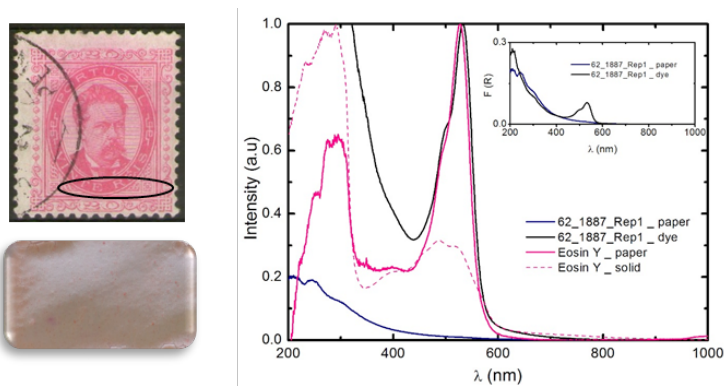


Figura 15 – Comparação do espectro de absorção do selo postal 62_1887_Rep1 – *paper*: costas do selo; *dye*: área colorida analisada (representada na imagem por um círculo) – com o padrão, eosina y – *paper*: papel de filtro pintado com a mistura; *solid*: estado sólido (pó).

3.3. Cromatografia Líquida de Alta Eficiência com detecção por Espectrometria de Massa (HPLC-MS) e de Absorção UV-Vis (HPLC-DAD)

Uma vez identificados os pigmentos inorgânicos e os (possíveis) corantes orgânicos, houve a necessidade de confirmar a presença destes últimos. Para tal, foi necessário recorrer a uma técnica destrutiva, a técnica cromatográfica que permite separar compostos que se encontrem numa mistura/solução.

Neste trabalho foram utilizados dois detetores, espectrometria de massa (MS) e de absorção na região do UV-Vis (*Diode Array Detector*, DAD). O primeiro fornece dados sobre a massa molecular, obtendo-se o padrão de fragmentação da molécula, sendo este característico de cada molécula. Através do DAD, obtêm-se os espectros de absorção das diferentes moléculas presentes. Aliando estes diferentes parâmetros, tempos de retenção, espectro de massa ou espectro de absorção, é possível efetuar uma identificação das moléculas presentes no corante.

3.3.1. Separação e Identificação dos Corantes em Selos Postais por HPLC

Os selos postais analisados foram submetidos a um prévio processo de extração do corante. Nos selos postais que apresentavam cor vermelha (analisados por HPLC-MS) foi confirmado, pela coincidência do tempo de retenção e da razão massa/carga quer do padrão quer dos selos postais, que o corante responsável por essa mesma cor era de facto o ácido carmínico.

Para os selos postais de cor rosa (66_1884 e 141_1899), analisados por HPLC-DAD, pela sobreposição do seu espectro de absorção e respetivo tempo de retenção com o padrão, pôde-se verificar que estes continham, efetivamente, eosina y.

Tabela 1 – Selos postais analisados, sendo indicada a origem orgânica ou inorgânica do corante ou pigmento identificado.

Selo Postal		Orgânico	Inorgânico
13_1857-62	Rep1	Ácido carmínico	-
	Rep2	Ácido carmínico	
	Rep3	Ácido carmínico	
16_1862-66	Rep1	Ácido carmínico	-
	Rep2	Ácido carmínico	
	Rep3	Ácido carmínico	
22_1866	Rep1	-	HgS
	Rep2	Ácido carmínico	-
	Rep3	Ácido carmínico	-
25_1867	Rep1	-	PbS
	Rep2		PbS
30_1867	Rep1	-	HgS
	Rep2	Ácido carmínico	-
	Rep3	Ácido carmínico	HgS
40_1870-79	Rep1	Ácido carmínico	-
	Rep2	Ácido carmínico	
	Rep3	Ácido carmínico	
54_1880	Rep1	-	PbO/Pb ₃ O ₄
	Rep2		PbO/Pb ₃ O ₄
	Rep3		PbO/Pb ₃ O ₄
62_1887	Rep1	Eosina Y	-
	Rep2	Eosina Y	
	Rep3	Eosina Y	
66_1884	Rep1	Eosina Y	-
	Rep2	Eosina Y	
141_1899	Rep1	Eosina Y	-
	Rep2	Eosina Y	
	Rep3	Eosina Y	
149_1898	Rep1	-	PbCrO ₄
	Rep2		PbCrO ₄
	Rep3		PbCrO ₄
160_1909	Rep1	Eosina Y	-
	Rep2	Eosina Y	
	Rep3	Eosina Y	

Foi possível verificar que, maioritariamente, os corantes utilizados eram de origem orgânica. Mais ainda, verificou-se que em 1866 e 1867, no que diz respeito aos selos de cor vermelha, existiu uma produção dos mesmos onde existiu mistura de ambos (corantes e pigmentos). O mesmo não se verificou para os de cor rosa, onde estes apenas apresentaram eosina y. De salientar que para o ano de 1867 foram estudadas duas cores, púrpura e vermelho, sendo que para a cor púrpura foi identificado, como fonte molecular da cor, o pigmento PbS e para a cor vermelha, os corantes ácido carmínico e cinábrio (em alguns exemplares a mistura de ambos, consultar Tabela 1 onde estão sumariados os selos postais analisados).

4. Conclusões

O principal desafio colocado no início deste trabalho foi o de identificar as moléculas da cor usadas nos primeiros selos postais Portugueses.

Com base neste estudo foi possível, pela utilização conjunta de diferentes técnicas analíticas, uma identificação dos corantes (tendo sido identificados ácido carmínico e eosina y) e dos pigmentos (tendo sido identificados óxidos de chumbo, cromato de chumbo, sulfito de chumbo e, ainda, cinábrio) presentes nos primeiros selos postais Portugueses, de cor vermelha, rosa e púrpura. De especial relevo é o facto de se encontrarem muitos pigmentos (em particular o cinábrio) em períodos em que na maioria dos países europeus (e mundiais) o uso de corantes orgânicos era, a julgar pelos estudos existentes, dominante.

Podemos assim dizer que foi realizada, pela primeira vez, uma análise química conclusiva aos primeiros selos postais Portugueses.

No entanto, até chegar a um bom porto, algumas dificuldades foram surgindo, nomeadamente, com a pouca informação histó-

rica no que à composição química das tintas usadas diz respeito. A obtenção das melhores condições para a execução de padrões foi também uma dificuldade dado que, mais uma vez, se desconhecia a origem e composição do papel utilizado nos selos postais. De modo a tornar esta investigação mais aliciante para o conhecimento da história química dos selos postais, uma articulação entre estudos histórico-sociais e químicos constituirá por certo no futuro uma forma de enriquecimento do mesmo.

5. Referências Bibliográficas

- Araki, S., Kondo, E., Shibata, T., Yokota, T., Suzuki, M., Hirashita, T., Yamaguchi, K., Matsumoto, H. & Murase, Y. (2016). Analysis of Pigments in the Printing Inks of the First Japanese Postage Stamps, the Hand-Engraved Issues. *Bulletin of the Chemical Society of Japan*, 89 (5), 595-602. doi: 10.1246/bcsj.20150421
- Balfour-Paul, J. (1998). Indigo: British Museum Press.
- Castro, K., Abalos, B., Marti, I., Etxebarria, N& Manuel, J. (2008). Scientific examination of classic Spanish stamps with colour error, a non-invasive micro-Raman and micro-XRF approach : The King Alfonso XIII (1889-1901 "Pelón") 15 cents definitive issue. *Journal of Cultural Heritage*, 9, 189-195. doi: 10.1016/j.culher.2008.02.001
- CFP – Clube Filatélico de Portugal. (2010). *Pêra de Satanás*, em [http://leiloes.cfpportugal.pt/25LeilaoCFP/0001 a 0235 Colecao Invicta/slides/0139.html](http://leiloes.cfpportugal.pt/25LeilaoCFP/0001%20a%20235%20Colecao%20Invicta/slides/0139.html)
- Chaplin, T. D., Clark, R. J. H.& Beech, D. R. (2002). Comparison of genuine (1851-1852 AD) and forged or reproduction Hawaiian Missionary stamps using Raman microscopy. *Journal of Raman Spectroscopy*, 33 (6), 424-428. doi: 10.1002/jrs.874
- Chaplin, T. D., Jurado-López, A., Clark, R. J. H.& Beech, D. R. (2004). Identification by Raman microscopy of pigments on early postage stamps: Distinction between original 1847 and 1858-1862, forged and reproduction postage stamps of Mauritius. *Journal of Raman Spectroscopy*, 35 (7), 600-604. doi: 10.1002/jrs.1208
- Conceição Oliveira, M. D., Dias, A., Douglas, P.,&Seixas de Melo, J. S. (2014). Perkin's and caro's mauveine in queen victoria's lilac postage stamps: A chemical analysis. *Chemistry – A European Journal*, 20 (7), 1808-1812. doi: 10.1002/chem.201303232
- Cooksey, C.&Dronsfield, A. (2009). Fuchsine or magenta: the second most famous aniline dye. A short memoir on the 150th anniversary of the first commercial production of this well known dye. *Biotechnic & Histochemistry*, 84 (4), 179-183. doi: 10.1080/10520290903081401
- Duran, A., López-Montes, A., Castaing, J.& Espejo, T. (2014). Analysis of a royal 15th century illuminated parchment using a portable XRF-XRD system and micro-

- invasive techniques. *Journal of Archaeological Science*, 45(1), 52-58. doi: 10.1016/j.jas.2014.02.011
- Ferrer, N&, Vila, A. (2006). Fourier transform infrared spectroscopy applied to ink characterization of one-penny postage stamps printed 1841-1880. *Analytica Chimica Acta*, 555 (1), 161-166. doi: 10.1016/j.aca.2005.08.080
- Garfield, S. (2002). *MAUVE. How One Man Invented a Color That Changed the World*. EUA, Nova Iorque: W.W. Norton & Company.
- Graebe, C.&Liebmann, C. (1868). Ueber Alizarin und Anthracen. *Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft*, 1 (1), 49-51. doi: 10.1002/cber.18680010120
- Griffiths, J. (1984). Developments in the light absorption properties of dyes-colour and photochemical degradation reactions. In J. Griffiths (Ed.), *Developments in the Chemistry and Technology of Organic Dyes* (Vol. 7). London: Backwell Scientific Publications Inc.
- Hahn, O., Oltrogge, D.&Bever, H. (2004). Coloured prints of the 16th century: Non-destructive analyses on coloured engravings from Albrecht DÜRER and contemporary artists. *Archaeometry*, 46(2), 273-282. doi: 10.1111/j.1475-4754.2004.00157.x
- Healey, M. (2006). Postmark Could Help Prove Rare Stamps Are Authentic.
- Imperio, E., Giancane, G., Valli, L. (2013). Spectral database for postage stamps by means of FT-IR spectroscopy. *Analytical Chemistry*, 85(15), 7085-7093. doi: 10.1021/ac401067r
- Lage Cardoso, E. C. E. (1998). *Princípios Básicos da Filatelia*. Lisboa.
- Lamb, T., Bourriau, J. (1995). *Colour: Art & Science* Cambridge: Cambridge University Press.
- Lera, T., Giaccari, J., Little, N. (2013). A Scientific Analysis of the First Issues of Chile 1853 – 1862 , London Printing. *SMITHSONIAN CONTRIBUTIONS TO HISTORY AND TECHNOLOGY*, 19-33.
- Melo, M. J. (2009). History of Natural Dyes in the Ancient Mediterranean World. In T. Bechtold & R. Müssak (Eds.), *Handbook of Natural Colorants* (pp. 1-20): John Wiley & Sons, Ltd.
- Melo, M. J., Ferreira, J. L., Parola, A. J., Seixas de Melo, J. S. (2016). Photochemistry for Cultural Heritage. In G. Bergamini & S. Silvi (Eds.), *Applied Photochemistry: When Light Meets Molecules* (pp. 499-530). Cham: Springer International Publishing.
- Miranda da Mota, J. (2016). *Selos Postais e Marcas Pré-Adesivas* (31 ed.). Póvoa de Varzim, Portugal: Mundifil.
- Oliai, P., Agha-Aligol, D., Shokouhi, F.&Lamehi-Rachti, M. (2009). Analysis of Iranian postage stamps belonging to the Qajar dynasty (18th-20th Century's) by micro-PIXE. *X-Ray Spectrometry*, 38(6), 479-486. doi: 10.1002/xrs.1202
- Oliveira Marques, A. H. (1995). *História do Selo Postal Português (1853-1953)* (2nd ed. Vol. Volume I, The Monarchy Postage Stamps (1853-1910)). Lisbon: Planeta Editora.
- Phillips, M. (1929). The Chemistry of Anthraquinone. *Chemical Reviews*, 6 (1), 157-174. doi: 10.1021/cr60021a007

- Pinto, C.&Seixas de Melo, J. S. (2018). The molecules of color in Portuguese postage stamps (1857–1909) *Pure and Applied Chemistry*; 90 (3): 435–445.
- Schwab, N. V., Meyer, P., Bueno, M. I. M. S.&Eberlin, M. N. (2016). Energy Dispersive X-Ray Fluorescence Profile of Some Brazilian Postage Stamps. *Journal of The Brazilian Chemical Society*, 27 (7), 1305-1310.
- Seixas de Melo, J., Melo, M. J.&Claro, A. (2006). As Moléculas da Cor. Na Arte e na Natureza. *Química: Boletim da Sociedade Portuguesa de Química*, 101, 44-55.
- Seixas de Melo, J. S. (2018). The molecules of colour *Photochemistry: Volume 45* (Vol. 45, pp. 68-100): The Royal Society of Chemistry.
- Vieira, A. M. O. (1983). *Selos Clássicos de Relevo de Portugal*. Porto: “Núcleo Filatélico do Ateneu Comercial do Porto
- Zollinger, H. (2003). *Color Chemistry. Synthesis, Properties, and Applications of Organic Dyes and Pigments* (3rd ed.). Zürich: Verlag Helvetica Chimica Acta & Wiley-VCH.

**A PETROGRAFIA MICROSCÓPICA NO ENSINO
DA MINERALOGIA E PETROLOGIA,
NA UNIVERSIDADE DE COIMBRA, NO FINAL DO
SÉCULO XIX E INÍCIO DO SÉCULO XX.
O EXEMPLO DA COLEÇÃO KRANTZ DE LÂMINAS
DELGADAS**

**THE MICROSCOPIC PETROGRAPHY
AND THE TEACHING OF MINERALOGY AND
PETROLOGY AT THE UNIVERSITY OF COIMBRA,
DURING THE LATE NINETEENTH AND EARLY
TWENTIETH CENTURIES. THE EXAMPLE OF THE
KRANTZ COLLECTION OF THIN SECTIONS**

Elsa M. C. Gomes

0000-0001-6307-1859

Centre for Mechanical Engineering, Materials and Processes (CEMMPRE),
Departamento de Ciências da Terra, Universidade de Coimbra, Portugal
egomes@dict.uc.pt

Pedro M. Callapez

0000-0002-6493-2208

Centro de Investigação da Terra e do Espaço da Universidade de Coimbra
(CITEUC), Departamento de Ciências da Terra, Universidade de Coimbra,
Portugal
callapez@dict.uc.pt

Carla Sofia da Silva Marques

0000-0003-2776-3131

Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade de Coimbra, Portugal

mscarla1982@gmail.com

Carlos Barata

0000-0003-3524-0752

Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade de Coimbra, Portugal

Carlos18barata@gmail.com

Resumo: O ensino da Mineralogia e Petrologia na Universidade de Coimbra, entre o final do século XIX e inícios do XX, surgiu e evoluiu no contexto dos avanços técnicos e científicos de 1900, que culminaram com o advento do microscópio de polarização. Neste período muito se deveu ao esforço de António José Gonçalves Guimarães, um dos vultos influentes na Faculdade de Filosofia de então, como lente da cadeira de «Mineralogia e Petrologia» e diretor da Secção de Mineralogia e Geologia do Museu de História Natural. É-lhe atribuída a iniciativa de aquisição de diversas coleções didáticas, instrumentos e demais equipamentos, de que destacamos, neste estudo, a coleção Krantz de lâminas delgadas. Este acervo, de dimensão internacional, constituiu um recurso didático valioso na introdução da petrografia microscópica, como uma metodologia essencial no estudo de minerais e rochas. Do ponto de vista científico, foi a base da investigação em Mineralogia e Petrologia por mais de um século e, no ensino, mantém-se como disciplina base de Geologia, nas universidades portuguesas.

Palavras-Chave: Coleção Krantz, lâminas delgadas, petrografia, microscópio de luz polarizada, Universidade de Coimbra

Abstract: During the late 19th and early 20th centuries the teaching of Mineralogy and Petrology at the University of Coimbra emerged and evolved in the context of the technical and scientific advances of the first of these centuries, culminating with the advent of the polarizing microscope. Through this period much was due to the efforts of António José Gonçalves Guimarães, one of the influent personalities of that time, at the Faculty of Philosophy, as a professor of «Mineralogy and Petrology» and director of the Section of Mineralogy and Geology of the Natural History Museum. For such purposes, he was responsible for the acquisition of many didactic collections, instruments and other equipment, of which we highlight, in this study, the Krantz collection of thin sections of rocks. This collection was a valuable didactic resource for the introduction of microscopic petrography as an essential methodology in the study of minerals and rocks. From a scientific point of view, it was the basis of research in Mineralogy and Petrology for more than a century and it remains as a basic course in programs of study in Geology, at the Portuguese universities.

Keywords: Krantz collection, thin sections, petrography, polarizing microscope, University of Coimbra

1. Introdução

O surgimento de conteúdos e atividades letivas sobre minerais e rochas, na Universidade de Coimbra (UC), constituiu uma das muitas consequências positivas da criação dos estudos de História Natural, no âmbito da reforma pombalina de 1772. Aos desígnios que conduziram à sua implementação, dentro do espírito de modernidade estruturante de que se revestiu a criação da Faculdade

de Filosofia Natural, não terá sido estranha a percepção, por parte do legislador e de alguns dos lentes desse período, entre os quais Domenico Vandelli (1735-1816), de que a Mineralogia e a Geognosia constituíam áreas do saber com importância científico-tecnológica e formativa, estratégicas para o desenvolvimento económico do Reino, confrontado que estava com os progressos crescentes da Revolução Industrial de além-fronteiras. Na realidade, para além de problemáticas referentes à Mineralogia sistemática e à importância do estudo dos minerais e rochas em si mesmo, estavam em causa a Metalurgia e Arte de Minas e, com ela relacionados, os estudos de Docimásia e de Montanística, com vista a que os alunos pudessem adquirir competências sobre paragéneses e jazidas, incluindo as resultantes da experimentação prática, que pudessem ser úteis à prospeção e exploração mineiras em Portugal e seus territórios ultramarinos, mas também à transformação de matérias-primas daí decorrentes, permitindo suprir de quadros as indústrias ressurgentes.

A criação do Gabinete de História Natural no Colégio de Jesus (e.g. Ferreira, 1990; Baptista, 2000, 2010; Callapez & Brandão, 2011) e, mais tarde, já em 1801, do Gabinete de Metalurgia (Ferreira, 1998), vieram dotar a UC de coleções substanciais de Mineralogia e Petrologia, utilizadas em atividades letivas e consubstanciadas pela publicação de manuais próprios, de que foram apanágio os Elementos de Metalurgia (1798, com *fac-simile* reeditado em 2000) e as Tábuas Mineralógicas (1823, reeditadas em 1835) de Manuel Barjona (1758-1831) (Ferreira, 1990, 1998). Para a tão necessária qualificação destas novas áreas do saber, através da especialização de lentes, de recursos bibliográficos atualizados e de amostras, instrumentos e modelos, também terão contribuído as longas estâncias que José Bonifácio de Andrada e Silva (1763-1838), João António Monteiro (1769-1834) e Paulino de Nola Oliveira e Sousa (1759-1831) efetuaram em instituições no estrangeiro, sobretudo em Paris e em Freiberg (Ferreira, 1988, 1992; Pinto *et al.*, 2011). Para além de

diversas remessas enviadas pelos dois últimos, ao longo de vários anos, destaca-se a importante coleção de minerais trazida pelo Padre Nola, em meados de 1822, a qual viria a fazer parte integrante do Gabinete de Metalurgia e, mais tarde, dos acervos do então criado Museu de História Natural da Universidade (Monte-São, 1872).

Desta forma, desde os primeiros anos que se seguiram à reforma de 1772, ao longo do último quartel de oitocentos e durante todo o século XIX, a Faculdade de Filosofia Natural pautou-se pela existência de condições substanciais ao nível de qualidade letiva, na pessoa de diversos lentes com conhecimentos e preparação efetiva para lecionarem conteúdos de Geologia, auxiliados por um universo crescente de recursos, incluindo amostras de minerais e rochas, disponíveis nos gabinetes e museu, para manuseamento por professores e alunos. O histórico de disciplinas nestas áreas é longo e traduz a evolução do conhecimento e pensamento geológico, numa jovem ciência em renovação: História Natural (1772-1791), Zoologia e Mineralogia (1791-1835), Metalurgia (1801-1835), Mineralogia, Geognosia e Metalurgia (1835-1844) e Mineralogia, Geologia e Arte de Minas (1844-1886) (Ferreira, 1998; Universidade de Coimbra, 1878-1921).

Estavam, assim, criadas as condições para que uma profícua escola de Mineralogia e Petrologia existisse na academia de Coimbra, sobretudo a partir de 1880, já sob tutela de António José Gonçalves Guimarães (1850-1919). Durante este período ampliaram-se significativamente as coleções de minerais e rochas do museu, a par da aquisição repetida de instrumentos óticos, incluindo microscópicos petrográficos, permitindo assim implementar os estudos de Petrografia e de Petrologia e, não muito longe do que melhor se fazia na época, a nível universitário, conforme daremos conta nos parágrafos seguintes.

Desta forma, através do presente estudo pretende-se: 1) divulgar e descrever a coleção Krantz de lâminas delgadas pertencente aos

acervos do Museu da Ciência da UC; 2) enfatizar as principais etapas no avanço da petrografia microscópica, na Europa e na UC, no final do século XIX e início do século XX; 3) destacar os vultos mais influentes no ensino da Mineralogia e Petrologia, na UC, durante o mesmo período histórico; 4) discutir a importância da petrografia microscópica no ensino da Geologia, na mesma época; 5) discutir os desafios do ensino da petrografia no século XXI.

2. O advento do microscópio petrográfico

O microscópio petrográfico, também designado por microscópio de polarização, constitui um dos instrumentos fundamentais na base da investigação em Mineralogia e Petrologia durante mais de um século. Outros instrumentos com igual impacto nestas áreas da Geologia são o difratómetro de raios X, a microsonda eletrónica e o microscópio eletrónico de transmissão. As primeiras determinações da estrutura cristalina por difração de raios X foram publicadas por William Henry Bragg (1862-1942) e pelo seu filho William Lawrence Bragg (1890-1971), em 1914. A microsonda eletrónica deu os seus primeiros passos no início dos anos 60 do século XX, proporcionando análises químicas pontuais e precisas dos minerais. A partir do início dos anos 70 do século XX, o microscópio eletrónico de transmissão veio permitir a ampliação, na ordem de milhões de vezes, da estrutura interna dos minerais (Klein & Hurlbut, 1989).

O microscópio petrográfico é uma ferramenta poderosa na observação e determinação das propriedades óticas dos minerais, que se acrescentam às outras propriedades físicas observadas à escala mesoscópica, possibilitando, dessa forma, a sua caracterização e identificação. A evolução deste instrumento segue os avanços da Cristalografia e da Ótica, desde o século XVI até ao século XIX, na Europa. Assim, o reconhecimento dos princípios da propagação da

luz e, em particular, das propriedades da luz polarizada, no início do século XIX, proporcionaram o fabrico de placas polarizadoras utilizadas nos primeiros microscópios de polarização. Os dispositivos de polarização desta época usavam placas de vidro, cristais de turmalina e romboedros de calcite. Todavia, foram reconhecidas algumas dificuldades na utilização destes polarizadores, como a reduzida intensidade da luz nas maiores ampliações, a interferência da cor forte da turmalina e a redução do campo de visão, respetivamente (Kile, 2003).

2.1. Marcos no avanço da Petrografia microscópica

Newcomb (2009) reconhece três estádios importantes no uso da ampliação, que representam, igualmente, marcos basilares na introdução da Petrografia microscópica no estudo de minerais transparentes. Em 1815, o naturalista francês Pierre-Louis-Antoine Cordier (1777-1861), utilizou o microscópio para estudar fragmentos de minerais separados, por densidade, por flutuação e/ou com um ímã, de basaltos previamente moídos. Cordier examinou os cristais individuais, antes e depois da fusão com uma zarabatana, tendo estudado diferentes tipos de basaltos de várias regiões. Como reconhecimento da importância dos seus estudos para o avanço da Mineralogia, foi honrado com a atribuição do seu nome ao mineral cordierite. Em 1828, o escocês William Nicol (1768-1851), leitor da Universidade de Edimburgo, inventou o prisma de Nicol, um polarizador eficiente formado por duas metades de um romboedro de calcite, coladas com bálsamo do Canadá. Em 1834, o mesmo W. Nicol descreveu o método de preparação de lâminas delgadas de madeira fossilizada, que observou ao microscópio, com luz polarizada. O método era popular entre os entusiastas da observação microscópica, mas Nicol foi o pioneiro na sua descrição. No entanto, foram necessárias cerca

de duas décadas para que, em 1851, Henry Clifton Sorby (1826-1908), conhecido como Sorby de Sheffield, aplicasse o método descrito por W. Nicol à preparação de lâminas delgadas de rocha. Sorby realizou trabalho notável no âmbito do estudo microscópico de lâminas delgadas de rochas e de meteoritos (Kile, 2003).

3. Metodologia

Para adequar a coleção de lâminas delgadas aos currículos da área de Geologia, no final do século XIX início do século XX, na UC, procedeu-se à pesquisa e análise do quadro das disciplinas e dos respetivos docentes, bem como dos temas lecionados na época. Para tal foram consultados os Anuários da Universidade de Coimbra, para os anos letivos de 1877-1888 a 1920-1921.

Foi, igualmente, analisado o catálogo da coleção Krantz de lâminas delgadas (Busz, 1897), no que respeita à organização da coleção e à classificação e descrição das amostras, e observadas, ao microscópio de polarização, as 248 lâminas delgadas existentes na coleção.

4. Ensino da petrografia na UC

4.1. A coleção Krantz de lâminas delgadas

A partir da segunda metade do século XIX, assiste-se a um investimento significativo, por instituições de ensino e museus de toda a Europa, onde se incluem a Faculdade de Filosofia e o Museu de História Natural da Universidade de Coimbra, na aquisição de coleções didáticas de rochas, minerais, lâminas delgadas, fósseis e modelos cristalográficos, sobretudo a *comptoirs* franceses e alemães de História Natural. Destes *comptoirs*, destaca-se a Casa Krantz,

fundada a 14 de dezembro de 1833, em Freiberg, por Adam August Krantz (1809-1872). Em 1837, A. Krantz mudou o seu negócio para Berlim e, em 1850, para Bona, onde ainda hoje está sediada. Depois da morte de A. Krantz, em 1872, foi gerida pelo seu genro Theodor Hoffmann, durante 16 anos, e, mais tarde, comprada por Friedrich Ludwig Robert Krantz (1859-1926), sobrinho do fundador, detentor de vastos conhecimentos de Mineralogia e Cristalografia (Krantz ältestes geologisches warenhaus weltweit, sd; Wilson, 2017).

A coleção Krantz de lâminas delgadas, conservada no Museu da Ciência da Universidade de Coimbra, compreende 248 lâminas delgadas, das 250 originais. O preço, indicado no catálogo, era de 325 marcos. A coleção podia incluir as respetivas amostras de mão, talhadas no formato 8½ x 11 cm, a que acrescia o montante de 575 marcos.

O catálogo que acompanha a coleção (Fig. 1a) tem prefácio de K. Busz, Professor de Mineralogia e Geologia da Real Academia em Munique, e data de maio de 1897 (Fig. 1b). Compreende um guia de consulta da coleção (Fig. 2a) e a descrição de pormenor, às escalas mesoscópica e microscópica, das 250 amostras de rocha (Fig. 2b). A compilação é executada por K. Busz, a pedido de Friedrich Krantz, e o estudo realizado de acordo com a 3ª edição do manual “Mikroskopischen Physiographie der massige Gesteine”, da autoria de H. Rosenbusch (1836-1914), com ano de publicação de 1895/96, de acordo com o prefácio. Busz (1987) realça ainda a apresentação dos principais tipos de rochas e o propósito da sua aplicação no ensino e no estudo autónomo.

A coleção é composta por 225 rochas ígneas e inclui 25 lâminas delgadas de rochas metamórficas, descritas, no catálogo, como “rochas de contacto”. Está organizada em três grandes grupos, conforme a tabela 1: rochas plutónicas (61 exemplares), filonianas (33 exemplares) e extrusivas (131 exemplares). Alguns dos termos usados são hoje considerados obsoletos pela «Subcomission of the Systematics

of Igneous Rocks» da «International Union of Geological Sciences» (IUGS). Contudo, os trabalhos de revisão da nomenclatura das rochas ígneas só foram iniciados em 1970, tendo as conclusões sido publicadas em livro em 1989 (Le Maitre, 1989). No que respeita à proveniência das amostras, cerca de 68,4% foram colhidas em regiões da Alemanha, 29,6% noutros países europeus, como a Hungria (8,0%), Itália (7,6%), França (3,2%), Noruega (2,4%) e Inglaterra (1,6%), 1,2% nos Estados Unidos, 0,4% no Brasil e 0,4% na Nova Zelândia (Fig. 3).

Na figura 4 podem ainda observar-se algumas fotomicrografias de lâminas delgadas desta coleção com relevância histórica, pedagógica e museológica.

4.2. História do ensino da Petrografia

Pretende-se, com este item, enquadrar a coleção Krantz de lâminas delgadas no ensino da Mineralogia e Petrologia, mais concretamente, da Petrografia microscópica, na UC, no final do século XIX e início do século XX, fazendo-se um breve percurso pelas cadeiras na área de Mineralogia e Geologia oferecidas pela UC, no período aludido (Tabela 2).

Os primórdios da lecionação de conteúdos de Mineralogia na Faculdade de Filosofia Natural da UC remontam ao final do século XVIII, e primeiros anos do século XIX através da cadeira de «Zoologia e Mineralogia». Um dos lentes responsáveis pela cátedra foi Manuel José Barjona (1758-1831), autor do primeiro livro de Mineralogia em português «Taboas Mineralógicas», publicado em 1823, como atrás referido. Em 1836, nos currículos dos Bacharelatos em Filosofia e em Matemática, inclui-se a cadeira do 3º ano «Mineralogia, Geognosia e Metalurgia». Roque Joaquim Fernandes Thomaz (1808-1871) assumiu a cátedra desta disciplina entre 1836 e 1844. A partir deste ano, foi introduzida, no 5º ano, a cadeira de «Mineralogia Geologia e Arte

de Minas». O programa incluía, no tema Mineralogia, a forma e estrutura interna dos cristais, a simetria e os sistemas cristalográficos, princípios de cristalótica, as propriedades físicas, a composição química e a classificação dos minerais. A partir de 1861 e até 1879 (Tabela 2), a cadeira foi atribuída a Manuel dos Santos Pereira Jardim (1818-1885), Visconde de Monte São. Não existindo informação disponível sobre o docente responsável por esta cadeira no Anuário da UC, respeitante ao ano letivo 1879-1880 (Universidade de Coimbra, 1878-1921), considera-se que a partir de 1880 e até 1886, a cadeira passou a ser regida por António José Gonçalves Guimarães (1850-1919). Do ano letivo de 1886-1887 até ao ano letivo de 1901-1902, a cadeira foi designada de «Mineralogia e Geologia» e, de 1902-1903 a 1910-1911, por «Mineralogia e Petrologia» (Tabela 2). No entanto, a «nova cadeira» de «Mineralogia e Petrologia» foi criada em 1898, pela Portaria de 11 de novembro, Diário do Governo n.º 255, «por desdobramento» das disciplinas da 7.ª cadeira (Universidade de Coimbra, 1878-1921). Com a Reforma de 12 de maio de 1911, a Faculdade de Filosofia deu lugar à Faculdade de Ciências e as cadeiras da área da Geologia foram enquadradas na «3.ª Secção», designada por «Ciências Histórico-Naturais», «1.º Grupo», sobre o tema «Ciências Geológicas» (Ferreira, 1998, Universidade de Coimbra, 1878-1921). O programa da 7.ª cadeira «Mineralogia e Geologia» incluía um capítulo de «Petrographia», de onde se selecionou o seguinte texto:

«Methodos de investigação usados em petrografia. Analyse chimica. Methodo de Szabó para a determinação quantitativa dos alcalis por meio das chamas coradas. Analyse mecânica. Methodo optico. Vantagens obtidas com o emprego do microscopio» (Guimarães, 1889, p. 6).

Do ano letivo de 1911-1912 e até ao ano letivo de 1918-1919, no quadro da Faculdade de Ciências, com o número de cadeiras na área da Geologia ampliado para quatro (Cristalografia, Mineralogia e Petrologia, Geologia e Paleontologia), o Doutor António Gonçalves

Guimarães manteve a sua influência no ensino da Mineralogia e Petrologia, como professor catedrático da UC (Tabela 2). Terá sido ele o grande impulsionador dos estudos em Cristalografia, Mineralogia e Petrologia, na Faculdade de Filosofia e, posteriormente, na Faculdade de Ciências da UC, principalmente no período entre 1886 e 1912 (Universidade de Coimbra, 1878-1921), altura em que assumiu a direção da Secção de Mineralogia e Geologia do Museu de História Natural, mantendo a regência das cadeiras de «Mineralogia e Geologia» e de «Mineralogia e Petrologia» (Universidade de Coimbra, 1878-1921). A ele se atribui, também, a aquisição de coleções didáticas, instrumentos e demais equipamento, como os microscópios de polarização Carl Zeiss Jena (nº de série 6000), ano de fabrico 1883, e Ernest Leitz Wetzlar (nº de série 98286), ano de fabrico 1907, que hoje integram o espólio do Departamento de Ciências da Terra da Faculdade de Ciências e Tecnologia da UC.

5. Desafios no ensino da Petrografia no século XXI

O microscópio de polarização foi, durante quase um século, o único instrumento fiável na identificação de minerais, considerando que aqueles que os utilizavam eram altamente habilitados na realização dessa tarefa. O aparecimento da microsonda eletrónica e do microscópio eletrónico de varrimento (MEV) retirou alguma preponderância à Petrografia realizada ao microscópio de polarização, sobretudo nos trabalhos de investigação em Mineralogia e Petrologia. Contudo, no ensino da Mineralogia e Petrologia, as universidades portuguesas mantêm programas clássicos, onde se valoriza a observação de rochas e minerais ao microscópio petrográfico. Na UC, as aulas práticas das disciplinas de Mineralogia, Petrologia Ígnea e Petrologia Metamórfica, do 1º Ciclo em Geologia, possuem um horário de 3 horas semanais, sendo que a observação à escala mi-

microscópica representa mais de 50% do programa da componente prática de cada disciplina. No caso da Petrologia Metamórfica pode mesmo corresponder a um peso de cerca de 70%. O treino em microscopia exige um considerável investimento de tempo na prática de rotinas na determinação das propriedades óticas dos minerais. No entanto, o estudo de lâminas delgadas, sendo essencialmente uma tarefa descritiva, não atrai os alunos do século XXI. Frequentemente, podem utilizar-se atlas ou algumas aplicações, fáceis de carregar no telemóvel ou no «tablet», e o estudo é realizado por comparação com as imagens disponíveis, sem recorrer à caracterização exaustiva das propriedades óticas. Os procedimentos para a caracterização das propriedades óticas dos minerais são lecionados na disciplina de Mineralogia, mas o docente depara-se com muita resistência na aplicação desses conhecimentos nas disciplinas de Petrologia. Kile (2006) refere que “é inadequado identificar um mineral como quartzo, apenas porque parece quartzo, pois não se parte de uma sólida compreensão dos fundamentos”.

Kile (2006) identifica as razões para o declínio da microscopia de luz polarizada no ensino das Geociências:

1. Os métodos óticos foram substituídos pela difração de raios X (DRX), microscopia eletrónica de varrimento (MEV) e microsonda eletrónica;
2. A evolução dos currículos exigiu que alguns temas fossem substituídos por outros;
3. Sendo uma metodologia considerada por alguns como anacrónica, diminuiu a probabilidade de receber financiamento para projetos de investigação e de ensino.

Uma perspetiva abrangente da Mineralogia como atividade interdisciplinar que suporta todas as áreas das Geociências (Parsons, 2002), como a Petrologia, a Geologia Económica, a Geoquímica, a

Geofísica, a Geologia de Engenharia, a Geologia Ambiental, etc., para além de outras áreas, como as Ciências Forenses e a Arqueologia, com integração da Petrografia e dos métodos óticos, pode ser o caminho para cativar alunos para esta metodologia.

De qualquer forma, não fosse o significado histórico e importância museológica, a coleção Krantz de lâminas delgadas, do século XIX, ainda hoje poderia constituir um recurso valioso e atual para utilizar em aulas práticas da disciplina de Petrologia Ígnea. Com efeito, apesar da sua antiguidade, reveste-se de uma qualidade e diversidade que, no presente, dificilmente se encontram em coleções didáticas disponíveis no mercado, para uso escolar.

6. Conclusões

A coleção Krantz de lâminas delgadas apresentada neste estudo, terá sido adquirida à Casa Krantz no início do século XX, considerando o ano de publicação do catálogo, com base na data inscrita no prefácio (maio de 1897). É composta por 248 lâminas delgadas, das 250 originais, sendo 225 de rochas ígneas e 25 de rochas metamórficas. A maioria das amostras foram colhidas em regiões da Alemanha (68,4%) e de outros países europeus (29,6%). De acordo com o seu autor, esta coleção tinha como principal objetivo o ensino e o estudo autónomo, mantendo-se, atualmente, como um potencial recurso didático a ser utilizado no ensino da petrografia, ao nível do ensino superior.

No final do século XIX, início do século XX, destaca-se, no ensino da Mineralogia e Petrologia, na UC, o Doutor António José Gonçalves Guimarães, professor catedrático desta Universidade, de 1880 a 1919. Foi responsável pela cadeira de «Mineralogia e Petrologia» durante 15 anos, ao que acresce a direção da Secção de Mineralogia e Geologia do Museu de História Natural, sendo-lhe atribuída a aquisição de

numerosas coleções didáticas e equipamentos, que constituem, presentemente, um espólio valioso do Museu de História Natural da Universidade de Coimbra.

A introdução da petrografia microscópica, como disciplina essencial da Mineralogia e Petrologia, na Faculdade de Filosofia e, em 1911, na Faculdade de Ciências da Universidade de Coimbra, decorre em linha com outras instituições de ensino superior da Europa e sucede aos avanços técnicos e científicos da primeira metade do século XIX, em especial do advento do microscópio de polarização. Até aos anos 70 do século XX, a Petrografia, realizada ao microscópio petrográfico, constituía a base de trabalhos de investigação nas áreas da Mineralogia e Petrologia.

O estudo de lâminas delgadas ao microscópio de polarização é uma tarefa essencialmente descritiva, exigente do ponto de vista do treino de rotinas na identificação das propriedades óticas dos minerais, que contribuem para a sua identificação. A aprendizagem dessas rotinas seria, certamente, aliciente para os alunos universitários no final do século XIX e início do século XX. No entanto, constitui um enorme desafio para os docentes das disciplinas de Mineralogia e Petrologia do século XXI. Urge criar estratégias inovadoras no ensino da Petrografia, porventura valorizando o seu papel abrangente e o seu carácter interdisciplinar.

7. Referências bibliográficas

- Baptista, M. T. (2000). *Gabinete de História Natural*. In *O Gabinete de História Natural/Revivências* (9-17). Coimbra: Museu de História Natural, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade de Coimbra.
- Baptista, M. T. (2010). *O Gabinete de História Natural da Universidade de Coimbra*. In *Coleções e museus de Geologia: missão e gestão* (51-60). Coimbra: Centro de História e Filosofia da Ciência da Universidade de Évora & Museu Mineralógico e Geológico da Universidade de Coimbra.
- Barjona, M. J. (1798). *Metallurgiae elementa, quae amplissimi philosophici ordinis iussu ad usum academicum* / elucubravit. Coimbra: Tipografia Académica.

- Barjona, M. J. (1823). *Taboas mineralógicas*. Coimbra: Tipografia Académica.
- Busz, K. (1897). *Verzeichniss und Beschreibung einer Sammlung von 250 Gestein*. Katalog Nr 13. Bonn: Rheinisches Mineralien-Contor, Verlag mineralogischer und geologischer Lehrmittel.
- Callapez, P. M. & Brandão, J. M. (2011). Da Filosofia Natural à modernidade: dois séculos de colecionismo geológico (e paleontológico) na Universidade de Coimbra.. *Actas do Congresso Luso-Brasileiro de História das Ciências*, 1063–1078. Coimbra: Universidade de Coimbra.
- Ferreira, M. R. P. V. (1988). José Bonifácio d'Andrada e Silva: Mineralogista, académico, mineiro do início do séc. XIX. *Memórias e Notícias*, 106,19–32.
- Ferreira, M. R. P. V. (1990). Dr. Manuel José Barjona (1758-1831), autor dos primeiros livros de Mineralogia editados em Portugal. *Memórias e Notícias*, 110, 77-102.
- Ferreira, M. R. P. V. (1992). Pioneiros da Mineralogia em Portugal. *Colóquio/ Ciências*, 10 (5), 79-98.
- Ferreira, M. R. P. V. (1998). *200 Anos de Mineralogia e Arte de Minas: desde a Faculdade de Filosofia (1772) até à Faculdade de Ciências e Tecnologia (1972)*. Coimbra: Reitoria da Universidade de Coimbra e Faculdade de Ciências e Tecnologia.
- Guimarães, A. J. G. (1889). *Programa da 7ª Cadeira. Mineralogia e Geologia*. Coimbra: Imprensa da Universidade.
- Kile, D. E. (2003). The petrographic microscope: evolution of a mineralogical research instrument. *The Mineralogical Record, Supplement*, 1, 96 p.
- Kile, D. E. (2006). Polarized Light Microscopy in Geoscience Education: relevant or obsolete? *Elements*, 2 (4), 197-198. Acedido a 28 de setembro de 2017, em http://www.elementsmagazine.org/archives/e2_4/e2_4_dep_triplepoint.pdf.
- Klein, C. & Hurlbut, C. S. Jr. (1989). *Manual of Mineralogy (after James D. Dana)* (21st ed.). New York: John Wiley & Sons.
- Krantz ältestes geologisches warenhaus weltweit (sd). *About Dr. F. Krantz, Rheinisches Mineralien-Kontor. Krantz ältestes geologisches warenhaus weltweit*. Acedido a 24 de setembro de 2017, em https://www.krantz-online.de/en/ueber_uns/historie.html.
- Le Maitre, R. W. (Ed.), Bateman, P., Dudek, A., Keller, J., Lameyre, M., Le Bas, M. J., Sabine, P. A., Schmid, R., Sørensen, H., Streckeise, A., Woolley, A. R. & Zanettin, B. (1989). *A Classification of Igneous Rocks and a Glossary of Terms. Recommendations of the International Union of Geological Sciences Subcomission on the Systematics of Igneous Rocks*. Oxford: Blackwell Scientific Publications.
- Monte-São, V. (1872). Relatório sobre a Secção Mineralógica do Museu de Historia Natural. In J. S. Carvalho (Ed.), *Memoria Historica da Faculdade de Filosofia*, (215-233). Coimbra: Imprensa da Universidade Coimbra.
- Newcomb, S. (2009). The World in a Crucible: Laboratory Practice and Geological Theory at the Beginning of Geology. *Geological Society of America Special Papers*, 449, 204 p.
- Parsons, I. (2002). Mineralogy for the new Millenium. *Mineralogical Magazine. A Journal of Mineral Sciences*, 66, 625.

Pinto, M. S., Callapez, P. M. & Schweizer, C. (2011). Two XIX century German catalogues of mineral collections in the Museu de Historia Natural of the Universidade de Coimbra: History of Research in Mineral Resources. *Cuadernos del Museo Geominero*, 13, 213–217.

Universidade de Coimbra (1878-1921). *Anuário da Universidade de Coimbra. [Anos lectivos de 1877-1878 a 1920-1921]*. Coimbra: Imprensa da Universidade.

Wilson, W. E. (2017). *Mineralogical Record Biographical Archive*. Acedido a 26 de setembro de 2017, em <https://www.mineralogicalrecord.com>.

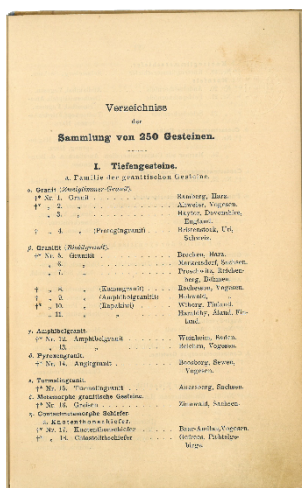
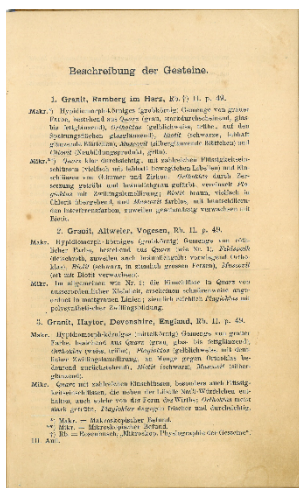
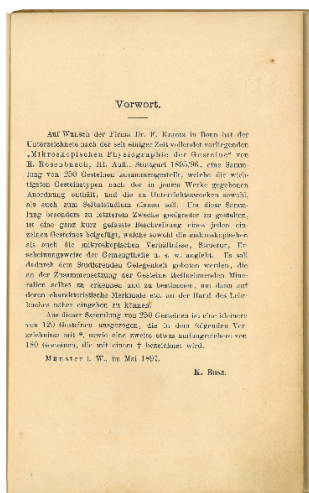
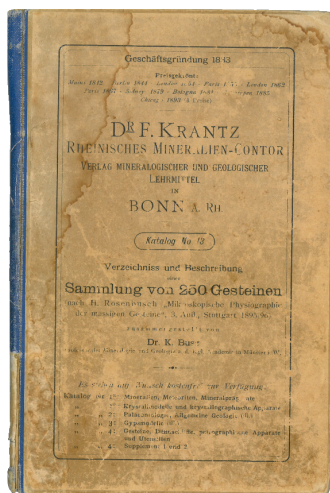


Figura 1. Capa (a) e prefácio (b) do catálogo número 13 da Casa Krantz.

Figura 2. Guia de consulta da coleção com indicação das rochas 1 a 18, itens I. Rochas plutônicas e a. Família das rochas graníticas (a), e exemplo de descrição dos exemplares 1, 2 e 3 de granito (b).

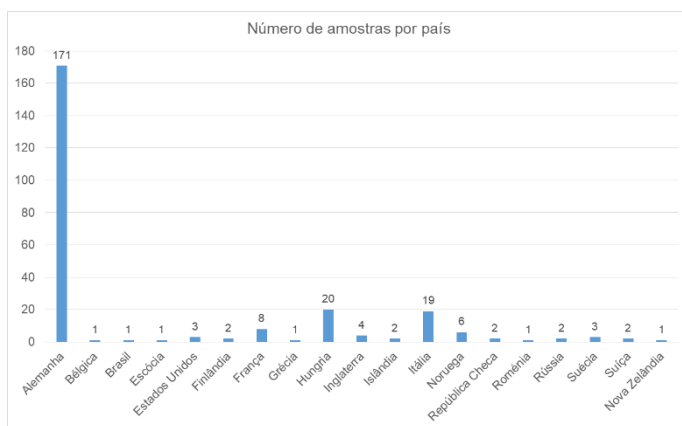


Figura 3. Proveniência das amostras de rocha da coleção Krantz de lâminas delgadas.

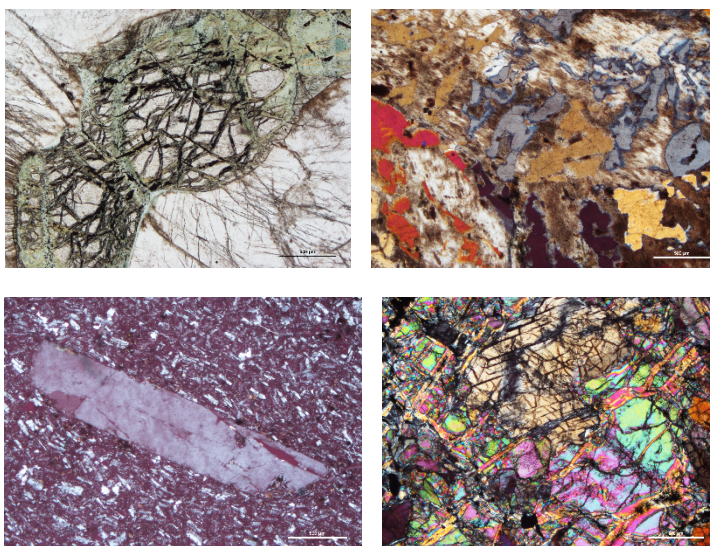


Figura 4. Fotomicrografias de lâminas delgadas da coleção:
 (a) lâmina 11, granito, Finlândia; (b) lâmina 61, troctólito, Alemanha;
 (c) lâmina 77, lherzólito, França; lâmina 95, bostonito, Estados Unidos.

Tabela 1. Organização, em grupos e subgrupos, da coleção Krantz de lâminas delgadas.

I.	Rochas plutónicas	a. Rochas graníticas b. Rochas sieníticas c. Rochas sieníticas com nefelina e leucite d. Rochas dioríticas e. Rochas gabroides f. Peridotito e rochas piroxénicas g. Teralito
II.	Rochas filonianas	a. Pórfiros graníticos b. Aplitos e pegmatitos c. Rochas lamprofíricas
III.	Rochas extrusivas	A.1. Liparito e pantelerito B.1. Quartzopórfiro e quartzokeratófiro A.2. Traquito B.2. Pórfiro sem quartzo A.3. Rochas fonolíticas A.4. Dacito A.5. Andesito B.3. Rochas porfiríticas A.6. Basalto B.4. Meláfiro B.5. Rochas diabásicas B.6. Picrito e picrito porfirítico A.7. Tefrito e basanita A.8. Rochas com leucite A.9. Rochas com nefelina A.10. Melilitobasalto A.11. Limburgito e augitito

Tabela 2. Histórico das disciplinas e respetivos docentes, na faculdade de Filosofia e na Faculdade de Ciências da Universidade de Coimbra, de 1877 a 1921 (Universidade de Coimbra, 1878-1921).

Ano letivo	Faculdade	Cadeira	Ano do curso	Docentes
1877-1878	Filosofia	7ª cadeira - Mineralogia, Geologia e Arte de Minas	5ª	Visconde de Monte-São
1878-1879				Não distribuída
1879-1880				
1880-1881 a 1885-1886		7ª cadeira - Mineralogia e Geologia	5ª	António José Gonçalves Guimarães
1886-1887 a 1901-1902				
1902-1903		8ª cadeira - Mineralogia e Petrologia 9ª cadeira - Geologia e Física do Globo	4ª 5ª	Álvaro José da Silva Basto António José Gonçalves Guimarães
1903-1904				Anselmo Ferraz de Carvalho António José Gonçalves Guimarães
1904-1905 a 1901-1911	Ciências (3ª Secção Ciências Histórico-Naturais, 1º Grupo Ciências Geológicas)	Cristalografia Mineralogia e Petrologia Geologia Paleontologia	3ª 4ª	António José Gonçalves Guimarães Anselmo Ferraz de Carvalho
1911-1912 a 1914-1915				Catedráticos: António José Gonçalves Guimarães e Anselmo Ferraz de Carvalho Assistentes: Miguel Marcelino Ferreira Moura e Fausto Lopo Patrício de Carvalho
1915-1916				Catedráticos: António José Gonçalves Guimarães e Anselmo Ferraz de Carvalho Assistentes: Miguel Marcelino Ferreira Moura, Fausto Lopo Patrício de Carvalho e Hildeberto António Botelho de Medeiros
1916-1917 a 1917-1918				Catedráticos: António José Gonçalves Guimarães e Anselmo Ferraz de Carvalho Assistentes: Miguel Marcelino Ferreira Moura e Fausto Lopo Patrício de Carvalho
1918-1919				Catedráticos: António José Gonçalves Guimarães e Anselmo Ferraz de Carvalho Assistentes: Miguel Marcelino Ferreira Moura e João Francisco Cavaco
1919-1920 a 1920-1921				Catedráticos: Anselmo Ferraz de Carvalho Assistentes: Miguel Marcelino Ferreira Moura e João Francisco Cavaco

PERDER IMAGENS DO PASSADO? NEM A FEIJÕES!
EXPOSIÇÃO DE QUADROS PARIETAIS
NO ÂMBITO DE 2016 – ANO INTERNACIONAL
DAS LEGUMINOSAS
LEARNING WITH IMAGES FROM THE PAST:
EXHIBITION OF PARIETAL CANVAS IN 2016
– INTERNATIONAL YEAR OF PULSES

Ana Rita Coelho Gomes

Escola de Ciências da Universidade do Minho

Faculdade de Farmácia da Universidade do Porto

STOL – Science Through Our Lives

0000-0001-5284-6081

Paula Ramos Nogueira

STOL – Science Through Our Lives

Instituto de Investigação Interdisciplinar da Universidade de Coimbra

0000-0003-1552-8054,

Alexandra Nobre³

0000-0002-7359-4503

Escola de Ciências da Universidade do Minho

STOL – Science Through Our Lives

stol@bio.uminho.pt

Resumo: O ensino em geral, e o das Ciências em particular, recorre a múltiplas formas de expor e transmitir conhecimento e, neste processo, a imagem tem desde sempre um papel preponderante. Foi partindo deste pressuposto – a importância da imagem para o processo de ensino-aprendizagem ao longo do tempo – que se pensou a presente exposição. Nela se apresentaram quadros parietais e imagens de outra tipologia, veiculadoras de conhecimento científico no âmbito das ciências naturais, e que foram usadas em Portugal, essencialmente durante o século XX. Pretendeu-se que a exposição cujo tema central é as leguminosas, e que teve lugar em 2016 – Ano Internacional das Leguminosas, fosse apelativa, quer para o público escolar, quer para o público em geral, e permitisse fortalecer relações entre a ciência e a sociedade, promovendo a literacia e a cultura científicas.

Palavras-Chave: Quadros Parietais, Recursos Didáticos, Ano Internacional das Leguminosas, Ensino das Ciências

Abstract: The teaching methods, especially those concerning to natural sciences, should take advantage of several strategies, from demonstrations to hands-on approaches and, in these processes, the image has a central role. It was with this premise – the importance of the image for the teaching and learning processes through time – that the present exhibition was planned. Therefore, parietal charts and other images used in Portugal, mainly during the 20th century in the scope of natural sciences teaching, were chosen and presented. As 2016 was decreed by United Nations Organization as the International Year of Pulses, the exhibition seemed a good opportunity to celebrate this theme and to strengthen of the relation between science and society.

Keywords: Parietal Charts, Didactic Resources, International Year of Pulses, Science Teaching

1. Introdução

1.1. Quadros Parietais – retrospectiva histórica

A seguir aos manuais escolares, os quadros parietais (designados desta forma porque eram pendurados na parede para que toda a turma os pudesse ver) consistiram num importantíssimo recurso na educação nos séculos XIX e XX, como auxiliar da transmissão de conhecimentos escolares (Lopes, 2004). O auge dos quadros parietais aconteceu entre 1870 e 1920, período durante o qual foram produzidos em grande escala (Bucchi, 1998). Na verdade, de acordo com o *International Project for European Identity – History on Wall Charts in an European Perspective*, os quadros e mapas parietais estão no centro da educação europeia desde meados do século XIX até à segunda metade do século XX, altura em que, com o aparecimento dos meios digitais, foram gradualmente sendo substituídos. A importância destes recursos no período supracitado prende-se, em parte, com o florescimento de diversas disciplinas e com o aumento da curiosidade intelectual que já não se limitava a uma classe restrita de eruditos. No entanto, o grande motor para o aparecimento destes recursos visuais foram as profundas reformas de ensino que tiveram lugar na Alemanha no século XIX. A educação era agora considerada um direito de todos e, com ela, o número de alunos por turma facilmente podia ultrapassar a centena (Bucchi, 1998). Neste panorama mais massificado, a tarefa de ensinar recorrendo a pequenas imagens em livros que deveriam circular pela sala deixou de ser viável. Os quadros e mapas parietais, ao serem visíveis de qualquer ponto da sala e ao facultarem evidência documental importante, vieram dar resposta a este desafio. Não é por isso de estranhar que os primeiros quadros parietais produzidos com propósitos educacionais tenham surgido por volta de 1820, na Alemanha. Inicialmente representavam atividades quotidianas e objetos familiares e estavam associados ao

ensino primário, mas gradualmente o seu uso se foi espalhando a outros níveis, inclusive às universidades. Os quadros parietais eram publicados em séries e publicitados em revistas escolares, e recomendados pelas autoridades do sistema educativo, o que levou a que passassem também a ser comuns noutros países, mesmo que mantendo a informação em alemão. Mais tarde, esses países passam a criar também quadros originais, como é o caso da série editada pelo famoso botânico francês Gaston Bonnier (Bucchi, 1998).

Os quadros parietais permitiram ainda contornar uma série de dificuldades, nomeadamente económicas, já que aulas de laboratório e visitas de estudo para um número tão elevado de alunos eram recursos desejáveis mas dispendiosos ou mesmo de difícil concretização prática. Outros argumentos comuns a favor do uso de imagens de parede têm a ver com o desenvolvimento da memória visual (mesmo enquanto a memorização de texto ainda tinha um papel dominante no ensino) e com o estímulo de emoções, da imaginação e desenvolvimento de padrões de estética (Evertsson, 2014).

Às vezes há confusão entre quadros e mapas parietais, que embora geralmente manufaturados em material idêntico (tela ou papel), têm funções distintas. Por um lado, os mapas parietais são representações gráficas da Terra e, portanto, estão relacionados com o ensino de Geografia e de História. Por outro, os quadros parietais embora semelhantes aos mapas em termos de estrutura, apresentam imagens realistas ou idealizadas da natureza, tais como plantas, animais e minerais no caso do ensino das ciências, ou aspetos do quotidiano relativamente à pedagogia de literatura e línguas (Lopes, 2004). No ensino das ciências a utilização dos quadros parietais foi muito importante na medida em que permitiu aos alunos adquirir visualmente um vasto conhecimento sobre espécimes, estruturas, sistemas e situações impossíveis de serem apreendidas de outra maneira (Faria, 2014). E de todas as ciências representadas nos mapas parietais a botânica é o caso paradigmático. Efetivamente a

Europa desfrutava de uma época de ouro da ilustração botânica, os naturalistas exploravam o globo e aumentava o fascínio pelo conhecimento do mundo natural.

Os quadros parietais são atualmente considerados património museológico escolar pelo Ministério da Educação. Normalmente é o Estado que procede à patrimonialização, quer diretamente, quer através de entidades devidamente acreditadas a quem delega esta função. A patrimonialização consiste no ato de assumir a posse de determinado bem com o intuito de o proteger, salvaguardar e/ou recuperar. Assim, através dos museus escolares pretende-se “a conservação, a divulgação e o estudo dos bens de valor histórico e/ou educativo de uma instituição escolar” como são os quadros parietais (Ministério da Educação, 2010). Para além de estarem associados ao património museológico escolar, os quadros parietais são também considerados património histórico-cultural e estão interligados aos conceitos de herança cultural e de património histórico (Lopes, 2004). A importância da sua conservação e divulgação torna-se cada vez mais pertinente, uma vez que a sociedade, na maioria das vezes, não tem conhecimento da riqueza histórica e cultural destes objetos. Segundo Escolano (1990), citado por Souza (1998), no seu livro “Templo de Civilização”, “É preciso, portanto, ver nos objetos escolares algo mais que um utilitarismo insignificante, eles manifestam um certo modo de entender e praticar o ensino, além de instituírem um discurso e um poder, eles informam valores e concepções subjacentes à educação e são tomados às vezes como possibilidade e limite do processo ensino aprendizagem. Compreendem, pois, um aspeto significativo da cultura escolar”.

O século XIX é considerado o século da imagem uma vez que foi nele que surgiram os quadros parietais. Nas palavras de Rui Lopes (2004) “Ao nível das Ciências Físico-Naturais os quadros não foram apenas imagens de plantas, animais e minerais, foram dos mais importantes meios para a lecionação em todos os níveis de ensino. São

uma tecnologia que nos recorda continuamente o papel crucial que a imagem teve na educação científica e na comunicação sobre ciência”. Não obstante a importância da imagem no ensino, os quadros parietais merecem um olhar crítico pois na tentativa de contemplarem o máximo de informação possível, algumas representações foram demasiado alteradas com cortes e visões diferentes de um mesmo plano. Na verdade, estas representações eram bem-intencionadas já que o objetivo destes quadros era que se tornassem simultaneamente simples, interessantes, claros e de fácil interpretação (Lopes, 2004). No entanto, em certas situações, e sem a análise crítica adequada, podiam passar uma informação deturpada. De referir ainda que no caso particular das ciências biológicas, a imagem representativa como a veiculada pelos quadros parietais deveria estar, sempre que possível, associada à observação direta e pessoal por forma a contornar aquelas limitações. Apesar disto os quadros parietais tornaram-se uma tecnologia eficaz para o ensino, sendo que a sua utilidade dependia da forma como os professores os utilizavam (Lopes, 2004). Com a invenção de outras tecnologias de cariz visual de apoio ao ensino, nomeadamente sistemas de projeção de imagem e mais tarde as tecnologias digitais, estes materiais caíram em desuso, ainda que os conhecimentos científicos que veiculam estejam atualizados. Curiosamente, os quadros parietais em particular no âmbito da botânica têm experimentado um ressurgir de interesse como peças de arte e mesmo de decoração.

Com este trabalho pretendeu-se: (i) analisar a coleção de quadros parietais da Escola Secundária Sá de Miranda (ESSM) em Braga, mais concretamente de um pequeno conjunto que contempla as plantas leguminosas em diversas vertentes; (ii) tecer considerações sobre a aplicação dos quadros no ensino das ciências (do passado ao presente) e (iii) enquadrar o conjunto selecionado numa exposição temática com propósitos de divulgação e educação em ciência.

1.2. O papel das exposições na promoção da cultura científica

É um facto que a sociedade atual se interessa cada vez mais pelas questões científicas, assim como pela aquisição de novos conhecimentos. Esta realidade advém de vivermos numa era de constante evolução tecnológica, em que diariamente somos confrontados com inovações que, direta ou indiretamente, interferem com a nossa vida quotidiana. Como forma de resposta às cada vez mais exigentes solicitações da sociedade, a promoção da cultura científica tem crescido e desenvolvido muitas técnicas de modo a esclarecer e a envolver o público geral não especializado, nestas questões. Para tal muito têm contribuído os museus, e dentro deles, as diversas soluções expositivas que ao diversificarem as experiências de conhecimento no âmbito da Ciência, promovem uma abordagem menos formal do que a escola mas igualmente válida, e contribuem para uma maior aproximação e diálogo entre a Ciência e a sociedade (Chelini & Lopes, 2008). Os museus e as exposições de ciência mediante a combinação articulada e atraente de dispositivos vários, como textos, imagens, demonstrações, mecanismos interativos e multimédia. Cada vez mais o estudo autónomo é considerado como uma mais-valia na educação, e a aprendizagem fora do contexto de uma sala de aula ganha progressivamente maior importância. Os museus e as exposições de ciência mediante a combinação articulada e atraente de dispositivos vários, como textos, imagens, demonstrações, mecanismos interativos e multimédia têm aqui um papel de relevo (Delicado *et al.*, 2010). Neste sentido, as exposições, quer sejam mais tradicionais, quer mais interativas, constituem estratégias muito importantes na transmissão e liberalização do conhecimento (Chelini & Lopes, 2008).

1.3. Escolha do tema da exposição

A escolha de um tema para uma exposição é um ponto-chave para o seu êxito, na medida em que a sua pertinência deve ser expressiva para o público-alvo. Neste caso particular optou-se por contemplar as leguminosas como forma de celebrar 2016 – Ano Internacional das Leguminosas (AIL) (em inglês *The International Year of Pulses – IYP*), decretado pela ONU (Organização das Nações Unidas).

Leguminosas no sentido de família *Leguminosae* ou *Fabaceae* refere-se à terceira maior família da botânica, de ampla distribuição geográfica e com mais de 700 espécies, em que o fruto em forma de vagem é uma característica exclusiva. Algumas espécies podem ser consumidas ainda sem amadurecer, outras são consumidas secas. *Pulses* é a palavra inglesa para leguminosas secas de grão, as que efetivamente se comemoram em 2016 e que contemplam por exemplo o feijão, a ervilha, a lentilha, a fava e o grão-de-bico. No entanto, esta exposição abrange também outros exemplares da família *Leguminosae*, bem como alguns aspetos interessantes de algum modo relacionados com estas plantas como por exemplo: a composição nutricional das sementes, as experiências de genética clássica de Mendel utilizando ervilhas, os parasitas que lhes podem causar doenças, as aves granívoras que delas se podem alimentar, ou mesmo a associação simbiótica que estabelecem com bactérias a nível das raízes.

O principal propósito desta exposição foi, em paralelo com a divulgação do espólio fascinante de quadros parietais da ESSM, educar para a cidadania, nomeadamente alertando para os diversos benefícios das leguminosas (em especial as leguminosas secas de grão), tanto a nível de saúde pessoal, como de sustentabilidade ambiental. Algumas das suas características mais importantes consistem no facto dos seus grãos serem ricos em fibras, e de constituírem uma considerável fonte de proteína e de energia. As leguminosas

devem representar cerca de 5 e de 10% da dose diária recomendada (DDR) de energia e de proteína, respetivamente (IYP, 2015). Para além disso, as leguminosas contêm quantidades significativas de outros nutrientes essenciais tais como cálcio, ferro e lisina. Acresce a todos estes benefícios o facto de serem acessíveis do ponto de vista económico, logo ao alcance da generalidade da população.

2. O germinar da ideia

2.1. O museu e os recursos museológicos escolhidos para a exposição

O museu da ESSM engloba uma coleção de material didático e científico, das mais variadas áreas do conhecimento, desde as Ciências às Línguas (Lopes, 2015) que reflete a evolução histórica do Liceu. Os objetos provêm maioritariamente dos seus Gabinetes de História Natural, de Físico-Química e de Geografia, e contém também itens que remontam ao antigo Colégio do Espírito Santo que funcionou, entre 1872 e 1910, nas antigas instalações da atual ESSM (Lopes, 2015)¹. Neste espólio constam, entre outros objetos, livros e

¹ Em Portugal, os liceus foram criados pelo Decreto-Lei de 17 de novembro de 1836, documento que se destinava a um plano de criação e de instalação dos liceus nacionais, de inspiração francesa, e que visavam reformar e modernizar os estudos secundários. Esta reforma propunha a instalação dos liceus nas capitais de distrito, constituindo a primeira rede escolar deste tipo de equipamentos de ensino. Foram criados 18 liceus nesta altura (Alfarela, 2007), nomeadamente o Liceu Nacional de Braga. Na verdade, a falta de local e de recursos financeiros levou a que o arcebispo de Braga, D. Pedro Paulo de Figueiredo da Cunha e Melo, emprestasse parte do Seminário de S. Pedro para se poderem realizar as aulas do Liceu (Soares, 2015). Foi assim que nasceu em Braga o ensino liceal e, que devido ao seu crescimento, foi transferido no ano letivo de 1921-1922, para as instalações do antigo Colégio do Espírito Santo. Durante o Estado Novo foram feitas intervenções para aumento das instalações, justificadas pelo crescente número de alunos. Mais tarde, com a revolução de 25 de abril de 1974, ocorreram grandes alterações na estrutura dos cursos, nos objetivos da formação dos alunos e nas práticas pedagógicas. Nasceu

manuais escolares, animais taxidermizados, herbários, instrumentos científicos, esqueletos e modelos anatómicos e ainda, uma coleção muito numerosa de quadros e mapas parietais. Na verdade, existem cerca de 1200 quadros parietais no arquivo da ESSM, sendo que a sua maioria pertence às áreas da Biologia e das Línguas² e é proveniente da Alemanha e França, (embora também de Itália, Inglaterra e mesmo de Portugal, apesar de escassos).

Depois de uma análise pormenorizada ao catálogo e posterior visita ao arquivo da ESSM para inferir a adequação do seu estado de conservação, foram escolhidos dezoito quadros parietais que ilustram diferentes aspetos do assunto escolhido, as leguminosas. Dois deles, com o título *Pisum sativum* e com a descrição “A ervilha. Hereditariedade Leis de Mendel. Genética da herança sexual”, pertencem à coleção “Hereditariedade – Leis de Mendel” – Uitgave J. Verhave, Hilversum³ (Fig. 1). A informação que veiculam de um modo bastante visual (e de certo modo esquemático) remete à Genética Clássica e aos trabalhos de Gregor Mendel sobre hereditariedade, desenvolvidos em meados do século XIX. Mais concretamente, os quadros parietais ilustram a segregação dos caracteres *puros* na descendência, quer em casos de monohibridismo (cor da semente), quer de dihibridismo (cor da semente e estrutura lisa/

então a Escola Secundária de Sá de Miranda (ESSM), que entretanto sofreu novas alterações aquando da intervenção da empresa pública «Parque Escolar» entre os anos de 2007 e 2010, nomeadamente a nível da restauração e modernização das salas de aula e do teatro. Atualmente, a ESSM é um Agrupamento de Escolas e dele fazem parte: dois Jardins de Infância; oito Escolas de 1º ciclo; e duas Escolas de 2º e 3º Ciclos sendo que uma delas, a ESSM, possui também ensino secundário e profissional.

² Todos os quadros foram catalogados e organizados por coleções pela arquivista Catarina Oliveira, delegada pelo Ministério da Educação para a prossecução desta tarefa.

³ As ilustrações desta coleção foram criadas por Uitgave J. Verhave em 1964, enquanto esteve em Hilversum na Holanda, não havendo qualquer referência a esta editora após este período.

rugosa), um tópico incontornável nos programas de Biologia até aos nossos dias.

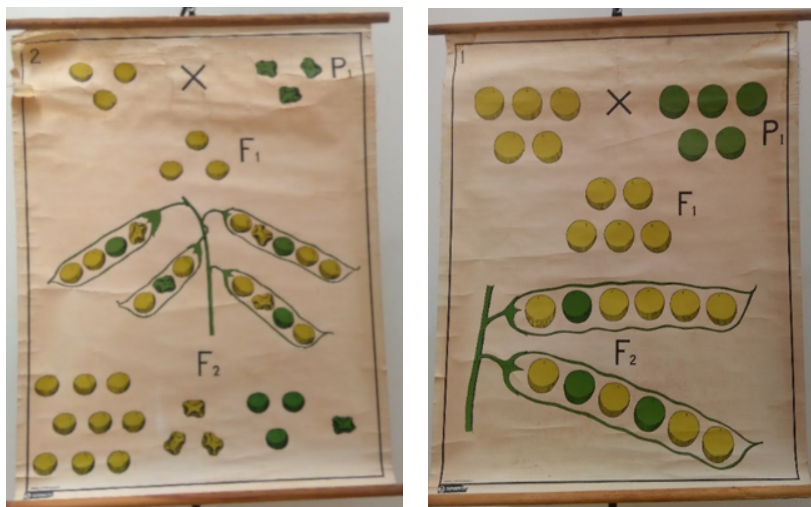


Figura 1 – Quadros parietais representativos das leis de Mendel da herança sexual. *Pisum sativum* [Quadros parietais de Biologia] 0,97m x 0,74m, coleção da Escola Sá de Miranda.

Outros quatro quadros parietais apresentam plantas representativas da família Leguminosae (também conhecida por Fabaceae), mas não das leguminosas secas de grão que se comemoram em 2016 de acordo com o decretado pela ONU (Fig. 2).



Figura 2 – Quadros parietais de diferentes plantas representativas da família Leguminosae. (A) *Arachis hypogaea*, (B) *Haematoxylon campechianum*, (C) *Senegalia senegal*, (D) *Adonsonia digitata* L. [Quadros parietais de Biologia], coleção da Escola Sá de Miranda.

Foram escolhidos pelo seu cariz didático já que são bons exemplos de plantas cujo fruto é uma vagem (e consequentemente são leguminosas) como é o caso do amendoim (Fig. 2A), mas que no senso comum não são imediatamente associadas a este grupo taxonómico. Estes quadros de origem alemã pertencem à coleção Zippel-Otto Thomé⁴, estão associados à descrição “Plantas de cultura

⁴ Entre 1876 e 1899, o botânico alemão Hermann Zippel (e mais tarde Otto Wilhelm Thomé) e o ilustrador Carl Bollmann produziram um elevado número de quadros parietais educacionais sobre plantas de culturas estrangeiras, Estes quadros

estrangeira, em quadros parietais coloridos. A planta, sua estrutura e características” e foram oferecidos pela Direção Geral do Ensino Liceal em agosto de 1936.

Um outro quadro parietal também selecionado para a exposição apresenta a anatomia vegetal (mais concretamente a nível estrutura do caule e da raiz) pondo em destaque a diferença entre plantas monocotiledóneas e dicotiledóneas e pertence à coleção “Antonio Vallardi – Botânica”⁵, de origem italiana (Fig. 3). Este quadro, apesar de não ser muito apelativo do ponto de vista cromático, tem um carácter didático importante, nomeadamente como auxiliar de legendagem de imagens obtidas por observação de cortes histológicos ao microscópio ótico.

Num quadro também escolhido do espólio para figurar na exposição estão ilustradas as doenças que os coleópteros podem causar nas cultivares agrícolas, nomeadamente em ervilheiras e faveiras, bem como os efeitos observáveis na sua parte área (Fig. 4). Este quadro que permite relacionar zoologia e botânica, e remete para as relações de parasitismo entre seres vivos, pertence à coleção Meinhold⁶ e foi enviado pela Junta Administrativa do Empréstimo para o Ensino Secundário.

mostraram plantas que na época eram consideradas culturas exóticas ou que não tinham origem da europeia. Esta série de quadros com cerca de 24 exemplares foi publicada pela Friedrich Vieweg & Sohn, em Braunschweig, Alemanha, em quatro edições entre 1876 e 1906 (Irenaeus Kraus, 2015).

⁵ A editora Vallardi foi fundada em 1750 quando a família Vallardi comprou uma empresa de artesanato em Milão. Em meados do sec XIX a editora foi distinguida por diversas obras artísticas, geográficas, científicas e religiosas. Mais tarde esta editora especializou-se na publicação de manuais, atlas geográficos e materiais educacionais, tornando-se numa imponente editora na Itália e por toda a Europa. Hoje em dia, a editora continua a dedicar-se à publicação de obras no domínio do conhecimento, história, literatura e ciências (Regione Lombardia, 2018).

⁶ A editora Meinhold-Verlag foi fundada em janeiro de 1777 por Carl Christian Meinhold e existiu até 1946.



Figura 3 – Quadro parietal representativo da estrutura da raiz e do caule de plantas monocotiledóneas e dicotiledóneas.
Fusto e radice 0,67m x 0,98m [Quadros parietais de Biologia], coleção da Escola Sá de Miranda.

Existem ainda dois quadros alusivos às bactérias de solo (Fig. 5). Estes foram escolhidos por remeterem para um aspeto muito importante das leguminosas secas de grão, que é o facto de estas estabelecerem importantes relações de simbiose com certas bactérias fixadoras de nitrogénio atmosférico que lhes permite aumentar a sua quantidade circulante na planta. Na verdade, esta característica importantíssima no ciclo biogeoquímico do nitrogénio é comum a todas as leguminosas. Estes dois quadros pertencem à coleção Dr. Tauber⁷ e foram doados pela Direção Geral do Ensino Liceal, em 20.08.1936, ao Liceu Nacional Sá de Miranda.

⁷ As autoras não encontraram informação sobre esta coleção.



Figura 4 – Quadro parietal representando alguns coleópteros causadores de doenças em cultivares agrícolas, bem como os efeitos visíveis nas mesmas.
[Quadro parietal de Biologia], coleção da Escola Sá de Miranda.



Figura 5 – Quadros parietais representando diferentes bactérias da microflora do solo, bem como ilustrando a relação que algumas estabelecem com as raízes de plantas leguminosas. Bactérias I e II 0,63m x 0,88m
[Quadros parietais de Biologia], coleção da Escola Sá de Miranda.

Passando agora para uma área do conhecimento completamente diferente, e de forma a mostrar os benefícios das leguminosas em termos alimentares, foram escolhidos cinco quadros da coleção “Kat”⁸, de origem alemã, que referem os valores nutricionais de vários alimentos, entre eles as leguminosas secas de grão (Fig. 6). Um pormenor curioso é o do quadro da figura 6C estar cataloga-

⁸ As autoras não encontraram informação sobre esta coleção.

do como pertencente a esta coleção, mas apresentar o texto em francês. Na verdade poderá tratar-se de uma edição traduzida que acontecia frequentemente quando determinado recurso se tornava muito procurado.



A



B



C



D



E

Figura 6 – Quadros parietais que veiculam informação diversa relacionada com a alimentação. A saber: (A) Proteínas e teor de água de vários alimentos (B) Calorias e teor de hidratos de carbono de vários alimentos. (C) Proporção de substâncias complementares nos alimentos II (D) Tempo de digestão de uma refeição no estômago e (E) Composição e valor nutricional dos alimentos mais importantes. 0,90m x 0,73m [Quadros parietais de Biologia], coleção da Escola Sá de Miranda.

Há ainda um quadro representativo da ervilheira (visão geral e pormenores) da coleção Jung-Koch-Quentell⁹ – Botânica 1928 (Fig. 7). Este quadro descreve os aspetos anatómicos e morfológicos da parte aérea da planta, flor, fruto e sementes em detalhes impressionantes e de enorme beleza estética, razão pela qual foi selecionado para ilustrar o panfleto de apoio à exposição.



Figura 7 – Quadro parietal representativo da ervilheira (visão geral e pormenores). *Pisum sativum*. 0,90m x 1,12m [Quadros parietais de Biologia], coleção da Escola Sá de Miranda.

E, por fim, temos os dois últimos quadros: um que representa a ervilheira de cheiro (Fig. 8) da coleção Balslev-Warming¹⁰, e outro elucidativo da germinação do feijão, pertencente à coleção da Casa Deyrolle¹¹ (Fig. 9) cujo autor é M. Gaston Bonnier, professor da

⁹ Nos finais do século XIX Heinrich Jung, Gottfried Von Koch e Friedrich Quentell criaram uma série de quadros parietais de botânica. Foram publicados em 1891 pela editora Hangemann que ainda hoje imprime estes quadros, sendo que a maioria do trabalho é feito artesanalmente.

¹⁰ Este quadro parietal foi criado pelos botânicos dinamarqueses E. Warming e V. Balslev na década de 50 do século passado.

¹¹ A Casa Deyrolle fundada em 1831 em Paris é a maior casa especializada em taxidermia, uma forma de conservação de animais vertebrados tendo em vista a criação de coleções científicas ou a conservação de espécimes ameaçados de extinção.

Sorbonne. Este último, dado o estado de desgaste em que se encontra (praticamente a desfazer-se), foi muito provavelmente usado de modo intensivo e vai ao encontro da experiência da germinação do feijão ser um clássico ainda nos dias de hoje, no que concerne a atividades experimentais propostas às crianças. Relativamente ao quadro apresentado na figura 8, são visíveis números associados às diversas estruturas ilustradas. Esta era uma estratégia muito utilizada em determinadas coleções nas quais a informação complementar se poderia encontrar em livros editados em paralelo ou mesmo nos próprios catálogos de divulgação destes recursos.



Figura 8 – Quadro parietal representativo da ervilheira de cheiro. Ervilhas de cheiro. 0,80m x 0,98m [Quadros parietais de Biologia], coleção da Escola Sá de Miranda.

A exposição foi inaugurada no dia 17 de novembro de 2016, no auditório do museu da ESSM coincidindo com as comemorações dos 180 anos deste estabelecimento de ensino (Fig. 10) e esteve patente ao público até 2 de dezembro de 2016. De modo a poder chegar a um público mais alargado para além da comunidade escolar, foi amplamente divulgada em diversos meios da comunicação social. Em termos de informação complementar à exposição foi ainda produzido um desdobrável (folha de sala) para apoio à visita que contou com detalhes do quadro parietal da figura 7. Gostaríamos ainda de referir

No dia 1 de fevereiro de 2008 a Casa Deyrolle sofreu um incêndio que tornou ainda mais rara e valiosa toda a coleção da ESSM (Lopes, 2015).

que foram ainda planeadas diversas atividades de tipologia diversa inseridas no programa 2016 – Ano Internacional das Leguminosas que tiveram lugar fisicamente no espaço da exposição¹².



Figura 9 – Quadro parietal ilustrativo do processo de germinação do feijão. Sementes, Germinação. 1,15m x 1,90m [Quadros parietais de Biologia], coleção da Escola Sá de Miranda.



Figura 10 Vista parcial da exposição “Perder imagens do passado? Nem a feijões!” patente no auditório do museu da Escola Secundária Sá de Miranda, entre 17 de novembro e 2 de dezembro de 2016.

¹² Por exemplo, a sala de exposição acolheu no dia 25 de novembro uma tertúlia sobre as leguminosas secas de grão que envolveu a participação da bióloga Teresa Lino Neto (Universidade do Minho), do chefe de cozinha António Loureiro e da investigadora em História das Ciências Paula R. Nogueira (Universidade de Coimbra) e permitiu “olhar” para este tema sob diversos pontos de vista.

4. Conclusões

A exposição “Perder imagens do passado? Nem a feijões!” contemplou a apresentação de 18 quadros parietais, 16 livros de ciências naturais, 1 catálogo e 1 herbário alusivos ao tema das leguminosas, bem como espécimes de animais granívoros conservados, num total de 42 elementos, numa abordagem crítica aos conteúdos científicos e educativos, muitos dos quais ainda atuais.

Em relação aos quadros parietais sobre os quais nos debruçamos neste trabalho, apesar de não serem particularmente numerosos, são esteticamente muito diversos e espelham a diversidade de coleções existentes no espólio do Museu. Foram contemplados quadros com origem em diferentes países que vão da Alemanha (Zippel-Otto Thomé, Meinhold, Dr. Tauber, Kat, Jung-Koch-Quentell), à Holanda (Uitgave J. Verhave, Hilversum), à França (Casa Deyrole), à Itália (Antonio Vallardi) e ainda, à Dinamarca (Balslev-Warming). Pelo que acabou de ser referido é evidente a enorme representatividade das coleções alemãs, o que está em sintonia com a importância histórica da Alemanha no aparecimento deste recurso educativo em meados do século XIX. Em termos de conteúdos abordados, também a seleção de quadros é muito abrangente cobrindo diversas áreas da Biologia que vão da genética clássica e hereditariedade, à microbiologia, à taxonomia, à morfologia e fisiologia vegetais, à parasitologia vegetal e também às ciências da nutrição. É também de referir que o estado de conservação dos quadros parietais é muito diverso havendo situações em que o objeto parece não ter tido quase uso, e outras em que a tela se encontra a desfazer-se e a soltar-se das barras de madeira horizontais (o que obrigou a expor o referido quadro na horizontal, pousado numa mesa). De salientar ainda o trabalho muito meritório de catalogação e armazenamento correto dos mais de mil quadros e mapas parietais (pendurados ou em canudos próprios) e ordenados por coleções facilitando a seleção e acesso.

Esta exposição – a primeira do género a acontecer na Escola Secundária Sá de Miranda – permitiu envolver o público escolar (e não só), alertar para a riqueza do património museológico da escola e, ainda, disseminar a mensagem (pertinente em termos de saúde pública e de sustentabilidade ambiental) veiculada pela ONU ao decretar 2016 como o Ano Internacional das Leguminosas. Adicionalmente, com esta exposição acreditamos ter fortalecido as relações entre a ciência e a sociedade, promovido a cultura científica e divulgado o património histórico científico e escolar. Ao proporcionar aos mais jovens o contacto com recursos didáticos do passado e ao permitir que comparassem conteúdos e imagens – muitos deles ainda hoje transmitidos nas salas de aula – acreditamos ter contribuído para a divulgação destas coleções de forma a ajudar a protegê-las e a conservá-las. Elas passam a constar do património afetivo dos próprios visitantes e “quem ama, cuida”.

Por fim, considerando o património histórico didático existente na ESSM acreditamos que lançámos as bases para novos desafios tornando possível a realização de outras exposições, talvez mais abrangentes em termos temáticos e diversificadas em termos de peças expostas.

5. Referências

- Alfarela, A. C. (2007). *A Integração das Escolas Secundárias no Espaço Urbano. O caso dos Liceus construídos na transição da monarquia para a I República na cidade de Lisboa*. Dissertação de Mestrado, Departamento de Geografia da Faculdade de Letras – Universidade de Lisboa, Portugal”.
- Bucchi, M. (1998). Images of Science in the Classroom: Wallcharts and Science Education 1850-1920. *The British Journal for the History of Science*, 31 (2), 161-184.
- Chelini, M. & Lopes, S. (2008). *Exposições em museus de ciências: reflexões e critérios para análise*. Acedido a 3 de junho de 2016, em http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-47142008000200007.
- Delicado, A., Cortez, A., Vala, F., Gago, M. D. M. & Casaleiro, P. (2010). Comunicar ciência numa exposição: uma avaliação exploratória de A Evolução de Darwin

- através de PMM. *Actas do I Seminário de Investigação em Museologia dos Países de Língua Portuguesa e Espanhola*, Porto, 8-18.
- Evertsson, J. (2014). Classroom wall charts and Biblical history: a study of educational technology in elementary schools in late nineteenth – and early twentieth-century Sweden. *Paedagogica Historica*, 50 (5), 668-684.
- Faria, J. (2014). *Os quadros parietais nas escolas Brasileiras entre meados do século XIX e as primeiras décadas do século XX*. Acedido a 25 de junho de 2016, em <https://anpEdsudeste2014.files.wordpress.com/2015/04/joana-borges-de-faria1.pdf>.
- International Year of Pulses (2015). *Nutrition*. Acedido a 25 de junho de 2016, em <http://iyp2016.org/resources/documents/factsheets/20-factsheet-pulses-and-nutrition/file>.
- Kraus, I. (2015). *Ausländische kulturpflanzen – zippel & bollmann*. Acedido a 10 de junho de 2018, em: <https://www.irenaeuskraus.com/shop/zippel-bollmann/>.
- Lopes, J. (2015). Museu da Escola Sá de Miranda – Que futuro?!. *Revista da Escola Secundária Sá de Miranda Trajectórias*, 33-4.
- Lopes, R. J. (2004). *Captar a Atenção, Ilustrar a Memória! Viagem ao universo de Mapas e outras imagens parietais do Liceu de Passos Manuel*. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Psicologia e de Ciências da Educação – Universidade de Lisboa, Portugal”
- Ministério da Educação (2010). *Património Museológico Escolar*. Acedido a 22 de junho de 2016, em <http://193.137.22.223/fotos/editor2/patrimoniomuseologico-escolar.pdf>.
- Regione Lombardia (2018). *Antonio Vallardi Editore (1750-)*. Acedido a 9 de junho de 2018, em: <http://www.lombardiabeniculturali.it/archivi/soggetti-produttori/ente/-MIDB001340/>.
- Soares, F. (2015). Origens e Evolução do Liceu Nacional *Sá de Miranda*. *Revista da Escola Secundária Sá de Miranda Trajectórias*, 47-48.
- Souza, R. F. (1998). *Templos de civilização: a implantação da Escola Primária Graduada no estado de São Paulo, 1890-1910*. São Paulo: Editora da UNESP.

**OS MUSEUS E O ENSINO EM CIÊNCIAS:
UMA PERSPETIVA HISTÓRICA
MUSEUMS AND SCIENCE TEACHING:
A HISTORICAL PERSPECTIVE**

Carlos Barata

0000-0003-3524-0752

Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade de Coimbra, Portugal

Carlos18barata@gmail.com

Carla Marques

0000-0003-2776-3131

Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade de Coimbra, Portugal

mscarla1982@gmail.com

Pedro M. Callapez

0000-0002-6493-2208

Centro de Investigação da Terra e do Espaço da Universidade de Coimbra
(CITEUC), Departamento de Ciências da Terra, Universidade de Coimbra,
Portugal

callapez@det.uc.pt

Resumo: Estarão os museus de ciências naturais preparados para ensinarem conteúdos curriculares de ciências, Biologia e Geologia, do 3º Ciclo e do Ensino Secundário? Optando

por aproveitar a estreita ligação que os jovens mantêm com os telemóveis, ao invés de os proibir em contextos de ensino, propomos possíveis estratégias a desenvolver em museus de ciências naturais, capazes de responderem a estas questões prementes. Pretendemos reavivar os objetivos históricos destes museus, através da utilização de apps educativas para telemóveis de última geração e apresentar estratégias que aproximem os museus às escolas e à respetiva comunidade escolar. Deste modo, procura-se potenciar o valor educativo do material disponibilizado pelos museus que, por norma, apenas está acessível às escolas nas páginas dos manuais escolares.

Palavras-chave: Ensino não-formal, Gamificação, História dos museus, M-learning

Abstract: Are natural sciences museums prepared to teach curricular contents of science, Biology and Geology, of the 3rd Cycle and Secondary Education? Choosing to take advantage of the close connection that young people maintain with smartphones, instead of prohibiting them in educational contexts, we propose possible strategies to be developed in museums of natural sciences, capable of answering these pressing questions. We intend to revive the historical goals of these museums, by using educational apps built for the latest smartphones, and presenting strategies that brings museums closer to school's community. Thus, we sought to enhance the educational value of the material made available by the natural science museums that, in general, is only accessible to schools in the textbooks pages.

Keywords: Gamification, Museums History, M-learning, Non-formal education

1. Introdução

Ao longo deste artigo pretendemos rever a origem e história dos museus no mundo (2.) e em Portugal (3.), compreender um pouco melhor o modo como a escola e os museus podem colaborar (4.), introduzindo possíveis estratégias de M-learning (4.1.), como a gamificação (4.1.1.).

Os museus possuem, presentemente, uma identidade multifacetada que reflete preocupações ao nível da instrução, do turismo e da regulação de comportamentos e rotinas sociais, estabelecendo relações entre aspetos culturais e políticos da própria governação (Bennet, 1995).

Contudo, a história dos museus tem uma origem etimológica distinta da visão moderna dos museus. De facto, o termo “museu” provém da latinização da palavra grega mouseion, um termo empregado para nomear um local ou templo dedicado às Musas¹. A estas nove entidades da mitologia grega, referidas pela primeira vez nos trabalhos de Homero e Hesíodo, que as louvam no início das suas obras poéticas pela dádiva da inspiração, memória e conhecimento, era atribuída o dom de inspirar a criatividade artística ou científica (Hard, 2004; Kaufman *et al.*, 2009; Lewis, 2011).

¹ A musa Calíope (que significa bela voz) inspirava a ciência em geral e a eloquência da poesia épica e era representada por uma tabuleta e buril; Clio ou Kleio (proclamadora) inspirava o conhecimento da História e tinha como símbolo um pergaminho parcialmente aberto; Erato (a amável) musa da poesia romântica era apresentada com uma pequena lira; Euterpe (doadora de prazeres) era a patrona da música e da poesia lírica e ostentava uma flauta; Melpômene (a poetisa) era a musa da Tragédia sendo representada com uma máscara trágica, uma grinalda e uma clava; Polímnia ou Polyhymnia (a de muitos hinos) inspirava a poesia sagrada e a música cerimonial ou sacra e era exibida como uma figura velada; Tália ou Thaleia (que faz brotar flores) inspirava a comédia e a poesia pastoral sendo representada com uma máscara cómica e uma coroa de hera ou um bastão; Terpsícore (a rodopiante) era a patrona da dança e do canto coral e possuía uma lira e plectro; e Urânia (a celestial) tida como inspiradora do conhecimento da Astronomia, que naquela época permanecia associada à Astrologia, era representada com um globo celestial e um compasso.

Curiosamente, as musas eram, de acordo com a respetiva estória mitológica, filhas de Zeus e da titânide Mnemósine (Memória), o que pode ser interpretado como a memória do conhecimento, que a humanidade foi adquirindo ao longo da sua história, a inspirar as diferentes artes e a ciência. Em última análise, deverá ser exatamente esta a principal missão dos museus modernos.

De referir, porém, que no poema do poeta grego Álcman, do século VII a.C., é atribuída uma genologia alternativa às Musas, criando uma origem mais antiga para estas divindades da mitologia grega, como filhas de Ouranos ou Urano, o deus do céu, e Gaia, a deusa da Terra, sendo consideradas, nesta versão, irmãs e não filhas de Mnemósine. Estas duas versões são reconciliadas por alguns autores, que defendem a existência de duas gerações de Musas (Hard, 2004).

Enquanto na Grécia Antiga a palavra *mouseion*, como já foi referido, designava templos dedicados às musas e tinha, portanto, um propósito centrado na contemplação religiosa, no Antigo Egito o termo foi aplicado para nomear o *Mouseion* de Alexandria (ou o Grande Museu de Alexandria) fundado pelo rei do Egito Ptolomeu I Sóter (366-283 a.C.) no início do século III a.C.. Tendo funcionado como um colégio de estudiosos, era constituído por um observatório, um jardim botânico, um zoológico e pela famosa biblioteca de Alexandria. Facilmente se percebe, por estes motivos, que presenteemente esta instituição da antiguidade seja percecionada sobretudo como um protótipo de universidade, da qual a preservação e interpretação dos objetos constituintes das suas coleções era apenas um aspeto. De facto, e apesar do seu principal propósito continuar envolto em incertezas, parece clara a existência de uma vasta coleção eclética recolhida com intuítos de investigação, divulgação e ensino das artes e da ciência. Ainda neste período, foi na Roma Antiga, provavelmente durante o Império Romano, que a versão latinizada da palavra *mouseion* deu origem ao vocábulo “museu”, tendo sido

igualmente empregue, neste contexto, para indicar locais cuja índole principal era a discussão filosófica (Demas, 2005; Lewis, 2011).

2. A História dos Museus

A aproximação do conceito de museu à aquisição, preservação e interpretação de objetos começou a ser consolidada, presumivelmente, com as coleções de Aristóteles e do seu discípulo Teófrasto, iniciadas por volta da metade do século IV a.C., durante as viagens destes filósofos à ilha grega de Lesbos, localizada no nordeste do mar Egeu. A recolha, estudo e classificação de espécimes botânicos esteve na origem da metodologia empírica formulada por Aristóteles, permitindo-lhe, posteriormente, fundar o seu Lyceum, onde criou uma comunidade de estudiosos em áreas como biologia e história. Esta instituição era constituída também por um mouseion o que, provavelmente, deu início à associação deste termo com a investigação académica. Aliás, o próprio Ptolomeu I Sóter escolheu, para organizar o Mouseion de Alexandria, Demétrio de Faleros, herdeiro da lógica aristotélica e aluno de Teófrasto, que por sua vez havia sucedido a Aristóteles na liderança do seu Lyceum. De acordo com as instruções de Ptolomeu I Sóter, Demétrio recolheu, entre outras iniciativas, mais de 200000 pergaminhos para a biblioteca do Mouseion de Alexandria, que chegaria a ultrapassar os 700000 pergaminhos durante o século I a.C., com o intuito de construir uma coleção universal a ser utilizada para a construção de conhecimento (Abt, 2006; Bales, 2009).

Na realidade, a tendência humana para adquirir, preservar e interpretar, conceitos que construíram o museu em termos históricos, antecede, numa grande escala temporal, a origem da própria palavra. Indícios que remontam pelo menos até ao paleolítico, como é o exemplo das coleções de artefactos líticos, de pele, de ossos

de animais e de conchas do mar, encontradas em túmulos desse período, comprovam exatamente o quão importante, identificador e construtor da nossa identidade individual e coletiva foi a preservação de objetos em coleções. Outra importante contribuição das coleções reside no seu potencial instrutivo, seja antes da invenção da escrita, como no caso das gravuras do paleolítico encontradas em diversos locais, um pouco por todo o mundo, como por exemplo no vale do Côa, Portugal, na Caverna de Chauvet, França, no complexo de cavernas Laas Geel, Somália, no Planalto de Cumberland, Tennessee, Estados Unidos da América, ou após a invenção dos primeiros alfabetos, como no caso da escrita cuneiforme dos sumérios, encontrada, por exemplo, nas tabuletas do segundo milénio a.C. descobertas nas ruínas de Larsa, uma cidade da antiga Suméria, na Mesopotâmia, ou os hieróglifos egípcios (Valladas *et al.*, 2001; Almeida *et al.*, 2004; Mayer *et al.*, 2009; Lewis, 2011; Simek *et al.*, 2013; Guthertz *et al.*, 2014).

Deste modo, verifica-se a existência de registos de coleções em diversos locais do mundo, provenientes de diferentes épocas, constituídos por objetos aos quais foram sendo atribuídos um valor religioso, mágico, económico, estético educativo ou histórico. Da Roma Antiga, com as coleções de arte expostas, inclusive, em locais públicos, à China, com, por exemplo, as coleções das casas imperiais iniciadas, pelo menos, com a Dinastia Shang (XVI a.C. a XI a.C.), passando pelas coleções de relíquias religiosas da África, Europa e Médio Oriente, a que estava mais perto do conceito atual de museu era a coleção da Pinacoteca na Acrópole de Atenas da Grécia Antiga (do grego pinakothēke e que deriva da palavra pinakes referente a tabuletas pintadas). Esta era uma das salas, ou neste caso galeria, do edifício Propileu, construído no século V a.C. na entrada da Acrópole de Atenas, e abrigava pinturas que homenageavam os deuses. O termo também foi utilizado na Roma Antiga, para denominar as divisões nas casas privadas romanas, mas geralmente abertas ao

público, que expunham nas suas paredes pinturas e frescos móveis (Abt, 2006; Lewis, 2011).

Durante o período renascentista, a Europa em geral e a península itálica em particular, foram fortemente influenciadas pela redescoberta do valor artístico e científico da antiguidade clássica greco-romana e pelos textos de diferentes sábios de nações do médio-orient e do orient, trazidos para a europa por intermédio das rotas comerciais que se iam estabelecendo entre estas regiões. É neste contexto que a palavra “museu” é recuperada, na cidade-estado de Florença, um dos principais centros do Renascimento, para descrever, de modo amplo, a coleção estabelecida por Lorenzo de’ Medici. Nos dois séculos seguintes a palavra estabelece-se um pouco por toda a Europa, sendo utilizada no século XVII para descrever as coleções dos gabinetes de curiosidades. Entre as coleções mais famosas, às quais não só foram dadas essa denominação como ainda tiveram um papel importante na formação de museus modernos, estão incluídas as de Ole Worm (1588-1654), Jonh Tradescant (1608-1662), Hans Sloane (1660 – 1753) e James Smithson (1765-1829) (Da Costa, 2002; Brandão, 2008; Lewis, 2011; Romero-Reverón & Arráez-Aybar, 2015).

Ole Worm, nascido em Aarhus, Dinamarca, além de médico, professor e reitor na Universidade de Copenhaga, estabeleceu, entre 1620 e 1654, uma coleção, inicialmente focada em amostras de minerais e, posteriormente, em animais, plantas e objetos criados pelo ser humano. Enquanto professor utilizou diversos elementos constituintes da sua coleção em aulas de Física e para destronar algumas especulações populares da época, por exemplo a ideia da existência de chifres de unicórnios, que na realidade eram o dente canino característico dos narvais. Após a sua morte foi publicada uma obra da sua autoria, na qual grande parte da sua coleção é descrita detalhadamente e complementada com mais de cem ilustrações dos objetos descritos. Esta coleção foi comprada pelo rei

Frederico III da Dinamarca e incorporada na Royal Kunstkammer, uma coleção cujos elementos constituintes foram, após 1825, redistribuídos por diversos museus especializados, como o Museu Nacional da Dinamarca, onde alguns dos seus objetos ainda se encontram expostos (Romero-Reverón & Arráez-Aybar, 2015).

No caso de Jonh Tradescant, que continua o trabalho do pai (seu homônimo), desenvolve uma coleção de espécimes raros de plantas, no jardim da sua casa em Lambeth (atualmente um bairro em Londres), bem como objetos de arte e curiosidades naturais, exibidos no mesmo local, intitulado The Ark (em português A Arca). A coleção destacava-se pela raridade dos seus objetos, como por exemplo espécimes de dodós e outras aves exóticas, globalmente reconhecidos como um importante recurso na investigação científica da época, em Inglaterra. Um catálogo desta coleção foi preparado por Elias Ashmole (1617-1692), com a assistência de Dr. Thomas Wharton e publicado em 1656, sobre o título *Musaeum Tradescantianum*, tendo Jonh Tradescant doado a coleção a Ashmole sob a condição desta permanecer na confiança de Jonh Tradescant ou da sua mulher enquanto fossem vivos. Após ter adquirido posse da coleção, Elias Ashmole propôs a sua doação à Universidade de Oxford, em 1677, conduzindo à formação do Museu Ashmolean aberto ao público em 1683, num edifício construído de propósito para a receber (Josten, 1960; MacGregor, 2001; Lewis, 2011).

Hans Sloane (1660-1753), de ascendência escocesa, nasceu na Irlanda do Norte e é considerado o pai do British Museum, devido à sua coleção que serviu de base à formação do museu. Colecionista e naturalista, características que lhe foram reconhecidas ainda em criança, exerceu a profissão de médico, tendo aceitado a oferta do Duque de Albemarle, Governador da Jamaica, para se tornar o seu médico pessoal. Após a morte do Duque, 18 meses após a sua chegada à ilha, teve oportunidade de recolher espécimes daquela ilha para a sua coleção privada, antes de regressar a Inglaterra. Além de

se ter tornado um médico conceituado na alta sociedade, tornou-se membro da Royal Society, tendo inclusive sido primeiro secretário e presidente da mesma, sucedendo a Isaac Newton, em 1727. Hans Sloane continuou, ao longo da sua vida, a aumentar a sua coleção, que além de objetos de história natural incluía ainda livros, manuscritos, moedas, medalhas e pinturas. Legou a coleção ao estado, por um preço inferior ao real valor, após a sua morte em 1753, que se tornou o núcleo do British Museum, aberto ao público em 1759. Igualmente importantes na criação deste museu foram as coleções de Robert Cotton e Robert Harley, compostas maioritariamente por manuscritos (Edwards, 1870; Ultee, 1988; Hawkins, 2010; Mendes, 2013).

James Smithson (1765-1829) foi um químico e mineralogista inglês do final do século XVIII e início do século XIX. Legou a sua coleção e dinheiro ao governo dos Estados Unidos da América com o intuito de criar uma instituição que aumentasse e difundisse o conhecimento. Em 1846 o Congresso desta nação, após um intenso debate político sobre a melhor forma de aplicar os fundos e sobre o que significa aumentar e difundir conhecimento, aprovou a legislação que criou o Instituto Smithsonian, em Washington, D.C., conduzindo à formação do primeiro dos seus muitos museus, o Museu Nacional dos Estados Unidos da América (EUA). Este abriu em 1858, integrado no programa científico do Smithsonian, que desde cedo se estabeleceu como o principal auxiliar da ciência e da educação nos Estados Unidos da América, continuando assim a cumprir a visão original de James Smithson até aos nossos dias (Melber & Abraham, 2002; Childs, 2011; Lewis, 2011).

Estes colecionadores, entre outros, continuaram, portanto, a herança dos renascentistas italianos, que iniciaram as primeiras grandes coleções, geralmente associados a famílias mercantis, bancárias e da alta nobreza, motivados por fazer renascer a herança clássica da antiguidade romana e grega. Famílias, como a Medici de Florença, produziram coleções impressionantes de antiguidades, destacando-se

a coleção iniciada por Cosimo de Medici, no século XV, desenvolvida pelos seus descendentes e legada ao estado, com o intuito de a tornar disponível para o público, em 1743. Aliás, já durante o século XVI, vários palácios, como o Uffizi, tinham aberto espaços para o público geral e turistas verem as coleções, geralmente relacionadas com arte (Abt, 2006; Lewis, 2011).

Durante o mesmo período, esta tendência foi emulada por várias casas reais por toda a Europa, que ainda contribuíram com o patronato de cientistas e artistas, conduzindo à criação de coleções pessoais especializadas, particularmente de História Natural, Arqueologia e História, e de Sociedades eruditas como a Royal Society em Londres (1660) e a Academia de Ciências em Paris (1666). Várias destas coleções, que no devido tempo encontraram o seu caminho para museus, tiveram catálogos publicados que refletiam um espírito de investigação racional, que começava a surgir na Europa e que promovia a classificação sistemática do mundo natural. Deste modo, este período assistiu à transição das coleções privadas para as exposições públicas, das coleções como símbolos de prestígio social e económico para o interesse científico associado ao entretenimento, de um número reduzido de colecionadores para um grupo mais amplo, contribuindo para avanços no conhecimento, na continuidade das coleções e da sua acessibilidade à comunidade científica e público geral (Lewis, 2011).

De referir que durante esta fase de transição, a distinção entre museus, a extensa e heterogénea rede de colecionadores privados e os comerciantes de raridades deste período era incerta, com um grande número de objetos a serem transferidos entre estes agentes, como as casas de leilões que serviam de locais de exposição do conhecimento natural da época, proporcionando um espaço para a resolução de ambiguidades na classificação e avaliação dos objetos e o respetivo registo dessa informação, através dos catálogos, e que chegaram até aos nossos dias (Alberti, 2005).

Dois dos marcos mais importantes do século XVIII, no que diz respeito à história dos museus, foram a formação e abertura, em 1753 (por ato do parlamento) e 1759, respetivamente, do British Museum, em Londres e, em 1793, do Louvre, em Paris, ainda atualmente dois dos mais importantes museus europeus. O desenvolvimento do Iluminismo e do espírito enciclopédico durante este século, conjuntamente com o maior interesse do público pelo exótico, foram determinantes para os governos destes dois países terem assumido a responsabilidade de adquirir, preservar e divulgar a ciência e a arte, contribuindo para um maior conhecimento científico e entretenimento. Outro fator decisivo por detrás destas decisões governamentais foram as alterações sociais e políticas registadas um pouco por toda a Europa, resultantes da industrialização e da revolução francesa, e consequentes invasões francesas. Outros países, como a Alemanha, a Itália, a Áustria, a Rússia, a Espanha e Portugal, implementaram diligências idênticas ao longo das décadas seguintes, geralmente associadas a um maior acesso do público geral às coleções da realeza europeia, num processo gradual. Assim, no século XVIII o conceito de museu estabeleceu-se como uma instituição que tem como objetivo preservar e divulgar as suas coleções para a comunidade científica e geral. Este modelo europeu de museu, ilustrado por Denis Diderot num esquema detalhado para um museu nacional para a França no Nono volume da sua Enciclopédia, publicado em 1765, foi transportado para outros continentes. Como exemplo temos, nos Estados Unidos o Peale Museum, em Filadélfia, em 1786, na Argentina o Museu Argentino de Ciências Naturais, Buenos Aires, em 1812, no Brasil o Museu Real do Rio de Janeiro, em 1818 (o primeiro museu português numa colónia), na África do Sul o museu baseado na coleção zoológica de Andrew Smith, Cidade do Cabo, em 1825, e na Austrália o Museu Sydney ou Museu Colonial, em 1827 (Abt, 2006; Lewis, 2011; Mendes, 2013).

As transformações político sociais na Europa do século XIX, nomeadamente entre as nações da Europa Central, conduziram a um maior acesso público das coleções privadas, frequentemente com o intuito de exacerbar uma consciência nacional, contribuindo para a criação de museus regionais e nacionais durante este século, uma situação que se viu repetida não só nos países europeus, mas também um pouco por todo o mundo. Associada a esta tendência para criar ou fortalecer identidades nacionais, verificou-se um aumento de expedições arqueológicas locais, que por sua vez teve um impacto no desenvolvimento dos museus arqueológicos regionais e nacionais. Igualmente importante foram as primeiras feiras mundiais, diretamente ligadas à formação de museus. Aliás, da primeira feira mundial, a Grande Exposição de 1851, em Londres, resultaram as coleções fundadoras do Victoria and Albert Museum, um museu dedicado às artes, e do Science Museum, ambos em South Kensington, Londres. Esta, e as subseqüentes feiras mundiais, expunham objetos de uma vasta gama de disciplinas em mostras públicas, cuja profunda e duradoura influência conduziu ao desenvolvimento não só dos museus, mas também das lojas de departamento ou grandes armazéns (department store, no original inglês), exposições e galerias de arte. Durante a segunda metade deste século o número de museus aumentou, de forma significativa, em países de todos os continentes, muitos deles revelando já preocupações educativas, como por exemplo os Museus de Liverpool que puseram em prática iniciativas de cooperação com as escolas locais, emprestando espécimes e aumentando o horário de abertura dos museus (Bennett, 1994; Lewis, 2011).

Desta forma, no final do século XIX, o museu público moderno é percebido como um espaço racional, científico e didático, ultrapassando a incongruência e desordem expositiva dos gabinetes de curiosidades e restantes predecessores do museu. Enquanto os gabinetes de curiosidades exploravam o fator surpresa, sobretu-

do com o intuito de provocar o espanto e de encorajar um efeito sensacionalista, dando destaque aos objetos raros e excepcionais e às suas qualidades singulares, em detrimento da norma, do racional e do pedagógico, os museus do século XIX começaram a preocupar-se exatamente com estas últimas três características, selecionando os objetos para exibição de acordo com o seu valor educativo, e não somente pelo valor de curiosidade ou ornamental. Assim, focaram a sua atenção nos princípios de especialização e de classificação, conduzindo à formação de diferentes tipos de museus especializados (por exemplo de Geologia, História Natural, Arte), nos quais era patente a preocupação em tornar as exposições simultaneamente inteligíveis e compatíveis com uma visão científica do mundo e os objetivos educacionais. Sem esquecer todo o seu passado, é durante o século XIX, com início ainda no final do século anterior, que o museu público adquire a sua forma moderna, transformando as práticas dos gabinetes de curiosidades e adaptando a criatividade destes e das técnicas expositivas das feiras mundiais e das lojas de departamento, continuamente influenciada pelas tendências e necessidades políticas e governativas (Bennet, 1995).

Já no início do século XX começaram a ser criados novos tipos de museus, nomeadamente museus ao ar livre e novos tipos de museus de ciência. Os museus ao ar livre como o Skansen (1891), em Estocolmo na Suécia, o primeiro deste tipo de museus ou o Nederlands Openluchtmuseum, estabelecido em 1912 e aberto ao público em 1918, em Arnhem, na Holanda, procuraram incentivar a preservação, restauração e exibição de coleções de artefactos, estruturas, edifícios e costumes em ambientes de exterior. Geralmente, são constituídos por grupos ou elementos arquitetónicos autênticos, ou seja, apresentados com a mesma imagem que possuíam no passado, dispostos numa determinada área, de modo a retratar as principais características do modo de vida, de determinadas ativid-

des tradicionais ou do próprio espaço físico das moradias (Rivière, 1960; Rentzhog, 2007).

Relativamente aos novos museus de ciências, verificou-se neste período uma maior preocupação em criar exposições durante as quais os visitantes pudessem observar ou mesmo interagir com demonstrações das aplicações da ciência, procurando melhorar a experiência do público visitante e a sua interpretação da ciência e da tecnologia em exposição. Esta tendência levou a que o Science Museum de Londres, fundado em 1857, e o Deutsche Museum criado em 1903, em Munique, tenham sido transferidos para novas instalações, especialmente construídas para permitir exposições mais interativas, em 1919 e 1925, respetivamente. Foram sendo desenvolvidas, neste período, novas técnicas expositivas com dioramas, réplicas, maquetes e demonstrações de experiências, nas quais os visitantes tinham a oportunidade de participar. As implementações destas metodologias contribuíram para melhorar os aspetos de aprendizagem e entretenimento nestes museus de ciência, tendo servido de modelo para os museus, particularmente os de ciência, de todo o mundo (Fehlhammer & Rathjen, 1999; Aronsson & Bentz, 2011; Lewis, 2011).

Na Rússia, o início do século XX ficou marcado pela Revolução Russa de 1917, após a qual as principais coleções particulares e os museus ficaram sob controle estatal, sob a influência ideológica do Partido Bolchevique que assumiu o poder impondo um governo socialista soviético, para o qual a cultura pertencia ao povo e não apenas à nobreza ou a qualquer outro grupo da elite social, económica ou cultural. Foram ainda criados novos museus, inovando também na tipologia, tendo o seu número triplicado nas duas décadas seguintes, em parte graças à acumulação de material resultante da nacionalização de bens, com o objetivo de preservar e divulgar o património cultural do país. Os museus foram ainda utilizados para promover a ideologia por detrás da revolução política, glorificando os principais intervenientes revolucionários, tendo inclusive sido criado

o Museu Central da Revolução em 1924, em Moscou, promovendo a propaganda política e, conseqüentemente, a fidelidade intelectual e emocional ao partido comunista soviético e procurando controlar a história soviética, por exemplo através do Museu Central de Lenine em Moscou, inaugurado em 1936. Durante o mesmo período, com o final da 1ª Guerra Mundial, observou-se o intensificar dos movimentos nacionalistas também nas outras nações, principalmente nas europeias, tendo os museus, em particular os regionais, promovido a história e as suas principais figuras nacionais. Nos Estados Unidos da América observou-se um processo semelhante, encorajado pelo patronato privado, com o objetivo de criar uma identidade nacional, num país com um passado ainda relativamente recente (Forest & Johnson, 2002; Lewis, 2011).

Apesar da devastação provocada pela 2ª Guerra Mundial, até à época inimaginável, quer em termos humanos quer materiais, particularmente nas nações europeias que foram palco das duras batalhas que ocorreram, e do conseqüente período de reconstrução que se seguiu, o período pós-guerra possibilitou notáveis desenvolvimentos no que diz respeito aos museus. Estes foram capazes de responder a uma sociedade em rápida mudança, com uma maior percentagem da população a possuir uma melhor educação, cultural e científica, sendo, por isso, mais exigente não só em relação à componente educativa e da divulgação da arte e/ou ciência dos museus, mas também em relação à de entretenimento e lazer. Outro fator determinante no desenvolvimento dos museus, no período pós-guerra, está diretamente ligado com a necessidade de reconstruir os símbolos culturais, nomeadamente os museus, mas também os monumentos e outros espaços de significância histórica, reconhecendo o seu valor simbólico para a sociedade. Aliás, é reconhecida, presentemente, a importância dos museus e de outras instituições culturais, na promoção da reconciliação dos povos e respetivas culturas nos períodos de pós-guerra (Barakat, 2007; Ascherson, 2007; Lewis, 2011).

Se, por um lado, a 2ª Guerra Mundial causou a destruição de museus e coleções, obrigando à remoção de coleções inteiras para locais mais seguros o que originou o saque de coleções museológicas (tendo os artefactos sido restituídos apenas em alguns casos), por outro lado, o período de reconstrução pós-guerra não se limitou a recuperar e reapresentar os objetos removidos durante esse período. Este período também facultou a conjuntura necessária para implementar estratégias que tinham como alvo tanto o público erudito como o público leigo, remodelar edifícios e exposições, com base nas ideias inovadoras que já haviam sido avançadas antes das Guerras Mundiais terem ocorrido, e concretizar a reestruturação organizativa e funcional dos próprios museus, integrando equipas multifacetadas que incluíam, para além do tradicional curador, conservadores, designers, educadores e gestores de marketing. As mudanças que se verificaram estenderam-se além dos países europeus, procurando acompanhar o aumento da aceleração nas alterações sociais, políticas e tecnológicas e, assim, garantir uma nova popularidade aos museus e, por consequência, um aumento no número de visitantes, com um impacto real na economia local e nacional. Aliás, este aumento do número de visitantes é indissociável da alteração das leis laborais, tendencialmente menos rígidas, e que permitiram maiores períodos de lazer, por comparação ao período pré-Guerras Mundiais. Contudo, e apesar de diferentes iniciativas para o desenvolvimento museológico nos países em desenvolvimento, ainda se verifica uma clara disparidade entre os países industrializados, onde estão localizados mais de dois terços dos museus, e os restantes países do mundo (Walsh, 2002; Lewis, 2011).

Outro fator determinante no desenvolvimento dos museus, já na segunda metade do século XX, foi a maior consciencialização ambiental da sociedade em geral e das políticas nacionais e internacionais, em particular, conduzindo à criação de museus em locais ou edifícios históricos restaurados e em paisagens naturais preser-

vadas. Também foram criados os primeiros ecomuseus, um tipo de museu que procura ser uma instituição cultural, construída para, sobre e pela população local, seja por intermédio de associações ou entidades municipais. Deste modo, os ecomuseus procuram investigar, conservar e expor objetos naturais e culturais representativos de um espaço geográfico local e pela forma de viver das suas populações. Porém, no final deste século, as alterações políticas em resposta a períodos de recessão mundial, que diminuiram o financiamento do sector público em muitos países, obrigou os museus a procurarem financiamentos de fontes alternativas, incluindo a introdução ou o aumento de taxas de admissão. Consequentemente, tornou-se indispensável a necessidade em conceber estratégias de marketing que aproximem os museus do maior número de pessoas, de todas as faixas etárias, sociais e económicas, quer em termos de visitante quer em relação à angariação de fundos privados. A implementação de diferentes estratégias com o intuito de garantir uma maior sustentabilidade financeira dos museus é extremamente importante para a sobrevivência dos mesmos durante os períodos de recessão económica e, simultaneamente, para os tornar política e socialmente relevantes (Lewis, 2011; Chang *et al.*, 2015; Nielsen, 2015).

As alterações observadas durante a transição para o presente século, modificaram o próprio conceito de museu, diminuindo a sua conotação ao edifício que alberga e expõe as suas coleções, sendo atualmente definido, de acordo com a International Council of Museums (ICOM), como uma “instituição permanente sem fins lucrativos, ao serviço da sociedade e do seu desenvolvimento, aberta ao público, que adquire, conserva, investiga, comunica e expõe o património material e imaterial da humanidade e do seu meio envolvente com fins de educação, estudo e deleite”. A ICOM (2007) adotou esta definição durante a sua vigésima segunda Assembleia Geral, em Viena, Áustria, a 24 de agosto de 2007.

De modo mais específico, os museus de ciência são, adicionalmente, instituições que devem desempenhar um papel fulcral na divulgação e ensino da ciência, num contexto não formal ou informal, com a capacidade de simultaneamente educar e entreter, estabelecendo uma comunicação entre a comunidade científica e a restante sociedade, capaz de influenciar os decisores políticos (Reis *et al.*, 2014).

3. A História dos Museus em Portugal

Tal como foi descrito anteriormente, também em Portugal a história dos museus remonta às primeiras coleções registadas no seu território independente, após a declaração de D. Afonso Henriques, em 1143, quando conseguiu a independência dos reinos de Leão e Castela. Alguns dos exemplos cujos registos chegaram aos nossos dias, incluem a coleção de D. Afonso (1377-1461), 1º Duque de Bragança, e filho natural de D. João I, rei de Portugal, formada por objetos raros obtidos de viagens fora do Reino; a coleção do Padre Severim de Faria (c.1582-1655) composta por artefactos romanos, como moedas e vasos; e a de Pero Vaz Caminha, que enviou ao rei D. Manuel I uma coleção acompanhada pela carta do Achamento do Brasil, escrita em 1500. De modo geral, eram coleções baseadas no exotismo dos seus objetos, pertencentes a famílias da nobreza ou mesmo da realeza, e a indivíduos do clero, frequentemente relacionadas com as viagens marítimas portuguesas (Ramos, 1993).

Depois deste período sobretudo colecionista, verificou-se um período de desenvolvimento museológico em Portugal sobre a orientação do Marquês de Pombal, tendo sido a partir da sua ordem que decorreu a criação e instalação dos museus Real Museu de História Natural e Jardim Botânico, na Ajuda, Lisboa (1768), e o Museu de História natural e Jardim Botânico da Universidade de Coimbra

(1772). Para tal nomeou como diretor dos dois museus o médico e naturalista italiano Domingos Vandelli (1737-1816), que havia sido professor na Universidade de Pádua, Itália, antes de vir para Portugal trabalhar no Colégio dos Nobres, em 1764. Ambos os museus foram concebidos e organizados, durante esta fase inicial, e sempre em acordo com as ideias iluministas defendidas pelo Marquês de Pombal, por Domingos Vandelli, mais concretamente entre 1768 e 1810, no Real Museu da Ajuda e, entre 1772 e 1791, no Museu da Universidade de Coimbra. Após 1772, acumulou ainda o cargo de lente de Química e História Natural na Universidade de Coimbra (Ramos, 1993; Primo, 2007; Póvoas *et al.*, 2011).

Por todos estes motivos, Domingos Vandelli é frequentemente descrito como o museólogo mais importante do século XVIII em Portugal, tendo contribuído para desenvolver a visão pombalina, segundo a qual os museus deveriam ser locais semipúblicos, capazes de combinar aspetos estéticos com as necessidades educativas, quer dos edifícios em si mesmo quer das próprias coleções (Ramos, 1993; Primo, 2007; Póvoas *et al.*, 2011).

Cerca de meio século mais tarde, foi também formado o primeiro museu português numa região ultramarina, mais concretamente na cidade brasileira Rio de Janeiro, onde residia a família real do então Reino Unido de Portugal e Brasil, em consequência da fuga da mesma durante as invasões francesas. Criado pelo rei D. João VI, em 1818, o Museu Real do Rio de Janeiro foi organizado tendo como modelo os dois museus portugueses formados cerca de cinquenta anos antes (Ramos, 1993).

As implicações políticas e sociais da revolução francesa também se fizeram sentir em Portugal, incluindo na área da museologia, com o surgimento dos movimentos liberais que acabariam por triunfar após a conclusão da Guerra Civil Portuguesa (1828-1834), que também ficou conhecida como as Guerras Liberais. Os museus do liberalismo eram perçecionados como instituições públicas, tendo

sido criadas novas unidades museológicas, por todo o país, como aliás atesta a circular de 25 de agosto de 1836 para os Governadores Civis do Reino, Ilhas Adjacentes e Ultramar, na qual era determinada a criação de dois gabinetes de raridades, um dedicado à arte e outro a qualquer outro tema, além de uma Biblioteca Pública, nas respetivas capitais de distrito. Esta iniciativa é considerada como a primeira descentralização da rede museológica, estendendo-a por todo o país. Dos museus do liberalismo destaca-se o Museu Portuense, atualmente designado como Museu Nacional Soares dos Reis, aberto em 1840, mas concebido por desígnio de D. Pedro IV, em 1833, em pleno cerco do Porto (1832-1833) durante a guerra civil, e considerado como o primeiro museu público português, com um edifício construído de raiz (Ramos, 1993; Primo, 2007; Roque, 2010).

Durante a segunda metade do século XIX registou-se em Portugal um movimento pró museu, que promoveu a construção de museus temáticos, como Museu dos Serviços Geológicos (1859), tendo como base fundadora a coleção de Carlos Ribeiro, codiretor da Comissão dos Trabalhos Geológicos, juntamente com Pereira da Costa, e o Museu Archeologico do Carmo (1864), por intermédio da Sociedade dos Architectos e Archeologos Portuguezes. Neste período, verificou-se, aliás, um aumento do número de escavações arqueológicas que, por sua vez, promoveram a criação de museus regionais arqueológicos como o Museu Arqueológico de Elvas (1880). Outros museus de diferentes tipologias, como etnológicos e industriais, foram também criados em Portugal durante o mesmo período. Destaque ainda para o último museu criado pela monarquia portuguesa, já no início do século XX (1905), mais concretamente por iniciativa da rainha D. Amélia de Orléans e Bragança, o Museu dos Coches Reais (Ramos, 1993; Primo, 2007; Brandão, 2010).

Durante o breve período da Primeira República portuguesa (1910-1926), verificou-se uma forte intenção em reformular os museus

portugueses com o intuito de melhorar a divulgação da cultura, num contexto mais extenso e profundo de uma população ainda com um elevado índice de analfabetismo. Aliás a reforma dos museus foi enquadrada com a reforma do ensino, tendo o Decreto nº 1 de 26 de Maio de 1911, referente ao planeamento da ação dos museus a nível nacional, do primeiro governo da Primeira República, procurado integrar os museus no ensino artístico e geral. Este decreto esteve na origem da criação descentralizada de diferentes tipos de museus, incluindo museus escolares, casas-museus e museus municipais, com diferentes tutelas, e da criação de associações, como os Amigos do Museu Nacional de Arte Antiga de Lisboa, que procuravam apoiar e dinamizar a atividade do museu em diferentes áreas, por exemplo no plano financeiro, na valorização de diferentes projetos e na aquisição de objetos para os museus (Ramos, 1993; Primo, 2007).

Com o fim da Primeira República e o estabelecimento do regime autoritário e autocrata do Estado Novo, os museus foram utilizados como mais um meio de propaganda, focada no nacionalismo e glorificando o passado. Para tal foram recuperados vários edifícios históricos e/ou simbólicos, como conventos e castelos, que posteriormente foram utilizados para expor coleções que reforçavam o conceito de cultura nacional (museus de arqueologia, história e arte) e rural (museus etnográficos). Na década de 1960, destaca-se o Decreto nº 46758, dezembro de 1965, que procurou incentivar a implementação de novas estratégias para atrair visitantes e uma ação pedagógica mais eficaz no contexto dos museus. A criação da Associação Portuguesa de Museologia – APOM – em 1965 e o estabelecimento do Museu Calouste Gulbenkian, em 1969, procuraram profissionalizar a atividade dos museus e introduzir uma metodologia museológica inovadora em Portugal, focada numa ação pedagógica mais eficiente. Destaca-se, na criação deste museu, a importante contribuição do diretor da ICOM, entre 1948 e 1966,

Georges-Henri Rivière, tendo este aceite a posição de consultor da Fundação Calouste Gulbenkian, em 1958, na área de museologia (Ramos, 1993; Primo, 2007; Lapa, 2011).

Com o fim do Estado Novo, pós 25 de Abril, a museologia em Portugal passou por um processo que promoveu uma maior autonomia e democratização das suas instituições e associações, contribuindo para que as atividades relacionadas com os museus fossem menos formais. Durante a década de 1980 foram sendo criados, um pouco por todo o território português, diferentes tipos de museus, que ficaram sobre a alçada de diferentes organizações (autarquias, fundações, associações, empresas, etc.). A maior autonomia dos órgãos administrativos locais, municípios e freguesias, permitiram um maior apoio, quer direta ou indiretamente, aos museus. Juntamente com estes apoios, as iniciativas privadas de empresas e associações de defesa do património, contribuíram para a introdução de inovações museológicas, tanto a nível da comunicação como da reutilização de sítios históricos, monumentos e acervos, e, consequentemente, de uma nova dinâmica na museologia portuguesa, desenvolvendo o conceito de museu a nível nacional. Destaque ainda para a criação do primeiro ecomuseu português em 1982, o Ecomuseu do Seixal, ao qual se seguiu a criação de outros museus da mesma tipologia, um pouco por todo o país, procurando dar um maior destaque à história e património das comunidades locais. De forma semelhante, os museus de empresa, como o Museu do Vidro na Marinha Grande, aberto em 1998, salientam a importância da história e património das respetivas indústrias, tendo algumas das empresas que constituíram este tipo de museu, formado a Associação Portuguesa de Empresas com Museus (APOREM), em 1992 (Primo, 2007; Faria, 2011).

Em termos nacionais, foi criado a estrutura do projeto Rede Portuguesa de Museus (RPM) por despacho conjunto nº 616/2000, a 17 de maio de 2000, com o objetivo central de qualificar as en-

tidades museológicas portuguesas, atuando como um sistema de coordenação e mediação entre museus, para promover a comunicação e cooperação entre estas entidades. De acordo com o despacho normativo n.º 28/2001, a atividade da RPM deverá ser estruturada de acordo com três eixos complementares: Eixo n.º 1 – Informação (estimulando uma rede de comunicação entre museus e entre estes e a RPM, que proporcione a disseminação da informação e a interconexão entre museus); Eixo n.º 2 – Formação (qualificação do quadro técnico dos museus); Eixo n.º 3 – Qualificação (qualificação dos serviços, atividades, espaços e equipamentos). Desde 2011 a RPM está sob a alçada da Direção Geral do Património Cultural e regula a atividade dos museus e ela associados, procurando uma menor formalidade na atuação dos museus e uma maior diversidade de estratégias, quantitativamente e qualitativamente, de modo a aproximar o público dos museus e a garantir que estes sejam locais de instrução e entretenimento, capazes de atrair diferentes tipos de público.

4. O ensino não formal nos museus

Se tivermos em consideração a perspetiva das escolas, professores e alunos, os museus parecem cumprir expectativas relacionadas sobretudo com aspetos lúdicos, ao invés de educativos, o que pode limitar as atividades desenvolvidas no contexto não formal dos museus e nas visitas/passeios pelos seus circuitos expositivos, geralmente organizados para o público geral, e guiados, quando possível, por técnicos dos museus, que nem sempre têm a formação necessária sobre os conteúdos programáticos do ensino. Existem exceções, porém, estas não resultam, de forma geral, da cooperação entre escolas e museus, mas sim da iniciativa de professores, e do seu trabalho individual, ou de atividades pontuais dos museus (por exemplo as

exposições temporárias organizadas especificamente para as escolas, já preparadas para possibilitarem uma maior interatividade entre estudantes e a exposição) (Chagas, 1993; Tal & Morag, 2007).

É, por esse motivo, fundamental consolidar a relação entre a escola e o museu, em ambos os sentidos, de modo a possibilitar o aproveitamento de todas as potencialidades dos museus, criando as condições necessárias no que diz respeito aos seus desígnios educativos, para os quais devem estar vocacionados, independentemente do seu significado enquanto repositórios com importância científica, histórica e cultural.

A utilização de recursos digitais de cariz móvel, integrados nas capacidades específicas das atuais Tecnologias de Informação e de Comunicação (TIC), progressivamente com maior destaque no ensino atual e capazes de gerar aprendizagens mais duradouras (Mifsud, 2002; Sheng *et al.*, 2010), durante as atividades desenvolvidas pelas escolas no contexto não formal dos museus, têm o potencial de se constituírem como a principal ponte de ligação entre a escola e o museu, no que diz respeito aos processos de ensino/aprendizagem.

Como já foi referido anteriormente, as mudanças tecnológicas, políticas e sociais no final do século XVIII, das quais se destaca a revolução francesa, contribuíram para que os museus comesçassem a ser percecionados como instituições capazes de divulgar ao público geral os seus conteúdos, fossem estes relacionados com a arte ou a ciência, ultrapassando o seu tradicional contributo conservacionista, considerado o objetivo original dos museus (Friedman, 2010).

O desenvolvimento dos museus, desde dessa época, tem-se feito sentir de forma particular nos de ciência, como atesta a maior interatividade entre o público e as exposições nestes museus. Contudo, o potencial pedagógico dos museus nem sempre é devidamente explorado com as metodologias aplicadas, presentemente, durante as atividades escolares nos museus (Chagas, 1993; Tal & Morag, 2007).

De facto, as exposições, quer sejam permanentes ou temporárias, tendem a ser construídas com o objetivo de servir o público geral, procurando primariamente atrair e recrear e só depois instruir. Dentro deste registo, observa-se frequentemente que as considerações estéticas são uma prioridade em detrimento das educativas, constituindo os museus, para os estudantes, um contexto informal desligado do contexto escolar e do respetivo currículo. Associado a estes fatores e às suas implicações, como a inexistência de provas sobre os conteúdos apreendidos durante as atividades nos museus, está a ausência de técnicos de museu com suficiente experiência para interpretar e explicar a informação e estímulos, presentes em grandes quantidades nas exposições museológicas, o que impossibilita o estabelecimento de condições propícias para a concretização de aprendizagens (Allen, 2004; Friedman, 2010) e a avaliação da eficácia das atividades realizadas.

A introdução, de modo geral, das TIC e, de forma particular, dos recursos digitais móveis, parece possibilitar o complemento das insuficiências educativas verificadas atualmente no contexto dos museus, quer a nível de conteúdos quer a nível lúdico, simultaneamente atraindo visitantes do público geral e da comunidade escolar (Ioannidis *et al.*, 2013; Rey & Casado-Neira, 2013).

Para melhor compreender a ligação entre museus e escolas é necessário definir e distinguir o contexto de aprendizagem de ambos. Se na sala de aula (escola) parece ser claro estarmos num contexto de aprendizagem formal, o mesmo já não sucede nos museus, havendo alguma discussão se este se trata de um contexto não formal ou informal. A aprendizagem não formal, cuja definição não é consensual, decorre fora do contexto da sala de aula, como a informal, sendo considerada um meio-termo entre aprendizagem formal e a informal, distinguindo-se desta última, para a maioria dos autores, devido ao facto de possuir uma estrutura e objetivos, o que permite incluir atividades resultantes da iniciativa coletiva, como a ativida-

de escolar, além da individual (Werquin, 2010; Garner *et al.*, 2014; OECD, 2017).

Devido, em parte, a esta definição não ser consensual, estas aprendizagens, particularmente a não formal e a informal, são repetidamente mal interpretadas e confundidas. Uma vez que a maior parte dos docentes parece enquadrá-las em qualquer tipo de atividade realizada fora do contexto formal da sala de aula, sendo a sua aplicação, geralmente, muito incoerente (Garner *et al.*, 2014).

Ao integrar as atividades em museus na aprendizagem informal, e apesar de se estar a contribuir solidamente no domínio motivacional dos alunos, a ausência de uma estrutura que relacione a atividade com o currículo escolar vai retirar produtividade às aprendizagens. É necessário que as atividades escolares nos museus possuam não só uma estrutura, mas também objetivos bem definidos, que relacionem a atividade com o plano de aulas, transformando visitas a museus em atividades práticas no museu (Faria *et al.*, 2012; Karnezou *et al.*, 2013). Assim, consideramos essencial considerar o museu como um contexto de aprendizagem não-formal.

Apesar destas indefinições, as alternativas às estratégias de aprendizagem no contexto formal da sala de aula aumentam o número de oportunidades de aprendizagem, quer quantitativamente quer qualitativamente (Garner *et al.*, 2014; OECD, 2017).

Diversos autores (Blurton, 1999; Tinio, 2003; Punie *et al.*, 2006; García-Peñalvo *et al.*, 2012; Wu *et al.*, 2012; Latchem, 2014) têm destacado a importância do contributo da aprendizagem não-formal associada a TICs. Algumas das mais importantes características desta associação inclui o desenvolvimento das capacidades sociais e técnicas dos alunos, consolidada no desenvolvimento científico e tecnológico dos alunos, preparando-os para uma sociedade cada vez mais sujeita às implicações políticas e socioeconómicas resultantes da globalização (Yoon *et al.*, 2012).

A investigação, mais recente, centrada na aprendizagem não-formal, que deverá ser desenvolvida pelas escolas no contexto museológico, tem tido como tema de estudo o papel das novas tecnologias no ensino, com destaque para o mobile learning (m-learning), também designada por aprendizagem móvel.

4.1. M-Learning

O m-learning é uma estratégia de ensino que utiliza aparelhos eletrónicos móveis e transmissão de informação sem fios, o que possibilita não só um ensino à distância, mas também lhe confere um cariz móvel e ubíquo. É, portanto, um subconjunto do electronic learning (em português aprendizagem eletrónica), mais conhecido como e-learning, que diz respeito a todo o ensino suportado por instrumentos e media digital que permitem o ensino à distância, quer através da internet, intranet, áudio, vídeo, televisão interativa ou cd-roms (Hoppe *et al.*, 2003; Holsapple & Lee-Post, 2006; Peng *et al.*, 2009).

Os materiais didáticos de cariz digital, integrados com a ação dos técnicos especializados dos museus, nestas estratégias, contribuem para uma maior participação dos alunos durante os processos de aprendizagem efetuados neste contexto (Frohberg *et al.*, 2009; Lane *et al.*, 2011).

De forma geral, a importância do papel dos professores, após a introdução de TICs no processo de aprendizagem, não diminui, mas é alterado, indo além dos aspetos tradicionalmente compreendidos, quer em contextos formais quer em não-formais, tornando-se ainda mais determinante nestas situações para o sucesso das aprendizagens. O mesmo sucede com o papel dos alunos, constituindo um ensino, progressivamente, mais centrado no estudante e menos no professor. Assim, o docente possui um papel sobretudo tutorial, com

a responsabilidade de orientar os estudantes durante os processos de ensino-aprendizagem destas estratégias, devendo manter o foco das suas funções no ensino da formulação de hipóteses, construção de questões e problemas e pesquisa e análise de informação, respeitante ao problema colocado. A introdução de TICs nas estratégias de ensino não formal, ou mesmo nas de ensino formal, permanece, por norma, uma novidade para os professores, o que pode implicar novas aprendizagens por parte destes, lado a lado com os estudantes, que por sua vez poderão assumir um papel de instrutores, quando mais familiarizados com as tecnologias utilizadas (Postholm, 2006; Punie *et al.*, 2006; Lee, 2013).

Além de poderem desempenhar, em ocasiões específicas, o papel de “professor” dos próprios professores, também assumem este papel em relação aos seus colegas. Cumprem, portanto, funções mais ativas comparativamente com as suas funções tradicionais, assumidas na sala de aula, tornando-se mais participativos nas várias ações realizadas (Lee, 2013).

A ubiquidade e a capacidade tecnológica dos dispositivos móveis, como os telemóveis e os tablets, atualmente similar à dos computadores pessoais e portáteis, mas com dimensões e preço inferiores, possibilitam que os momentos de aprendizagem possam acontecer em qualquer local e momento, bem como ao ritmo desejado por professores e alunos. Estas características tornam compreensível o potencial destes dispositivos para se tornarem ferramentas importantes no desenvolvimento de estratégias de aprendizagem móvel (Pachler *et al.*, 2010).

Os estudantes e os professores poderão utilizar, durante as atividades, as diversas funcionalidades dos telemóveis e tablets, como a câmara, que permite tirar fotos e realizar vídeos; o microfone, de modo a realizar gravações de voz, que podem ser utilizadas durante a atividade ou, posteriormente, como apoio ao estudo; acesso à internet, preferencialmente à rede Wi-Fi (isto é, a rede de internet

sem fios) do respetivo museu de modo a garantir que a situação socioeconómica dos estudantes não limita as experiências dos mesmos nas atividades escolares; utilização de apps, seja por via online ou offline; partilha de ficheiros (de imagem, som, vídeo ou texto); comunicação, o que possibilita que a atividade decorra simultaneamente em diferentes zonas do museu; personalização de conteúdos, o que permite a realização de diferentes tarefas por diferentes alunos em simultâneo; a utilização de códigos de barras bidimensionais QR (Quick Response), para aceder a informação personalizada através da internet; e o editor de texto, de modo a realizar registos escritos, quando necessário. Desta forma, o leque de atividades possíveis é bastante vasto, incluindo a pesquisa de informação, a resposta a questões, de exercícios e de inquéritos, a construção e/ou audição de podcasts ou a recolha, partilha e visionamento de vídeos e fotos. A realização das atividades no museu poderá ser iniciada quer por iniciativa própria do estudante, durante períodos de observação/exploração, quer por indicação do professor, durante as tarefas programadas pelo mesmo, por exemplo o desenvolvimento de desafios ou questões propostas pela atividade, realizadas de forma cooperativa ou individual.

De referir que, de acordo com os dados disponibilizados no site do Instituto Nacional de Estatística a percentagem da população portuguesa, entre os 16 e os 24 anos, que utiliza telemóvel situa-se acima dos 90%, desde 2011. Verifica-se um crescimento semelhante na utilização da internet em mobilidade, através do telemóvel ou smartphone, tendo atingido os 76%, em 2017 (pessoas entre 16 e 74 anos), o que revela como estes aparelhos eletrónicos estão instituídos de forma consolidada na sociedade portuguesa (INE, 2017).

Em Portugal, as estratégias de m-learning continuam a ser pouco utilizadas, ainda assim já se registam alguns projetos portugueses que tiveram como objetivo investigar o impacto da utilização de tecnologias móveis no ensino, por exemplo: “Geração Móvel”,

“Quizinoário”, “Domus Mobile”, “SchoolSenses@Internet”, bem como dissertações de mestrado e teses de doutoramento, como Sousa (2014), Carvalho (2012) e Moura (2010).

Destaca-se, entre os trabalhos desenvolvidos em Portugal, a investigação de Oliveira & Carvalho (2012), implementada durante uma atividade escolar desenvolvida num museu e integrada na unidade curricular História e Geografia de Portugal (6º ano). Este trabalho analisou a aplicação do podcast em visitas a museus, ou seja, a aprendizagem móvel no contexto museológico. Tendo como amostra 38 estudantes de duas turmas do 6º ano, esta investigação foi realizada durante uma visita de estudo a um museu sem técnicos para orientar a visita. Esta ausência foi colmatada com um podcast previamente construído pelos estudantes, sobre os conteúdos em exposição no museu, cuja audição foi realizada através da utilização de dispositivos digitais móveis, mais concretamente de telemóveis e mp3. Posteriormente à realização da atividade foram efetuados inquéritos junto aos estudantes, onde claramente se verificou, a partir das suas respostas, que os estudantes que participaram na atividade se sentiram mais motivados durante a visita devido à implementação desta estratégia. Além deste resultado positivo, os autores também destacam a importância dos recursos construídos e a sua disponibilidade ubíqua no apoio ao estudo autónomo. O valor deste aspeto foi igualmente reconhecido pelos estudantes no inquérito, quer durante a visita ao museu quer, posteriormente, como apoio ao estudo autónomo, sendo destacada a mobilidade que este recurso possibilita (Oliveira & Carvalho, 2012).

A implementação de metodologias focadas nos recursos digitais de cariz móvel parece, portanto, ter o potencial para estabelecer uma interação efetiva entre o ensino formal das salas de aula e o ensino não-formal dos museus. A aplicação de estratégias de m-learning, tira partido da mobilidade resultante do rápido crescimento da rede de Wi-Fi (Chen & Huang, 2012) que, dessa forma, permite um maior

acesso à aprendizagem, melhorando a interação docente-informação-aluno, através da partilha de conteúdos de aprendizagem por intermédio da tecnologia computacional ubíqua, como os telemóveis e os tablets (Brown, 2008; Wang *et al.*, 2009).

4.1.1. Gamificação

A introdução de aparelhos eletrónicos móveis, como os telemóveis de última geração e os tablets, vão ainda possibilitar a implementação de estratégias de gamificação, ou gamification no inglês original, no contexto das aprendizagens não formais desenvolvidas nos museus, ou em ambientes semelhantes.

De forma geral, a gamificação é definida como a utilização de elementos de design de jogo em contextos de não jogo. No contexto geral do ensino, incluindo o não formal dos museus, tem como principais objetivos aumentar o envolvimento dos estudantes, para que estes tenham um papel ainda mais ativo nos processos e tarefas de aprendizagem, garantindo um maior senso de posse nas aprendizagens efetuadas, melhorar o comportamento e a performance do jogador, neste caso específico o estudante, e aumentar o divertimento durante as correspondentes atividades, tornando-as mais produtivas (Pavlus, 2010; Deterding *et al.*, 2011; Robson *et al.*, 2014).

Para tal, são integrados, seja ao nível das tarefas individuais, dos processos, ou mesmo de todo um contexto, as características e atributos dos jogos como as tabelas de classificação, os níveis, os desafios, as medalhas ou o feedback personalizado (Flatla *et al.*, 2011).

Os elementos de design podem ser divididos em Mecânica, constituído pelas instruções do jogo, especificando objetivos, que inclui igualmente as regras e a sequência do jogo; Dinâmica, o elemento mais difícil de prever uma vez que resulta das interações interpessoais entre os jogadores e das decisões dos mesmos em seguir,

contornar ou quebrar os mecanismos do jogo, tem início apenas quando as pessoas começam a jogar e pode variar com os jogadores e com o tempo; e Emoções, formadas em torno das opiniões e dos estados afetivos dos jogadores sobre os mecanismos e dinâmica do jogo (Deterding *et al.*, 2011; Robson *et al.*, 2014).

Adaptado ao ensino, e mais concretamente ao m-learning, a gamificação procura estruturar o ensino como um jogo, construindo mecanismos de jogo relacionados com a resolução de problemas, e simultaneamente capazes de aumentar o divertimento durante as atividades, que possibilitem uma dinâmica de jogo móvel que oriente os jogadores-estudantes de modo a influenciar as emoções com o intuito de influenciar os participantes a melhorar o seu comportamento/performance. Assim, os Mecanismos, como por exemplo os pontos, níveis, medalhas, desafios, tabelas de classificação e o modo cooperativo (co-op) vão funcionar como gatilhos de motivação para a concretização de determinados objetivos, a obtenção de recompensas e de um estatuto dentro do próprio jogo, permitindo uma maior expressão pessoal, bem como um aumento tanto da competição como do altruísmo, particularmente durante o modo de jogo co-op. Aliás, verifica-se que nos jogos que possibilitam o modo co-op, quer sejam educativos ou não, a obrigatoriedade em utilizar as capacidades características de cada jogador e do seu avatar (isto é, a representação gráfica do jogador, por ele escolhido e personalizado) para poder subir de nível ou ultrapassar uma determinada tarefa, implicando a participação de todos os jogadores e a partilha de recompensas e pontos. O desenvolvimento de estratégias adaptadas à gamificação vai, desta forma, tirar partido das suas componentes de Comunicação e Recompensas (Feedback & Rewards), extremamente eficazes na sua equidade, automatização e imediatismo, podendo-se traduzir em pontos, tabelas de liderança, barras de progresso, insígnias e troféus; a Envolvente Social (Friends), que graças à internet, particularmente à Wi-Fi, não está confinada a um espaço físico ou

à ausência de mobilidade, permite a partilha de troféus, convidar amigos a participar nas atividades ou simplesmente a partilha de informação e recursos ou dar/solicitar/trocar bens virtuais com outros jogadores-estudantes; a Experiência de Jogo (Gameplay) deve ser o mais possível semelhante a um verdadeiro jogo, por exemplo com níveis, objetivos intermédios, economia virtual e possibilitar o Treino e a Repetição de atividades (Fun failure – repetição após falha); bem como garantir a última componente, o Divertimento (Fun), um aspeto essencial para qualquer jogo (Simões *et al.*, 2013; Peixoto, 2016).

Já existem vários softwares criados especificamente para a aplicação da gamificação no ensino, tendo o Ministério da Educação do Governo Português, no site da Rede de Bibliotecas Escolares, uma secção dedicada a aplicações para dispositivos móveis (apps para m-learning) recomendados para a educação e, incluída nesta secção, apps para a gamificação do ensino, o que é revelador da atenção que estas estratégias merecem.

5. Considerações finais

O desenvolvimento de estratégias de m-learning, com o seu potencial em aumentar significativamente a motivação dos estudantes em aprender Ciência no contexto não formal dos museus, possibilita a criação de uma maior empatia entre os estudantes e os conteúdos desenvolvidos, possibilitando estabelecer uma ponte de ligação entre as comunidades escolares e as comunidades museológicas, o que conduzirá a aprendizagens mais eficazes no contexto do museu.

As potencialidades do contexto não formal do museu no ensino, nomeadamente a utilização dos seus recursos ímpares, podem, assim, ser aproveitadas através da implementação das estratégias de m-learning. Deste modo, estão a ser construídas as condições

necessárias para desenvolver as capacidades de resolução de problemas e interpretar a natureza do conhecimento científico, entre outros objetivos curriculares que são concretizados, promovendo o aprofundamento de conteúdos curriculares, o que por sua vez permite preencher insuficiências do ensino formal. Estas estratégias procuram, portanto, consolidar a aprendizagem do conhecimento fundamentado na relação entre estes dois ambientes (Faria *et al.*, 2012; Marcus *et al.*, 2012; Sasson, 2014).

Adicionalmente, a mobilidade dos necessários recursos digitais criados no m-learning possuem as características necessárias, nomeadamente a ubiquidade e a capacidade tecnológica, similar à dos computadores e portáteis, para melhorar as capacidades do estudo autónomo dos estudantes, e conseqüentemente uma maior autonomia dos estudantes, constituindo-se como um importante recurso para o estudo dos estudantes durante a sua atividade escolar.

Enquadrada na m-learning, a gamificação tem o potencial de incentivar um maior envolvimento dos estudantes nas atividades de ensino/aprendizagem, auxiliando na criação de experiências mais ricas, significativas e divertidas para os mesmos, através da implementação dos elementos de jogo. Apesar de se verificarem ainda poucos estudos sobre a gamificação no ensino, devido à sua história relativamente curta, uma quantidade substancial de pesquisas sobre aprendizagens baseadas em jogos tem mostrado resultados extremamente encorajadores e positivos (Prensky, 2003; Park & Hyungsung, 2012; Dicheva *et al.*, 2015), apresentando processos emergentes com novos conceitos que justificam a realização de mais pesquisas nesta área (Deterding *et al.*, 2011; Landers, 2014; Kim & Lee, 2015).

6. Referências bibliográficas

Abt, J. (2006). The origins of the public museum. In S. Macdonald (Ed.), *A companion to museum studies*, (115-134). Oxford: Blackwell.

- Alberti, S. J. (2005). Objects and the Museum. *Isis*, 96 (4), 559-571.
- Almeida, F., Angelucci, D. E., Gameiro, C., Correia, J. & Pereira, T. (2004). Novos dados para o Paleolítico Superior final da Estremadura portuguesa: resultados preliminares dos trabalhos arqueológicos de 1997-2003 no Lapa dos Coelhos (Casais Martanes, Torres Novas). *Promontoria, Revista do Departamento de História, Arqueologia e Património da Universidade do Algarve*, (2), 157-192.
- Allen, S. (2004). Designs for learning: Studying science museum exhibits that do more than entertain. *Science Education*, 88 (S1).
- Aronsson, P. & Bentz, E. (2011). National Museums in Germany: anchoring competing communities. In P. Aronsson & G. Elgenius (Eds.), *Building National Museums in Europe 1750-2010. Conference proceedings from EuNaMus; European National Museums: Identity Politics; the Uses of the Past and the European Citizen; Bologna 28-30 April 2011. EuNaMus Report No. 1 (No. 064), (327-362)*. Linköping: Linköping University Electronic Press.
- Ascherson, N. (2007). Cultural destruction by war and its impact on group identities. In N. Stanley-Price, (Ed.), *Cultural Heritage in Postwar Recovery, (17-25)*. Rome: ICCROM.
- Bales, S. E. (2009). Tracing the Archetypal Academic Librarian. *Library Philosophy and Practice (e-journal)*, 309. Acedido a 17 de julho de 2017, em <http://digitalcommons.unl.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1314&context=libphilprac>
- Barakat, S. (2007). Postwar reconstruction and the recovery of cultural heritage: critical lessons from the last fifteen years. In N. Stanley-Price (Ed.), *Cultural Heritage in Postwar Recovery, (26-39)*. Rome: ICCROM.
- Bennett, T. (1994). The exhibitionary complex. *New Formations*, (4), 73-102.
- Bennet, T. (1995). *The birth of the museum: history, theory, politics*. Oxon, Canada and New York: Routledge.
- Blurton, C. (1999). *New directions of ICT-Use in education – first on-line version of the original contribution to UNESCO's World Communication and Information Report1999-2000*. UNESCO. Acedido a 5 de julho de 2017, em <http://www.unesco.org/education/educprog/lwf/dl/edict.pdf>.
- Brandão, J. M. (2008). Coleções e exposições de Geociências: velhas ferramentas, novos olhares. *Geonovas: Revista da Associação Portuguesa de Geólogos*, 21, 31-39.
- Brandão, J. M. (2010). Museu Geológico: lugar de memórias históricas e científicas. In A. Semedo & E. Nascimento. (Coords.), *Actas do Seminário de Investigação em Museologia dos países de língua Portuguesa e espanhola. (164-174)*. Porto: Universidade do Porto.
- Brown, T. H. (2008). M-learning in Africa: Doing the unthinkable and reaching the unreachable. In J. Voogt & G. Knezek (Eds.), *International Handbook of Information Technology in Primary and Secondary Education. (861-871)*. New York: Springer US.
- Chagas, I. (1993). Aprendizagem não formal/formal das ciências. Relações entre os museus de ciência e as escolas. *Revista de Educação*, 3 (1), 51-59.
- Carvalho, V. (2012). *Expectativas dos estudantes adultos do ensino superior a distância sobre a utilização de dispositivos móveis para a aprendizagem*. Dissertação de Mestrado, Universidade Aberta, Lisboa, Portugal.

- Chang, C., Annerstedt, M. & Herlin, I. S. (2015). A Narrative Review of Ecomuseum Literature: Suggesting a Thematic Classification and Identifying Sustainability as a Core Element. *International Journal of the Inclusive Museum*, 7 (2), 15-29.
- Chen, C. C. & Huang, T. C. (2012). Learning in a u-Museum: Developing a context aware ubiquitous learning environment. *Computers & Education*, 59, 873-883.
- Childs, A. A. (2011). This Day in History: Remembering James Smithson (1765-1829). *Smithsonian magazine online*. Acedido a 7 de julho de 2017, em <http://www.smithsonianmag.com/smithsonian-institution/this-day-in-history-remembering-james-smithson-1765-1829-23450134/>.
- Da Costa, P. F. (2002). The culture of curiosity at the Royal Society in the first half of the eighteenth century. *Notes and Records of the Royal Society*, 56 (2), 147-166.
- Demas, S. (2005). From the ashes of Alexandria: What's Happening in the College Library?. In G. T. Freeman, S. Bennett, S. Demas, B. Frischer, C. A. Peterson & K. B. Oliver, (Eds.), *Library as Place: Rethinking Roles, Rethinking Space*, (25-40). Washington, DC: Council on Library and Information Resources.
- Despacho Conjunto n.º 616/2000 de 17 de maio. *Diário da República n.º130/2000 – II Série*. Ministérios das Finanças, da Cultura e da Reforma do Estado e da Administração Pública.
- Despacho Normativo n.º 28/2001 de 23 de maio. *Diário da República n.º 132/ 2001 – I Série B*. Ministério da Cultura.
- Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R. & Nacke, L. (2011, September). From game design elements to gamefulness: defining gamification. In A. Lugmayr, H. Franssila & J. Paavilainen (Eds.), *Proceedings of the 15th international academic MindTrek conference: Envisioning future media environments*, (9-15). Tampere, Finland: ACM.
- Dicheva, D., Dichev, C., Agre, G. & Angelova, G. (2015). Gamification in education: a systematic mapping study. *Journal of Educational Technology & Society*, 18 (3), 75-89.
- Edwards, E. (1870). *Lives of the Founders of the British Museum (Volume 1)*. London: Trübner and Company.
- Faria, A. S. (2011). Levantamento dos Museus e Espaços Museológicos na Região Centro. *Relatório da Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Centro*. Acedido a 10 de julho de 2017, em <http://roteiromuseus.ccdrc.pt/Relatorio.pdf>.
- Faria, C. Pereira, G. & Chagas, I. (2012). D. Carlos de Bragança, a Pioneer of Experimental Marine Oceanography: Filling the Gap Between Formal and Informal Science Education. *Science & Education*, 21 (6), 813-826.
- Fehlhammer, W. P. & Rathjen, W. (1999). The Deutsches Museum: past, present and future. *Arbor*, 164 (647), 403-433.
- Flatla, D. R., Gutwin, C., Nacke, L. E., Bateman, S. & Mandryk, R. L. (2011). Calibration games: making calibration tasks enjoyable by adding motivating game elements. In *Proceedings of the 24th annual ACM symposium on User interface software and technology*, (403-412). New York: ACM.
- Forest, B. & Johnson, J. (2002). Unraveling the threads of history: soviet-era monuments and post-soviet national identity in Moscow. *Annals of the Association of American Geographers*, 92 (3), 524-547.

- Friedman, A. J. (2010). The evolution of the science museum. *Physics today*, 63 (10), 45-51.
- Frohberg, D., Göth, C. & Schwabe, G. (2009). Mobile learning projects—a critical analysis of the state of the art. *Journal of Computer Assisted Learning*, 25 (4), 307-331.
- García-Peñalvo, F. J., Colomo-Palacios, R. & Lytras, M. D. (2012). Informal learning in work environments: training with the Social Web in the workplace. *Behaviour & Information Technology*, 31 (8), 753-755.
- Garner, N., Hayes, S. M. & Eilks, I. (2014). Linking formal and non-formal learning in science education – a reflection from two cases in Ireland and Germany. *Sisyphos Journal of Education*, 2 (2), 10-31.
- Guthertz, X., Diaz, A., Ménard, C., Bon, F., Douze, K., Léa, V., Lesur, J. & Sordoillet, D. (2014). The Hargeisan revisited: Lithic industries from shelter 7 of Laas Geel, Somaliland and the transition between the Middle and Late Stone Age in the Horn of Africa. *Quaternary International*, 343, 69-84.
- Hard, R. (2004). *The Routledge Handbook of Greek Mythology: Based on HJ Rose's Handbook of Greek Mythology*. London: Routledge.
- Hawkins, S. A. (2010). Sir Hans Sloane (1660–1735): his life and legacy. *The Ulster medical journal*, 79 (1), 25.
- Holsapple, C. W. & Lee-Post, A. (2006). Defining, Assessing, and Promoting E-Learning Success: An Information Systems Perspective*. *Decision sciences journal of innovative education*, 4 (1), 67-85.
- Hoppe, H. U., Joiner, R., Milrad, M. & Sharples, M. (2003). Guest editorial: Wireless and mobile technologies in education. *Journal of computer assisted Learning*, 19 (3), 255-259.
- ICOM – Conselho Internacional de Museus. (2007). *Definições: Museu*. Acedido a 3 de julho de 2017, em http://icom-portugal.org/documentos_def,129,161,lista.aspx.
- INE – Instituto Nacional de Estatística (2017). *Sociedade da informação e do conhecimento. Inquérito à Utilização de Tecnologias da Informação e da Comunicação pelas Famílias 2017*. Destaque – Informação à Comunicação Social. Acedido a 10 de junho de 2018, em https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_destaques&DESTAQUESdest_boui=281439920&DESTAQUESmodo=2.
- Ioannidis, Y., El Raheb, K., Toli, E., Katifori, A., Boile, M. & Mazura, M. (2013). One object many stories: Introducing ICT in museums and collections through digital storytelling. In *Proceedings of the Digital Heritage International Congress (1)*, (421-424), Marseille, France: IEEE.
- Josten, C. H. (1960). Elias Ashmole, FRS (1617-1692). *Notes and Records of the Royal Society of London*, 15, 221-230.
- Karnezou, M., Avgitidou, S. & Kariotoglou, P. (2013). Links Between Teachers' Beliefs and Their Practices in a Science and Technology Museum Visit. *International Journal of Science Education, Part B*, 3 (3), 246-266.
- Kaufman, J. C., Cole, J. C. & Baer, J. (2009). The construct of creativity: Structural model for self-reported creativity ratings. *Journal of Creative Behavior*, 43 (2), 119-132.

- Kim, J. T. & Lee, W. H. (2015). Dynamical model for gamification of learning (DMGL). *Multimedia Tools and Applications*, 74 (19), 8483-8493.
- Landers, R. N. (2014). Developing a theory of gamified learning: Linking serious games and gamification of learning. *Simulation & Gaming*, 45 (6), 752-768.
- Lane, H. C., Noren, D., Auerbach, D., Birch, M. & Swartout, W. (2011, January). Intelligent tutoring goes to the museum in the big city: A pedagogical agent for informal science education. In G. Biswas, S. Bull, J. Kay & A. Mitrovic (Eds.), *Artificial Intelligence in Education*, (155-162). New York: Springer Berlin Heidelberg.
- Lapa, S. (2011). Georges-Henri Rivière na génese do Museu Calouste Gulbenkian. Contributos para o estudo da colaboração entre o museólogo francês e a Fundação Calouste Gulbenkian. *Revista de História da Arte*, 8, 89-109.
- Latchem, C. R. (2014). Informal learning and non-formal education for development. *Journal of Learning for Development-JL4D*, 1 (1). Acedido a 2 de junho de 2017, em <http://jl4d.info/index.php/ejl4d/article/view/6/6>.
- Lee, B. (2013). Social Media as a Non-formal Learning Platform. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 103, 837-843.
- Lewis, G. (2011). The history of museums. In *Encyclopaedia Britannica*. Acedido a 3 de junho de 2017, em <https://www.britannica.com/topic/history-of-museums-398827>.
- MacGregor, A. (2001). The Ashmolean as a museum of natural history, 1683-1860. *Journal of the History of Collections*, 13 (2), 125-144.
- Marcus, A. S., Levine, T. H. & Grenier, R. S. (2012). How secondary history teachers use and think about museums: Current practices and untapped promise for promoting historical understanding. *Theory & Research in Social Education*, 40 (1), 66-97.
- Mayer, D. E. B. Y., Vandermeersch, B. & Bar-Yosef, O. (2009). Shells and ochre in Middle Paleolithic Qafzeh Cave, Israel: indications for modern behavior. *Journal of Human Evolution*, 56 (3), 307-314.
- Melber, L. M. & Abraham, L. M. (2002). Science education in US natural history museums: A historical perspective. *Science & Education*, 11 (1), 45-54.
- Mendes, J. A. (2013). *Estudos do património: museus e educação*. (2ª ed). Coimbra: Imprensa da Universidade de Coimbra/Coimbra University Press.
- Mifsud, L. (2002). Alternative learning arenas-pedagogical challenges to mobile learning technology in education. In *Wireless and Mobile Technologies in Education, 2002. Proceedings. IEEE International Workshop on* (pp. 112-116). IEEE.
- Moura, A. M. C. (2010). *Apropriação do telemóvel como ferramenta de mediação em mobile learning: estudos de caso em contexto educativo*. Dissertação de Doutoramento, Instituto da Educação – Universidade do Minho, Portugal.
- Nielsen, J. K. (2015). The relevant museum: Defining relevance in museological practices. *Museum Management and Curatorship*, 30 (5), 364-378.
- OECD – Organisation for Economic Co-operation and Development (2017). *Recognition of Non-formal and Informal Learning – Home*. OECD. Acedido a 3 de julho de 2017, em <http://www.oecd.org/education/skills-beyond-school/recognitionofnon-formalandinformallearning-home.htm>.

- Oliveira, M. & Carvalho, A. M. (2012). Podcast para uma Aprendizagem Móvel na Visita ao Museu. In A. A. A. Carvalho, T. Pessoa, S. Cruz, A. Moura, C. G. Marques & I. L. Santos (Eds.). *Atas do Encontro sobre Jogos e Mobile Learning*.
- Pachler, N., Bachmair, B. & Cook, J. (2010). *Mobile learning: structures, agency, practices*. New York: Springer Science & Business Media.
- Park, H. & Hyungsung, H. (2012). Relationship between motivation and student's activity on educational game. *International Journal of Grid and Distributed Computing*, 5 (1), 101-114.
- Pavlus, J. (2010). The game of life. *Scientific American*, 303 (6), 43-44.
- Peixoto, P. (2016). As Tecnologias utilizadas no desenvolvimento de competências. IV Encontro Nacional de Formadores – Tecnologias, Metodologias e Pessoas: Aprendizagem em evolução ou em revolução? 18 de novembro, Aveiro, Universidade de Aveiro.
- Peng, H., Su, Y. J., Chou, C. & Tsai, C. C. (2009). Ubiquitous knowledge construction: Mobile learning re-defined and a conceptual framework. *Innovations in Education and Teaching International*, 46 (2), 171-183.
- Postholm, M. B. (2006). The teacher's role when pupils work on task using ICT in project work. *Educational Research*, 48 (2), 155-175.
- Póvoas, L., Lopes, C. L., Melo, I., Correia, A. I., Alves, M. J., Cardoso, H. & de Carvalho, A. G. (2011). O Museu Nacional de História Natural. In M. C. Lourenço & M. J. Neto (Eds.), *O Património da Universidade de Lisboa: Ciência e Arte*, (17-36). Lisboa, Universidade de Lisboa: Tinta da China.
- Prensky, M. (2003). Digital game-based learning. *Computers in Entertainment (CIE)*, 1 (1), 21-21.
- Primo, J. S. (2007). *A museologia e as políticas culturais europeias: o caso português*. Dissertação de Doutoramento, Universidade Portucalense Infante D. Henrique, Portugal
- Punie, Y., Zinnbauer, D. & Cabrera, M. (2006). *A review of the impact of ICT on learning. Working paper prepared for DG EAC*. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities.
- Ramos, P. O. (1993). Breve história do museu em Portugal. In M. B. R. Trindade (Coord.), *Iniciação à Museologia*, (19-62). Lisboa: Universidade Aberta.
- Reis, J., Póvoas, L., Barriga, F. J. A. S., Lopes, C., Santos, V. F., Ribeiro, B., Cascalho, J. & Pinto, A. (2014). Science education in a museum: enhancing earth sciences literacy as a way to enhance public awareness of geological heritage. *Geoheritage*, 6 (3), 217-223.
- Rentzhog, S. (2007). *Open air museums. The history and future of a visionary idea*. Stockholm: Carlssons.
- Rey, F. B. & Casado-Neira, D. (2013). Participation and technology: perception and public expectations about the use of ICTs in museums. *Procedia Technology*, 9, 697-704.
- Rivière, G. H. (1960). *UNESCO Regional Seminar on the Educational Rôle of Museums (Rio de Janeiro, Brazil 7-30 September 1958)*. *Educational Studies and Documents* n°38. Paris: UNESCO.

- Robson, K., Plangger, K., Kietzmann, J., McCarthy, I. & Pitt, L. (2014). Understanding gamification of consumer experiences. In J. Cotte & S. Wood (Eds.), *NA-Advances in Consumer Research Volume 42*, (352-356). Duluth, Minnesota: Association for Consumer Research.
- Romero-Reverón, R. & Arráez-Aybar, L. A. (2015). Ole Worm (1588-1654) – anatomist and antiquarian. *European Journal of Anatomy*, 19 (3), 299-301.
- Roque, M. I. (2010). Museologia oitocentista do património religioso em Portugal. *Idearte-Revista de Teorias e Ciências da Arte*, 6, 117-145.
- Sasson, I. (2014). The Role of Informal Science Centers in Science Education: Attitudes, Skills, and Self-efficacy. *Journal of Technology and Science Education*, 4 (3), 167-180.
- Sheng, H., Siau, K. & Nah, F. F. H. (2010). Understanding the values of mobile technology in education: a value-focused thinking approach. *ACM SIGMIS Database: the DATABASE for Advances in Information Systems*, 41 (2), 25-44.
- Simek, J. F., Cressler, A., Herrmann, N. P. & Sherwood, S. C. (2013). Sacred landscapes of the south-eastern USA: prehistoric rock and cave art in Tennessee. *Antiquity*, 87 (336), 430-446.
- Simões, J., Redondo, R., Vilas, A. & Aguiar, A. (2013). Proposta de modelo de referência para aplicação de gamification em ambientes de aprendizagem social. *Challenges 2013: Aprender a qualquer hora e em qualquer lugar, learning anytime anywhere*, 1117-1128.
- Sousa, A. G. M. D. (2014). *Mobile learning: recetividade e predisposição do ensino superior para a sua utilização*. Dissertação de Mestrado, Instituto Politécnico do Porto – Escola Superior de Estudos Industriais e de Gestão do Porto, Portugal
- Tal, T. & Morag, O. (2007). School visits to natural history museums: Teaching or enriching? *Journal of research in science teaching*, 44 (5), 747-769.
- Tinio, V. L. (2003). *ICT in Education*. New York: United Nations Development Programme (UNDP).
- Ultee, M. (1988). Sir Hans Sloane, Scientist. *The British Library Journal*, 14 (1), 1-20.
- Valladas, H., Clottes, J., Geneste, J. M., Garcia, M. A., Arnold, M., Cachier, H. & Tisnérat-Laborde, N. (2001). Palaeolithic paintings: Evolution of prehistoric cave art. *Nature*, 413 (6855), 479.
- Walsh, K. (2002). *The Representation of the Past: Museums and Heritage in the Post-modern World*. New York: Routledge.
- Wang, Y. S., Wu, M. C. & Wang, H. Y. (2009). Investigating the determinants and age and gender differences in the acceptance of mobile learning. *British Journal of Educational Technology*, 40 (1), 92-118.
- Werquin, P. (2010). *Recognition of non-formal and informal learning: Country practices*. Paris: OECD.
- Wu, W. H., Wu, Y. C. J., Chen, C. Y., Kao, H. Y., Lin, C. H. & Huang, S. H. (2012). Review of trends from mobile learning studies: A meta-analysis. *Computers & Education*, 59 (2), 817-827.
- Yoon, S. A., Elinich, K., Wang, J., Steinmeier, C. & Tucker, S. (2012). Using augmented reality and knowledge-building scaffolds to improve learning in a science museum. *Computer-Supported Collaborative Learning*, 7 (4), 519-541.

**ACERVO HISTÓRICO DO INSTITUTO GEOFÍSICO
DA UNIVERSIDADE DE COIMBRA: UM CONTRIBUTO
PARA A LECIONAÇÃO DA HISTÓRIA DA CIÊNCIA
NO ENSINO BÁSICO E SECUNDÁRIO**

**THE HISTORICAL COLLECTION OF THE
GEOPHYSICAL INSTITUTE OF THE UNIVERSITY
OF COIMBRA: A CONTRIBUTION TO THE
TEACHING OF THE HISTORY OF SCIENCE IN
MIDDLE AND HIGH SCHOOL EDUCATION**

Gina Pereira Correia 0000-0002-0269-7564, Fernando B. Figueiredo 0000-0003-1769-8241, Ana Gomes 0000-0001-7005-4870

Centro de Investigação da Terra e do Espaço da Universidade de Coimbra (CITEUC), Observatório Geofísico e Astronómico da Universidade de Coimbra, Almas de Freire – Sta. Clara, 3040-004 Coimbra, Portugal.

gina_maria@sapo.pt, fernandobfigueiredo@gmail.com, ana.im.gomes78@gmail.com

Resumo: No sistema de ensino português as orientações curriculares são muito claras quanto à importância do recurso a episódios da História da Ciência na leção das diversas matérias. No 3.º ciclo do ensino básico e secundário, os curricula de disciplinas como Ciências Naturais, Ciências Físico-Química e Geografia integram conteúdos no âmbito da sismologia, tectónica, geomagnetismo ou climatologia. Uma

equipa de investigadores do Centro de Investigação da Terra e do Espaço da Universidade de Coimbra (CITEUC) está a desenvolver um projeto centrado no estudo da extensa atividade científica do Instituto Geofísico (IGUC). O objetivo deste artigo é apresentar um dos eixos desse projeto, que é a criação de um programa de divulgação na área das Geociências que disponibilize aos professores e estudantes pré-universitários atividades e recursos pedagógicos que contribuam para a lecionação dessas matérias.

Palavras-Chave: Ensino das Ciências, Geociências, História da Ciência, Instituto Geofísico da Universidade de Coimbra, património científico

Abstract: In the Portuguese educational system, the curricular guidelines are very clear about the importance of using history of science episodes in the teaching of several subjects. In the middle and high education, the curricula of disciplines such as Natural Sciences, Physics-Chemistry Sciences and Geography have contents of seismology, tectonics, geomagnetism and climatology. A team of researchers from the University of Coimbra's Earth and Space Research Centre (CITEUC) is developing a project focused on the study of the Geophysical Institute (IGUC) extensive scientific activity. The aim of this article is to present one of the components of that project, which is the creation of a geoscience educational program that could provide activities and pedagogical resources to teachers and pre-university students.

Keywords: Geophysical Institute of the University of Coimbra, Geosciences, History of science, Science Teaching, scientific heritage

1. Introdução

No sistema de ensino português, as orientações curriculares são muito claras quanto à importância do recurso a episódios que fizeram a História da Ciência (HC) na lecionação das diversas matérias. O trabalho desenvolvido por Instituições como o Instituto Geofísico da Universidade de Coimbra (IGUC), ao longo de uma existência de mais de século e meio (1864-2013), muito contribuiu para a HC portuguesa. O IGUC, que em 2013 se fundiu com o Observatório Astronómico da Universidade de Coimbra (OAUC) tendo constituído o atual Observatório Geofísico e Astronómico da Universidade de Coimbra (OGAUC), foi uma das primeiras instituições do país a estabelecer um programa continuado de observações geofísicas.

O OGAUC possui um extenso e precioso acervo científico, histórico e patrimonial, de onde se destacam as longas séries de dados climáticos (desde 1864), geomagnéticos (desde 1866), sismológicos (desde 1903) e solares (desde 1926), de valor indispensável nos diversos estudos climáticos, geomagnéticos, tectónicos e de riscos relacionados quer com fenómenos de clima (particularmente com fenómenos solares), quer com fenómenos geológicos, bem como uma coleção de instrumentos científicos de Geofísica, uma das mais completas e significativas do país e de reconhecido valor internacional. Todo este espólio é fundamental na história da Geofísica e merece ser preservado, estudado e colocado à disposição da comunidade científica e do público em geral.

Neste contexto, uma equipa de investigadores do Centro de Investigação da Terra e do Espaço da Universidade de Coimbra (CITEUC) está a desenvolver um projeto centrado no estudo da atividade/produção científica que o IGUC produziu durante os 150 anos da sua existência. Um dos seus objetivos é a criação de um programa de divulgação, de modo a disponibilizar aos professores e estudantes do ensino pré-universitário atividades e recursos pe-

dagógicos que contribuam para a aquisição de novas competências e a promoção da cultura e literacia científica. Esta componente do projeto revela-se bastante interessante visto que no 3.º ciclo do ensino básico e secundário, os *curricula* de diversas disciplinas integrarem conteúdos no âmbito da sismologia, tectónica, geomagnetismo ou climatologia.

2. A origem do Instituto Geofísico da Universidade de Coimbra

Durante o século XIX o estudo das interações Sol-Terra, em particular através da interdisciplinaridade da Física Solar, do Magnetismo Terrestre e da Meteorologia, recebeu grande entusiasmo e apoio financeiro dos governos europeus da época, resultando em grandes avanços teóricos, práticos e instrumentais. Portugal não permaneceu alheio a esta corrente de desenvolvimento científico, tendo sido criados observatórios meteorológicos e geomagnéticos em tudo similares aos melhores da Europa.

Em 1836, em Gottingen (Alemanha), Gauss (1777-1855) e Weber (1804-1891) fundam a Göttinger Magnetische Verein (União Magnética), que pretendia promover uma colaboração mundial na pesquisa do magnetismo terrestre (Glaßmeier, 2007). Em 1838 é lançada a «Cruzada Magnética», uma campanha promovida pela Associação Britânica para o Avanço da Ciência (BAAS) com o objetivo de instalar observatórios magnéticos em todo o Império Britânico, do Canadá até à Tasmânia (Cawood, 1979).

O irlandês Edward Sabine (1788-1883), que supervisionou esta operação de instalação dos observatórios magnéticos, usando os registos de Toronto descobriu, em 1852, a relação entre o ciclo solar e a atividade geomagnética. O ciclo solar havia sido descoberto alguns anos antes (em 1843) pelo alemão Heinrich [ou Hofrath] Schwabe (1789-1875), o qual, após 17 anos de observações, identificou uma

variação, quase periódica, de 11 anos no número médio de manchas solares. O impacto das manchas solares e outros eventos solares na Terra geraram um crescente interesse pelo estudo da atividade solar. A grande tempestade solar de finais de agosto de 1859 e o famoso evento de Carrington, de 1 de setembro de 1859, que originou perturbações nas gravações magnéticas do Observatório de Kew (Londres, Reino Unido), assim como a tempestade geomagnética observada no dia seguinte que causou grandes distúrbios nas transmissões telegráficas internacionais, levou o britânico Richard Carrington (1826-1875) a suspeitar de uma conexão solar-terrestre (sobre os trabalhos pioneiros do observatório de Kew veja-se Macdonald, (2015)). Com efeito, esta cadeia de eventos é agora considerada o primeiro evento meteorológico registrado (REFs). O Observatório de Kew, cujo diretor desde 1859 foi o escocês Balfour Stewart (1828-1887), destacou-se como o principal observatório geofísico mundial fornecendo dados e equipamentos padrão para a rede internacional de observatórios que entretanto começa a ser criada, e foi a principal referência na criação dos observatórios portugueses de Lisboa (1857) e de Coimbra – Observatório Meteorológico e Magnético da Universidade de Coimbra (OMMUC) (1864) (Bonifácio, Malaquias & Fernandes, 2006a, 2006b; Gomes & Malaquias, 2004; Ribeiro, 2006).

Em 1857, Portugal integrou a União Magnética por convite do escocês Johann von Lamont (1805-1879) (Ribeiro, 2006). O interesse das novas observações solares foi acompanhado pela possibilidade de fotografar a cromosfera e a corona solar, visíveis nas raras ocasiões dos eclipses solares. Sempre que um eclipse solar era previsto, muitos eram os grupos de cientistas que procuravam os melhores lugares da Terra para realizar as suas observações. O astrónomo e químico britânico Warren De La Rue (1815-1889) foi o primeiro a usar fotografia no eclipse solar de 18 de julho de 1860, em Rivabellosa (Espanha), para comprovar que as proeminências eram fenómenos associados ao Sol e não à Lua (Daniel, 1938). Nesta época também

os astrónomos e físicos portugueses se juntaram às equipas internacionais de observação (Bonifácio et al., 2006a, 2006b).

O método revolucionário em estudos solares foi a análise espectral, uma técnica desenvolvida em 1859 (em Heidelberg, Alemanha) pelo físico Gustav Kirchhoff (1824-1887) e pelo químico Robert Bunsen (1811-1899), ambos de nacionalidade alemã, e que acabou por estabelecer as bases da Astrofísica como um novo ramo da Astronomia. Em Portugal, este avanço científico também foi tido em conta e o Observatório Astronómico da Universidade de Coimbra (OAUC) adquiriu, em 1871, um espectroscópio e um fotoheliógrafo, e alguns anos mais tarde, em 1880, foi comprado um instrumento para observar protuberâncias solares (Bonifácio et al., 2006b).

Os desenvolvimentos de um novo ramo da Física, intimamente relacionado com o estudo do Sol, e as observações geomagnéticas geraram uma intensa atividade internacional, com os diferentes cientistas a escolher diferentes caminhos de aproximação à física solar-terrestre (Bonifácio et al., 2006a, 2006b). Ao longo da 2.^a metade do século XIX o OAUC, juntamente com o OMMUC, tentou também seguir o desenvolvimento científico neste campo da física solar-terrestre (Bonifácio et al., 2006a, 2006b).

Assim, os primeiros 30 anos do OMMUC foram dedicados, principalmente, a observações e estudos meteorológicos e geomagnéticos (Gomes & Malaquias, 2004). No entanto, tentando sempre seguir os desenvolvimentos internacionais em outras áreas da Geofísica, como as investigações científicas modernas dos terremotos («nova sismologia») que floresceu na década de 1880, o interesse no estudo e registo dos terremotos no OMMUC surgiu na última década do século XIX, com a gravação sísmica experimental a ter início em 1891 com um sismógrafo Angot (Custódio et al., 2012). O funcionamento contínuo da estação sismológica em Coimbra, conhecida pela designação de Estação COI, a primeira em Portugal Continental, começou em 1903 com a instalação de um sismógrafo Milne. Durante o primeiro

quarto do século XX, a ciência da sismologia foi alvo de importantes desenvolvimentos tanto teóricos como instrumentais, que lhe deram o lugar merecido entre as disciplinas fundamentais da Geofísica. Em resultado desta relevância atribuída à Geofísica, o OMMUC passou, em 1925, a designar-se por IGUC (Custódio et al., 2012).

A 1.^a Conferência Sismológica Internacional realizou-se em Estrasburgo (França) em 1901. Portugal esteve representado na 2.^o edição (em Strasbourg, 1903) e a Associação Internacional de Sismologia, fundada em abril de 1904, contou com Portugal entre os 18 primeiros estados signatários (Schweitzer, 2003). Integrante da primeira rede sismológica internacional que inaugurou a era da sismologia instrumental, a estação COI foi tida em conta nas primeiras publicações relacionadas com estudos relativos à sismicidade, assim como no catálogo de terremotos da Associação Internacional de Sismologia para o ano de 1904.

No panorama científico português, o OMMUC/IGUC (e também o OAUC) desempenhou um papel notável, indo ao encontro das principais diretrizes internacionais da investigação em Ciências da Terra (CT). Ao longo dos 150 anos de atividade o OMMUC/IGUC/OAUC produziu uma coleção única e preciosa de uma longa série de dados meteorológicos, geomagnéticos, sismológicos e solares, que devem ser preservados, estudados e contextualizados neste importante movimento científico internacional das CT.

3. Projeto 150 anos do Instituto Geofísico da Universidade de Coimbra: História e Património das Ciências da Terra e Ambiente em Portugal

O projeto «150 anos do Instituto Geofísico da Universidade de Coimbra: História e Património das Ciências da Terra e Ambiente em Portugal» (HISTIGUC) compreende um período de tempo (1864-

2013) que tem início quando o OMMUC (mais tarde renomeado IGUC) foi oficialmente fundado e cessa quando foi agregado com o OAUC em 2013, originando o OGAUC. Um dos objetivos deste projeto é fornecer uma compreensão sócio-histórico-científica da atividade de investigação e produção científica do IGUC e os seus desenvolvimentos durante os séculos XIX e XX, no contexto nacional e internacional.

O vasto e precioso *corpus* de património científico do IGUC é uma componente fundamental da história da Geofísica em Portugal e, portanto, merece ser estudada, preservada e disponibilizada à comunidade nacional e internacional de historiadores de ciência, geocientistas, estudantes e professores, e ao público em geral. Importa salientar que a longa série de dados observacionais possui na atualidade um valor essencial para os estudos climáticos, geomagnéticos, tectónicos e de riscos relacionados com a atividade solar (geomagnéticos e clima espacial) e com fenómenos geológicos (ex. sismos, efeitos de sítio). Considerando a diversidade e a amplitude do tema do projeto, este está estruturado em 2 sub-temas-chave: (I) pessoas e ideias em movimento; e (II) produção de ciência e de dados científicos. Suportados por estes dois sub-temas-chave, que organizam a investigação, assentam 4 eixos principais que, embora distintos, se complementam: (a) estudo da história do IGUC e do arquivo da sua produção científica; (b) estudo do património construído do IGUC; (c) preservação e uniformização das várias séries de dados científicos históricos; (d) desenvolvimento de um programa de divulgação e literacia científica.

Em “Pessoas e ideias em movimento”, pretendemos compreender qual a interação que se estabeleceu entre os cientistas que passaram pelo IGUC e outras instituições homólogas, quer nacionais, p. ex. no continente, o Observatório Meteorológico Infante D. Luis (Lisboa), o Observatório Astronómico de Lisboa, e da Armada (Lisboa) e o Observatório Monte da Virgem (Porto); no Arquipélago dos Açores

(Observatório Afonso Chaves); e nos antigos territórios coloniais, com os observatórios instalados em Luanda (Angola) e em Lourenço Marques (atual Maputo, Moçambique), quer internacionais, p. ex. Greenwich e Kew (Reino Unido), Paris e Estrasburgo (França). Esta análise pretende contribuir para a compreensão do processo de transferência científica. É importante descobrir como os intercâmbios foram feitos e explorar o processo de assimilação e exportação desse conhecimento. Pretendemos estudar o vasto e importante património do IGUC: livros, revistas científicas/boletins, documentos, correspondência, instrumentos e dados geofísicos experimentais (meteorologia, geomagnetismo e sismologia). A série de dados científicos será uniformizada pela equipa dos membros geocientistas no sentido de identificar erros padrão nos dados históricos. Esses dados são relevantes e úteis para diferentes estudos de Geofísica, como a determinação de índices de atividade geomagnética e estudos do clima espacial, as alterações climáticas atuais, o cálculo das magnitudes dos terremotos passados (ajudando a completar os catálogos sísmicos na 2.^a metade do século XIX) (Batlló, Arrazola, & Ugalde, 2005; Vaquero, Gallego, & Sánchez-Bajo, 2004). Todo esse estudo e séries de dados serão disponibilizados à comunidade científica mundial para serem comparados e estudados com séries de outros observatórios internacionais.

A coleção sísmica do IGUC tem sido usada para entender melhor os fenómenos sismotectónicos locais e regionais, contudo os instrumentos científicos utilizados para a aquisição de dados constituem a espinha dorsal dos observatórios, pelo que os dados não podem ser entendidos sem referência aos seus instrumentos. Deste modo, o estudo e a catalogação dos instrumentos científicos permitir-nos-ão esclarecer os procedimentos de obtenção de dados e ter uma melhor caracterização dos resultados obtidos com eles (Baptista, Miranda, Lopes, & Luis, 2007; Batlló, 2005; Batlló et al., 2005; Ribeiro, 2006). Saliente-se que a coleção de instrumentos científicos do IGUC é uma

das mais completas e significativas em Portugal, cuja relevância é reconhecida internacionalmente.

Os edifícios que alojam os instrumentos geomagnéticos exigiram precauções especiais de construção. O bronze ou o cobre substituíram inteiramente o ferro e o isolamento térmico foi tão eficiente que a variação diária da temperatura foi reduzida para apenas 0,4 K. Particularidades que fazem com que a história arquitetónica do IGUC seja, também, uma questão considerada no projeto. O edifício principal do OMMUC do século XIX, iniciado em 1862, foi aparentemente projetado pelos serviços do Observatory de Kew. Adicionalmente, este projeto pretende estudar os espaços urbanos onde a ciência foi feita e divulgada, o que permitirá repensar as formas como a ciência moldou a vida urbana.

Um outro eixo contemplado é o da divulgação científica e da criação de recursos pedagógicos, a disponibilizar aos professores e estudantes, que contribuam para a aquisição de novas competências dos domínios das matérias lecionadas ao nível do ensino básico e secundário.

3.1. Equipa e metodologia de trabalho

Para cumprir os objetivos do projeto HISTIGUC, bem como para uma adequada gestão do trabalho e das diferentes tarefas, foi criada uma equipa multidisciplinar e internacional, envolvendo historiadores de ciência, arquitetos, geocientistas e técnicos. Esta equipa conta com um valioso grupo de investigadores internacionais (consultores) que acompanharão o desenvolvimento da investigação. A equipa de consultores especializados é composta por cientistas e investigadores de diversas nacionalidades (Espanha, Estados Unidos, França, Portugal e Reino Unido), com trabalho reconhecido e relevante nas principais áreas de investigação abordadas pelo HISTIGUC.

4. História da Ciência no ensino

A importância da HC no ensino, num contexto de aprendizagem de uma determinada ciência, é consensual entre a maioria dos investigadores (Pereira & Amador, 2007). No início do séc. XX, os americanos John Dewey (1859-1952) e James Conant (1893-1978) figuram como pioneiros no uso da HC em contexto didático (Amador, 2010), fazendo eco de recomendações já do século anterior (e.g. Jenkins, 1991; Matthews, 1994). No entanto, a sua enfatização ocorreu predominantemente na segunda metade do século XX (e.g. Duschl, 1994; Martins, 1990; Matthews, 1989, 1990), inicialmente em cursos universitários e mais tarde alargada aos restantes níveis de ensino.

Se num primeiro momento, o debate se centrou em torno da necessidade da inclusão da HC nos programas/orientações curriculares com uma argumentação a favor que defendia que esta promove: i) a compreensão acerca da natureza da ciência; ii) uma compreensão dos conceitos/modelos/teorias científicos; iii) a ênfase em torno da importância intrínseca da HC; iv) a neutralização do dogmatismo e cientificismo dos manuais escolares; v) a humanização da ciência por intermédio da história; vi) a interdisciplinaridade científica (Matthews, 1994); num segundo momento, o debate foi redirecionado para o modo como se devem efetivar os processos de ensino e aprendizagem da HC.

Sobre a inclusão da HC na leção de conteúdos dos vários níveis de ensino, Portugal, à semelhança de outros países, cumpriu com tais orientações e efetuaram-se reestruturações do currículo quer nos cursos do ensino superior, como nos do ensino pré-universitário.

Ainda hoje, o modo como se faz uso da HC nos processos de ensino e aprendizagem continua a suscitar o debate. Para Amador (2010) «(...) a HC pode e deve funcionar como suporte de estratégias didáticas que façam evoluir o conhecimento dos estudantes (...)» (2010,

p.10). Porém, concordamos com Medeiros (2007), quando refere que, não faltando recomendações sobre a importância do recurso à HC, há um déficit de reflexão sobre a forma de como efetivar esse uso.

Importa, ainda, acautelar a qualidade da informação a veicular, eliminando as lacunas e/ou reinterpretações incorretas e abusivas no uso pedagógico de episódios da HC que resultam, umas vezes, do desconhecimento dos agentes educativos, outras, de enganos deliberados e conscientemente usados para «veicular mensagens ideológicas» (Pereira & Amador, 2007, p. 193).

5. Programa de divulgação do HISTIGUC

A sociedade do conhecimento não é uma inevitabilidade da história e, portanto, a formação de cidadãos cientificamente cultos depende, em grande medida, do modo como os cidadãos que produzem e comunicam ciência interagem com a sociedade (Cachapuz, Praia & Jorge, 2004). Neste contexto, o projeto HISTIGUC pretende ser uma porta aberta para a sociedade, criando mecanismos de produção e divulgação de conhecimento que potenciem a promoção de uma cultura e uma alfabetização científica. Deste modo, consideramos que este programa de divulgação científica, embora concebido para um público específico que é a comunidade escolar do ensino pré-universitário, será também uma oportunidade de conhecimento para a comunidade científica, como geocientistas e historiadores da ciência, para os estudantes do ensino superior e para o público em geral.

O ensino básico e secundário merece a nossa atenção por diversas razões: i) a análise dos programas de diversas áreas curriculares das CT destes níveis de ensino integram conteúdos no campo da sismologia, tectónica, geomagnetismo e climatologia (Tabela 1); ii) as diretrizes curriculares são muito claras sobre a importância da

HC nos processos de ensino e aprendizagem (e.g. Amador & Silva, 2004; Ferreira et al., 2014; Galvão et al., 2001; Silva et al., 2001); iii) atualmente, o OGAUC, sendo o único observatório sísmico a norte de Lisboa, já recebe anualmente milhares de estudantes destes níveis de ensino em visitas integradas nas áreas curriculares de Ciências da Terra e da Vida, bem como nas da Física. No OGAUC esses estudantes têm oportunidade de ver como funciona um Observatório Geofísico e, comumente, visitam duas áreas relacionadas com os estudos meteorológicos e sismológicos. Nessas visitas podem observar os instrumentos e os registos associados, bem como lhes é dada informação sobre a evolução histórica dos instrumentos e resultados científicos; iv) a crescente importância atribuída ao trabalho de parceria entre instituições de ensino básico e secundário e as universidades (e.g. Correia & Gomes, 2009; Correia, Pires, Gomes, & Abrantes, 2017).

Tabela 1 – Áreas curriculares do ensino Básico e Secundário regular com conteúdo no âmbito da climatologia, geomagnetismo, sismologia e tectónica. (Alves et al., 2001; Amador & Silva, 2004; Bonito et al., 2013; Câmara et al., 2001; Cardoso et al., 2004; Fiolhais et al., 2013; Ferreira et al., 2014; Galvão et al., 2001; Mendes et al., 2003; Nunes et al., 2013; Silva et al., 2001).

Ensino	Nível	Área curricular	Conteúdo
Básico	7.º	Geografia	Climatologia, sismologia
		Ciências Naturais	Geomagnetismo, sismologia, tectónica
		Físico-química	Geomagnetismo
	8.º	Ciências Naturais	Climatologia, sismologia
	9.º	Geografia	Climatologia
Secundário	10.º	Biologia e Geologia	Geomagnetismo, sismologia, tectónica
		Geografia A	Climatologia
	11.º	Biologia e Geologia	Tectónica
		Física e Química A	Geomagnetismo
	12.º	Geologia	Climatologia, geomagnetismo, tectónica
		Física	Geomagnetismo

Assim, no cumprimento de um dos objetivos do projeto HISTIGUC, pretende-se criar um programa de divulgação no campo das CT e disponibilizar atividades e recursos pedagógicos para professores e estudantes pré-universitários que contribuam para a aquisição de novas competências e a promoção de uma cultura e uma literacia científica. Ao divulgar um melhor e mais atualizado conhecimento sobre a história da Geofísica em Portugal, não só dará novos pontos de vista a estudos recentes sobre o processo de coconstrução da produção científica em espaços distantes, mas também fornecerá informações novas e úteis que, atualmente, podem ser extraídas de registos antigos. É, também, pretensão dos elementos do projeto contribuir para aumentar a motivação para as CT e a HC, particularmente a perceção e a preparação para os fenómenos sísmicos, e a importância dos dados climáticos do passado para a compreensão das atuais mudanças climáticas e o aquecimento global.

As propostas a concretizar neste âmbito são: (i) ampliar o programa de visitas científicas existentes no OGAUC, nomeadamente aos departamentos sísmico e magnético; (ii) desenvolver materiais de divulgação, como pósteres, modelos didáticos, atividades pedagógicas e apresentações multimédia, para serem utilizados durante as visitas ao OGAUC, mas também para serem disponibilizadas aos professores para exploração e/ou revisão na sala de aula; (iii) criar uma exposição permanente no OGAUC, com uma versão itinerante para viajar pelas escolas nacionais, cujo tema será a história do IGUC e da Geofísica em Portugal; (iv) criar e promover um sítio eletrónico com uma base de dados sísmica e um balcão de perguntas e respostas sobre sismologia facilmente utilizável por professores e estudantes; (v) desenvolver planos de formação contínua e complementar direcionada para os profissionais de educação, no sentido de difundir a importância da lecionação da HC no ensino das Ciências.

6. Considerações finais

A produção e a divulgação científica têm como objetivo satisfazer as necessidades de uma sociedade contribuindo para o seu enriquecimento e desenvolvimento. O projeto HISTIGUC disponibilizará à comunidade escolar/científica, em particular, e à sociedade em geral, um património científico de valor único que será um recurso basilar para o conhecimento e compreensão da HC em diversas temáticas no âmbito das CT.

Pretende-se que a concretização das propostas contempladas no HISTIGUC auxilie na lecionação da HC nos ensinos básico e secundário, tornando os intervenientes nos processos de ensino e aprendizagem mais conhecedores e atentos aos acontecimentos do passado que são pertença do espólio científico Português.

Agradecimentos

O CITEUC é financiado por Fundos Nacionais através da FCT – Fundação para a Ciência e Tecnologia (projeto: UID/Multi/00611/2013) e pelo FEDER – Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional através do COMPETE 2020 – Programa Operacional Competitividade e Internacionalização (projeto: POCI-01-0145-FEDER-006922).

7. Referências

- Alves, M. L., Brazão, M. M. & Martins, O. S. (Coord.) (2001). *Programa de Geografia A 10.º e 11.º ou 11.º e 12.º anos – Curso Científico-Humanísticos de Ciências Socioeconómicas e de Ciências Sociais e Humanas*. Lisboa: Departamento do Ensino Secundário, Ministério da Educação.
- Amador, F. (2010). Contribuições da História da Ciência para os processos de desenho curricular. *Revista da Educação*, XVII (1), 9-30.
- Amador, F. & Silva, M. (2004). *Programa de Geologia 12º ano – Curso Científico-Humanístico de Ciências e Tecnologias*. Lisboa: Direção-Geral de Inovação e de Desenvolvimento Curricular, Ministério da Educação.

- Baptista, M. A., Miranda, J. M., Lopes, F. C. & Luis, J. F. (2007). The source of the 1722 Algarve earthquake: evidence from MCS and Tsunami data. *J. Seismology*, 11, 371-380.
- Batló, J. (2005). *Catálogo – Inventario de Magnetómetros Españoles*. Madrid: Instituto Geográfico Nacional.
- Batló, J., Arrazola D. & Ugalde, A. (2005). Using Magnetograms for Earthquake Magnitude Evaluation. *Eos, Transactions American Geophysical Union*, 86 (48), 498-498.
- Bonifácio, V. H., Malaquias, I. & Fernandes, J. M. (2006a). The 1870 Portuguese eclipse expedition – a preliminary report. In J. Afonso, N. Santos, A. Moitinho & R. Agostinho (Eds.), *Past meets Present in Astronomy and Astrophysics*, (89-92). Singapore: World Scientific Publishing Co. Pte Ltd.
- «_____». (2006b). Trying to start up the astrophysics research in Coimbra in the 1870's. The difficult move from classroom to the observatory. In A. Breda, R. Duarte, & M. Martins (Eds.), *Proceedings of the International Conference in Mathematics, Sciences and Science Education*, (7-15). Aveiro: Universidade de Aveiro.
- Bonito, J., Morgado, M., Silva, M., Figueira, D., Serrano, M., Mesquita, J. & Rebelo, H. (2013). *Metas Curriculares Ensino Básico – Ciências Naturais 5.º, 6.º, 7.º e 8.º anos*. Lisboa: Ministério da Educação e Ciência.
- Cachapuz, A., Praia, J. & Jorge, M. (2004). Da Educação em Ciência às Orientações para o Ensino das Ciências: um repensar epistemológico. *Ciência e Educação*, 10 (3), 363-381.
- Câmara, A. C., Ferreira, C. C., Silva, L. U., Alves, M. L., & Brazão, M. M. (2001). *Geografia – Orientações curriculares para o 3º Ciclo do Ensino Básico*. Lisboa: Departamento de Educação Básica, Ministério da Educação.
- Cardoso, E., Ventura, G., Paixão, J. A., Fiolhais, M. (Coord.), Sousa, M. C. A., & Nogueira, R. (2004). *Programa de Física 12.º ano*. Lisboa: Direção-Geral de Inovação e de Desenvolvimento Curricular, Ministério da Educação.
- Cawood, J. (1979). The magnetic crusade: science and politics in Early Victorian Britain. *Isis*, 70 (254), 493-518.
- Correia, G. P., & Gomes, C. R. (2009). Estudos ambientais na área de projeto do 12.º ano de escolaridade – uma aplicação prática. In F. Paixão, & F. R., Jorge (Coord.), *Atas do XIII Encontro Nacional de Educação em Ciências* (pp. 836-848). Castelo Branco: Esc. Sup. Educ. de Castelo Branco.
- Correia, G. P., Pires, E. R., Gomes, C. R. & Abrantes, I. (2017). Participation in a scientific congress: an opportunity for teaching and learning Geosciences. In L. Gómez Chova, A. López Martínez, & I. Candel Torres (Eds.), *Proceedings of INTED 2017 – Conference* (pp. 5958-5965). Valencia, Spain: IATED. doi: 10.21125/inted.2017.1388
- Custódio, S., Batlló, J., Martins, D., Antunes, F., Narciso, J., Carvalho, S. & Gomes, C. R. (2012). Station COI: dusting off an Old Seismic Station. *Seismological Research Letters, Historical Seismologist*, 83 (5), 863-869. doi: 10.1785/0220120014
- Daniel, N. (1938). The Development of Astronomical Photography. *Osiris*, 5, 560-594.
- Duschl, R. A. (1994). Research on the History and Philosophy of Science. In D. L. Gabel (Ed.), *Handbook of research on science teaching and learning: a project of the National Science Teachers Association*, (443-465). New York: Macmillan.

- Ferreira, A. J., Braguez, F., Matos, M. G., Rodrigues, S. (Coord.), Fiolhais, C. (Coord.), Portela, C., ... & Nogueira, R. (2014). *Programa de Físico e Química A – 10.º e 11.º anos*. Lisboa: Ministério da Educação e Ciência.
- Fiolhais, C. (coord.), Ferreira, A. J., Constantino, B., Portela, C., Braguez, F., Ventura, G., ... & Rodrigues, S. (2013). *Metas Curriculares do 3.º Ciclo do Ensino Básico – Ciências Físico-Químicas*. Lisboa: Ministério da Educação e Ciência.
- Galvão, C., Neves, A., Freire, A. M., Lopes, A. M. S., Santos, M. C., Vilela, M. C., ... & Pereira, M. (2001). *Ciências Físicas e Naturais – Orientações curriculares para o 3º Ciclo do Ensino Básico*. Lisboa: Departamento de Educação Básica, Ministério da Educação.
- Gla-meier, K. H. (2007). Gauss, Carl Friedrich (1777-1855). In D. Gubbins & E. Herrero-Bervera (Eds), *Encyclopedia of Geomagnetism and Paleomagnetism*, (279-280). Dordrecht: Springer.
- Gomes, E. V. & Malaquias, I. (2004). Contributos oitocentistas na institucionalização da Meteorologia em Portugal [XIXth century contributes to the institutionalisation of Meteorology in Portugal]. In APMG (Ed.), *Atas do 3.º Simpósio de Meteorologia e Geofísica da APMG / 4.º Encontro Luso-Espanhol de Meteorologia*, (13-18). Lisboa: APMG.
- Jenkins, E. (1991). The history of science in British schools: retrospect and prospect. In M. R. Matthews (Ed.), *History, philosophy, and science teaching: selected readings*, (33-41). Toronto: OISE Press/Teachers College Press.
- Macdonald, L. (2015). Making Kew Observatory: The Royal Society, the British Association and the politics of early Victorian science. *The British Journal for the History of Science*, 48 (3), 409-433.
- Martins, R. A. (1990). Sobre o papel da história da ciência no ensino. *Boletim da Sociedade Brasileira de História da Ciência*, 9, 3-7.
- Matthews, M. R. (1989). A brief review. *Synthese*, 80, 1-8.
- «_____» (1990). History, philosophy and science teaching: a rapprochement. *Studies in Science Education*, 18, 25-51.
- «_____» (1994). *Science teaching: the role of history and philosophy of science*. New York: Routledge.
- Medeiros, A. J. G. (2007). A história da ciência e o ensino da física moderna. In R. Nardi, (Org.), *A pesquisa em ensino de ciências no Brasil: alguns recortes*, (2.^a ed.) (273-292). São Paulo: Escrituras.
- Mendes, A. (Coord.), Rebelo, D., Pinheiro, E., Silva, C. P., Amador, F. (Coord.), Baptista, J.F.P., ... & Cunha, J.A.M. (2003). *Programa de Biologia e Geologia – 11.º ou 12.º anos*. Lisboa: Departamento do Ensino Secundário, Ministério da Educação.
- Nunes, A. N., Almeida, A. C. & Nolasco, C. C. (2013). *Metas Curriculares 3.º Ciclo do Ensino Básico – (7.º, 8.º e 9.º anos) Geografia*. Lisboa: Ministério da Educação e Ciência.
- Pereira, A. I. & Amador, F. (2007). A História da Ciência em manuais escolares de Ciências da Natureza. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 6 (1), 191-216.
- Ribeiro, P. (2006). História (e futuro!) do Observatório Magnético do IGUC – History (and future!) of the Magnetic Observatory of IGUC. In J. Mirão & A. Balbino

- (Coord.), *Proceedings of the VII Congresso Nacional de Geologia*, (867-870). Estremoz, Évora: Universidade de Évora.
- Schweitzer, J. (2003). Early German Contributions to Modern Seismology. In W. H. K. Lee (Org.), *International Handbook of Earthquake and Engineering Seismology* (Chapter 79.24). Amsterdam: Academic Press.
- Silva, C. P., Amador, F. (Coord.), Baptista, J. F. P., Valente, R. A., Mendes, D., Rebelo, D. & Pinheiro, E. (2001). *Programa de Biologia e Geologia – 10º ou 11.º anos*. Lisboa: Departamento do Ensino Secundário, Ministério da Educação.
- Vaquero, J. M., Gallego M. C. & Sánchez-Bajo, F. (2004). Reconstruction of a monthly homogeneous sunspot area series since 1832. *Solar Physics*, 221 (1), 179-189.

***COLOQUIOS DOS SIMPLES E DROGAS DA INDIA DE
GARCIA DA ORTA: UM INSTRUMENTO PRIVILEGIADO
PARA O ENSINO DA HISTÓRIA DA BOTÂNICA
COLLOQUIES ON THE SIMPLES AND DRUGS OF INDIA
BY GARCIA DA ORTA: A PRIVILEGED INSTRUMENT
FOR TEACHING THE HISTORY OF BOTANY***

João Paulo S. Cabral

0000-0002-2764-3538

Universidade do Porto, Faculdade de Ciências

jpcabral@fc.up.pt; jpscabral@hotmail.com

Resumo: O estudo da história da botânica pode recorrer a obras-chave, como os Colóquios de Garcia de Orta, como matéria-prima de análise e reflexão. Qual foi a importância que teve a relação de Orta com Martim Afonso de Sousa? Quais foram as principais contribuições de Orta para um melhor conhecimento da canela e da caneleira? Respostas a estas questões mostram que estar ao serviço de Martim Afonso permitiu a Orta percorrer alguns locais do subcontinente indiano, onde terá recolhido informações para a redação dos Colóquios. Os conhecimentos que existiam então sobre a canela circunscreviam-se à descrição dos melhores produtos e das suas propriedades terapêuticas. Orta alterou este panorama ao refutar em definitivo a origem arábica do produto, ao indicar

o percurso da canela desde a origem até ao Mediterrâneo, ao descrever a morfologia geral da planta e as características da flor, do fruto, das folhas e da raiz, e ao afirmar o carácter espontâneo da planta no subcontinente indiano.

Palavras-Chave: história da botânica, Renascimento, Portugal, Martim Afonso de Sousa, canela.

Abstract: The study of the history of botany can use key-works, such as Garcia de Orta's *Coloquios* as a raw material for analysis and reflection. What was the importance of Orta's relationship with Martim Afonso de Sousa? What were Orta's main contributions to a better knowledge of cinnamon and the cinnamon-tree? Answers to these questions show that being at the service of Martim Afonso enabled Orta to travel through some places in the Indian subcontinent, where he probably has gathered information to be included in the *Coloquios*. The extant knowledge of cinnamon was limited to the description of the best products and their therapeutic properties. Orta changed this view by definitively refuting the Arabian origin of the product, by indicating the course of the cinnamon trade from the origin to the Mediterranean, by describing the general morphology of the plant and the characteristics of the flower, fruit, leaves and root, and by attesting the spontaneous nature of the plant in the Indian subcontinent.

Keywords: history of botany, Renaissance, Portugal, Martim Afonso de Sousa, cinnamon

1. Introdução

O estudo da história da botânica, entendido na confluência das ciências históricas e naturais, pode recorrer a obras-chave e paradigmáticas do pensamento científico como matéria-prima de análise e reflexão. Colocando-nos ora dentro da análise histórica ora no seio das ciências naturais, importa procurar o tempo no qual a obra foi escrita, qual a formação, o pensamento e o método do seu autor, e em que medida a sua obra condensa o passado e lança luz sobre o que antes era desconhecido, iluminando-nos no caminho para o avanço da ciência. Os *Colóquios* de Garcia de Orta constituem uma destas obras-chave, e nesta condição pode ser usada como instrumento privilegiado para o ensino avançado da história da botânica, em particular, da botânica do Renascimento e ultramarina.

Em consequência da expansão portuguesa chegavam então à Europa descrições (numa primeira etapa) e depois as próprias plantas antes desconhecidas ou só conhecidas por vagas e sumárias narrações, muitas ainda decalcadas dos tratadistas da Antiguidade. Quais eram e como eram as plantas que produziam a cânfora, a pimenta, a canela, o cravinho, o incenso, a mirra, o sândalo e outros produtos vegetais? Onde cresciam estas plantas? Eram espontâneas ou cultivadas? Quem recolhia os produtos? Como chegavam estes aos portos europeus? Quais foram as fontes informativas usadas para elaborar estas descrições? Em que medida estas recorreram aos tratadistas da Antiguidade? Quais foram as consequências, em termos económicos, sociais e científicos da publicação e divulgação destas novas informações?

Estas são algumas das questões gerais que se podem colocar no âmbito do ensino da história da botânica. Outras questões de carácter mais específico, agora relativas aos *Colóquios* e ao seu autor, podem também ser equacionadas, como as seguintes: quantas,

e quais, foram as edições impressas dos *Colóquios*? Qual é a importância da edição feita pelo conde de Ficalho?¹ Que importância teve a relação de Orta com Martim Afonso de Sousa? De que forma adquiriu Orta os seus conhecimentos botânicos?² Quais foram as suas fontes documentais?³ Quais eram os aspetos das plantas que mais interessaram a Orta? Na presente comunicação pretendemos desenvolver dois destes tópicos, equacionando questões e apresentando pistas para a sua abordagem no contexto no ensino avançado da história da botânica.

2. Martim Afonso de Sousa e Garcia de Orta: percursos paralelos

Qual foi a importância de Martim Afonso de Sousa na vida e obra de Garcia de Orta? Quais são as fontes primárias de que dispomos para responder a esta questão? Encontramos nos próprios *Colóquios* (Orta, 1891, 1895), nas *Cartas* e na *Autobiografia* de Martim Afonso (Afonso de Sousa, 1989) referências concretas à presença de Orta junto do seu patrono em várias expedições militares.

Martim Afonso de Sousa, capitão-mor do mar da Índia e depois governador do Estado da Índia, teve Orta ao seu serviço. Realizou várias expedições militares tendo sido acompanhado, em algumas

¹ Importa salientar a raridade extrema da edição original de Goa de 1563, a dificuldade da sua leitura em virtude dos muitos erros tipográficos e a inexistência de edições modernas em português em finais do século XIX.

² Primeiras respostas a estas questões podem ser obtidas através de uma leitura transversal dos *Colóquios*, dado que Garcia de Orta revela qual era o seu método de trabalho, assente no primado da «observação» pessoal, mas também na troca de informações com as elites locais, em particular os príncipes hindus e mercadores e comerciantes.

³ Garcia de Orta revela, a par e passo, o que seria a sua biblioteca pessoal ou quiçá a biblioteca do Hospital de Goa à qual recorreria. Como médico, esta biblioteca era indispensável para exercer a sua clínica e certamente que a ela recorreria amiúde. Em alguns autores são indicadas as obras em concreto.

destas por Garcia de Orta que, desta forma, teve oportunidade de conhecer a história natural de diversas regiões do subcontinente indiano⁴.

A sua primeira referência temporal diz respeito à campanha levada a cabo em finais de 1535, no norte da Índia⁵, a pedido do sultão Badur Xá⁶. A expedição militar atravessou toda a península de Kathiawar desde Diu até às portas de Ahmedábád (Orta, 1895, p. 18). Orta afirma nos *Colóquios* que acompanhou o seu patrono e até teve de intervir como médico para tratar Martim Afonso e o governador da fortaleza de Diu. Terá tido pois uma oportunidade para observar a história natural no noroeste do subcontinente.

E o gram Soltão Badur dizia a Martim Affonso de Sousa, a quel elle muito grande bem queria e lhe descubria seus secretos (Orta, 1891, p. 97). (...) E mais vos contarei o que me aconteceu; caminhando com o Soltam Bhadur, em companhia do senhor Martim Afonso de Sousa⁷, adoeceo elle de febres, e chamoume elrey, e perguntoume como avia de curar Martim Afonso daquellas febres: eu lhe dixe que o avia de sangrar⁸ (Orta, 1891, p. 140). (...) E neste tempo foy curado hum homem muyto honrado e riquo, o qual,

⁴ Um dos trabalhos que poderá ser sugerido é a elaboração das rotas prováveis que Orta terá seguido ao lado do seu patrono, sendo este trabalho realizado a partir de fontes primárias como os *Colóquios* (Orta, 1891, 1895) e as *Cartas* de Martim Afonso de Sousa (Afonso de Sousa, 1989, pp. 7-58).

⁵ Em 1535, as tropas do sultão Badur Xá são derrotadas pelos mogóis que, em 1526, tinham invadido o norte da Índia. Badur refugia-se em Diu e, recusado o auxílio dos turcos, pede ajuda aos portugueses, dando em troca autorização para que estes construíssem uma fortaleza nesta cidade. O tratado de paz foi assinado por Martim Afonso de Sousa, tendo Badur conseguido impedir o avanço dos mogóis (Monteiro, 2010, pp. 300-306; Morais, 1998, p. 41).

⁶ Governou o Guzarate, na época um reino independente, entre 1526 e 1537 (Morais, 1998, p. 42).

⁷ Ver: Afonso de Sousa, 1989, pp. 71-72.

⁸ Segundo o conde de Ficalho este problema terá ocorrido em novembro ou dezembro de 1535 a caminho de Ahmedábád (Orta, 1895, p. 140; Pelúcia, 2007, p. 209).

estando em Dio, contou a meu amo Martim Afonso de Sousa, que lá estava tomando posse da fortaleza que lhe ahi deu o soldam Bhadur, rei de Cambaia (Orta, 1891, p. 260).

Logo no ano seguinte, 1536, Martim Afonso de Sousa ataca, a pedido do rei de Cochim, a ilha de Repelim, no sul da Índia⁹. Nos *Colóquios*, Orta afirma ter estado presente:

e em este Repelim ficou aquella pedra por mandado do Çamorim. Este Repelim está apartado quatro legoas de Cochim, onde ficou a pedra até ao anno de 1536, que Martim Afonso de Sousa, nam menos envencivel que afortunado capitam, sendo Capitão mór do mar, destruyo Repelim e queymouo e saqueou, fugindo elrey com muita gente, e matou outros muitos que nam fugiram, do que eu sam testemunha de vista¹⁰; e levou a pedra a Cochim, e a mandou a elrey, o qual fez com ella muita festa, e fez merce a quem lha levou; e a Martim Afonso de Sousa ficou em muita obrigaçam por isso (Orta, 1891, pp. 205-206).

Dois anos mais tarde, em 1538, Martim Afonso intervém em Beadala (Vedalai)¹¹, porto situado na língua de terra que se estende da costa sul da Índia em direção a Ceilão (limitando o golfo de

⁹ Em 1535, o samorim de Calecut pretende coroar-se na ilha de Repelim (Edappally, modernamente no Estado de Querala), como rei de todo o Malabar. Todavia, a ilha estava sob domínio do rei de Cochim que pede auxílio às tropas portuguesas. Em setembro de 1536, tendo chegado o fim a época da monção, a armada comandada por Martim Afonso de Sousa desencadeia uma série de combates terrestres e marítimos, destrói a frota adversária e a povoação de Repelim tomado posse da insígnia de poder, de que fez entrega ao rajá de Cochim (Monteiro, 2010, p. 293; Pelúcia, 2007, p. 185).

¹⁰ Episódio referido na *Autobiografia* de Martim Afonso de Sousa (Afonso de Sousa, 1989, p. 73).

¹¹ A batalha de Beadala ocorreu a 15 de fevereiro de 1538.

Manaar pelo norte). Se bem que Orta tivesse podido acompanhar esta expedição, não o afirma:

e por duas vezes [foi Martim Afonso de Sousa] deitar a elrey de Calecut¹² fóra de suas terras, e por lhe mandar o sombreiro que tomou com os paros¹³ em Beadalla (que eram cincoenta e sete) onde lhe matou quinze mil homens, não levando consigo mais de trezentos; e ay lhe tomou seis centas peças de artilheria e mais de mil pinguardas. E porque as cousas deste gram capitão sam muitas, vos não diguo mais (Orta, 1891, pp. 205-206).

Existe ainda nos *Colóquios* mais uma referência de Orta a acompanhar Martim Afonso de Sousa, que terá ocorrido em 1543, na ilha das Vacas (ilha de Delft, hoje integrada no Sri Lanka, situada na baía de Palk). No colóquio «Da pedra bezoar», Orta afirma ter estado na ilha das Vacas:

Si, porque desfazendo a pedra, acheia feita sobre esta delgada palha; e homens dignos de fé me dixeram, que asi eram todas em Ormuz. E depois me achei em huma armada, na ilha das Vacas¹⁴, (que he alem do cabo de Comorim) onde vi matar muytos bodes pera a armada, que eram muyto grandes; e os bodes grandes, polla maior parte, tinham esta pedra no bucho; onde ouve muytas

¹² O soberano de Calecut era então Pate Markham (Morais, 1998, p. 43).

¹³ Barco normalmente chamado *parão*.

¹⁴ De acordo com Ficalho (Orta, 1895, p. 235) Martim Afonso de Sousa, já governador do Estado da Índia, saiu de Goa com uma armada de 45 navios, numa expedição que pretendia saquear o templo de Tremelle e a feira que perto dele tinha lugar todos os anos. Em Beadala, capturou pilotos para passar os baixos do Chilão. Todavia, quando chegou à ilha das Vacas, a monção já não era favorável e terá sido informado que o templo estava bem defendido. É então que o governador desiste dos seus intentos bélicos. No entanto, demorou-se algum tempo na ilha o que terá permitido a Orta não só estas observações sobre a pedra bezoar dos caprinos, como outras.

pedras a gente que as quis buscar. E depois ficou em costume aos que tomam aquella ilha de matarem muytos bodes; e tomaram aos de Benfiala aquella ilha, pera descaregar alguma parte do navio, por causa dos baixos de Chilam, assi que sempre trazem dahi muytas pedras de bezar [sic] (Orta, 1895, p. 232).

3. A canela e a caneleira segundo os tratadistas da Antiguidade

Qual foi a contribuição de Garcia de Orta para o avanço da ciência botânica? Quais eram os aspetos das plantas que mais lhe interessaram? Só os relativos ao uso medicinal das plantas (matéria médica), orientação dominante na sua época, ou o conhecimento das próprias plantas? Quais foram as fontes informativas a que Orta recorreu? Respostas a estas questões são encontradas ao longo do extenso texto dos *Colóquios*. Mas a análise de um único colóquio permite-nos desde logo formular linhas de análise. O texto deve ser primeiro dissecado à luz dos conhecimentos que existiam na época. De que forma o texto de Orta faz avançar os conhecimentos sobre as plantas do Oriente?

A canela era a especiaria mais reputada e cara da Antiguidade (Miller, 1969, p. 154). Era conhecida em Israel, no Egito, na Grécia e em Roma.

Teofrasto na *História das Plantas* (Teofrasto, 2016, p. 326) fez uma curtíssima descrição da canela, então conhecida por cinamomo, e da caneleira. Refere que o cinamomo era a casca de uma árvore ou arbusto e indica o porte da planta.

Alguns séculos depois, Dioscórides descreve a canela na sua grande obra de matéria médica (Dioscorides, 1555, pp. 22-23). No capítulo XIII dedicado ao cinamomo, refere que existiam «muitas espécies» e que cada uma se chamava «pelo lugar onde nascia». O melhor cinamomo era o «mossylites» e havia ainda um falso que era

«inútil e de nenhuma estima». São também referidas as propriedades medicinais dos vários cinamomos. O cinamomo conservava-se mais tempo se fosse moído e misturado com vinho fazendo pastilhas que eram depois secas ao sol e assim se conservavam.

Plínio descreveu a canela na sua monumental enciclopédia (Pliny, 1960, pp. 61-71), acrescentando algumas informações novas em relação aos textos de Teofrasto e de Dioscórides¹⁵. Refere que o arbusto do cinamomo tinha no máximo só três pés¹⁶ de altura, podendo os ramos distanciar-se do solo apenas seis polegadas¹⁷. A planta tinha um aspeto seco e enquanto estava verde não tinha cheiro. A «folha é parecida com a da manjerona»¹⁸ (Pliny, 1960, p. 65). A planta gosta de solo seco sendo menos fértil em tempo húmido. O cinamomo só podia ser cortado «com a licença de deus, que alguns consideravam ser Jove¹⁹, sendo o seu nome etíope Assabinus». Sacrificavam 44 bois, cabras e carneiros para obterem a autorização [de Júpiter] para cortar o cinamomo, operação que não se podia praticar antes do nascer do sol nem depois do seu ocaso. Um sacerdote dividia os raminhos da planta com uma espada, colocando de lado uma parte para oferecer à divindade, sendo o restante enfeixado pelo negociante. Plínio descreve um outro relato, segundo o qual o cinamomo era dividido em três porções, sendo uma destinada ao [deus] Sol, a qual era deixada e, por si só, explodia em chamas. O cinamomo de melhor qualidade era o dos raminhos mais finos, e o

¹⁵ Plínio poderá ter usado neste contexto informações obtidas de mercadores de Alexandria, de um emissário de Meroe e de elementos da expedição que Nero enviou aos «pântanos» do Nilo em 61 d. C. (Miller, 1969, p. 159).

¹⁶ A medida romana equivalia a cerca 30 cm.

¹⁷ A polegada romana era cerca de 2,5 cm.

¹⁸ Só na sua forma geral pode a folha da manjerona (*Origanum majorana* L.) ser semelhante à da caneleira. As características três nervuras das folhas da caneleira não se observam na folha da manjerona. A morfologia da planta só seria conhecida a partir do desenho publicado por Cristóvão da Costa na sua obra que referiremos à frente.

¹⁹ Ou Júpiter, o rei dos deuses na mitologia romana.

de pior era o que estava perto das raízes. Por esta razão preferia-se a casca dos raminhos mais altos. Só a casca interessava. A madeira propriamente dita não era estimada porque tinha o gosto amargo da manjerona selvagem. Esta madeira-cinamomo era vendida a 10 denários²⁰ a libra²¹, um valor muito elevado. Plínio indica que a canela chegava à Arábia trazida pelo mar em jangadas²², quando o vento soprava forte de leste²³, sendo trocada por objetos em vidro, bronze, roupa, objetos de adorno (Miller, 1969, p. 156), e refere que o rei da tribo dos *Gebbanitae*²⁴ controlava o comércio desta especiaria na península e que o seu preço tinha sido de 1.000 denários a libra, mas que tinha subido²⁵ (Pliny, 1960, p. 67). O cinamomo era de tal forma considerado e venerado na Roma Antiga que, de acordo com Plínio neste mesmo capítulo, o imperador Vespasiano tinha dedicado, nos templos do Capitólio, grinaldas de cinamomo revestidas a ouro e que no templo do Palatino mandado construir pela imperatriz-consorte Júlia Augusta, ele próprio (Plínio) tinha visto uma grande raiz de uma caneleira colocada dentro de uma taça

²⁰ Um denário seria o salário diário de um trabalhador, correspondendo ao custo de 8 quilos de pão (Buescu, 1999).

²¹ A libra romana equivalia a cerca 330 gramas.

²² De acordo com Miller (1969, p. 157), Plínio referia-se às embarcações que navegadores indonésios então usavam para trazer mercadorias da região da Indonésia (Filipinas, Celebes, Molucas, Nova Guiné, Java, Sumatra e Bornéu) para o Índico, alcançando Madagáscar e a costa oriental de África. A partir destes entrepostos, a canela era conduzida para o sul da Arábia e para Alexandria. Por esta altura, Ceilão ainda não seria uma região «exportadora» para ocidente, o que só viria a acontecer depois do século IV d. C. (Miller, 1969, pp. 158-159).

²³ Plínio referia-se à monção de inverno, facto determinante da navegação no Índico. A canela de Ceilão não seria pois conhecida em Roma (Miller, 1969, p. 157).

²⁴ De acordo com Miller (1969, p. 21) e Sidebotham (1986, p. 14) esta tribo *Gebbanitae* viveria no antigo reino do Iémen Qataban, no sul da Península, no vale de Baiam. A sua capital seria Timna. Os *Gebbanitae* controlavam parte do comércio da mirra e de outros produtos de elevado valor, na península arábica.

²⁵ De acordo com Sidebotham (1986, p. 15) estes valores são muitíssimo elevados e podem ser devidos a erros de copistas ou ao facto de Plínio não ter sido bem informado.

de ouro, a qual excretava todos os anos gotas que se endureciam em grãos, até que o templo ardeu (Pliny, 1960, p. 69).

Passada a época na qual estes tratadistas escreveram, o comércio da canela ter-se-á alterado substancialmente. A Roma chegava principalmente a canela trazida da região da Indonésia²⁶ (Miller, 1969, p. 47). Por volta do século IV d. C. deverá ter começado a chegar ao Mediterrâneo canela proveniente do Ceilão²⁷ e da Índia, misturada com a de origem no sudeste asiático. Quando os portugueses chegaram à Índia constataram que a canela de melhor qualidade («canela fina») não era aí produzida, mas sim em Ceilão, onde D. Lourenço de Almeida chegou em 1506. Lopo Soares de Albergaria ocupou Ceilão em 1518, estabelecendo com os poderes locais contratos para ter o monopólio do comércio da canela cingalesa.

4. A canela vista pelos botânicos do Renascimento

Enquanto nas primeiras décadas do século XVI os portugueses dominaram o comércio asiático por via marítima, a canela chegava a Lisboa vinda do Oriente e daqui era expedida para os principais mercados europeus. A canela em pau ou em pó era referida em alguns livros de matéria médica, mas não existiam descrições sobre as plantas a partir das quais se obtinham os diferentes tipos de canela. Nem os tratadistas do Renascimento as tinham visto, nem a eles tinham chegado informações sobre o porte e a morfologia da planta (nomeadamente as suas folhas, flores, frutos, tronco), e a forma de delas se extrair a canela. Desta forma, os tratadistas

²⁶ Principalmente *Cinnamomum burmanii* Blume (Ferrão, 1993, p. 194).

²⁷ Principalmente *Cinnamomum zeylanicum* Nees., considerada a canela de melhor qualidade, e assim designada de «canela fina» ou «canela verdadeira», mas existiam outras espécies deste género que davam canela de pior qualidade (Ferrão, 1993, p. 192).

do Renascimento que precederam Garcia de Orta ou não referiram a canela ou essencialmente repetiram os elementos contidos nos mestres da Antiguidade que já referimos.

Valerius Cordus (1515-1544) e seu pai, Euricius Cordus (1486-1538) na sua versão da matéria médica de Dioscórides (Cordus & Cordus, 1541) retomam algumas ideias dos tratadistas da Antiguidade sobre o cinamomo. Afirmam que existem diferentes espécies de cinamomo²⁸, mas as plantas eram aparentados entre si²⁹, que o cinamomo (a canela) era a casca de apenas um destes arbustos³⁰, e que o de melhor qualidade era o que tinha sido descrito por Galeno nas suas obras *De Theriaca*, *ad Pisonem* e *De Antidotis* (Cordus & Cordus, 1549, p. 451). Dioscorides tinha afirmado que o melhor cinamomo era semelhante à cassia «mossylitica» chamando-se também «mossylites». Todavia, Cordus pai e filho referem que já não era possível obter esses tipos de canela³¹ e que o cinamomo (a canela) era preparado a partir da casca de certos arbustos.

²⁸ «Não há menos espécies de cinamomo do que de cássia» («*Cinnamomi non pauciores quam Casiae species sunt.*» (Cordus & Cordus, 1549, p. 451).

²⁹ «Uma vez que cássia e cinamomo têm muitas espécies e os arbustos são relacionados entre si, seria imprudente dizer que nos falta cinamomo.» («*Cum uero Casia et Cinnamomum plures habeant species, sintque inter se ualde cognatae arbusculae, temerarium esset pronunciare, nos Cinnamomo carere.*», Cordus & Cordus, 1549, p. 451).

³⁰ «O cinamomo, como hoje em dia se consome, é, porém, apenas uma casca dos seus arbustos, de modo que certos homens lhe chamam canela, enquanto nós [lhe chamamos] Zimetrinden.» («*Cinnamomum autem, ut hodie affertur, est cortex tantum suae arbusculae, quam quidam Canellum uocant, nos uero zimetrinden.*», Cordus & Cordus, 1549, p. 451).

³¹ «Atualmente, porém, só temos [[uma espécie]] deste género, e dificilmente, entre todas as espécies, encontramos uma sequer, seja ela qual for, que seja semelhante à [[espécie]] Mosilica Cassia e que, acima de tudo, cresça e se torne árvore como esta.» («*Tali autem hodie omnino caremus; et habemus tantum ex omnibus uix unam speciem, eam scilicet, quae Mosilicae Casiae similis est, quae item omnium max[ime] arborescit.*», Cordus & Cordus 1549, p. 451).

Também da escola alemã, Adam Lonicer (Adamus Lonicerus), na sua obra *Naturalis Historiae*, publicada em 1551 (Lonicerus, 1551), apresenta o primeiro ou um dos primeiros desenhos de paus de canela, mas não da própria planta. A informação que transmite de seguida (Lonicerus, 1551, p. 264) é recuperada de Plínio: o cinamomo era obtido da casca de um arbusto baixo, com não mais de dois côvados³² de altura, e pequeno, com folhas semelhantes às da manjerona; quando verde, tinha um odor suave, mas quando chovia tornava-se estéril³³. E também de Dioscórides: o melhor cinamomo era de cor escura; a casca branca e mole não prestava. Existiam várias qualidades de cinamomo: a melhor canela era a «mosyleticum»³⁴; a canela «montanhesa» tinha uma tonalidade avermelhada³⁵; a canela negra tinha um aroma muito agradável³⁶; existia uma canela branca e esponjosa que se quebrava facilmente³⁷ e uma canela ruiva, sólida

³² Na Roma antiga, o côvado seria cerca de 44 cm.

³³ «Esse arbusto é descrito como sendo baixo, contido, pequeno e lenhoso, com uma altura não maior de dois côvados. De aspeto seco, com folha de manjerona, quando verde tem um odor suave e com a chuva fica estéril» («*Arbuscula haec describitur brevis, repressa & humilis, surculosa, duum cubitum altitudine, nec amplius, aspectu arida, folio origani, quum uiret parum odorata, sterilescebat imbre.*», Lonicerus, 1551, p. 264).

³⁴ «É dada preferência à Mosyleticum, cuja cássia tem o nome de Mosyliti, e que é semelhante à que nós temos atualmente.» («*Praefertur Mosyleticum, quod Casiae, cui Mosyliti nomen est, similitudine accedit, quod nos bodie habemus.*», Lonicerus, 1551, p. 264).

³⁵ «Existe pois a montanhesa, mais áspera e grossa e com uma cor um tanto avermelhada.» («*Est enim montanum, asperius crassius q; colore subrufo.*», Lonicerus, 1551, p. 264).

³⁶ «A terceira [espécie] é lenhosa e negra, com poucos nós visíveis, e tem um odor verdadeiramente agradável que rivaliza com o da cássia.» («*Tertium nigricans, odore uebementer iucundo, qui casiam aemuletur: surculosum, paucioribus geniculis intertinctum.*», Lonicerus, 1551, p. 264).

³⁷ «A quarta [espécie] é branca e esponjosa, com um aspeto tuberoso e vulgar, e quebra-se num instante, com uma raiz forte e odor a cássia.» («*Quartum fungosum, candicans, aspectu tuberoso uiliq; protinus fragile, radice grandi, casiam redolente.*», Lonicerus, 1551, p. 264).

e firme³⁸. Existia ainda uma canela oriunda da Síria a que chamavam «caryopon», diferente do cinamomo³⁹.

Neste contexto, Amato Lusitano, nos seus Comentários a Dioscorides, publicados pela primeira vez em 1553, foi o mais inovador, possivelmente porque tinha recebido informações de quem tinha vivido duas décadas em Ceilão. Nos capítulos 11-13 do Livro I salienta que havia à venda canela cingalesa de várias qualidades. Indica com correção que os ramos eram cortados e descorticados para se tirar a casca – a canela (Ricardo Jorge, 1962, pp. 239-241).

Estas eram as obras que antes de Garcia de Orta descreviam a cássia e a canela, mas em nenhuma delas encontramos elementos informativos significativos sobre as próprias plantas das quais se obtinham estes produtos. Tais elementos surgiriam na bibliografia pela primeira vez nos *Colóquios* de Garcia de Orta, publicados pela primeira vez em Goa em 1563.

5. A canela e a caneleira segundo Orta

Orta confirma que a canela não era originária da Arábia⁴⁰, mas antes era trazida por mercadores muçulmanos que a compravam na Índia e a levavam para entrepostos na península arábica⁴¹. A planta

³⁸ «A quinta [espécie] tem a casca ruiva, à semelhança da cor da cássia, e é sólida e firme – com um toque vigoroso – com o odor da cássia vermelha e troncos grossos.» (*Quintum cortice rufum, casiae colore aemulum, solidum firmumq; tactu nervosum, odore casiae rubrae, stirpibus crassis.*), Lonicerus, 1551, p. 264).

³⁹ «A sexta [espécie], à qual chamam Caryopon, nasce na Síria e também nas regiões vizinhas, e difere muito dos rebentos do cinamomo verdadeiro.» (*Sextum in Syria nascitur, quod Caryopon vocant, multum a ueri Cinnamomi surculo differens, gratia tamen uicinum.*), Lonicerus, 1551, p. 264).

⁴⁰ «Nella [Etiópia e Arábia] nam ha canela, nem cinamomo, nem cassia lignea» (Orta, 1891, p. 202).

⁴¹ A frase de Orta parece revelar que tinha visto ele próprio este comércio: «e os mesmos Arabios a vem cá comprar pera a levar» (Orta, 1891, p. 202).

não existia na costa oriental de África⁴². Existiam vários tipos de canela de qualidades muito variáveis: a de Ceilão, a que era levada para Portugal, era «muito boa canela», «milhor que todas as outras», mas a do Malabar era «brava e roim» (Orta, 1891, p. 206).

Depois de salientar que Teofrasto «não diz bem» o que era a planta da canela, porque «nem era homem desta terra pera saber como he a arvore», «e como se tyra a corteza bem» (Orta, 1891, p. 211), e de prometer a Ruano (e portanto ao leitor anónimo) dizer «craramente a verdade», Orta descreve a planta da canela, referindo: (1) as dimensões e morfologia geral da árvore⁴³, salientando que Dioscorides e Plínio se tinham enganado, porque as «arvores nam sam tam pequenos» como diziam; (2) as características da flor⁴⁴, do fruto⁴⁵, e das folhas⁴⁶; (3) o carácter espontâneo da planta no Malabar, em Goa, e no Ceilão⁴⁷; (4) os usos dados ao fruto da caneleira⁴⁸; (5) a forma de extrair a casca da árvore e o facto de se poder extrair de 3 em 3 anos, erro que Ficalho interpretou como sendo «alguma vaga reminiscência do que se passava em Portugal

⁴² «E do Cabo de Boa Esperança até Moçambique e Melinde vieram muitas pessoas que se perderão em náos, e nunca viram canela: assi que ambas as Etiopias, debaixo do Egypto como de cima do Egipto, que he a que está perto de nós, sabemos nam haver nellas canela» (Orta, 1891, p. 203).

⁴³ «Sam do tamanho de oliveiras»; «os ramos destes arvores sam muytos, e não tortos, senão algum pouco dereitos» (Orta, 1891, p. 212).

⁴⁴ «As flores sam brancas» (Orta, 1891, p. 212); «as flores tambem se estilam, mas não cheiram tam bem como a agoa estillada da canela» (Orta, 1891, p. 213).

⁴⁵ «O fruito preto e redondo, mayor que murtinhos, porque será como avelãs» (Orta, 1891, p. 212); «o fruto não he aprazivel ao guosto» (Orta, 1891, p. 213); «a fruita da canela de Ceilão e do Malavar he como azeitonas pequenas ou muyto grossas» (Orta, 1891, p. 214).

⁴⁶ «A folha he como de loureiro» (Orta, 1891, p. 212); «a folha da canela parece a laranjeira ou a louro; scilicet, a feiçam he de laranjeira, e a cor he de louro» (Orta, 1891, p. 215)

⁴⁷ «Todos [as árvores] são monteses e crecem e nacam per si» (Orta, 1891, p. 212).

⁴⁸ «Fazem azeite, como nós fazemos o das oliveiras, parece como sevo em pães, ou como sabam francez; não cheira bem nem mal, senão, quando se esquentá, cheira alguma cousa a canela» (Orta, 1891, p. 214). Pode ser extraído um óleo da própria canela, das folhas, e dos frutos (Ridely, 1912, p. 223).

como os sovereiros [sobreiros]» (Orta, 1891, p. 225); (6) as suas propriedades medicinais e para «temperarem os comeres, como qua [sic] fazem na India» (Orta, 1891, p. 213); (7) o facto do comércio da canela em Goa ser monopólio régio⁴⁹; (8) que era proibido tirar as raízes das árvores, que tinham uma «aguoa que cheira a canfora»⁵⁰ (Orta, 1891, p. 212), porque se matavam as plantas⁵¹.

6. Cristóvão da Costa cita e amplia os *Colóquios*

O impacto dos *Colóquios* na bibliografia europeia de botânica foi enorme, depois de Carlos Clúsio ter publicado um sumário em latim da obra do mestre português. As várias sucessivas edições – 1567, 1572, 1579 e 1582 – mostram bem o interesse que a obra de Orta despertou na Europa. Se analisarmos as obras de botânica publicadas na Europa depois da versão clusiana, verificamos que raramente omitem uma menção ao texto de Orta. Não iremos fazer esta análise para o caso da canela, mas existiam leitores de português... Um deles era Cristóvão da Costa que também era médico e esteve na Índia depois da morte de Orta.

Cristóvão da Costa no seu *Tractado* publicado em Burgos em 1578 (Costa, 1578), portanto poucos anos depois da publicação em Goa dos *Colóquios*, logo no título⁵² esclarece o leitor que as plantas

⁴⁹ «De trinta annos a esta parte nam a póde comprar niniguem senão o feitor de elrey» (Orta, 1891, p. 212).

⁵⁰ Da raíz pode extrair-se um óleo amarelo, mais leve do que a água, com um odor a canela e a cânfora. Terá sido Garcia de Orta a descrever pela primeira vez esta substância extraída das raízes (Ridley, 1912, p. 223).

⁵¹ «Por nam ser estruiçam dos arvores» (Orta, 1891, p. 212).

⁵² «Tractado delas drogas, y medicinas de las Indias Orientales, con sus plantas debuxadas al biuo por Christoual Acosta medico y cirurjano que las vio ocularmente, En el qual se verifica mucho de lo que escrivio el Doctor Garcia de Orta»

foram desenhadas do natural por ele próprio e que confirma «muito do que escreveu» o «Doctor Garcia de Orta».

O primeiro capítulo da obra é precisamente dedicada à canela e desde logo o autor chama a atenção para a «confusion» que «os sabios antiguos» tinham feito sobre a «medicinal, odorifera y grata» canela (Costa, 1578, p. 1). Na página seguinte coloca um desenho de um ramo da árvore, com representação realista das folhas e dos frutos, e depois um desenho só de uma folha à escala real, procedimento pouco vulgar e que parece querer não deixar qualquer dúvida ao leitor sobre o facto de ter visto com os seus próprios olhos a planta que irá descrever.

Todo o capítulo sobre a canela muito deve ao texto de Orta. Todavia, contém elementos informativos novos, que conferem a esta obra importância no contexto da história da botânica. Assim, também refere que as folhas são semelhantes às do loureiro, mas acrescenta que são mais claras e têm três nervuras. Também menciona que as flores são brancas e os frutos semelhantes às azeitonas, mas acrescenta corretamente pormenores sobre a morfologia do fruto remetendo para o desenho que os representa. Da mesma forma que Orta, menciona que as raízes cheiram a cânfora e delas (assim como das flores) se extraía uma «agua muy suaue y apazible al gusto» (Costa, 1578, p. 13). Também dos frutos se confeccionava um «azeyte medicinal» (Costa, 1578, p. 14). Confirma que a canela do Malabar não era tão boa como a do Ceilão. Comete o mesmo erro de Orta ao mencionar que a casca era retirada de três em três anos. Menciona corretamente que na Etiópia, terra bem «sabida de los Portugueses (que por mar y tierra la tiene(n) andada)», não existia a planta da canela. A bibliografia que cita é idêntica à de Orta, mas acrescenta pormenores como os títulos das obras e as páginas nas quais a canela é mencionada.

7. Conclusões

O ensino da história da botânica pode e deve recorrer a obras-chave desta disciplina e da matéria médica, como fonte primordial para o estudo da evolução da ciência botânica.

Focando-nos por ora unicamente na importância que teve Martim Afonso de Sousa no conhecimento da história natural indiana por parte de Orta e na análise e discussão de um único colóquio, admitimos ter demonstrado que os *Colóquios* de Garcia de Orta são um manancial, diríamos quase inesgotável, para o ensino da história da botânica, em particular, da botânica do Renascimento e ultramarina.

8. Agradecimentos

O autor agradece, penhorado, a João M. S. Martins, as críticas e sugestões feitas ao trabalho.

9. Referências

- Afonso de Sousa, M. (1989). *Martim Afonso de Sousa*. Comentários de Luís de Albuquerque e Maria dos Anjos Ramos. Lisboa: Publicações Alfa.
- Buescu, V. (1999). Denário. In *Enciclopédia Verbo Luso-Brasileira da Cultura, Edição Século XXI, Volume VIII*. Braga: Editorial Verbo.
- Cordus, V. & Cordus, E. (1549). *Pedanii Dioscoridis Anazerbei, De Medicinali Materia*. Francofurti: Apud Chr. Egenolphorum.
- Costa, C. (1578). *Tractado delas drogas y medicinas de las Indias Orientales, con sus plantas debuxadas*. Burgos: Martin de Victoria.
- Dioscorides, P. (1555). *Acerca de la materia medicinal*. Edição e comentários de Andres de Laguna. Anvers: En casa de Juan Latio.
- Ferrão, J. M. (1993). *A aventura das plantas e os Descobrimentos portugueses*. Lisboa: ICT, Comissão Nacional para as Comemorações dos Descobrimentos Portugueses, Fundação José Berardo.
- Jorge, R. (1962). *Amato Lusitano. Comentarios à sua vida, obra e época*. Lisboa: Instituto de Alta Cultura.

- Lonicerus, A. (1551). *Naturalis historiae opus novum*. Tomus I. Francofurti, Apud Chr. Egenolphorum.
- Orta, G. de (1891). *Coloquios dos Simples e Drogas da India, Volume I*. Direcção e comentários do conde de Ficalho. Lisboa: Imprensa Nacional.
- Orta, G. de (1895). *Coloquios dos Simples e Drogas da India, Volume II*. Direcção e comentários do conde de Ficalho. Lisboa: Imprensa Nacional.
- Miller, J. I. (1969). *The spice trade of the Roman Empire*. Oxford: At The Clarendon Press.
- Monteiro, A. S. S. (2010). *Portuguese Sea Battles. Volume II. Christianity, Commerce and Corso, 1522-1538*. Lisboa: Edição do autor.
- Morais, C. A. (1998). *Cronologia Geral da Índia Portuguesa – 1498-1962*. Lisboa: Editorial Estampa.
- Pelúcia, A. M. P. (2007). *Martim Afonso de Sousa e a sua Linbagem: A Elite Dirigente do Império Português nos Reinados de D. João III e D. Sebastião*. Dissertação de Doutoramento, Faculdade de Ciências Sociais e Humanas – Universidade Nova de Lisboa, Portugal.
- Pliny (1960). *Natural History. Volume IV*. Tradução de H. Rackham. The Loeb Classical Library. London: William Heinemann.
- Ridely, H. N. (1912). *Spices*. London: MacMillan.
- Sidebotham, S. E. (1986). *Roman economic policy in the Erythra Thalassa. 30 B. C. – A. D. 217*. Leiden: E. J. Brill.
- Teofrasto (2016). *História das Plantas*. Tradução e comentários de Maria de Fátima Sousa e Silva e Jorge Paiva. Coimbra: Imprensa da Universidade de Coimbra.

**RECURSOS DIDÁTICOS SOBRE PEDRO NUNES
PARA UTILIZAÇÃO DA HISTÓRIA DA CIÊNCIA
EM CONTEXTO DE SALA DE AULA
DIDACTIC RESOURCES ON PEDRO NUNES
FOR THE USE OF HISTORY OF SCIENCE
IN THE CLASSROOM CONTEXT**

Andreia Marlise Carneiro-Carvalho¹ 0000-0001-8381-4349, Isilda Teixeira Rodrigues 2 0000-0002-6020-5767

1 – Aluna do 3º Ciclo de Estudos em Ciências da Terra e da Vida UTAD; Investigadora do CITAB – Centro de Investigação e Tecnologias Agroambientais e Biológicas, UTAD, Vila Real, Portugal. andreiamcc_500@hotmail.com

2 – Depart. Educação e Psicologia – UTAD, Vila Real, Portugal. isilda@utad.pt; Investigadora do CIIE – Centro de Investigação e Intervenção Educativas, Faculdade de Psicologia e de Ciências da Educação, Universidade do Porto, Porto, Portugal

Resumo: A História da Ciência (HC) pode e deve ser utilizada no Ensino para se compreenderem as inter-relações entre ciência, tecnologia e sociedade. A implementação da HC na sala de aula permite que os alunos compreendam que o conhecimento científico não é imutável, muito pelo contrário é dinâmico, sendo influenciado por fatores de ordem social, económica e política, contribuindo desta forma para a educação

científica dos jovens. No entanto, constatámos, em diversos estudos, que a HC raramente é utilizada pelos professores em contexto de sala de aula. Um dos principais problemas apontados é a escassez de materiais disponíveis e/ou praticamente inacessíveis. Visamos, por isso, neste texto, apresentar alguns recursos didáticos que podem ser utilizados pelos professores com os seus alunos. Os materiais apresentados realçam os estudos e descobertas do investigador português que teve um papel preponderante para o conhecimento científico da época – Pedro Nunes. Para a sua elaboração tivemos a preocupação em utilizar sempre as fontes primárias, permitindo, desta forma, que o aluno tenha acesso aos escritos originais do próprio investigador. Pedro Nunes foi um reconhecido matemático e cosmógrafo-mor, autor de importantes obras, como por exemplo, o *Tratado da Sphera* (1537), publicado em Lisboa. Este investigador português foi determinante na procura de soluções que auxiliaram os navegadores portugueses na época dos Descobrimentos. Nas suas invenções destacam-se o anel náutico, o instrumento das sombras e o nónio, uma unidade de medição incorporada por sua sugestão ao astrolábio com o intuito de aperfeiçoar a precisão dos instrumentos náuticos, com as quais teve muito sucesso no século XVI.

Palavras-chave: Anel náutico, História da Ciência, Literacia científica, Nónio, Pedro Nunes, Recursos didáticos

Abstract: The History of Science (HC) can and should be used in teaching to understand the interrelationships between science, technology and society. Their insertion may also help to develop scientific education, allowing students to understand that scientific knowledge is not immutable, rather it is dynamic, being influenced by social, economic and political factors. However, we have found in several studies that HC is

rarely used by teachers in the classroom context. One of the main problems identified is the scarcity of available and / or practically inaccessible materials. We aim, therefore, in this text, to present some didactic resources that can be used by teachers with their students. The materials presented highlight the studies and discoveries of the Portuguese researcher who had a preponderant role for the scientific knowledge of the time – Pedro Nunes. For its elaboration, we used primary sources, for the student has access to the original writings of the own investigator. Pedro Nunes was a well-known mathematician and cosmographer, author of important works, such as the Treaty of Sphera (1537), published in Lisbon. This Portuguese researcher was decisive in the search for solutions that helped the Portuguese navigators in the time of the Discoveries. His inventions include the navigational ring, the instrument of shadows and the nono, a unit of measurement incorporated by his suggestion to the astrolabe in order to perfect the precision of the nautical instruments, with which he was very successful in the sixteenth century.

Keywords: Didactic resources, History of Science, Navigation ring, Nonio, Pedro Nunes, Scientific literacy

1. História da Ciência no Ensino das Ciências

A HC é referenciada por diversos investigadores como um instrumento útil no Ensino das Ciências que poderá promover melhorias no processo de ensino-aprendizagem, incutindo nos educandos uma visão crítica em relação à ciência e à construção do conhecimento científico (Vidal 2012). Segundo Trindade (2008) a HC quando utilizada pelo professor, no processo de ensino e aprendizagem, pode tornar as aulas mais dinâmicas, reflexivas e desafiadoras, pro-

movendo o desenvolvimento do pensamento crítico e auxiliando a formação dos alunos enquanto cidadãos.

O presente trabalho tem como objetivos: apresentar recursos que possam contribuir para fomentar a utilização da HC em contexto de sala de aula; auxiliar a situar historicamente alguns acontecimentos científicos e apontar os principais contributos de Pedro Nunes para o desenvolvimento da Ciência da sua época.

Seguidamente faremos um breve enquadramento sobre a História da Ciência no Ensino das Ciências, abordaremos alguns aspetos da vida e obra de Pedro Nunes e, por fim, apresentaremos algumas atividades didáticas.

A História da Ciência pode e deve ser incluída no Ensino das Ciências como uma forma de mostrar aos alunos as relações existentes entre Ciência, Tecnologia e Sociedade ao longo da história contribuindo para melhorar a compreensão à cerca do conhecimento científico.

Ao longo do tempo a sociedade assistiu e experienciou alterações em todos os âmbitos: político, social, económico e cultural. Essas alterações afetaram a escola, alterando o processo educativo, bem como, os seus fins e objetivos, no intuito de se adequar às novas demandas sociais (Paim & Nodari, 2012).

Face ao atrás exposto, e de acordo com Fernandes et al. (2015), a HC poderá ser uma promissora ferramenta para melhorar a aprendizagem científica e contribuir para o incremento da literacia científica.

Atualmente o Currículo Nacional do Ensino Básico refere que a História da Ciência deve ser implementada na sala de aula (DGEBS 2011).

Os professores na abordagem de diversos conteúdos programático relacionados com fenómenos que os alunos observam ou conhecem, devem criar a oportunidade de levar a cabo pequenas investigações, individuais ou em grupo, onde esteja presente a

História da Ciência, fonte de conhecimentos favoráveis à aprendizagem (CNEB). A comparação de teorias, as viagens espaciais, a queda de meteoritos, a exploração de documentos diversos (textos antigos, documentários, sites na internet), pode proporcionar momentos de discussão na sala de aula sobre o avanço da Ciência e da Tecnologia, assim como sobre a importância e as implicações para a melhoria das condições de vida da humanidade¹ (DGEBS, 2011).

Por outro lado, Cicillini (1998), menciona também, com bases nos seus estudos, que a introdução da HC no Ensino das Ciências permite ao aluno compreender que a produção do conhecimento científico é alvo de controvérsias e conflitos. O professor ao motivar a discussão entre as diferentes áreas científicas e os seus paradigmas ao longo da história, através de episódios relevantes para o conhecimento científico atual, vai permitir que o educando compreenda que a ciência é dinâmica e mutável sendo influenciada por fatores de índole social, económica, política e cultural (Trinda 2008, Rodrigues & Carvalho 2016).

Ressalvamos ainda que a abordagem de episódios históricos poderá possibilitar aos alunos a compreensão de que a construção do conhecimento científico é um processo lento e gradual, não sendo uma atividade individualista, mas sim coletiva (Nunes & Pechliye, 2016).

Assim sendo a HC mostra como o pensamento científico se modifica com o tempo, evidenciando que as teorias científicas não são definitivas e irrevogáveis; desmistifica o método científico, fornecendo ao estudante os subsídios necessários para que ele tenha uma melhor compreensão do fazer ciência. Além disso,

¹ DGEBS (2011), pp. 137

pode transformar as aulas de ciências em mais desafiadoras e reflexivas, possibilitando, dessa maneira, o desenvolvimento do pensamento crítico² (Trindade 2008).

A incorporação da HC na sala de aula pelo professor, permitirá ainda antecipar os obstáculos epistemológicos que poderão dificultar a compreensão dos conteúdos científicos. Desta forma, julgamos importante a elaboração de recursos didáticos pois poderá auxiliar o processo de aprendizagem dos alunos, incrementando a sua literacia científica (Silva et al. 2012).

Segundo, estudos realizados por Santos et al. (2014), Sicca (2015) e Martins & Buffon (2017) a inclusão da HC nos currículos de Química e Física no Ensino Médio possibilita a apresentação de uma concepção mais adequada e coerente da construção do conhecimento científico.

Na opinião de Trindade et al. (2011), a aplicação da HC no ensino das Ciências representa uma oportunidade para o aluno desenvolver uma visão da Ciência como processo de construção diária. Nos seus estudos, estes autores, relatam ainda que a HC pode ser aplicada em diversas disciplinas.

De acordo com Carmo (2011), existem duas propostas de inclusão da HC nos currículos científicos, uma delas, denominada "abordagem inclusiva" e a outra, "abordagem integrada". Na primeira proposta, os conteúdos de ciência são complementados com a inserção de episódios históricos específicos. No segundo caso, a abordagem da HC é integrada dentro do contexto das ciências, ou seja, a perspectiva histórica serve de linha condutora e todo o conteúdo científico a ser trabalhado com os estudantes num dado programa do curso (Prestes & Caldeira, 2009).

Consideramos que ambas as abordagens, a integrada e a inclusiva, têm o seu valor no Ensino das Ciências, no entanto, praticamente

² Trindade (2008), pp. 5

não são implementadas (Rodrigues, 2015), sendo os problemas mais apontados pelos professores, a falta de formação nesta área temática e a escassez de recursos e materiais (Rodrigues & Carvalho 2016).

Martins (2006) e Nunes & Pechliye (2016) também realçam a carência de recursos didáticos sobre História da Ciência e consideram que a maioria dos livros didáticos que se utilizam nas escolas apresenta uma total desconsideração por aspetos históricos, que tiveram um papel preponderante no processo de construção do conhecimento científico, privilegiando alguns cientistas e as suas ideias e esquecendo outros.

Segundo Silva (2013), a aplicação da HC com os seus alunos do Ensino Secundário permitiu aos alunos desenvolver o seu conhecimento científico, sendo para esse efeito fundamental o papel questionador do professor e a postura investigativa e pesquisadora do educando. De acordo com Silva (2012), a implementação da HC na leção do conteúdo da Reprodução com alunos de 11º ano de Biologia e de Geologia, permitiu uma evolução significativa do conhecimento científico dos educandos, tendo permitido desta forma um incremento dos conteúdos sobre esta temática, considerando o autor pela sua experiência a HC uma mais valia na alfabetização científica dos alunos do secundário. Os resultados apresentados previamente são reforçados pelo estudo de Sousa (2015) que alunos do 10º ano de Biologia e de Geologia cuja prática de ensino supervisionado continha recursos da História da Ciência melhoraram os seus resultados no pós-teste aplicado após a leção dos conteúdos pelo professor comparativamente aos conhecimentos que os educandos apresentaram no pré-teste. Os estudos de Sampaio (2015) corroboram estes resultados, pois este autor aplicou a HC na sala de aula com alunos de Biologia e de Geologia do 10º ano, nas temáticas do vulcanismo, sismologia e citologia e verificou que estes foram bastante positivos. Verificámos que a introdução de conceitos de História da Ciência contribuiu para que os alunos tenham tido

um maior à vontade nas suas ideias e nos seus pontos de vista, não tendo tanto receio de errar por perceber que o erro representa um importante papel na construção do saber científico. O mesmo autor refere ainda que a utilização da HC com os seus alunos teve um efeito benéfico na aprendizagem dos conceitos científicos e métodos das Ciências e à promoção nos alunos de uma ideia mais positiva sobre as Ciências.

Todos estes estudos práticos sustentam a revisão da literatura efetuada, comprovando que a História da Ciência representa uma ferramenta importante no Ensino das Ciências permitindo aumentar a eficácia do processo de ensino e de aprendizagem, contribuindo para o incremento da literacia científica dos educandos.

Neste contexto, apresentamos alguns recursos didáticos sobre Pedro Nunes para serem implementados na sala de aula pelos professores e que poderão funcionar como um complemento à lecionação dos conteúdos programáticos.

2. Metodologia

Para a elaboração das atividades didáticas sobre Pedro Nunes, recorreremos a análise documental das obras *Tratado da Sphera* (1537) e *De Crepusculis* (1542), publicadas em Lisboa e a obra de *De Arte Navigandi libri duo* (1573), publicada em Coimbra.

As atividades propostas enquadram as principais invenções de Pedro Nunes e apresentam-se em três grupos, o grupo A constituído por um conjunto de questões de resposta curta referentes aos textos; o grupo B que consiste em questões de pesquisa e o grupo C com questões para explorar o tema mais aprofundadamente.

A atividade Pedro Nunes e a máquina do mundo pretende abordar a teoria geocêntrica e heliocêntrica, assim como compreender a visão que existia no passado sobre o sistema solar. A atividade

sobre a polémica da origem do nónio, pretende analisar qual a função do nónio e a perspetiva de dois investigadores sobre a mesma invenção e, por último, com o anel náutico de Pedro Nunes, visamos compreender qual a sua finalidade na época dos descobrimentos.

Todas as atividades propostas podem ser implementadas, como um completo ao conteúdo programático, em várias disciplinas dos ensinos básico e secundário, com alunos dos 10 aos 15 anos.

Alguns dos textos apresentados nas atividades didáticas foram utilizados noutra publicação (Carvalho & Rodrigues, 2016).

3. Pedro Nunes – O reconhecido matemático

Pedro Nunes (1502-1578) nasceu em Alcácer do Sal, iniciando os seus estudos académicos em Espanha onde cursou na Universidade de Salamanca (Reis, 2003). Posteriormente, veio para Portugal onde estudou Filosofia e Matemática, concluindo o curso de Medicina em 1525. Desempenhou os cargos de matemático, cosmógrafo do reino e tutor dos infantes D. Luís e D. Henrique, além de ter lecionado na Universidade de Coimbra entre 1544 e 1562 (Leitão, 2003).



Figura 1 – Retrato de Pedro Nunes (Rodrigues, 2000).

Em relação aos seus estudos universitários, sabemos que estudou na Universidade de Alcalá de Henares, possivelmente, entre 1521 e 1522, onde foi colega do notável médico e naturalista português, Garcia da Orta (1501-1568) (Leitão, 2003). Foi nomeado em 1529, por alvará régio de D. João III, com o cargo de cosmógrafo.

Publicou as obras *De Crepusculis* (1542), em Lisboa e a obra de *De arte atque Navigandi* (1573), em Coimbra. Este autor fez anotações na obra *Tratado da Sphera* (1537) de Sabroso e traduziu a obra *Theoria do Sol e da Lua* para língua portuguesa a qual enriqueceu com inúmeros comentários e figuras de forma a facilitar a compreensão da mesma pelos leitores (Martins, 2002). O *Tratado sobre certas dúvidas da navegação* e o *De Arte atque ratione navigandi*, são obras originais onde expõem os principais aspetos da navegação.

A obra *De Crepusculis*, das mais conhecidas, teve três edições, foi publicada, em 1542, na cidade de Lisboa, em 1571, em Coimbra e mais tarde, em 1573, em Basileia. Foi aplaudida por diversos sábios, entre eles Tycho-Brahe (Fernandes, 2013). Nesta obra o autor desenvolve a sua descoberta sobre o nónio, que consiste num aparelho por ele idealizado para medir frações de grau no astrolábio, permitindo desta forma aumentar a precisão das leituras efetuadas na navegação (Ventura, 1985).



Figura 2 – Frontispício do livro *De Crepusculis* (1542).
Olyssippone: Ludouicus Rodericus. Lisboa: excudebat Antonius à Marijs.
(Disponível na Biblioteca Digital Nacional de Portugal)

Por último, a obra *De arte atque ratione navigandi*, que foi inicialmente editada em português e mais tarde traduzida para o latim, com o intuito de alcançar um maior número de leitores. Nesta obra, o autor apresentou as linhas de rumo, mais tarde designadas por curvas loxodrómicas³. Propôs diversos métodos para determinar a latitude no mar e inventou o anel náutico, que permitia ler a altura do Sol numa escala graduada (Garção-Stockler, 1819; Crato, 2002).

³ Curvas sobre a superfície esférica que intersectam todos os meridianos segundo um mesmo ângulo (Randles, 2002).

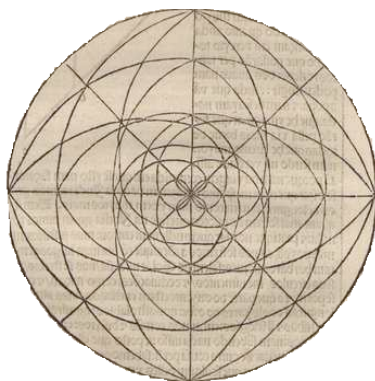


Figura 3 – Linhas de rumo vistas do Polo Norte projetadas por Pedro Nunes (Nunes,1537:68). (Disponível no Fundo Antigo da FCUP).

Pedro Nunes foi inventor de diversos instrumentos náuticos, como o anel náutico, para medir a altura do sol, e o instrumento das sombras cujo objetivo era determinar a declinação magnética. Estas invenções pretendiam auxiliar os navegadores nas suas incursões marítimas (Nunes, 2012). O nónio (derivado do seu nome em latim, Petrus Nonius) foi apresentado na sua obra *De Crepusculis*. Consiste numa unidade de medição incorporada, por sua sugestão, ao astrolábio com o intuito de aperfeiçoar a precisão dos instrumentos náuticos. Esta invenção representou um grande sucesso no século XVI.

Por sua vez, o nónio teve grande influência no trabalho de diversos investigadores estrangeiros, como o matemático e astrónomo alemão [Christopher Clavius](#) (1538-1612) e o físico francês Pierre Vernier (1580-1637) (Queiró, 1993; Reis, 1999; Medeiros et al., 2004).

Existe uma grande polémica sobre quem foi o inventor do nónio. Muitos referem que foi Pedro Nunes, enquanto outros defendem que foi Pierre Vernier. Por exemplo, nos EUA, na França e na Alemanha, este instrumento é designado por vernier, enquanto em outros países é designado por nónio. O certo é que a ideia e conceção desta

escala são criação do matemático português, Pedro Nunes, pelo que o vernier não é nada mais, nada menos que o nónio deste autor.

O seu reconhecimento foi internacional e, por diversas vezes, foi homenageado. Foi convidado, em 1577, pelo Papa Gregório XIII para apresentar o seu parecer sobre o projeto do calendário juliano e o seu nome foi atribuído pelo Observatório Europeu do Sul (ESO) a um asteroide (Fernandes, 2013). Pedro Nunes está representado no Padrão dos Descobrimentos, em Lisboa, a segurar a esfera armilar (Rodrigues, 2000). No entanto, este importante matemático é desconhecido de muitos portugueses, por isso, propomos, de seguida, um conjunto de atividades que ajudarão a conhecer melhor a sua obra.

3.1. Atividades didáticas sobre as obras e descobertas científicas de Pedro Nunes

3.1.1. Pedro Nunes e a máquina do mundo

A máquina do mundo se divide em duas partes. celestial e elemental. A parte elemental está sujeita a continua alteração e divide-se em quatro. A terra a qual esta como centro do mundo no meo asentada, seguese logo a agoa (...) della o ar e logo o fogo puro que chega ao ceo da lua (...). E estes quatro são chamados elementos: os quaes dos outros se alteram e corrompem e torna a gerar. (...) E todos outros a fora a terra se movem, a qual como centro do mundo (...) fica no meio da redonda Sphera (...).

Quanto da regiam dos elementos, esta logo a regiam celestial (...) imudavel (...) de continuo movimento circular (...). Sam nove sphe-ras (...): Sphera da Lua, de Mercurio, de Venus, do Sol, de Mars, de Jupiter, de Saturno, de estrellas firas e a do verdadeiro ceo e cada bua das de cima cerca as debaixo. Tem dous movimetos bo primero é do verdadeiro ceo e fazse sobre os dous cabos do eiro e polo Artico

e Antártico, (...). No outro movimento he das sphaeras debaixo, contrairo ao primero movimento tem próprios eiros sobre que se faz (...). O primeiro movimento move a lua com seu impeto todallas outras Sphaeras (...). E porem ellas sem embargo deste movimento, andão em contrairo. A oitava Sphaera em cem anos move um grao e a este segundo movimento parte per meobo zodíaco debaixo do que cada o dos planetas tem própria Sphaera, em a qual anda per próprio movimento, contra o movimento da terra (...).

Pedro Nunes, 1537:7, *Tratado da Sphaera*

A. De acordo com o texto apresentado responde às seguintes questões:

- 1 – A que corresponde a designação de máquina do mundo a que Pedro Nunes se refere no texto?
- 2 – Identifica as partes em que se divide a máquina do mundo.
- 3 – Segundo o autor, que planeta se encontra no centro do mundo?
- 4 – Indica os quatro elementos mencionados, pelo autor, no texto.
- 5 – Indica a designação atribuída pelo autor aos planetas.
- 6 – Identifica os dois movimentos que o autor refere no texto.
- 7 – Refere a área que estuda os astros e o sistema solar.

B. Pesquisa e responde:

- 1 – Analisa a figura 4.



Figura 4 – A máquina do Mundo (Pedro Nunes. 1537:7, *Tratado da Sphera*).

1.1 – Elabora um esquema do sistema solar que estudaste nas tuas aulas de Ciências Naturais e Ciências Físico-Químicas.

1.2 – Identifica as diferenças entre a figura 4 e o esquema que elaboraste.

1.3 – Segundo o autor, a máquina do mundo era composta por quantos anéis?

1.4 – Indica a teoria sobre a organização do Universo apresentada na figura 4.

1.5 – Em que medida a figura 4 contribui para o conhecimento científico atual sobre a organização do Universo e qual o seu impacto para a Sociedade.

2 – Realiza uma pesquisa relativa à temática da Astronomia em notícias de revistas e jornais, sobre as aplicações científicas e tecnológicas desta área para à Sociedade.

3 – Investiga sobre o contributo da obra *Tratado da Sphera* para a Astronomia.

C. Explora:

1 – Pergunta a pessoas mais idosas na região onde vives quais os seus conhecimentos sobre Astronomia e a possível influência dos astros na agricultura local.

2 – Em conjunto com os teus colegas, escolhe um tema relacionado com a área da Astronomia (Universo, Big Bang, Via Láctea, Sistema Heliocêntrico, Sistema Solar, entre outros). Em grupo, realiza um trabalho para depois apresentar ao resto da turma, onde esteja indicado um investigador envolvido na descoberta, por exemplo, de um planeta, ou da via láctea e a sua importância para a comunidade científica e para a sociedade dessa descoberta científica.

3.1.2. A polémica da origem do nóio:

Pedro Nunes vs Pierre Vernier

Texto 1

“Este instrumento que quando construído, permite observar os astros, sendo apropriado para determinar com rigor as suas elevações. Constrói-se um astrolábio com uma superfície circular a b c d, com diâmetro ac e bd dividido em quatro partes, cada quadrante com 44 escalas concêntricas divididas em noventa partes iguais, (...) 89 (...), 88 (...), 87 (...) sucessivamente até 46 (...).

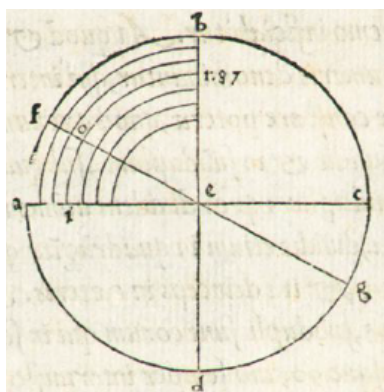


Figura 5 – Representação do nóio (Nunes, 1542:18 – Disponível no Fundo Antigo da FCUP).

Acredito que este instrumento pode servir para fazer observações que ajudarão a encontrar os caminhos pretendidos através da luz solar durante o dia, determinando a altitude acima do horizonte (...).

Pedro Nunes, 1542:18-20, De Crepusculis

Texto 2

Pierre Vernier na sua obra *La Construction, l'usage, et les propriétés du quadrant nouveau de mathématiques*, descreve “a sua invenção mais famosa, o paquímetro, que consiste num instrumento constituído por duas escalas graduadas: a escala principal idêntica a uma régua e a segunda que designa de vernier, a qual desliza paralelamente à escala principal, permitindo desta forma realizar leituras rigorosas de comprimento.”

Pierre Vernier, 1631 *citado por* Conner & Robertson, 1996

A. De acordo com os textos apresentados responde às seguintes questões:

1 – Qual a designação atribuída por Pedro Nunes à sua invenção?
2 – A que instrumento náutico Pedro Nunes aplicou o nónio?
3 – Indica em quantas partes se divide a invenção do matemático português.

4 – Refere a finalidade da criação de Pedro Nunes.

5 – Menciona qual a invenção que tornou Pierre Vernier reconhecido internacionalmente.

6 – Refere em que instrumento Pierre Vernier aplicou a sua invenção.

7 – Com recurso ao paquímetro na sala de aula mede o comprimento do teu caderno, lápis, livro, borracha e estojo. Em seguida converte esses valores em milímetros.

8 – Qual a escala presente no cursor do paquímetro?

B. Pesquisa e responde

1 – Realiza uma pesquisa sobre o impacto que o nónio teve na época dos descobrimentos portugueses.

2 – Faz um levantamento, com os teus colegas de grupo, sobre o papel desempenhado pelas obras de Pedro Nunes nos estudos de outros cientistas. Discute as tuas informações com o resto da turma com o auxílio do teu professor.

3 – Investiga em que outros instrumentos foi aplicado o vernier.

4 – Efetua uma pesquisa sobre outros investigadores que foram cativados pelas inovações científicas de Pedro Nunes.

C. Explora:

1 – Averigua em que instrumentos posteriormente foram utilizados o nónio de Pedro Nunes.

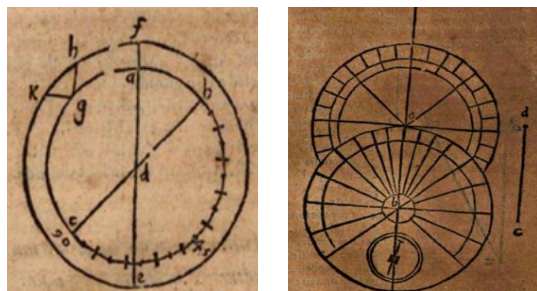
2 – Refere o papel do nónio, de Pedro Nunes, para o conhecimento científico e tecnológico atual. Poderás elaborar desdobráveis, cartazes, apresentações multimédia, entre outros.

3 – Discute, em grupo, qual a importância das descobertas de Pedro Nunes para os descobrimentos portugueses no século XVI. Conclui a discussão ordenando os seus principais contributos científicos para a História de Portugal.

3.1.3 – O anel náutico de Pedro Nunes

Construa-se um círculo, ou armila circular de metal, de pequena dimensão e de secção quadrada equivalente ao círculo da esfera material, de largura e espessura iguais a um dedo (...). Feito o instrumento nesta forma, pode-se conhecer a altura do Sol acima do horizonte, suspendendo o astrolábio na argola, e pondo em frente dos raios solares a parte em que está o orifício, o seu raio mostra imediatamente sobre a circunferência (...) a altura sobre o horizonte procurada (...). Na verdade, de dois ângulos iguais aquele que está na circunferência do círculo contém um arco duplo do que tem vértice no centro (...). Tem vantagens em relação ao astrolábio pois se trata de uma armila circular de diminuta grandez.

Pedro Nunes (1573) citado por Manuel Pimentel (1762)



Figuras 6 e 7 – Representação anel náutico (Nunes, 1573:48 e 79
– Disponível no Fundo Antigo da FCUP).

A. De acordo com o texto e figuras apresentados responde às seguintes questões:

- 1 – Enumera as características do anel náutico.
- 2 – Refere a utilidade do anel náutico criado por Pedro Nunes.
- 3 – Relaciona a importância do anel náutico com as expedições portuguesas efetuadas durante o período dos descobrimentos.
- 4 – Apresenta uma possível explicação para o aparecimento de diferentes instrumentos náuticos na época dos descobrimentos.

B. Pesquisa e responde:

- 1 – Faz uma pesquisa sobre os outros instrumentos náuticos utilizados durante os descobrimentos.
- 2 – Apresenta outros contributos de Pedro Nunes para o conhecimento marítimo.
- 3 – Faz uma pesquisa sobre as descobertas científicas mais importantes na área da Ciência Náutica.

C. Explora:

1 – Investiga outros autores portugueses e estrangeiros que foram importantes na divulgação de conhecimentos científicos importantes para ajudar nas expedições marítimas ao redor do mundo. Vais tornar-te um escritor e com o que pesquisaste elaborar um pequeno portefólio para consulta de todos na biblioteca da tua escola.

2 – Organizando equipas com alguns colegas devem assumir o papel de jornalistas e procurar os motivos responsáveis pelo êxito de Pedro Nunes, a nível mundial. Posteriormente também deverão elaborar um documento que irá ser publicado no jornal da escola.

Considerações finais

É consensual, na literatura consultada, que a introdução da HC, no Ensino das Ciências, promove a melhoria da literacia científica dos estudantes mas, no entanto, e apesar da legislação em vigor fomentar a utilização da HC no ensino, esta é negligenciada.

Os recursos didáticos que aqui apresentamos visam fomentar a utilização da História da Ciência, por parte dos professores, em contexto de sala de aula.

No presente trabalho foram propostas as atividades: “Pedro Nunes e a máquina do mundo”, “A polémica da origem do nónio: Pedro Nunes vs Pierre Vernier” e “Anel náutico de Pedro Nunes”, as quais podem ser implementadas em diversas disciplinas e níveis de ensino, abordando a visão heliocêntrica e geocêntrica, a importância do nónio na matemática, navegação e na história dos descobrimentos, e a relevância do anel náutico para os navegadores portugueses. O emprego destas diversas atividades didáticas poderá permitir aos alunos uma melhor compreensão dos conteúdos programáticos, representando uma importante ferramenta para contextualizar os

conhecimentos científicos abordados. As atividades propostas proporcionam que os alunos conheçam alguns factos da vida e da obra de Pedro Nunes, assim como, que compreendam que o conhecimento científico do século XVI foi influenciado por fatores de índole social, político e económico, o que desencadeou implicações na divulgação da ciência portuguesa na época.

Este reconhecido matemático, identificado pela história como um dos protagonistas dos Descobrimentos portugueses, deixou-nos vários tratados náuticos como também instrumentos de navegação, o anel náutico e o nónio que tiveram um papel relevante no estabelecimento das rotas de navegação pelos navegadores portugueses.

5. Referências Bibliográficas

- Bernardes, A. & Santos, A. (2009). História da ciência no ensino fundamental e médio: de Galileu às células-tronco. *Física na Escola*, 10 (2), 11-15.
- Brinckmann, C. & Delizoicov, N. (2009, outubro). *Formação de professores de física e a história da ciência*. IX Congresso Nacional de Educação, Paraná, 8363-8374
- Callegario, L., Hygino, C., Alves, V., Luna, F. & Linhares, M. (2015). A história da ciência no ensino de química: uma revisão. *Revista Virtual de Química*, 7 (3), 977-991.”.
- Campos, C. (2009). História da Ciência e Ensino das Ciências. *Educação em Ciência – A História da Ciência no seu Ensino: o tema ácido-base*, 14, 1-6.
- Carmo, V. (2011). *Episódios da história da biologia e o ensino da ciência: as contribuições de Alfred Russel Wallace*. Dissertação de Doutorado, Faculdade de Educação – Universidade de São Paulo, Brasil, 27-30.
- Cicillini, G. (1998). A história da ciência e o ensino de biologia. *Ciência & Ensino*, 5, 18-21
- DGEBS – Currículo Nacional do Ensino Básico – *Competências Essenciais*. Lisboa: Ministério da Educação.
- Fernandes, C., Silva, W., Nascimento, P., Neto, J. & Silva, G. (2016, junho). A inserção da história da ciência no ensino de química: diagnóstico das concepções de graduados sobre a importância da temática na sua formação inicial. *Congresso Nacional de Pesquisa e Ensino em Ciências*, Brasil.
- Fernandes, J. (2013). *Sobre Pedro Nunes. Planeta Matemático*. Coimbra: Universidade de Coimbra. Acedido a 4 de fevereiro de 2016, em <https://www.uc.pt/fctuc/dmat/divulgacao/PM2013/Jogo/materiais>.”.

- Martins, L. (1998). A história da ciência e o ensino da biologia. *Ciência & Ensino*, 5, 18-21.
- Martins, R. (2006). Introdução: A História das Ciências e seus usos na Educação. In C. Silva (Org.), *Estudos de história e filosofia das ciências: subsídios para aplicação no ensino*. São Paulo: Editora Livraria da Física, 23-27.
- Martins, M. & Buffon, A. (2017). A História da Ciência no currículo de Física do Ensino Médio. *ACTIO: Docência em Ciências*, 2 (1), 420-437.
- Mathwies, M. (1994). *Science Teaching: The role of history and physiology of science*. New York: Routledge, 1-40
- Monteiro, A. (2014). *História da Ciência no ensino: obstáculos enfrentados por professores na elaboração e aplicação de materiais didáticos*. Dissertação de Mestrado, Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca – Universidade do Rio de Janeiro, Brasil, 81
- Nunes, L. & Pechliye, M. (2016). História da Ciência e ensino de sistema circulatório: Uma proposta de sequência didática. *Revista da SBEnBio*, 9, 1227-1238.
- Paim, V. & Nodari, P. (2012). A missão da escola no contexto social atual. *IX ANPED Sul – Seminário de pesquisa em educação da região sul*, 1-16.”.
- Prestes, M. & Caldeira, A. (2009). Introdução: A importância da História das Ciências na educação científica. *Filosofia e História da Biologia*, 4, 1-16.
- Reis, F. (1999). *O nônio de Pedro Nunes*. Acedido a 10 de julho de 2018, em <http://cvc.instituto-camoes.pt/ciencia/e20.html>.
- Reis, F. (2003). *Pedro Nunes (1502-1578)*. Acedido a 10 de julho de 2018, em <http://cvc.instituto-camoes.pt/ciencia/p1.html>.
- Rodrigues, I. & Carvalho, A. (2016). *A História da Ciência na sala de aula – Recursos didáticos*. Moreira da Maia: EDIÇÕES Galvão Meirinhos, 9-12.
- Rodrigues, I. (2015). Teachers Training and History of Science: a quasi experimental stuy. *Internacional Journal of History and Cultural Studies (IJHCS)*, 1, 1-5.
- Sampaio, L. (2015). *O contributo da História das Ciências para a aprendizagem das Ciências – Um estudo com alunos do 10º ano de Biologia e de Geologia*. Relatório de Estágio em Ensino de Biologia e de Geologia 3º Ciclo do Ensino Básico e no Ensino Secundário. Vila Real: Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, 84.
- Santos, S. B., Odetti, H. S., Ocampo, E. M., Ortalani, A. E., Júnior, B. B. N. & Santos, B. F. (2014). A disciplina de História da Ciência e da Técnica: contribuições para o ensino e a formação de Professores de Química. *Educ, quim.*, 25 (1), 71-81.
- Slongo, I. (1996). *História da Ciência e Ensino: Contribuições para a formação do professor de biologia*. Dissertação de Mestrado, Centro de Ciências da Educação – Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil, 148.
- Sicca, N. (2015). O lugar da história da ciência nas políticas curriculares brasileiras para o ensino de química. *História da Ciência e Ensino*, 12, 1-14.
- Silva, A. (2012). *A importância da História da Ciência no Ensino das Ciências, um estudo com alunos do 11ºano de Biologia e Geologia*. Relatório de Estágio em Ensino de Biologia e de Geologia 3º Ciclo do Ensino Básico e no Ensino Secundário. Vila Real: Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, 2012, 95.

- Silva, G. (2013). História da Ciência e experimentação: perspectivas de uma abordagem para os anos iniciais do Ensino Fundamental. *Revista Brasileira de História da Ciência*, 6 (1), 121-132.
- Silva, M., Reis, A. & Siqueira, J. (2012, setembro). *Investigando a percepção dos alunos de graduação em química sobre a história da ciência no ensino de química*. III Simpósio Nacional de Ensino de Ciência e Tecnologia, Ponta Grossa.
- Sousa, E. (2015). *A utilização da História da Ciência como ferramenta no processo de ensino e de aprendizagem – Um estudo com alunos do 10º ano de Biologia e de Geologia*. Relatório de Estágio em Ensino de Biologia e de Geologia 3º Ciclo do Ensino Básico e no Ensino Secundário. Vila Real: Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, 84.
- Trindade, D. (2008). A interface ciência e educação e o papel da ciência para a compreensão do significado dos saberes escolares. *Revista Iberoamericana de Educación*, 47 (1), 1-7
- Trindade, D. (2011). História da Ciência: uma possibilidade interdisciplinar para o ensino de ciências no Ensino Médio e nos cursos de formação de professores de Ciências. *Revista Brasileira de História da Ciência*, 4 (2), 257-272.

**HISTÓRIA DA SERICICULTURA NA OBRA
DE RAFAEL BLUTEAU (SÉC. XVII-XVIII)
HISTORY OF SERICULTURE IN THE WORK
OF RAFAEL BLUTEAU (17TH-18TH CENTURY)**

Jorge Azevedo

0000-0003-2383-5206

CECAV/UTAD

jazevedo@utad.pt

Resumo: O livro *Instrução sobre a cultura das Amoreiras e Criação dos Bichos da Seda*, da autoria de Rafael Bluteau, cuja primeira edição foi publicada em Lisboa em 1679, constituiu, à época, um marco histórico, por ter sido o primeiro livro escrito em português acerca dessas atividades, e ter colmatado uma falha de bibliografia sobre a seda. Esta edição e as duas reedições, publicadas em 1728 e 1769, tiveram como objetivo principal o incremento da produção de amoreiras e o aumento da produção de seda, que era considerada uma atividade altamente lucrativa, com a vantagem de poder ser efetuada mesmo por quem não possuísse bens materiais, pois bastava-se de folhas de amoreira e o trabalho era feito pelos bichos-da-seda.

Palavras-chave: Bichos-da-seda, Rafael Bluteau, Seda, Sericicultura

Abstract: The book *Instruction on the mulberry trees production and silkworm rearing* by Rafael Bluteau, whose first edition was published in Lisbon in 1679, constituted, at the time, a historical milestone because it was the first book written in Portuguese about these activities, and have remedied a flaw in the literature on silk. The edition of the book, with two reissues, published in 1728 and 1769, had as their main objective the increase of mulberry leaves production and consequent increase in the silk production, which was considered a highly profitable activity, with the advantage that it could be carried out even by those who did not possess material goods since mulberry leaves were enough, and the silkworms did the work.

Keywords: Raphael Bluteau, Sericulture, Silk, Silkworm

1. Introdução

As primeiras referências laudatórias sobre a seda em Portugal: “... pois em nenhuma parte da Europa se dá a seda, com tanta perfeição como em Portugal; como notam os Autores Italianos, e só falta ocuparem-se mais neste artifício” aparecem na obra de Faria (1655). Vaz (2002-2003) referiu que com o tom apologético Rafael Bluteau pretendeu convencer o leitor para cultivar amoreiras e criar bichos-da-seda porque é uma indústria lucrativa, útil e divertida, a acrescentar as benignas condições climáticas do país. As instruções sobre a sericultura são agrupadas em três partes: plantação das amoreiras, criação dos bichos-da-seda e fiação da seda.

A importância económica que Rafael Bluteau atribuiu à seda está bem espelhada no texto de Laurent de l'Arbousset [Rocha Peixoto] – citando Bluteau (1900):

“É uma agricultura, esta da seda, com que no espaço de três meses se faz a colheita. É negócio com que, sem correr mares e arriscar vidas, sem embaraçar mercancias, nem esperar retornos, na própria casa com os domésticos se trata. É uma mecânica sem a qual não poderia trajar a nobreza nem com mil castas de paramentos luzir a igreja. É uma fábrica em que cada morador, sem portas nem janelas faz no ar uma casa em que certos dias se agasalha. É uma vindima cujos obreiros deixam aos donos o fruto e se contentam com a folha. E oficina em que os oficiais naturalmente são tecelões, e a seu tempo, de dia e de noite trabalham. É uma feira em que só um género tem saída e em todas as casas têm entrada. Finalmente é uma mina de oiro em fio; e tão rica, que seu preço tem tudo quanto dela se tira”.

O livro de Rafael Bluteau *Instrução sobre a cultura das Amoreiras e Criação dos Bichos da Seda* (Bluteau, 1679) iria permitir, na ótica do seu autor, colmatar uma falha grave, que passava pela inexistência de bibliografia sobre a sericicultura na língua portuguesa. Quarenta e nove anos após esta data Rafael Bluteau, dadas as suas preocupações de ordem económica, com vista à reforma da vida do Homem em sociedade, republicou o livro integrando-o na *Prosa Economica In Prosas Portuguezas*, recitadas em diferentes congressos academicos (Bluteau, 1728a), dado que o primeiro livro não tinha atingido o efeito pretendido – o aumento das plantações de amoreiras e o incremento das sericulturas – e o pano de fundo mercantilista conducente ao fomento da indústria. Trinta e cinco anos após a sua morte o mesmo texto foi republicado em Coimbra (Bluteau, 1769), ao contrário dos dois primeiros que foram publicados em Lisboa, em nome de Rafael Bluteau.

Para a sericicultura, tiveram igualmente importância e impacto, a nível Mundial, que chegaram intactas até aos nossos dias, as entradas naquele que foi o primeiro dicionário em língua portu-
gue-

sa – VocabulárioPortuguez e Latino, 8 vols.; por exemplo Bluteau (1712-1728) e mais dois Suplementos; por exemplo Bluteau (1728c), das quais destaco:

– Amoreira. Árvore que dá amoras. No livrinho, que tenho dado a luz, ano de 1679, Instrução sobre a cultura das Amoreiras e criação dos bichos da seda, assaz tenho celebrado as excelências e utilidades desta planta e os vários modos de plantar, ..., que em Portugal seria sem dúvida género de maior proveito, que açúcar e tabaco do Brasil e todas as drogas do Oriente; porque as nações do Norte, em cujas terras, pelo rigor dos climas, não se pode criar nem cultivar esta árvores, ...

– Seda. Obra mais delgada e mais fina, que cabelo, fiada pelo famoso inseto, o bicho da seda. Na opinião de Fullero, lib.2. Miscellan. Cap. II. Deriva-se seda, do HabraicoSericoth, que vale o mesmo que seda, e desta palavra Sericoth, chamarão os Gregos Serica, à região donde primeiro veio a seda, e juntamente chamarão Seres, aos povos da dita região. Daqui se originam duas celebres questões, a primeira, que região é esta, chamada Serica e a segunda, como se fazia a seda, que vinha da dita região. Enquanto à primeira questão, uns constituem a região Serica na Etiopia interior Oriental, outros na India interior, entre o rio Indo e o Hydaspes....

2. Estado da arte

2.1. Antes de Rafael Bluteau

2.1.1. Aristóteles (384 a.C. – 322 a.C., Grécia)

De acordo com Forbes (1930), Aristóteles na discussão dos insetos no seu 5.º livro da História dos Animais e após algumas poucas palavras sobre outras lagartas escreveu:

De um certo grande escólex, que tem coisas como chifres, e difere dos outros, é produzido pela transformação do escólex uma lagarta, então um casulo, e deste um bicho-da-seda; e transforma-se através de todas essas formas em seis meses. E algumas das mulheres desenredam os casulos deste animal, penteando-os para fora, e então fiam-nos; e dizem que Panfile (ou Panphile) a filha de Plateu (ou Plateia, Plateae, Platea, Latoos) em Cós foi a primeira a tecer [a fibra resultante.]

A designação para a seda era em latim *sericum*, mas também *bombycinum*. Foi Aristóteles o primeiro autor da antiguidade a referir o uso da seda. Do texto acima conclui-se que a seda crua foi trazida do interior da Ásia e fabricada em Cós já no século IV a.C. A partir dessa ilha, parece que as damas romanas obtiveram as suas roupas mais esplêndidas.

2.1.2. Públio Virgílio Maro ou Marão (Andes, 15 de outubro de 70 a.C. – Brundísio, 21 de setembro de 19 a.C.)

De acordo com Pereira (1875) na tradução das *Geórgicas* de Virgílio:

Da Ethiopia as florestas alvejando
Com a macia lan, e como os séres
Com pentes colhem fios da folhagem?

A lã vegetal é o algodão e a seda, de acordo com Virgílio, seria segregada pelas folhas de uma planta do país dos séres. Os bichos-da-seda ainda não eram conhecidos na Europa.

2.1.3. Plínio (23 d.C. – 79 d.C., Grécia)

Bluteau (1712-1728) referiu Caio Plínio II, o Senior (em latim: Gaius Plinius Secundus; Como, 23 d.C. – Estábia, 79 d.C.), conhecido também como Plínio, o Velho), como escritor de grande importância, e que sem os seus livros da História Natural (escritos entre 77 d.C. e 79 d.C.), seria um perda irrecuperável para a compreensão de muitas matérias escritas em Latim, mas com mistura de muita falsidade.

Sequeira (1922) acrescentou que Plínio, que fala de tudo, nada diz de tal cultura na Ibéria. A amoreira negra foi apenas citada pelas suas qualidades medicinais.

No Capítulo XXII do XI livro da História Natural sobre os bichos-da-seda e os inventores das roupas de seda, Plínio-II (77 d.C. – 79 d.C.) considerou serem provenientes da Assíria e constituírem uma quarta classe, os *bombyx*, que alguns autores consideram tratar-se de uma vespa ou da abelha solitária. Referiu ainda que eram animais peculiares por terem dois chifres, e serem de grande tamanho, havendo a formação de uma lagarta (*bombylis*), que em 6 meses se transformava num verme. Estes insetos teciam teias como as das aranhas (usadas para tecer roupas mais caras – *bombycina*). Relatou o caso de Pamphile, uma mulher de Cós, a filha de Platea (ou Latoos), que foi a primeira pessoa que descobriu a arte de desvendar essas teias e criar um tecido a partir delas; na verdade, ela não deveria ser privada da glória de ter descoberto a arte de fazer vestimentas que, ao mesmo tempo em que cobrem uma mulher, revelam os seus encantos nus.

3. Rafael Bluteau

3.1. Percurso bibliográfico de Rafael Bluteau (1638-1734)

O padre D. Rafael Bluteau (nasceu em Londres dia 4 de dezembro de 1638 – faleceu em Lisboa dia 14 de fevereiro de 1734). Foi Clérigo Regular da Ordem Teatina desde agosto de 1661, doutor na Sagrada Teologia, Pregador da Rainha da Grã Bretanha Henriqueta Maria de França, Qualificador do Santo Ofício no Sagrado Tribunal da Inquisição de Lisboa e Académico da Academia Real (Bluteau, 1728a).

Rafael (2012) referiu que havia pouca bibliografia para escrever um percurso biobibliográfico de Rafael Bluteau, dado que não nos deixou indicações biográficas, mantendo um silêncio seguido pelo de outros depois dele. Sobre Rafael Bluteau só há escritos após a sua morte; Rafael (2012) cita quatro trabalhos que chegaram até nós. O interesse pelo estudo da seda não fica expresso neste trabalho de Rafael (2012), apenas o interesse que Rafael Bluteau manifestou no estudo da Matemática, que é usado como uma valorização do seu espírito científico.

Por outro lado Sequeira (1922) considerou que o padre Rafael Bluteau foi um grande entusiasta da sericicultura e que pôs, a sua pena laboriosa, ao serviço da nova fábrica da seda. As duas edições do livro de Bluteau (1679) *Instrucçam sobre a cultura das amoreiras, & criação dos bichos da seda: dirigida a conservação, & augmento das manufacturas da seda, estabelecidas pelo muito alto, & poderoso Principe Dom Pedro Governador, e Regente dos Reinos de Portugal, e commetidas à direcção de D. Lvis de Menezes Conde da Eiriceira, & Veedor da fazenda Real*; e Bluteau (1728a) *Prosas Portuguezas, recitadas em diferentes congressos academicos*, retiramos algumas notícias sobre os teares das portas de Santa Catarina que vieram a parar devido a intrigas e mexericos. O terceiro livro Bluteau (1769)

sobre este tema, que é uma reedição do primeiro livro foi ignorado por Sequeira (1922).

Silva (2010) apontou a importância que Rafael Bluteau teve na instalação de manufaturas têxteis, aspirando ao fomento de uma verdadeira indústria nacional, tendo sido nessa época que ele produziu a obra *Instrução Sobre a Cultura das Amoreiras, para a Criação dos Bichos da Seda* (1679-1681). O *VocabularioPortuguez e Latino* (cito como exemplo Bluteau (1712-1728)) fixou um *corpus lexical* autorizado em língua portuguesa de 410 obras, de 288 autores portugueses dos séculos XV ao XVIII, tendo Bluteau produzido uma obra monumental baseada no conhecimento desses autores. O *Vocabulario* possui 8 volumes, tendo a seguinte publicação: os dois primeiros volumes, em 1712; os volumes III e IV, em 1713; o volume V, em 1716; os volumes VI e VII, em 1720; e o Volume VIII, em 1721. Além desses oito volumes, foram publicados mais dois volumes de suplementos (cito como exemplo Bluteau (1728c)) nos anos de 1727 e 1728. Apesar de a obra ter sido publicada somente em 1712, ela já estaria pronta antes de junho de 1698. Infelizmente, as propostas apresentadas sobre o fomento comercial não foram novamente seguidas a diante, devido ao descaso do Conselho da Fazenda, visto que já tinham fortes ligações com o comércio inglês. Rafael Bluteau chegou até a elaborar instruções para a produção do bicho da seda (Prosas Portuguezas: 1728). Pelo visto, esses incentivos mais uma vez não demonstraram interesse. Assim, Portugal deixou de incentivar a própria indústria e continuou preferindo os produtos importados da Inglaterra, da França e da Holanda.

Às obras de caráter linguístico Silva (2010) acrescenta as

De caráter religioso,

- *Primicias Evangelicas, ou sermões panegyricos*, 3 volumes: (Bluteau & Anisson, 1698; Bluteau & Costa, 1676; Bluteau & Deslandes, 1685);

– *Sermões Panegyricos e Doutrinaes*(reedição aumentada da anterior) dois volumes: (Bluteau & Silva, 1732-1735); e as

De caráter histórico-cultural,

– *Prosas Portuguezas Recitadas em Differentes Congressos Academicos*, dois volumes (Bluteau, 1728b) Nota: o último capítulo está dedicado às amoreiras e aos bichos-da-seda.

A bibliografia de Rafael Bluteau de caráter linguístico é vastíssima, e o *VocabularioPortuguez e Latino* é considerado uma das obras mais importantes da lexicografia portuguesa, até os dias de hoje. Da mesma sorte, as *Prosas Portuguezas* também são consideradas relevantes, por tratar de diversos problemas da língua portuguesa, apesar da mistura de temas que não são linguísticos (Silva, 2010). De acordo com o mesmo autor: o assunto dessa prosa económica é, declaradamente, a obra *Instruções sobre a Cultura das Amoreiras e Criação do Bicho da Seda*. Esta está dividida em três partes: na primeira, trata das diferenças e propriedades das amoreiras; na segunda, sobre o local para se criar os bichos; e na terceira, como se deve aparelhar os casulos para deles tirar a seda e conservá-los muito tempo e impedir que as borboletas não os furem; a partir do que foi exposto, conclui-se o segundo capítulo.

3.2. Livros sobre a cultura das amoreiras e a criação dos bichos-da-seda de Rafael Bluteau

Rafael Bluteau publicou os dois primeiros livros sobre a cultura das amoreiras e a criação dos bichos-da-seda:

– *Instrucçam sobre a cultura das amoreiras, & criação dos Bichos da seda* (Bluteau, 1679)

– *Instrucção sobre a cultura das amoreiras, e criação dos bichos da seda* (Bluteau, 1728a)

Tendo ainda sido publicado um terceiro livro, em nome de Rafael Bluteau:

– *Instrucçam sobre a cultura das amoreiras, e criação dos Bichos da seda* (Bluteau, 1769)

Os livros foram dirigidos:

– *A conservação, & augmento das manufacturas da seda, estabelecidas pelo muito alto, & poderoso Principe Dom Pedro Governador, e Regente dos Reinos de Portugal, E commetidas á direcção de D. Luis de Menezes Conde de Eiriceira, & Veedor de fazenda Real* (Bluteau, 1679);

– *A´ conservação, e augmento das manufacturas da seda. In Prosas Portuguezas, recitadas em diferentes congressos académicos estabelecidas pelo muito alto, e poderoso principe Dom Pedro, Governador, e Regente dos Reynos de Portugal, e commettidas à direção de D. Luiz de Menezes, Conde da Ericeira, e Vêdor da Fazenda Real* (Bluteau, 1728a);

– *A´ conservação, e augmento das manufacturas da seda, estabelecidas e dedicada a El-Rey D. Pedro II. Quando Princepe Regente, que as estabeleceu. E com os novos Privilegios concedidos por El-Rey D. Jose I. Nosso Senhor* (Bluteau, 1769).

O autor apresenta-se ou é apresentado como:

– *P. D. Rafael Bluteau, Clerigo Regular Theatino da Divina Providencia, Doutor na Sagrada Theologia, Prégador da Magestade da RaynhaMã y de Inglaterra, & Calificador do S. Officio no Reino de Portugal* (Bluteau, 1679);

– *Padre D. Rafael Bluteau, Clerigo Regular Theatino da Divina Providencia, Doutor na Sagrada Theologia, Prégador da Magestade da Rainha Mãe de Inglaterra, e Qualificador do Santo Officio no Reyno de Portugal*(Bluteau, 1728a);

– *D. R. B.* (Bluteau, 1769).

Os livros foram impressos nas seguintes tipografias:

– *Officina de Joam da Costa em Lisboa* (Bluteau, 1679);

– *Officina de Joseph Antonio da Sylva, Impressor da Academia Real em Lisboa Occidental*(Bluteau, 1728a);

– *Real Imprensa da Universidade em Coimbra* (Bluteau, 1769).

Os livros começam com *Notas* (pág. b-III IV-1) na edição de 1769, *Dedicatória* nas edições de 1728 (pág. 309-318) e 1769 (pág. IV-1 – b-21), *Privilegios* na edição de 1769 (pág. b-21-39), e uma *Prosa economica* nas edições de 1728 (pág. 298-306) e de 1769 (pág. 38-65).

Os três livros têm uma *Advertencia aos portuguezes* (Bluteau, 1679) (pág. 35-71): *as 3 matérias, sobre que obram todas as artes são lã, linho e seda, mas ... a mais nobre, a mais lucrativa e a mais misteriosa é a arte da seda. ... já se sustentam em Lisboa, mais de 300 pessoas que dobam a seda, que se lavra nos 50 teares das nossas manufaturas e crescendo o numero de amoreiras e teares até se poderá lavrar toda a seda que se precisa, para o Reino e suas Conquistas... em conclusão, este mesmo inseto que parece nascido para fomento de pomposas vaidades, é aquele que melhor nos desengana da vaidade das pompas humanas, porque a riqueza das sedas que lavra, não é outra coisa que o excremento das folhas, que come e para nos advertir, que a nossa vida depende de um fio, à tecedura de um fio se reduzem todas as obras da sua vida;* a edição de 1728 (pág. 319-324) e de 1769 (pág. 65-87) repetem as mesmas advertências, sem atualizar a informação.

Dos *Index dos principais autores que escreveram o nascimento, criação, vida e propriedades do bicho-da-seda* realçamos a referência, que consideramos mais importante (pág. 72-73) (Bluteau, 1679): *Cristóvão Isnardo (1665), que escreveu, em francês, sobre a cultura das amoreiras e a criação dos bichos-da-seda, mais clara, difusa e metodicamente, que todos os demais e por isso dele se tirou a maior parte das notícias que se encerram nos seguintes capítulos*; a edição de 1728 (pág. 328) repete a bibliografia e a edição de 1769 ignora essa informação.

Os *Index dos capítulos* estão indicados, respetivamente, da 1.^a para a 3.^a edições, nas páginas 79-86, 331-332 e 91-95, destacamos da edição de 1679: *... Como o fundamento principal da seda depende das amoreiras, esta rica árvore, cujas folhas servem de sustento aos bichos, será o assunto do primeiro capitulo deste Tratado. Duas sortes de amoreiras se conhecem, umas brancas e outras negras.... Ambas servem para alimentação dos bichos, mas as brancas são preferíveis porque são mais tenras, mais precoces (em 20 dias), mais fáceis de cultivar e a seda produzida é mais fina e de maior valor.... As suas folhas são o melhor alimento que a terra produz para o gado e o seu fruto o melhor que se conhece para sevar galinhas, frangos, capões e toda a sorte de aves.*

O *Capitulo II. Varios modos de plantar as Amoreiras brancas, e pretas* a páginas 86-89 (1.^a edição), 332-333 (2.^a edição) e 95-97 (3.^a edição), destaca-se da 1.^a edição: *Há 4 modos de plantar as amoreiras brancas e pretas: semente tirada das amoras, por mergulho dos ramos, por estacas e ramos cortados e plantados em outro lugar e por enxerto de amoreiras brancas em pretas,...*

*Dos seguintes capítulos, que se seguem nos três livros, não extraímos qualquer informação relevante, dado ser dedicada à cultura das amoreiras (estão indicadas dentro dos parenteses as páginas da 1.^a à 3.^a edições do livro):*Capitulo III. Modo de transplantar as Amoreiras nascidas por semente (pág. 90-96, 333-334 e 98-101); Capitulo IV.

Modo de plantar as Amoreiras por mergulho (pág. 96-98, 334-335 e 101-103); Capitulo V. Modo de plantar as Amoreiras por estaca (pág. 99-101, 335-335 e 103-104); Capitulo VI. Modo de plantar as Amoreiras por enxerto (pág. 101-102, 335-335 e 104-105); Capitulo VII. Como se devem entreter as Amoreiras (pág. 103-116, 336-338 e 104-114) e Capitulo VIII. Modo de recolher a semente das arvores para as semear (pág. 117-130, 338-340 e 114-122).

A Parte II. Contem o modo de criar os bichos, até tirar a seda

O Capitulo I. Do lugar proprio para criar os bichos, em 1679 (pág. 131-137), em 1728 (pág. 341-342) e em 1769 (pág. 123-126): Para fazer uma copiosa criação de bichos-da-seda, deve-se preparar um lugar cómodo, em que se alimente 7 semanas que tem de vida, ao menos nos últimos 30 dias.... Convém que as câmaras, se for possível, tenham janelas umas defronte das outras, algumas ao meio dia, porque nos dias calmosos entre o ar livremente, mas também que tenham vidraças, ou encerados, porque nos dias tempestuosos e frios estejam abrigados. É necessário, que não haja nenhum mau cheiro e se preciso cerrar todos os buracos de ratos e impedir que não entrem na câmara galinhas, frangos ou pardais....

O Capitulo II. Regras para conhecer, e escolher os melhores grãos, e fazer sabir os bichos, em 1679 (pág. 137-140), em 1728 (pág. 342-343) em 1769 (pág. 127-131): Os melhores grãos são os que vêm da Sicilia, do Levante e de Espanha, são pequenos, pardos escuros e muito redondos e para conhecer se estão mortos ou falsificados, se quebrará um entre as unhas e se laçar bem de humor luzente, é sinal de bondade....

No Capitulo III. Das mudas dos bichos, e como convem tratá-las no tempo dellas é referido em 1679 (pág. 141-149), em 1728 (pág. 343-344) e em 1769 (pág. 131-135) que os bichos mudam, 4 vezes desde o nascimento até formar o casulo; em cada muda dormem 3 ou 4 dias e ficam como que imóveis ou doentes e não comem até

mudar as peles, o que se conhece quando parecem mais brancos e mais curtos do que eram....

O *Capitulo IV. Modo de colher, e conservar as folhas das Amoreiras* em 1679 (pág. 150-155), 1728 (pág. 345-345) e 1769 (pág. 135-138): *as folhas das amoreiras devem colher-se após o Sol secar o orvalho, ou a água da chuva, em tempo chuvosos, porque aos bichos-da-seda nenhuma coisa lhes faz maior dano que as folhas molhadas do orvalho ou da chuva.,...*

O *Capitulo V. Das doenças dos bichos da seda, e dos remedios, que se lhe pôdemapplicar* em 1679 (pág. 156-173), 1728 (pág. 346-349) e 1769 (pág. 138-149): *Os bichos-da-seda estão sujeitos a 2 gêneros de doenças, umas naturais e outras acidentais. As naturais são as 4 mudas,..., as suas doenças acidentais são causadas do rigor do tempo, da má qualidade da folha, da pouco sadia situação do lugar em que se criam, do mau trato que se lhes dá e do mau cheiro que os ofende,..., sinais de doenças são quando se fazem amarelos, quando incham, quando são luzidios ou quando têm nódoas, como de pisaduras, ou quando se acham molhados por baixo com humidade amarela e é necessário separar os doentes – porcas – dos são,...*

O *Capitulo VI. Segredo para fazer nascer muitos bichos da seda sem semente, que daraõexcellentes grãos com abundancia* em 1679 (pág. 173-177), 1728 (pág. 349-350) e 1769 (pág. 149-151): *ver livros que apoiam ou contestam a teoria da geração espontânea apresentada por Rafael Bluteau.*

O *Capitulo VII. Modo para fazer subir, e tecer os bichos da seda* em 1679 (pág. 178-186), 1728 (pág. 350-351) e 1769 (pág. 152-157): *O fazer a seda é tão natural aos bichos, que apenas saem da semente, quando começam a deitar do estamago um fiozinho de seda, e se bem repararmos veremos as casquinhas da semente pegadas uma com a outra com umas fendinhas quase impercetíveis a as folhas que ae deixam sobre a semente e o papel furado para obrigar os bichos*

a sair também ficam pegados pela tecidura dos raminhos da seda que os bichos deixaram. ...

O Capítulo VIII. Do tempo, em que os casulos se baõ de tirar da lenha em 1679 (pág. 186-187), 1728 (pág. 351-351) e 1769 (pág. 156-158): no primeiro dia, que o bicho começa a fiar, forma é sua anafaia, que é como uma teia de aranha, no segundo começa o seu casulo, e se cobre quase todo de seda, no terceiro não se vê já; nos seguintes vai isto espessando a sua obra, sem nunca quebrar o fio que é tão delgado, e juntamente tão comprido, que não é hipérbole dizer, que com um destes fios, se pode cingir uma grande cidade, porque tem quase duas léguas de comprimento. Suposto isto depois de 8 ou 10 dias tirarão com destreza os casulos da lenha, e os guardarão em cestos ou alcofas; darão algum tempo mais aos vagarosos, mas também não esperarão que os que foram mais diligentes na tecidura do seu casulo, o cheguem a furar porque seria uma grande perda para os que os criaram.

Parte III

Capítulo I. Como devem aparelhar os casulos, para delles tirar a seda, e conservallos muito tempo, e impedir, que as borboletas não os furem em 1679 (pág. 188-194), 1728 (pág. 352-353) e 1769 (pág. 159-162): e os que criaram os bichos, por falta de fiandeiras, ou pela abundância da novidade, não tiveram tempo, nem como tirar a seda dos casulos, 4 ou 5 dias depois que os casulos forem tirados dos ramos, porão os casulos ao sol, desde o meio-dia até às quatro horas da tarde, tornando-os a por, E tirar três dias sempre nas mesmas horas ver e por este modo os arredores do sol, afogarão os bichos nos seus casulos. Também poderão por em parte separada dos casulos, algumas mantas ao maior calor do sol, 4 ou 5 horas ao menos, e nestas mesmas mantas, e cobertores muito quentes, recolherão os casulos, e os cobrirão, porque com este calor abafadiço, os bichos morrem mais depressa...

Capítulo II. Como se devem escolher os casulos, e unir as borboletas, para que ponhaõ a semente em 1679 (pág. 194-203), 1728 (pág. 353-355) e 1769 (pág. 163-168): escolherão os casulos mais tesos e mais corados, porque as borboletas, que deles saem poem a melhor semente, não importa de que cor sejam os casulos, contanto que a cor seja viva e subida, porém, os de cor verde mar são os melhores. Para fazer uma onça de semente, há mister cem pares de casulos. Cem casulos de borboletas machos e outros cem de borboletas fêmeas. Quando apartarem os casulos para a semente advertirão que em cada casulo o bicho se mova solto, desapegado, o que conhecerão sacudindo brandamente o casulo, junto dos ouvidos, porque se o bicho não bulir, será sinal, que está podre, e pegado à seda, neste estado não serve para o nosso intento,...

Capítulo III. Da fôrma do forno, dobadoura, e outros instrumentos para tirar a seda em 1679 (pág. 203-206), 1728 (pág. 355-355) e 1769 (pág. 169-170): em tirar a seda do casulo, e passá-la a meadas com uma roda, ou dobadoura, e um tacho de água quente, já são as camponesas de Trás-os-Montes tão peritas, que facilmente podem ensinar esta arte às províncias do Reino,...

Capítulo ultimo. Do barbilho, e do modo de o aparelhar em 1679 (pág. 206-211), 1728 (pág. 355-356) e 1769 (pág. 171-173): o barbilho, propriamente falando, é aquela primeira seda a que chamarão anafaia, que os bichos fiam primeiro que comecem a tecer o seu casulo. Porém de baixo desta palavra, barbilho, se entende toda a seda, que se tira com os dedos do redor do casulo, quando se dão a fiar, e juntamente todos os casulos furados pelos bichos, e todos os desperdícios de seda, que a fiandeira não pode inteiramente tirar.... Finalmente para conclusão desta obra, digamos que nos bichos da seda, tudo é milagroso enquanto vivem, tudo o que deles fica, depois de mortos, aproveita.

Os livros terminam com *Additamentos ao opusculo [...]*:

– Na edição de 1679 (pág. 212-220) *Amplissimisfratribys*, (pág. 221-226) *Laudes moriet Bombicis. Lausmori*, (pág. 227-230) *Laus Bombicis*;

– Na edição de 1728 (pág. 357-360) *Amplissimisfratribys*, (pág. 361-365) *Laudes morietBombicis. Lausmori*, (pág. 364-365) *Laus Bombicis*, (pág. 366-383) ... *Só no fim da vida voa. Também chegamos ao fim da nossa Prosa Económica; aos que se quizerem aproveitar dela, desejo muitos aumentos na fazenda; e aos que não têm sitio, nem cabedal, nem vontade para esta ocupação, e adictos ao idioma Latino, só folgarão de ouvir em lingua não vulgar as glórias deste nobilissimo, e utilissimo inseto....;*

– Na edição de 1769 (pág. 174-220) ... *Só no fim da vida voa.*

2.3. Livros que apoiam ou contestam a teoria da geração espontânea apresentada por Rafael Bluteau

A teoria da geração espontânea, à época defendida por inúmeros estudiosos foi, de igual modo, seguida por Bluteau. Afirmou este autor que nas terras em que não há semente alguma dos bichos-da-seda, suprirá a Arte esta falta; com uma prodigiosa metamorfose de que falam muitos autores e que de ordinário se experimenta em muitas partes do Oriente (Bluteau, 1679). Na mesma referência: no tempo da primavera, quinze dias depois de começar a sair a folha das amoreiras, tomarão uma vaca prenha e antes dela parir 20 dias arreo, a sustentarem com folhas de amoreira, não lhe dando erva nem feno, nem algum outro genero de alimento nem tão pouco lhe darão de beber e depois de nascida a vitela, continuaram outros 8 dias, dar à vaca folhas de amoreira; depois disto

matarão a vitela no tempo em que estiver farta do leite da mãe e a cortarão em pedaços até as patas dos pés e das mãos, que deitarão fora e não tirarão nada das mais partes do corpo, mas ajuntarão tudo, a carne, o sangue, os ossos, a pele e as tripas com uma gamela de pão e a porão no mais alto sobrado da casa, para que se não sinta o fedor; toda esta mistura de carnes, ossos e sangue se corromperá e desta corrupção nascerão uns bichinhos que se recolherão com folhas de amoreira, em que naturalmente se pegam e passados aos tabuleiros se criarão na mesma forma, que os outros, até fazerem os seus casulos, dos quais sairão borboletas, que ajuntando-se, porão grãos muito melhores, que os dos outros bichos.

... O poeta Marco Girolamo Vida, o Cremonhês, Bispo de Alba, defendeu esta metamorfose nos seguintes versos:

*Sicut apes tenerireparanturcoedeiuvenci
Hic super acceditantùm labor:antèjuvencus
Bis denosquedies,bis denasqueordinenoctes
Graminisarcenduspastu, prohibendusabundis.
Intereà in stabulistantùmillipinguiamori
Sufficiuntfolia,etlactenticortice ramos.
Viscera ubi caesifuerint liquefacta, videbis
Bombycemfractiscondensamerumperecostis
Atque globos tototinearumeffervere tergo,
Etvelutiputres passim concreocere fungos.*

Nas Georgicas de Virgílio foi seguida a doutrina da geração espontânea professada por Aristóteles e pelos maiores filósofos da antiguidade, que perdurou até ao século XVII. Essa obra foi traduzida por Pereira (1875), e podemos ver de seguida esta teoria aplicada às abelhas:

E de saber, como o corrupto sangue
 De bois novos gerar abelhas podem.
 Relatarei agora, desde a origem
 A tradição; porque por toda a parte,
 Onde a ditosa gente de Canopo,
 Que de pellense tem o sobrenome,
 ...
 Escolhe-se um novilho, em cuja fronte,
 Annos dous a armadura denuncie;
 As ventas mais a boca se lhe tapão,
 Para não respirar, resista embora;
 E sendo morto com pancadas, fique
 O interior contuso, a pelle inteira.
 D'este modo se deixa neste encerro,
 ...
 Entretanto os humores aquecidos
 A fermentar entro dos tenros ossos
 Começão; animaculos sem couto
 Entrão a apparecer: pasmosa cousa!
 Ao princípio sem pés, em pouco tempo
 Adquirem azas, e enxameando voão
 Cada vez mais, ás regiões aereas.

Seguindo as mesmas teorias Isnard (1665) já tinha dedicado o capítulo I da IV Parte do livro “Memoires et instructions pour le plant des meuriers blancs, nourriture des vers asoye. Et lárt de filer, mouliner & aprester” à obtenção das sementes do bichos-da-seda através de um método semelhante ao anteriormente descrito, alegando que lhe tinha sido assegurado ser o método praticado no Levante. Resumidamente, era usada uma vaca próximo do parto, alimentada exclusivamente a folhas de amoreira; sendo o vitelo igualmente alimentado exclusivamente com folhas de amoreira e

leite materno. Posteriormente abate-se o vitelo, que se desmancha em pedaços e se coloca numa caixa de madeira, no sótão de uma casa. Desta decomposição irão nascer bichos-da-seda.

A mesma ideia da geração espontânea foi defendida por Casas (1777) no capítulo VI do livro *“Arte nuevo para criar seda Agricultura general, que trata de la labranza del campo, y sus particularidades, crianza de animales. Propriedades de las plantas que en ella se contienen, y virtudes provechosas a la salud humana”* em que tratou de criar novas sementes de seda alegando se tratar de uma matéria praticada por muitos, que passa por fazer semente de seda da corrupção de uma vaca ou vitela; e porque se pratica de várias maneiras, sendo uma invenção dos Mouros, dizendo que nunca foi escrito em livro nem foi tratador por qualquer autor (segundo ouviu dizer). Uns dizem que se dá de comer exclusivamente folha de amoreira a uma vaca e mata-se, e da corrupção do ventre nascerão vermes, que se criam com folhas de amoreira e fazem seda. Outros fazem o mesmo com uma vitela antes de começar a comer e dá-se-lhes exclusivamente folhas de amoreira, cosendo o ânus à vitela, até que esteja bem inchada, e não coma mais, e afoga-se pelas narinas, de modo a morrer sem lesão de golpe, nem sangue, e enterra-se numa estrumeira, até que crie larvas, que serão criadas com folhas de amoreira. Outros, não enterram a vitela, mas põem-na à sombra coberta com folhas de amoreira e aí sairão os vermes. Outros dizem que a vaca deve comer folhas de amoreira desde que fique prenha até ao parto, fazendo o mesmo com a vitela até a abater.

Esta teoria continuou a ser defendida por Lanes y Duval (1787) no livro *“Arte de la cria del gusano de la seda”* em que considerou que a introdução da sericicultura na Europa era muito antiga, do reinado do Imperador Justiniano, tendo uns monges trazido as sementes da Ásia a Constantinopla, segundo os Historiadores Procopio e Zonadas; mais tarde os Árabes comunicaram-na a toda a Europa

e África; mas naquele tempo a Física e a História Natural eram defeituosas; assim, considerou terem sido transmitidos absurdos intoleráveis e erros ridículos, que de século em século chegaram ao presente (ano de 1787). Considerou que Don Gerónimo Vida foi o primeiro a tratar dos bichos-da-seda, mas que cometeu erros frequentíssimos, e ridículas preocupações. Seguiram-se autores Italianos que confirmaram ou trasladaram as mesmas ridiculizes, às quais juntaram algumas ainda maiores e mais risíveis e depreciáveis. Cita que, para renovar a semente, se acaso se perdesse, se havia de criar um bezerro unicamente com folha de amoreira, e matá-lo a meio da criação; que da corrupção da sua carne sairiam uns vermes que fiariam formosos casulos.

Neves (1827) referiu a obra de Bluteau (1679) com reimpressão de 1724 como um ato do autor manifestar a sua amargura, atribuída a motivos sinistros pelo insucesso obtido e mesmo abandono do sirgo, voltando a referir o mesmo em Bluteau (1728a). Neves (1827) considerou ainda que Bluteau era um grande erudito, que a sua obra é preciosa relativamente à época, mas apresentou algumas concessões absurdas como o inculcado segredo de fazer nascer os melhores bichos-da-seda dos despojos corruptos de uma vitela, nascido de uma vaca, que nos últimos tempos da sua prenhez tivesse sido unicamente nutrida com folhas de amoreira, adotado de alguns escritores antigos. É uma imitação de outro segredo acreditado em tempos ainda mais antigos, de fazer nascer abelhas dos despojos de um touro, ao qual se nada deve a indústria, muito devem as Belas Letras; porque se nunca produziu abelhas, deu nascimento àquela ficção do Pastor *Aristeo*, com que Virgílio rematou o livro IV, e último das *Geórgicas*: chefe de obra inimitável, em que o pincel do ilustre *Mantuan* ostentou toda a delicadeza dos seus traços, toda a viveza das suas cores (Neves, 1827).

Curiosamente foi Louis Pasteur (1822-1895) que ficou famoso pelos seus estudos acerca das doenças dos bichos-da-seda, que deu

um contributo decisivo para refutar a teoria da geração espontânea a partir das experiências realizadas em 1859.

4. Conclusões

A obra de Rafael Bluteau, acerca da produção de amoreiras e bichos-da-seda tornou-se um marco importante para a sericicultura em Portugal porque foi o primeiro livro publicado em Português sobre a plantação das amoreiras, a criação dos bichos-da-seda e a fiação da seda. O impacto da primeira edição de 1679, na opinião do autor, foi reduzido, o que o motivou a publicar uma segunda edição em 1728.

Na época a seda era considerada como a mais nobre, mais lucrativa e mais misteriosa das fibras, quando comparada com a lã e o linho, e tinha merecido a atenção de muitos autores desde a antiguidade.

A cultura das amoreiras mereceu especial atenção, referindo o autor que as amoreiras brancas eram mais apreciadas que as pretas, porque para além de serem mais precoces davam folhas mais tenras, eram mais fáceis de cultivar e a seda produzida era mais fina e de maior valor. Referiu ainda que as folhas eram o melhor alimento para o gado e o fruto eram o melhor que se conhecia para sevar galinhas, frangos, capões e outras aves.

A criação dos bichos-da-seda foi tecnicamente bem abordada e os cuidados foram bem desenvolvidos de modo a que os produtores tivessem na sua posse um manual técnico para consulta permanente. Tratou inclusive das doenças que grassavam na sericicultura, apontando caminhos para a sua prevenção.

A teoria da geração espontânea, que Bluteau estudou em Aristóteles, tinha merecido especial atenção dos autores seus contemporâneos, considerando alguns tratar-se de uma metamorfose,

que consistia em alimentar uma vaca gestante de uma vitela exclusivamente com folhas de amoreira, que será posteriormente abatida. Da corrupção do corpo e vísceras da vitela nasceriam bichos-da-seda que se recolhiam com folhas de amoreira.

Com o aparecimento dos trabalhos de Louis Pasteur, que ficou famoso com o estudo das doenças do bichos-da-seda, a teoria da abiogénese, arqueiose ou arquiogénese foi desacreditada, e substituída pela teoria da biogénese, em que os seres vivos são originados apenas de outros seres vivos através da reprodução.

5. Referências

- Bluteau, R. (1679). *Instrucçam sobre a cultura das amoreiras, & criação dos bichos da seda: dirigida a conservação, & augmento das manufacturas da seda, estabelecidas pelo muito alto, & poderoso Principe Dom Pedro Governador, e Regente dos Reinos de Portugal, e cometidas á direcção de D. Lvis de Menezes Conde da Eiriceira, & Veedor da fazenda Real*. Lisboa: Officina de Joam da Costa.
- Bluteau, R. (1712-1728). *Vocabulario Portuguez, e Latino, Aulico, Anatomico, Architectonico, Bellico, Botanico, Brasilico, Comico, Critico, Chimico, Dogmatico, Dialectico, Dendrologico, Ecclesiastico, Etymologico, Economico, Florifero, Forense, Fructifero, Geographico, Geometrico, Gnomonico, Hydrographico, Homonymico, Hierologico, Ithyologico, Indico, Isagogico, Laconico, Liturgico, Lithologico, Medico, Musico, Meteorologico, Nautico, Numerico, Neoterico, Ortographico, Optico, Ornithologico, Poetico, Philologico, Pharmaceutico, Quidditativo, Qualitativo, Quantitativo, Rhetorico, Rustico, Romano; Symbolico, Synonimico, Syllabico, Theologico, Therapeutico, Technologico, Uranologico, Xenophonico, Zoologico. Autorizado com exemplos dos melhores escritores portuguezes, e latinos, e offerecido a El Rey de Portvgval, D. João V. pelo Padre D Raphael Bluteau Clerigo Regular, Doutor na Sagrada Theologia, Prêgador da Raynba de Inglaterra, Henriqueta Maria de França, & Calificador no sagrado Tribunal da Inquisição de Lisboa. Coimbra No Collegio das Artes da Companhia de Jesu*. Coimbra: Collegio das Artes da Companhia de JESU.
- Bluteau, R. (1728a). *Prosa Economica In Prosas Portuguezas, recitadas em diferentes congressos académicos*. Lisboa Occidental: Officina de Joseph Antonio da Sylva.
- Bluteau, R. (1728b). *Prosas Portuguezas, recitadas em diferentes congressos académicos*. Lisboa Occidental: Officina de Joseph Antonio da Sylva.
- Bluteau, R. (1728c). *Supplemento ao Vocabulario Portuguez, e Latino. Parte II*. Lisboa Occidental: Patriarcal Officina da Musica.
- Bluteau, R. (1769). *Instrucçam sobre a cultura das amoreiras, & criação dos bichos da seda: dirigida a conservação, & augmento das manufacturas da seda, e dedicada a El-Rey D. Pedro II. Quando princepe regente, que as estabeleceu*. E

- com os novos Privilegios concedidos por El-Rey D. Jose I. Nosso Senhor.* Coimbra: Real Imprença da Universidade
- Bluteau, R. & Anisson, J. (1698). *Primicias evangelicas ou Sermoens, e Panegyricos.* Paris: por Joaõ Anisson...
- Bluteau, R. & Costa, J. d. (1676). *Primicias evangelicas ou Sermoens, e Panegyricos.* Lisboa: na officina de Ioam da Costa.
- Bluteau, R. & Deslandes, M. (1685). *Primicias evangelicas ou Sermoens, e Panegyricos.* Lisboa: na Officina de Miguel Deslandes...”.
- Bluteau, R. & Silva, J. A. d. (1732-1735). *Sermoens panegyricos, e doutrinaes, que em diversas festividades, e assumptos prégou.* Lisboa Occidental: na Officina de Joseph Antonio da Sylva
- Casas, G. d. l. (1777). *Arte nuevo para criar seda Agricultura general, que trata de la labranza del campo, y sus particularidades, crianza de animales. Propriedades de las plantas que en ella se contienen, y virtudes provechosas a la salud humana* (pp. 385-421). Madrid: Herera.
- Faria, M. S. d. (1655). *Noticias de Portugal : offerecidas a El Rey N.S. Dom João o IV.: declarãose as grandes commodidades que tem para crescer em gente, industria, comercio, riquezas, & forças militares por már, & terra : as origens de todos os appellidos, & armas das familias nobres do Reyno: as Moedas que corrêrão nesta Provincia do tempo dos Romanos atê o presente : e se referem varios Elogios de Principes, & Varoens Illustres Portugueses.* Lisboa: Officina Craesbeeckiana.
- Forbes, W. T. M. (1930). The silkworm of Aristotle. *Classical Philology*, 25 (1), 22-26.
- Isnard, C. (1665). *Memoires et instructions pour le plant des meuriers blancs, nourriture des vers a soye. Et lárt de filer, mouliner & aprester*
- Lanes y Duval, J. (1787). *Arte de la cria del gusano de la seda.* Madrid: en la Imprenta Real.
- Laurent de l'Arbousset [Rocha Peixoto] – citando Bluteau, P. D. R. (1900). *O Bicho de Seda* (L. Chardron Ed.). Porto: Bibliotheca Agrícola Popular.
- Neves, J. A. (1827). *Noções historicas, economicas, e administrativas sobre a producção e manufactura das Sedas em Portugal, e particularmente sobre a Real Fabrica do Suburbio do Rato, e suas Annexas.* Lisboa: Impressão Regia.
- Pereira, J. F. (1875). *As Georgicas de Virgilio.* Traduzidas do original.
- Plínio-II, C. T. p. o. i. d. P. H. (77 d.C. – 79 d.C.). *The eleventh booke of the historie of nature.*
- Rafael, A. (2012). *Hum fio de voz, não quebra silencio. Retórica e pedagogia do silêncio em Rafael Bluteau.*
- Sequeira, G. M. (1922). *Depois do Terremoto. Subsídios para a História dos Bairros Ocidentais de Lisboa. Volume III.* Coimbra: Imprensa da Universidade.
- Silva, R. A. D. (2010). *Questões ortográficas – Rafael Bluteau e o Novo Acordo num percurso historiográfico.*
- Vaz, F. A. L. (2002-2003). Livros e Leituras para Instrução Económica do Povo (1746-1820). *Revista Portuguesa de História*, II, 43-58.

**A REFUTAÇÃO DA GERAÇÃO ESPONTÂNEA
NOS MICRORGANISMOS COMO CONTRIBUTO
PARA A ESTERILIZAÇÃO
THE REFUTATION OF SPONTANEOUS GENERA-
TION IN MICROORGANISMS
AS A CONTRIBUTION TO STERILIZATION**

Ana C. Sampaio¹

0000-0001-7989-0779

António Inês²

0000-0003-1335-4214

Ana Pinto-Sintra³

0000-0002-2003-0448

Resumo: A descoberta dos microrganismos por Hooke e Leeuwenhoek (1665-1683) abriu a possibilidade de estudo

¹ Departamento de Biologia e Ambiente (DeBA), Escola de Ciências da Vida e do Ambiente (ECVA), Centro de Investigação e de Tecnologias Agro-Ambientais e Biológicas (CITAB), Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro (UTAD), Quinta de Prados, 5000-801 Vila Real, Portugal. E-mail: asampaio@utad.pt.

² DeBA, Centro de Química – Vila Real, UTAD, Quinta de Prados, 5000-801, Vila Real, Portugal.

³ Departamento de Genética e Biotecnologia, ECVA-CITAB, UTAD, Quinta de Prados, 5000-801 Vila Real, Portugal.

dos microrganismos. Todavia, foram necessários dois séculos para a fundação da microbiologia como ciência experimental. Um obstáculo importante foi conceptual: a crença na geração espontânea (GE). Durante décadas, os defensores (Buffon, Needham, Pouchet e Bastian) e detratores (Redi, Spallanzani, Pasteur e Tyndall) da GE esgrimiram vários argumentos entre si. Se com Redi a GE ficaria circunscrita aos ectoparasitas e aos microrganismos, as experiências de Spallanzani não convenceram os defensores da GE. Foi somente com as experiências de Pasteur, como a dos frascos de «pescoço de cisne» que a GE para os microrganismos foi definitivamente refutada. Pretende-se discutir a relação/dependência da refutação da GE como condição necessária para a definição de conceitos como pasteurização, tindalização e esterilização. Serão também discutidas as limitações técnicas à época, na observação de estruturas microbianas e na obtenção de uma esterilização eficaz.

Palavras-Chave: biogénese, apertização, pasteurização, tindalização, endósporos

Abstract: The discovery of microorganisms by Hooke and Leeuwenhoek (1665-1683) opened up a possibility of studying microorganisms. However, it took two centuries for the foundation of microbiology as an experimental science. A major obstacle was conceptual: the belief in spontaneous generation (SG). For decades the defenders (Buffon, Needham, Pouchet and Bastian) and detractors (Redi, Spallanzani, Pasteur and Tyndall) of SG argued several arguments among themselves. If, with Redi, SG would be circumscribed to ectoparasites and microorganisms, Spallanzani's experiments did not convince SG advocates. It was only with Pasteur's experiences, like that of the «swan neck» bottles that SG for microorganisms was definitively refuted. We intend to discuss the relation / depen-

dence of the refutation of GE as a necessary condition for the definition of concepts such as pasteurization, tyndallisation and sterilization. Will also be discussed the technical limitations at the time, in the observation of microbial structures and the achievement of effective sterilization.

Keywords: biogenesis, appertization, pasteurization, tyndallization, endospores

1. Introdução

A crença na geração espontânea (GE) prevaleceu na Europa até ao século XIX, disseminada por várias culturas. Durante séculos os defensores e detratores desta teoria esgrimiram vários argumentos à luz dos conhecimentos e preconceitos de cada época. Se hoje, facilmente podemos explicar o “aparecimento” de vida onde aparentemente não existe, sem instrumentos capazes de observar certas estruturas como ovos ou esporos, essa tarefa estava dificultada.

A visão aristotélica da vida, que se prolongou até à idade média, acreditava na GE das plantas e dos animais ditos “inferiores”, que provinham diretamente da matéria inanimada. Pelo contrário, o Homem como detentor de uma “alma” e alguns animais mais complexos, passavam por formas como o embrião ou gerações intermédias, que culminavam em formas mais perfeitas (Agutter e Wheatley, 2008). O termo GE é frequentemente usado para denominar dois conceitos que podem ser muito distintos: a origem de vida a partir de matéria inorgânica (abiogénese) ou de matéria orgânica (heterogénese). Em especial, a heterogénese foi o âmago da enorme controvérsia sobre a GE que ocorreu ao longo do século XVIII e metade do século XIX (Farey, 1972). É nesse sentido que empregaremos a designação de GE ao longo de todo o texto.

A GE de moluscos, anfíbios e mesmo de ratos era vulgarmente aceite no século XVII. No entanto, essa visão começou a ser questionada com a emergência do empirismo/experimentalismo, iniciada no princípio desse século. A partir das experiências de Francesco Redi (1626-1698), um físico que serviu na corte dos Médicis em Florença, a GE ficaria circunscrita aos parasitas intestinais e microrganismos, tendo provado que os insetos provinham de ovos pré-existentes na matéria em decomposição. Em 1668, Redi desenhou uma experiência que, apesar de simples, mostrou o seu espírito rigoroso de investigação. A experiência incluía três grupos de frascos de boca larga, todos contendo matéria orgânica em decomposição, mas submetidos a condições diferentes. Num dos grupos (o controlo), os frascos estavam abertos, permitindo a entrada de ar e de moscas; noutro grupo, a abertura dos frascos estava tapada com um tecido que permitia a entrada de ar, mas impedia a entrada de insetos; no último grupo de frascos a entrada estava selada, não permitindo nem a entrada de ar, nem de moscas. No final do ensaio, foi possível concluir que novas moscas apareciam somente no primeiro grupo, onde as moscas adultas tinham depositado os seus ovos, refutando a ideia da GE nos insetos. No final do século XVII o conceito de biogénese estendeu-se a todos os insetos e parasitas externos como os ácaros.

Todavia, no caso dos microrganismos, a crença na GE permanecia. As infusões, algas, e os fungos formavam-se a partir da matéria orgânica morta, enquanto os parasitas apareciam na matéria orgânica viva (Farey, 1972). Muito provavelmente, a ideia generalizada da natureza inconstante ou pleomórfica, primitiva e indiferenciada das bactérias, apoiava a ideia da GE nestes organismos. As bactérias eram considerados organismos mutáveis uns nos outros, de natureza intermédia entre os animais e as plantas e de origem heterogénea e variável, não sendo possível a sua definição individual (Doolittle, 2013). O físico Henry C. Bastian, nos anos 70 do século

XIX, ainda defendia a GE dos microrganismos causadores de doença (Strick, 2000).

Um dos defensores da GE foi Georges Buffon, um intelectual francês que rejeitava a criação divina mas defendia a heterogénese: durante a decomposição, os restos mortais dos organismos libertavam “átomos vitais” após a morte, que eram captados novamente pelas plantas (Gasking, 2007). Indo ao encontro do espírito da época, Buffon queria demonstrar experimentalmente a GE. Para isso convidou John Turberville Needham (1713-1781), um padre católico, a deslocar-se a Paris para o efeito. Aí, delineou uma experiência onde frascos com vários caldos nutritivos (e.g. infusões de sementes, molho de carne de cordeiro) eram fervidos, sendo posteriormente fechados com rolhas de cortiça. Ao fim de algum tempo apresentavam crescimento microbiano e Buffon acreditou que a GE estava demonstrada. Será justo sublinhar que Needham não partilhava totalmente da visão de Buffon sobre a GE. Needham acreditava numa «força vegetativa» que daria vida à matéria inanimada (Agutter e Wheatley, 2008).

Lazzaro Spallanzani (1729-1799), nascido em Modena um século após Redi, apesar de ter sido ordenado padre jesuíta abandonou o sacerdócio, bem como os estudos em direito, optando pela ciência experimental e tornando-se um importante fisiologista. Tornou-se um sério opositor da teoria da GE apresentada por Buffon e Needham. Tendo confirmado as observações de Leeuwenhoek sobre os microrganismos responsáveis pela decomposição em meio orgânico, Spallanzani acreditava que os caldos usados por Needham não tinham sido suficientemente aquecidos, de modo a matar os «animálculos». Adicionalmente, Needham tinha usado rolhas de cortiça porosas, que poderiam ter permitido a entrada de microrganismos. Numa série de experiências com caldos submetidos à fervura observou que os microrganismos não cresciam se o recipiente fosse aquecido e selado apropriadamente (Fig. 1). Nos recipientes que embora

aquecidos permaneciam abertos, o caldo ficava turvo, evidenciando crescimento microbiano. Spallanzani inferiu que os microrganismos não surgiam espontaneamente, mas antes eram transportados pelo ar, crescendo nos locais propícios ao seu desenvolvimento.

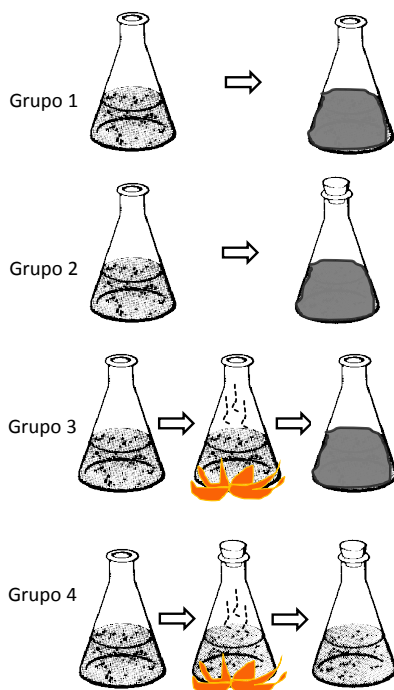


Figura 1 – Esquema do delineamento experimental de Spallanzani sobre a GE dos microrganismos, em resposta à executada por Needham, defensor desta teoria. Grupo 1 – caldo não fervido e destapado; Grupo 2 – caldo não fervido, mas selado; Grupo 3 – caldo fervido, não selado; Grupo 4 – caldo fervido e selado posteriormente. (Fonte: própria).

Needham respondeu às experiências alegando que ao prolongar a fervura dos caldos a “força vegetativa” da matéria orgânica tinha sido destruída. Outros apoiantes da GE argumentavam que era a ausência de ar, em especial do oxigênio, que inibiria a formação dos microrganismos a partir da matéria orgânica. O oxigênio era considerado condição necessária para o crescimento microbiano

(seria preciso esperar quase um século para que fosse conhecido o metabolismo anaeróbio).

Spallanzani reagiu contaminando deliberadamente um caldo fervido e observando posterior crescimento microbiano. Além disso, alterou o bocal dos frascos, prolongando a sua abertura, em forma de capilar, permitindo que entrasse ar antes de selar os frascos. Estas experiências confundiram Needham. Vários contemporâneos destes dois adversários repetiram as experiências, tendo na sua maioria confirmado os resultados relatados por Needham, o que não é surpreendente. Alguns frascos preparados por Spallanzani acabaram por ficar turvos, tendo este concluído que algumas formas dos “animálculos” seriam resistentes ao calor.

Apesar das experiências bem delineadas por Spallanzani, a parceria Needham-Buffon, reuniu mais consenso. Curiosamente, a batalha intelectual Spallanzani-Needham seria aplicada na conservação dos alimentos em lata, no início do século XIX. Em 1810, Nicolas Appert (1749-1841), um pasteleiro e chefe parisiense, anunciou a apertização que consistia em selar hermeticamente num recipiente, em geral de vidro ou metálico, alimentos submetidos ao calor. Ao longo de mais de uma década experimentou o seu processo que foi premiado pelo governo francês. Ganho o prêmio e em plenas guerras Napoleônicas, a sua invenção despertou muito interesse no exército.

Um dos problemas na refutação da GE era essencialmente técnico (Farley, 1972), pois tinha a ver com a capacidade de resistência ao calor exibida pelos microrganismos nos caldos submetidos a fervura. Charlton Bastian (1837-1915), um apoiante da GE, não estava convencido de que os microrganismos eram transportados pela atmosfera, pois as suas experiências mostraram que alguns micróbios eram mais termorresistentes do que se supunha, sobrevivendo à fervura.

Louis Pasteur (1822-1895), químico e um dos fundadores da microbiologia juntamente com Ferdinand Cohn (1828-1898) e Robert Koch (1848-1910), contribuiu definitivamente para o descrédito,

a nível científico, da GE. Pasteur provou que a fermentação era um processo mediado por microrganismos, e que diferentes microrganismos tinham um impacto distinto nos processos fermentativos. Como consultor de industriais produtores de cerveja e de vinho, desenvolveu um método que permitia controlar uma bactéria que adulterava estas bebidas: o uso do calor (a 48 °C), seguindo-se a guarda em recipientes hermeticamente fechados. O método foi desenvolvido, nomeado de pasteurização e ainda hoje continua a ser um dos mais utilizados no controlo microbiano na indústria alimentar, embora com algumas modificações.

Pasteur, após uma troca de argumentos com os defensores da GE entre eles Felix Pouchet, diretor do Museu da História Natural de Rouen (Porte, 1961; Schwartz, 2001), e percebendo que o desenvolvimento da microbiologia como ciência racional só seria possível quando a ideia do aparecimento espontâneo dos microrganismos fosse derrotada (Wainwright e Lederbergl, 1992), delineou uma experiência similar à de Spallanzani, com o cuidado de que esta fosse realizada na presença de ar, argumento frequentemente usado pelos defensores da GE. Com essa finalidade usou frascos especiais com pescoço em forma de S (frascos com «pescoço de cisne») onde colocou um caldo rico em nutrientes o qual designou de «infusão», submetido a fervura de modo a matar os microrganismos presentes. A forma do frasco permitia que o seu conteúdo estivesse exposto ao ar sem no entanto as partículas suspensas, entre elas os microrganismos, caírem na infusão, pois ficavam retidas nas curvas do frasco. Enquanto os frascos permanecessem intocáveis não se observava turbidez, i.e., sinais de crescimento microbiano. Mas, se a um dos frascos fosse partido o «pescoço de cisne», as partículas entravam em contacto com a infusão e os microrganismos multiplicavam-se rapidamente (Vallery-Radot, 1886).

A experiência delineada por Pasteur demonstrou que os microrganismos não resultavam de GE, sendo provenientes de outros

microrganismos transportados pelo ar. Em 1860, a Academia de Ciências ofereceu o prêmio a Pasteur pela sua contribuição na questão da GE (Vallery-Radot, 1886). Apesar do sucesso de Pasteur e das suas experiências, a discussão com os defensores da GE continuou: Joseph Louis Guy-Lussac (1778-1850) argumentou que a ausência de crescimento microbiano era devido à exclusão do ar, e que bastava uma pequena bolha de ar para existirem microrganismos, como acontecia na apertização. Pasteur provou que o argumento era uma falácia, numa série de experiências em toda a França. Frascos de «pescoço de cisne» de cerca de 250 mL contendo um líquido putrescível foram fervidos e, durante a ebulição, selados. Os frascos foram posteriormente transportados e abertos em vários ambientes (20 frascos por ambiente) – no campo longe de habitações, no sopé das montanhas do Jura e no mar de Gelo em Montanvert a 2000 m de altitude. Após a exposição, foram depositados em Paris, na mesa da Academia das Ciências. Dos 20 frascos abertos 8, 5 e 1 tinham sido contaminados, respetivamente para o campo, sopé do Jura e mar do Gelo (Vallery-Radot, 1886). Não era a presença de ar que limitava o crescimento microbiano, mas a densidade microbiana, que diminuía com a altitude.

Estando afastado o argumento da GE para o mundo microbiano, era agora possível discutir conceitos como controlo microbiano (pasteurização), assepsia, esterilização e doenças infecciosas. Pasteur foi um grande defensor da teoria gémica que postulava que as doenças infecciosas eram causadas pela presença ou ação de microrganismos.

2. Limitações na discussão da GE

2.1. A descoberta de estruturas resistentes ao calor

Os resultados contraditórios obtidos a partir das infusões usadas nas experiências, quer dos defensores quer dos oponentes da

GE, suscitaram interesse por parte de vários investigadores, entre eles John Tyndall (1820-1893) e Ferdinand Julius Cohn (1828-1898). Tyndall em 1877-1878 demonstrou que a esterilização de certas infusões, como as provenientes do feno e do solo, ocorria somente após fervuras repetidas (Crellin, 1966) devido à presença de germes resistentes ao calor. Tyndall concluiu que as bactérias tinham fases de desenvolvimento distintas, uma mais termo-lábil do que outra, mais fácil de destruir pela fervura (Tyndall, 1877). Nesse mesmo ano, F. Cohn, botânico alemão nascido na antiga Prússia, grande taxonomista microbiano apoiante da teoria da evolução, mas vulnerável aos argumentos esgrimidos pelos apoiantes da GE (O'Malley, 2009), descobriu que os endósporos bacterianos eram as estruturas resistentes ao calor. Com base nesses resultados, Tyndall, desenvolveu um método de esterilização fracionada, a tindalização (Tyndall, 1877). Neste método, as formas vegetativas termo-sensíveis são mortas quando a infusão é fervida e, após o arrefecimento das infusões, quando os endósporos termorresistentes sobreviventes à fervura reverterem à sua forma vegetativa, a infusão é fervida uma segunda vez. O número de fervuras, bem como o tempo entre cada uma delas poderia ser determinado conforme a infusão (Drews, 2000). Em 1880 a maioria dos cientistas britânicos concordava com a afirmação de Tyndall:

“The argument that bacteria and their germs, being destroyed at 140°F, must if they appear after exposure to 212°F, be spontaneously generated, is I trust, silenced for ever”.

Após as descobertas de Tyndall e Cohn, Pasteur e o seu colaborador próximo, Charles Chamberland, passaram a esterilizar os líquidos a 115-120 °C, por autoclavagem.

2.2. A invenção da autoclave

A autoclave é um equipamento essencial num laboratório de microbiologia. O seu aparecimento resultou da ação de vários inventores ao longo de 2 séculos. Denis Papin (1647-1712) é considerado o primeiro inventor (Hugo, 1991), tendo desenvolvido em 1629 um dispositivo ao qual designou digestor de vapor (Fig. 2), quando trabalhava com o Inglês Robert Hooke, de quem era assistente. O digestor a vapor provou ser útil na extração de gelatina de ossos e tendões, a pressões elevadas, usada na preparação de alimentos.

Em 1820, Marcus Lemman aperfeiçoou o digestor de Papin, melhorando o tempo necessário para a digestão dos alimentos, que passou a ser de 30 minutos. No entanto, a segurança do aparelho continuava a ser duvidosa, pelo que a sua utilização estava restrita às indústrias química (na vulcanização e obtenção de compósitos) e alimentar. Foi Charles Edouard Chamberland (1851-1908), microbiologista e colaborador de L. Pasteur que, em 1879, adaptou o dispositivo de M. Lemman para uso médico e laboratorial (Fig. 2), tema da sua tese de doutoramento “Recherches sur l'origine et le développement des organismes microscopiques” (Anónimo, 2017), onde desenvolveu trabalhos que incidiram na esterilização de meios de cultura.

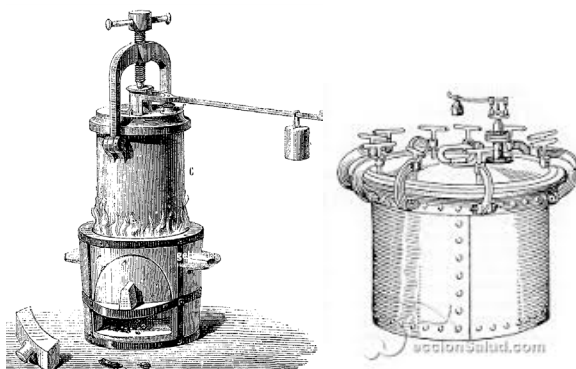


Figura 2 – Representações esquemáticas do digestor a vapor de D. Papin em 1679 (à esquerda) e da autoclave desenvolvido por C. Chamberland em 1879 (à direita) (imagens de domínio público).

3. Desafios da esterilização: presente e futuro

Se a refutação da GE foi uma condição essencial para o conceito de esterilização ser desenvolvido, e a autoclave um equipamento fundamental para a preparação dos meios de cultivo microbiano, sabe-se hoje que existem microrganismos resilientes ao protocolo de autoclavagem mais usual (121 °C, 15 minutos). Embora essa resistência seja mais frequente nas formas esporuladas, as células vegetativas de alguns termófilos resistem à autoclavagem convencional. É o caso de culturas de *Pyrolobus fumarii* que crescem exponencialmente ao fim de 1 hora de autoclavagem a 121 °C (Blöchl *et al.*, 1997), ou da estirpe 121 de *Geogemma barossii* que resiste à autoclavagem (121 °C) ao longo de 24 horas, permanecendo viável quando submetida a 130 °C, durante 2 horas (Kashefi e Lovley, 2003).

Se, na maioria das vezes, o processo de autoclavagem padronizado é suficiente na inativação dos endósporos, esporos de *Desulfotomaculum* spp. sobreviveram ao fim de uma série de três autoclavagens (e.g. *D. kuznetsovii*^T e *D. geothermicum*), ou após autoclavagem extrema (culturas de *D. kuznetsovii* a 130-154 °C durante 15 minutos) ou a exposição a temperaturas elevadas em banho de óleo (O'Sullivan *et al.*, 2015).

Partículas infecciosas como as proteínas priônicas transmissíveis, responsáveis por exemplo pela doença de Creutzfeldt-Jacobs, podem apresentar resistência elevada aos métodos de descontaminação mais usuais (autoclavagem 121°C por 15 minutos, radiação ionizante e agentes químicos). Para estes agentes infecciosos, é necessário usar protocolos de autoclavagem mais agressivos de modo a obter esterilização de objetos cirúrgicos, como autoclavagem a 132 °C, durante 30 minutos, após tratamento de pré-vácuo durante 18 minutos a 134-138 °C (WHO, 1999).

Contudo, a esterilização eficaz não é garantia de segurança microbiana. Muitas toxinas sintetizadas por microrganismos resistem à

autoclavagem e ao calor seco, entre elas endotoxinas como os lipopolissacáridos, ou a toxina botulínica, sendo nestes casos aplicado um processo de autoclavagem modificado, a autoclavagem hidrotérmica (Miyamoto *et al.*, 2009).

Desde o início da aventura espacial, a esterilização da nave tem sido uma preocupação (Demidov *et al.*, 1995) que, com o previsível aumento de missões espaciais, mesmo para o exterior do nosso sistema solar, resultará inevitavelmente, num protocolo de proteção interestelar (Cockell, 2008). A esterilização continuará pois a ser uma preocupação no futuro, à medida que novos ambientes sejam explorados pela Humanidade, incluindo o espaço.

4. Conclusões

A ideia da GE limitou o desenvolvimento da microbiologia como ciência experimental e racional, afetando negativamente a discussão sobre a causa das doenças infecciosas, tanto nos animais como nas plantas.

A controvérsia em torno da questão GE, apesar de hoje parecer estéril e desesperante, tornou-se uma força motora do progresso científico ao perspetivar ou idealizar, numerosas experiências e ter permitido o desenvolvimento de conceitos científicos novos e abordagens experimentais inovadoras (Farley, 1977).

O controlo microbiano e a esterilização dependeram sobretudo de avanços no conhecimento científico e tecnológico, como a descoberta dos endósporos e a invenção da autoclave.

Atualmente, a esterilização continua a ser fonte de preocupação, estando dependente do conhecimento de novas formas ou compostos biológicos, bem como dos avanços tecnológicos.

5. Referências

- Agutter, P. S. & Wheatley, D. N. (2008). Spontaneous Generation. In P. S. Agutter & D. N. Wheatley (Eds.), *Thinking about Life. The history and philosophy of biology and other sciences*, (147-159). © Springer Science + Business Media B.V.
- Anônimo (2017). Repères chronologiques, Charles Chamberland (1851-1908). Acedido a 20 de março de 2017, em <https://webext.pasteur.fr/archives/chb0.html>.
- Blöchl, E., Rachel, R., Burggraf, S., Hafenbradl, D., Jannasch, H. W. & Stetter, K. O. (1997). *Pyrolobus fumarii*, gen. and sp. nov., represents a novel group of archaea, extending the upper temperature limit for life to 113 degrees C. *Extremophiles*, 1 (1), 14-21.
- Cockell, C. S. (2008). Interstellar planetary protection. *Advances in Space Research*, 42 (6), 1161-1165.
- Crellin, J. K. (1966). The problem of heat resistance of micro-organisms in the British spontaneous generation controversies of 1860-1880. *Medical History*, 10 (1), 50-59.
- Demidov, V. V., Goncharov, A. A., Osipov, V. B. & Trofimov, V. I. (1995). Modern aspects of planetary protection and requirements to sterilization of space hardware. *Advances in Space Research*, 15 (3), 251-255.
- Doolittle, W. F. (2013). Microbial neopleomorphism. *Biology & Philosophy*, 28 (2), 351-378.
- Drews, G. (2000). The roots of microbiology and the influence of Ferdinand Cohn on microbiology of the 19th century. *FEMS Microbiology Reviews*, 24 (3), 225-49.
- Farley, J. (1972). The spontaneous generation controversy (1859-1880): British and German reactions to the problem of abiogenesis. *Journal of the History of Biology*, 5 (2), 285-319.
- Farley, J. (1977). *The spontaneous generation controversy from Descartes to Oparin*. Baltimore, Maryland: John Hopkins University Press.
- Gasking, E. B. (2007). *Lazzaro Spallanzani. Italian physiologist*. Encyclopædia Britannica. Acedido a 29 de março de 2017, em <https://www.britannica.com/biography/Lazzaro-Spallanzani>.
- Hugo, W. B. (1991). A brief history of heat and chemical preservation and disinfection. *Journal of Applied Bacteriology*, 71 (1), 9-18.
- Kashefi, K. & Lovley, D. R. (2003). Extending the upper temperature limit for life. *Science*, 301 (5635), 934.
- Miyamoto, T., Okano, S. & Kasai, N. (2009). Inactivation of *Escherichia coli* endotoxin by soft hydrothermal processing. *Applied Environmental Microbiology*, 75, 5058-5063.
- O'Malley, M. A. (2009). What did Darwin say about microbes, and how did microbiology respond? *Trends in Microbiology*, 17 (8), 341-347.
- O'Sullivan, L. A., Roussel, E. G., Weightman, A. J., Webster, G., Hubert, C. R. J., Bell, E., Head, I., Sass, H. & Parkes, R. J. (2015). Survival of *Desulfotomaculum* spores from estuarine sediments after serial autoclaving and high-temperature exposure. *The ISME Journal*, 9, 922-933.

- Porte, J. R. (1961). Louis Pasteur. Achievements and disappointments, 1861. *Bacteriology Reviews*, 25 (4), 389-403.
- Schwartz, M. (2001). The life and works of Louis Pasteur. *Journal of Applied Microbiology*, 91 (4), 597-601.
- Strick, J. E. (2000). *Sparks of life: Darwinism and the Victorian debate over spontaneous generation*. Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press .
- Tyndall, J. (1877). Further researches on the deportment and vital persistence of putrefactive and infective organisms from a physical point of view. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, 167, 149-206.
- Vallery-Radot, R. (1886). The question of spontaneous generation. In *Louis Pasteur: His Life and Labours (89-111)*. New York: D. Appleton and Company.
- Wainwright, M. & Lederbergl, J. (1992). History of Microbiology. In *Encyclopedia of Microbiology*, Volume 2 (419-437). Academic Press, Inc.
- WHO. (1999). *Infection Control Guidelines for Transmissible Spongiform Encephalopathies*. Report of a WHO Consultation, Geneva, Switzerland, 23-26 March 1999.

**A FARMACOPEIA PORTUGUESA
E A FARMACOPEIA EUROPEIA: REVISÃO
HISTÓRICA E SUA IMPORTÂNCIA NO ENSINO
DA TECNOLOGIA FARMACÊUTICA
THE PORTUGUESE PHARMACOPOEIA AND THE
EUROPEAN PHARMACOPOEIA: HISTORICAL
REVIEW AND ITS IMPORTANCE IN THE
TEACHING OF PHARMACEUTICAL TECHNOLOGY**

Jaime Conceição^{1*}

0000-0002-6201-3662

João Rui Pita²

Helena Maria Cabral-Marques³

0000-0002-9255-4697

¹ Rede de Química e Tecnologia – Unidade de Ciências Biomoleculares Aplicadas (ReQuimTe – UCIBIO), Laboratório de Tecnologia Farmacêutica, Departamento de Ciências do Medicamento, Faculdade de Farmácia, Universidade do Porto, email: jmgmconceicao@ff.up.pt.

* Endereço para correspondência: Jaime Conceição, Laboratório de Tecnologia Farmacêutica, Departamento de Ciências do Medicamento, Faculdade de Farmácia, Universidade do Porto, Rua de Jorge Viterbo Ferreira, n.º 228, 4050-313 Porto, Portugal. E-mail: jmgmconceicao@ff.up.pt

² Centro de Estudos Interdisciplinares do Século XX da Universidade de Coimbra (CEIS20), Laboratório de Sociofarmácia e Saúde Pública, Faculdade de Farmácia, Universidade de Coimbra, email: jrpta@ci.uc.pt.

³ Instituto de Investigação do Medicamento da Universidade de Lisboa (iMed. ULisboa), Departamento de Farmácia Galénica e Tecnologia Farmacêutica, Faculdade de Farmácia, Universidade de Lisboa, email: hcmarques@ff.ulisboa.pt.

Resumo: Atualmente, as farmacopeias são livros oficiais com valor legal, elaborados por uma comissão técnica especializada, que acompanham a evolução científica e tecnológica dos conhecimentos ligados aos medicamentos, avalizando a atualização da sua qualidade e salvaguardando, assim, a Saúde Pública. A Tecnologia Farmacêutica constitui uma área científica que tem como objetivo formular, preparar e efetuar o controlo da qualidade de medicamentos de acordo com as normas farmacopeicas. Nesta publicação efetua-se uma revisão histórica das Farmacopeias Portuguesa e Europeia, demonstrando-se as suas funções no estabelecimento de normas da qualidade para os medicamentos e para os produtos que são utilizados no seu fabrico, e evidencia-se a sua importância no ensino universitário da Tecnologia Farmacêutica.

Palavras-Chave: farmacopeias, medicamentos, qualidade, tecnologia farmacêutica, ensino

Abstract: Currently, pharmacopoeias are official books with legal value, elaborated by a specialized technical committee, that follow the scientific and technological evolution of the medicines knowledge, guaranteeing the updating of its quality and thus safeguarding Public Health. Pharmaceutical Technology is a scientific area that aims to formulate, prepare and perform the medicine quality control according to

⁴ Rede de Química e Tecnologia – Unidade de Ciências Biomoleculares Aplicadas (ReQuimTe – UCIBIO), Laboratório de Tecnologia Farmacêutica, Departamento de Ciências do Medicamento, Faculdade de Farmácia, Universidade do Porto, email: slobo@ff.up.pt.

the pharmacopoeial standards. The aims of this publication were: i) to carry out a historical review of the Portuguese and European Pharmacopoeias, demonstrating their roles in establishing quality standards for medicines and products that are used in their manufacture; and ii) to emphasize the importance of pharmacopoeias in higher education of Pharmaceutical Technology.

Keywords: pharmacopoeias, medicines, quality, pharmaceutical technology, teaching

1. Introdução

De acordo com o Estatuto do Medicamento (Decreto-Lei n.º 176/2006, de 30 de agosto), medicamento *é toda a substância ou associação de substâncias apresentada como possuindo propriedades curativas ou preventivas de doenças em seres humanos ou dos seus sintomas ou que possa ser utilizada ou administrada no ser humano com vista a estabelecer um diagnóstico médico ou, exercendo uma ação farmacológica, imunológica ou metabólica, a restaurar, corrigir ou modificar funções fisiológicas.*

Do ponto de vista da Tecnologia Farmacêutica, um medicamento é um sistema físico constituído pela(s) substância(s) ativa(s) – composto(s) responsável(is) pelo efeito terapêutico – e pelos excipientes – compostos sem efeito biológico, mas ativos do ponto de vista tecnológico (Conceição, Pita, & Sousa Lobo, 2016). Quanto à sua consistência, esta pode ser sólida (como por exemplo, os comprimidos), semissólida (como por exemplo, os cremes) ou líquida (como por exemplo, as suspensões).

Qualquer medicamento deve apresentar três atributos essenciais, nomeadamente qualidade, segurança e eficácia (**Figura 1**). A qualidade, atributo por excelência do domínio da Tecnologia Farmacêutica

e retratado nesta publicação, constitui um conceito objetivo, isto é, está relacionada com o cumprimento das especificações e aplica-se ao produto acabado (medicamento) e aos produtos utilizados no seu fabrico (substância(s) ativa(s) e excipientes).

Nesta publicação efetua-se uma revisão histórica das Farmacopeias Portuguesa e Europeia, demonstrando-se as suas funções no estabelecimento de normas da qualidade para os medicamentos e para os produtos que são utilizados no seu fabrico, e evidencia-se a sua importância no ensino universitário da Tecnologia Farmacêutica.

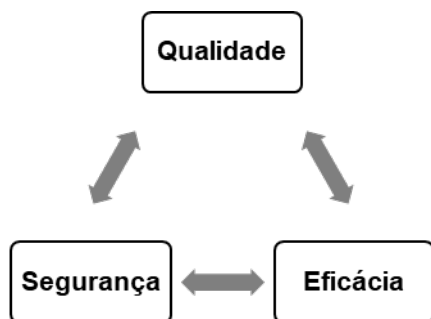


Figura 1 – Atributos essenciais do medicamento.

2. Farmacopeias

Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS) (Review of World Pharmacopoeias, 2013), uma farmacopeia (do grego *pharmakon*, droga, fármaco; *poeio*, faço) é uma coletânea legalmente vinculativa, elaborada por uma autoridade nacional ou regional, de normas e especificações da qualidade para medicamentos utilizados num país ou região. Por sua vez, Conceição e seus colaboradores (Conceição, Pita, Estanqueiro, & Sousa Lobo, 2014), definem uma farmacopeia como um livro oficial com valor legal, elaborado por uma comissão técnica especializada, que acompanha a evolução científica e tecnológica dos conhecimentos ligados aos medicamen-

tos, avalizando a atualização da sua qualidade e salvaguardando, assim, a Saúde Pública.

O objetivo basilar de uma farmacopeia é promover a Saúde Pública, estabelecendo normas e métodos de aplicação obrigatória para garantir a qualidade dos medicamentos, beneficiando os doentes, os profissionais de saúde, a indústria farmacêutica, as autoridades regulamentares e os sistemas de saúde (Artiges, 1998). As farmacopeias também desempenham um papel importante no combate aos medicamentos falsificados, contrafeitos ou ilegais, um problema global e uma ameaça crescente (Keitel, 2010, 2011).

Atualmente, a nível mundial, existem quarenta e nove farmacopeias (Index of Pharmacopoeias, 2013), sendo quarenta e seis nacionais (como por exemplo, a Farmacopeia Portuguesa), duas regionais (como por exemplo, a Farmacopeia Europeia) e uma internacional – a Farmacopeia Internacional editada pela OMS, cuja primeira edição, volume um, foi publicada em 1951 (Wiggins, Skutnik, Shimek-Cox, & Schwarzwald, 2008).

As farmacopeias são usualmente classificadas em três grupos, designadamente (Carvalho Guerra & Correia Alves, 1986; Folch y Andreu, 1942):

- *farmacopeias-dispensatórios* – caracterizam-se por serem elaboradas por um único autor e não apresentam qualquer valor legal;
- *farmacopeias-antidotários* – caracterizam-se por serem elaboradas por um único autor e apresentam valor legal;
- *farmacopeias propriamente ditas*, isto é, todas as farmacopeias oficiais com valor legal elaboradas por comissões nomeadas para esse efeito.

As comissões farmacopeicas são constituídas por peritos de reconhecido mérito científico, das áreas das ciências farmacêuticas,

médicas, médico-veterinárias e outras, de modo a abranger as principais áreas do fabrico e da análise do medicamento e dos seus constituintes, nomeadamente a Tecnologia Farmacêutica, a Química Farmacêutica, os métodos físico-químicos e biológicos, os fármacos naturais, a Farmacoterapia, a Farmacocinética, os soros e vacinas, a Biotecnologia e as preparações radiofarmacêuticas (Declaração de retificação n.º 352/2012; Portaria n.º 408/96, de 22 de agosto).

Relativamente à constituição de uma farmacopeia, esta apresenta um conjunto de (Sousa Lobo, 2009): i) monografias de matérias-primas utilizadas no fabrico de medicamentos, quer como substâncias ativas quer como excipientes; ii) monografias específicas de produto acabado, quer se trate de medicamentos quer de diversos produtos sanitários; iii) textos informativos; iv) textos que visam padronizar técnicas de índole física ou química descritas nas diferentes monografias; v) textos respeitantes a alguns materiais de embalagem; e vi) breves referências aos materiais utilizados como reagentes na execução dos diferentes ensaios.

2.1. Farmacopeia Portuguesa

Presentemente, a Farmacopeia Portuguesa é da responsabilidade da Comissão da Farmacopeia Portuguesa, comissão técnica especializada da Autoridade Nacional do Medicamento e Produtos de Saúde, I.P. (INFARMED), e é elaborada em conjugação com a Farmacopeia Europeia do Conselho da Europa (Deliberação n.º 10/CD/2013). É de salientar que a Farmacopeia Portuguesa é aceite pela legislação do Brasil e de outros países onde o Português é uma língua oficial como, por exemplo, Moçambique, Guiné e São Tomé e Príncipe (Sousa Lobo, 2008, 2012).

A história da Farmacopeia Portuguesa tem sido objeto de estudo por diversos autores (Damas Móra, 1979, 1998; Pereira da Gama,

1940; Proença da Cunha & Roque, 2011; Rosendo, 1952), uma vez que a publicação de uma farmacopeia é uma questão farmacêutica, médica e de Saúde Pública. De seguida, irão ser abordadas, de um modo muito sinóptico, as farmacopeias portuguesas não oficiais (de 1704 a 1833) e as farmacopeias portuguesas oficiais (de 1794 até ao presente). Para uma leitura mais detalhada sobre a história da Farmacopeia Portuguesa, recomenda-se a leitura de três artigos: i) “As Farmacopeias Portuguesas e a Saúde Pública” publicado na Acta Farmacêutica Portuguesa (Conceição et al., 2014); ii) “Um livro com 200 anos: A Farmacopeia Portuguesa (Edição oficial). A publicação da primeira farmacopeia oficial: Pharmacopeia Geral (1794)” publicado na Revista de História das Ideias (Pita, 1999); e iii) “De Pombal ao Estado Novo: A Farmacopeia Portuguesa e a História (1772-1935)” publicado no Jornal Medicamento, História e Sociedade (Sousa Dias, 1995).

2.1.1. Farmacopeias Portuguesas Não Oficiais

Durante os séculos XV, XVI e XVII, autores como Tomé Pires (1465-1540), Garcia de Orta (1500-1568), Amato Lusitano (1511-1568), Cristóvão da Costa (1525-1594) e Cristóvão de Lisboa (1583-1652) desempenharam um importante papel ao nível da Farmácia e da Medicina (Pita, 2007). Contudo, a literatura farmacêutica portuguesa era praticamente inexistente até ao século XVIII (Pita, 1999; Sousa Dias, 1994).

Em finais do século XVII e inícios do século XVIII, a Farmácia congregava (Cabral & Pita, 2015): i) purgas, sangrias, clisteres e remédios vegetais descritos por Galeno; ii) medicamentos químicos; iii) águas mineromedicinais; iv) drogas americanas; v) rudimentos de injeções endovenosas; e vi) rudimentos de transfusões sanguíneas.

As farmacopeias portuguesas não oficiais foram publicadas maioritariamente durante o século XVIII – o que estava em sintonia com

os países mais avançados do ponto de vista científico (Sonnedecker, 1993) – e caracterizam-se por não apresentarem valor legal. É de salientar que durante os séculos XVII e XVIII foram publicadas em todo o mundo mais de oitenta farmacopeias (del Castillo García, 2014).

A *Pharmacopea Lusitana* foi a primeira farmacopeia escrita por um boticário em língua portuguesa em 1704 (de Santo António, 1704; Pita & Pereira, 2005). O seu autor foi D. Caetano de Santo António (~ 1660-1739) e a farmacopeia teve quatro edições (1704, 1711, 1725 e 1754). Posteriormente, foram editadas a *Pharmacopea Bateana* (em 1713 por Jorge Bateo (1608-1669)), a *Pharmacopea Ulyssiponense* (em 1716 por João Vigier (1662-1723)), a *Pharmacopea Tubalense Chimico-Galenica* (em 1735 por Manuel Rodrigues Coelho), a *Pharmacopea Portuense* (em 1766 por António Rodrigues Portugal), a *Pharmacopea Meadiana* (em 1768 por Ricardo Mead), a *Pharmacopea Dogmatica* (em 1772 por Frei João de Jesus Maria (1716-1795)), a *Pharmacopea Lisbonense* (em 1785 por Manuel Joaquim Henriques de Paiva (1752-1829)), a *Pharmacopea Chymica, Medica, e Cirurgica* (em 1805 por António José de Sousa Pinto (1777-1853)), a *Pharmacopea Naval e Castrense* (em 1819 por Jacinto da Costa), e a *Pharmacopea das Pharmacopeas Nacionaes e Estrangeiras* (em 1833 pelo Bacharel B. J. O. T. Cabral) (Conceição et al., 2014).

É importante realçar que: i) algumas destas farmacopeias apresentaram várias edições e/ou partes/tomos; ii) a *Pharmacopea Ulyssiponense* foi a primeira farmacopeia portuguesa a inscrever de um modo sistematizado os medicamentos químicos e a incluir uma descrição do material e das técnicas de Química Farmacêutica (Sousa Dias, 1987; Vigier, 1716); e iii) a *Pharmacopea Tubalense Chimico-Galenica* (**Figura 2**) é considerada como a farmacopeia de maior circulação em Portugal no século XVIII (Rodrigues Coelho, 1735).

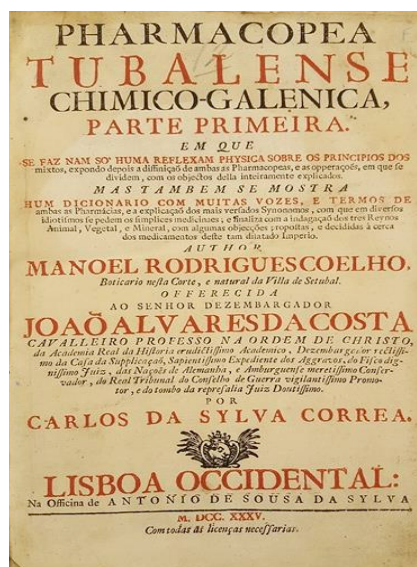


Figura 2 – Frontispício da primeira parte da primeira edição da *Pharmacoepa Tubalense Chimico-Galenica*, 1735 (Rodrigues Coelho, 1735).

2.1.2. Farmacopeias Portuguesas Oficiais

Em Portugal, entre 1794 e 2008, foram publicadas nove farmacopeias oficiais (**Figura 3**) (Conceição et al., 2014; Conceição et al., 2016). A *Pharmacopeia Geral para o Reino, e Domínios de Portugal* foi a primeira farmacopeia oficial – aprovada por decreto de D. Maria I de 7 de janeiro de 1794 – e foi editada para cumprir o que estava determinado nos Estatutos da Universidade de Coimbra de 1772 (*Estatutos da Universidade de Coimbra (1772)*, vol. 3, 1972; Pita, 1999b; Tavares, 1794). O seu autor foi Francisco Tavares (1750-1812), médico, professor da Faculdade de Medicina da Universidade de Coimbra e físico-mor (Pita, 1995; Silva, 1998).

O *Código Pharmaceutico Lusitano*, aprovado pelo Decreto de 6 de outubro de 1835, foi a segunda farmacopeia portuguesa oficial, cujo autor foi Agostinho Albano da Silveira Pinto (1785-1852) (da Silveira Pinto, 1835; Lemos, 2016b). As principais inovações desta

farmacopeia foram as seguintes (Pita, 1999a; Sousa Dias, 1995): i) substâncias ativas isoladas a partir de produtos naturais; ii) introdução de instrumentos laboratoriais modernos; iii) adoção da nova nomenclatura química; e iv) referências à teoria atômica de Dalton e ao sistema métrico. Posteriormente, a farmacopeia teve novas edições em 1836, 1841, 1846, 1858, 1876, sendo as duas últimas edições póstumas da responsabilidade de José Pereira Reis, lente da Escola Médico-Cirúrgica do Porto (Lemos, 2016a)

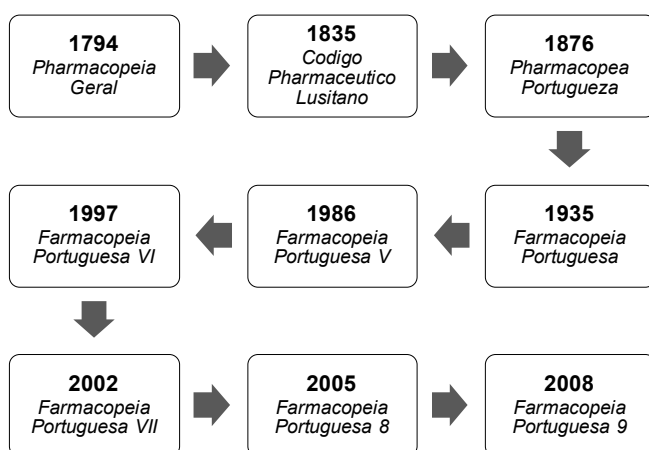


Figura 3 – As nove farmacopeias portuguesas oficiais.

A *Pharmacopêa Portuguesa*, aprovada pelo Decreto de 14 de setembro de 1876, foi a terceira farmacopeia portuguesa oficial e a primeira a ser elaborada por farmacêuticos e médicos (*Pharmacopea Portuguesa*, 1876). É importante destacar que esta obra não indicava qualquer processo de esterilização para as soluções para injeções hipodérmicas (Sousa Dias, 1994, 1995).

Na última década do século XIX, a indústria farmacêutica portuguesa começou a desenvolver-se, sendo a Companhia Portuguesa de Higiene a primeira indústria de grande dimensão a ser instituída pelo farmacêutico Emílio Faria Estácio (1854-1919) (Moreira dos Santos, 2014; Sousa Dias, 1993). A nível internacional, durante o século XIX,

surgiram as primeiras indústrias como, por exemplo, a Merck, a Bayer, a Sandoz, a Parke-Davis e a Ciba (Malerba & Orsenigo, 2015).

A *Farmacopeia Portuguesa*, aprovada pelo Decreto-lei n.º 24876, de 9 de janeiro de 1935, foi a quarta farmacopeia portuguesa oficial e foi elaborada por uma comissão que nunca fora nomeada para esse efeito (*Farmacopeia Portuguesa. Edição Oficial*, 1935). Esta farmacopeia não apresentava na sua comissão professores do ensino superior e publicou-se no âmbito da política assistencial e de medidas farmacêuticas do Estado Novo (1933-1974). Em 1946, foi publicada a segunda edição da *Farmacopeia Portuguesa IV* que era um verdadeiro “livro de fórmulas”, uma vez que integrava inúmeras fórmulas farmacêuticas como, por exemplo, soluções, emulsões, pomadas, pós, óvulos e supositórios (Barbosa & Pinto, 2001; *Farmacopeia Portuguesa IV*, 1946). Ulteriormente, em 1961 e 1972, foram publicados dois suplementos.

A entrada de Portugal na então denominada Comunidade Económica Europeia (CEE), em 1986, teve um importante impacto na área do medicamento (Aranda da Silva, 2017). Além disso, durante a década de oitenta, Portugal tornou-se membro da *Farmacopeia Europeia* do Conselho da Europa sediado em Estrasburgo.

A *Farmacopeia Portuguesa V* foi aprovada em um de outubro de 1985 e constituiu uma tradução-adaptação da segunda edição da *Farmacopeia Europeia* (*Farmacopeia Portuguesa V*, 1986). A partir desta edição, todas as *Farmacopeias Portuguesas* subsequentes corresponderam a traduções-adaptações da *Farmacopeia Europeia*. Ademais, o carácter de formulário de medicamentos característico das *farmacopeias* começou lentamente a diminuir, surgindo a preocupação crescente com a preparação industrial de medicamentos. Neste âmbito, foram aplicadas as “Boas Práticas de Fabrico” (BPF) nos Estados Unidos da América (em 1963) e na Europa (em 1992), cujos objetivos são garantir a reprodutibilidade e a rastreabilidade dos lotes (*EudraLex – Volume 4 Good manufacturing practice (GMP) Guidelines*; Immel, 2001; Patel & Chotai, 2008).

A *Farmacopeia Portuguesa VI* foi aprovada através da Portaria n.º 74/97, de 31 de janeiro, e constituiu a primeira farmacopeia portuguesa a ser editada, na totalidade, sob a responsabilidade do Instituto Nacional da Farmácia e do Medicamento (INFARMED), atualmente designado de Autoridade Nacional do Medicamento e Produtos de Saúde I.P (*Farmacopeia Portuguesa VI*, 1997). As principais inovações desta farmacopeia foram as seguintes (Morgado, 1998): i) substituição, em inúmeros casos, dos ensaios em animais por ensaios *in vitro* (ensaio de pirogénios por ensaio de endotoxinas bacterianas; supressão do ensaio de toxicidade anormal quase na sua totalidade; e doseamentos físicos, químicos ou físico-químicos em vez de doseamentos microbiológicos ou biológicos); ii) reorganização das diferentes partes da farmacopeia para simplificar a sua consulta (nova numeração decimal, e os anexos passaram a figurar nas monografias); iii) uso exclusivo do sistema internacional de unidades; e iv) harmonização de numerosas monografias entre as farmacopeias dos Estados Unidos da América do Norte, do Japão e Europeia.

A *Farmacopeia Portuguesa VII*, aprovada pela Portaria n.º 122/2003, de 23 de janeiro, foi a primeira farmacopeia a englobar uma versão em formato CD-ROM (*Farmacopeia Portuguesa VII*, 2002).

A *Farmacopeia Portuguesa 8* foi editada em 2005 e consistiu numa tradução-adaptação da quinta edição da Farmacopeia Europeia (*Farmacopeia Portuguesa 8*, 2005).

Atualmente está em vigor a *Farmacopeia Portuguesa 9*, a quarta a ser editada sob a responsabilidade do INFARMED desde a sua criação em 1993, publicada em 2008 e aprovada pela Deliberação n.º 2272/2009, de 3 de agosto (*Farmacopeia Portuguesa 9*, 2008). De acordo com o seu prefácio, a Farmacopeia Portuguesa é um códex de normas e métodos para garantir a qualidade dos medicamentos, para uso humano e veterinário, que estabelece através das suas monografias os requisitos a que devem obedecer os fármacos, excipientes, outras substâncias de uso farmacêutico e os métodos

analíticos a usar na sua caracterização e doseamento (*Farmacopeia Portuguesa 9*, 2008). Posteriormente, foram publicados oito suplementos: suplementos 9.1, 9.2 e 9.3 em 2008; suplementos 9.4 e 9.5 em 2009; e suplementos 9.6, 9.7 e 9.8 em 2010.

A Comissão da Farmacopeia Portuguesa atual está exposta na **Tabela I** e do seu trabalho resultará a publicação da *Farmacopeia Portuguesa 10* (Declaração de retificação n.º 352/2012; Deliberação n.º 10/CD/2013).

Tabela I – Atual Comissão da Farmacopeia Portuguesa
(Ministério da Saúde, Infarmed, 2017).

José Manuel Sousa Lobo	Presidente
Carlos Manuel Magalhães Afonso	Vice-Presidentes
Maria João Antunes Gaspar Portela	
António José Infante Alfaia	Secretário
Ana Paula Rodrigues Martins	Membros
Cristina Maria Martins Almeida	
Helena Maria Cabral-Marques	
Inocência Maria Serrano Pinto Mendes	
Isabel Vitória Figueiredo	
João Manuel Braz Gonçalves	
Joel André do Vale Passarinho	
José Paulo de Sousa e Silva	
Luís Miguel Meirinhos Soares	
Maria Anabela Rodrigues	
Maria da Graça Campos	
Maria Eduardo Morgado Figueira	
Maria Helena Pinto Ferreira	
Maria Margarida Duarte Ramos Caramona	
Natércia Maria Guerra Simões	
Rui Manuel Amaro Pinto	
Ana Luísa de Freitas Urmal Ramalho Ribeiro	Peritos
Eva Cláudia Baptista Roosevelt Mendes	
Mónica Cancela Abreu Gonçalves Vaz Almeida Miranda	
Patrícia Gracías Fernandes da Costa Catalão	
Paula Maria Ramos Martinho Figueiredo	
Rita Vasconcelos Pimentel	

2.2. Farmacopeia Europeia

A Farmacopeia Europeia é uma das principais farmacopeias a nível mundial, juntamente com a Farmacopeia dos Estados Unidos da América (primeira edição publicada em 15 de dezembro de 1820) e a Farmacopeia Japonesa (primeira edição publicada em 25 de junho de 1886) (Keitel, 2010, 2013). Ao nível da harmonização internacional, a farmacopeia desempenha um papel relevante, uma vez que integra o Grupo de Discussão das Farmacopeias (PDG) (Artiges, 2001; Calam, 1995; Jr. & Wiggins, 2012).

Relativamente à sua história, em 1964, a Bélgica, a Alemanha, a Holanda, a França, a Itália, o Luxemburgo, a Suíça e o Reino Unido decidiram, no âmbito do Conselho da Europa, assinar a Convenção para a elaboração de uma Farmacopeia Europeia (*Convention on the Elaboration of a European Pharmacopoeia*, 1964; *Protocol to the Convention on the Elaboration of a European Pharmacopoeia*, 1989). Entre 1967 e 2017, foram publicadas nove farmacopeias europeias oficiais (**Figura 4**). Presentemente está em vigor a Farmacopeia Europeia 9 (**Figura 5**) e a Farmacopeia Europeia 10 entrará em vigor em 1 de janeiro de 2020 (*European Pharmacopoeia* 9, 2017; Keitel, 2016).

A sua elaboração é da responsabilidade da Direção Europeia da Qualidade dos Medicamentos e dos Cuidados de Saúde (EDQM) do Conselho da Europa (Keitel, 2014). Este organismo inclui a Comissão da Farmacopeia Europeia; coordena a Rede Europeia de Laboratórios Oficiais de Controlo de Medicamentos (OMCL); comunica com as autoridades regulamentares nacionais que incluem as respetivas comissões das farmacopeias e os laboratórios de comprovação da qualidade de medicamentos; e comunica com diversas autoridades europeias como, por exemplo, a Agência Europeia do Medicamento (EMA) e a União Europeia (Artiges, 1998; *European Directorate for the Quality of Medicines & HealthCare – Protecting public health in Europe since 1964*, 2017).

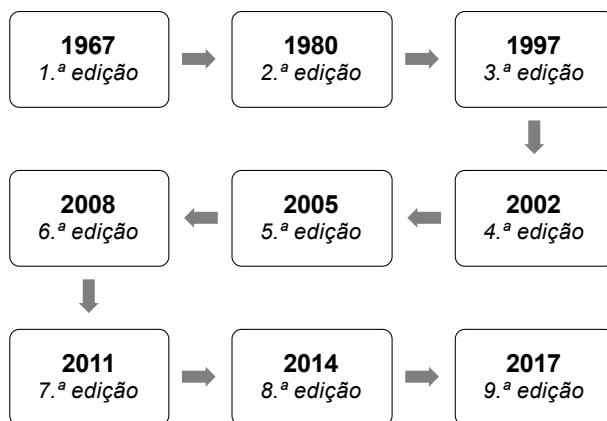


Figura 4 – As nove farmacopeias europeias oficiais.



Figura 5 – Frontispício da Farmacopeia Europeia 9, volume I, 2017 (*European Pharmacopoeia 9*, 2017).

A Farmacopeia Europeia é constituída (junho de 2017) por trinta e nove membros (trinta e oito Estados Membros e a União Europeia) e por vinte e nove observadores (sete países europeus, vinte países não europeus, a Administração de Alimentos e Medicamentos de Taiwan (TFDA) e a OMS) (European Directorate for the Quality of Medicines & HealthCare, 2017). Relativamente à frequência de atualização, a farmacopeia tem nova edição a cada três anos, com suplementos três vezes por ano.

3. Tecnologia Farmacêutica

A administração de uma substância ativa, por uma determinada via de administração, incluída num medicamento tem como propósito obter um efeito terapêutico (Howland & Mycek, 2007). Entre o momento da administração do fármaco e o da obtenção do efeito biológico, ocorrem três fases, distintamente (LeBlanc, Aiache, Besner, Buri, & Lesne, 1997): a fase biofarmacêutica, a fase farmacocinética e a fase farmacodinâmica. A fase biofarmacêutica compreende duas etapas, ou seja, a libertação e a dissolução da(s) substância(s) ativa(s) (Aulton, 2005). A fase farmacocinética – refere-se aquilo que o organismo faz aos fármacos – é constituída por quatro etapas, nomeadamente a absorção, a distribuição, a metabolização (biotransformação) e a excreção do(s) fármaco(s) (Jambhekar & Breen, 2012). A fase farmacodinâmica corresponde à resposta farmacológica resultante da interação do(s) fármaco(s) a um recetor no seu tecido/órgão alvo, isto é, corresponde aquilo que os fármacos fazem ao organismo (Guimarães, Moura, & Silva, 2006).

De acordo com Nogueira Prista e seus colaboradores (Nogueira Prista, Correia Alves, Morgado, & Sousa Lobo, 2003), a Tecnologia Farmacêutica é uma ciência de aplicação que tem por fim obter

preparações farmacêuticas, a que se dá o nome de medicamentos. Esta área do saber estuda, assim, a transformação em medicamentos dos produtos naturais (animais, vegetais e minerais), de síntese ou obtidos por processos biotecnológicos, tornando-os suscetíveis de serem administrados aos seres vivos (Nogueira Prista et al., 2003). As diferentes formas de apresentação dos medicamentos como, por exemplo, pós, supositórios, óvulos, pomadas, designam-se de *formas farmacêuticas* ou *formas galénicas* ou *formas medicamentosas*. O Estatuto do Medicamento (Decreto-Lei n.º 176/2006, de 30 de agosto), define forma farmacêutica como *o estado final que as substâncias ativas ou excipientes apresentam depois de submetidas às operações farmacêuticas necessárias, a fim de facilitar a sua administração e obter o maior efeito terapêutico desejado*.

A Tecnologia Farmacêutica constitui, portanto, uma área científica que tem como objetivo formular, preparar e efetuar o controlo da qualidade de medicamentos de acordo com as normas farmacopeicas. Sousa Lobo (Nogueira Prista, Correia Alves, & Morgado, 2009) propõe que a formulação seja definida como o conjunto de operações que visam criar um sistema físico no qual o fármaco se encontra inserido, que obedeça aos requisitos da qualidade previamente fixados e que assegure a manutenção das características de eficácia e segurança da substância ativa. Em contrapartida, a pré-formulação diz respeito à avaliação das propriedades físicas e químicas fundamentais de um fármaco, isolado ou associado a diversos excipientes (Nogueira Prista et al., 2009).

Considerando o plano de estudos do Mestrado Integrado em Ciências Farmacêuticas da Faculdade de Farmácia da Universidade do Porto, é possível constatar que existem quatro unidades curriculares de Tecnologia Farmacêutica (**Figura 6**), nas quais se estudam os medicamentos sólidos, semissólidos, líquidos e as formas farmacêuticas que exigem cuidados especiais na sua preparação como, por exemplo, os medicamentos estéreis (Deliberação n.º 2272-F/2007). Além

disso estudam-se as formas farmacêuticas de libertação imediata e as formas farmacêuticas de libertação modificada – estas incluem a libertação prolongada, a libertação retardada e a libertação sequencial (Costa & Lobo, 1999).

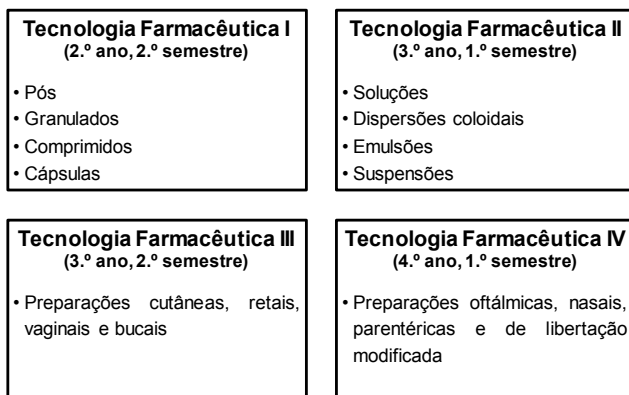


Figura 6 – As quatro unidades curriculares de Tecnologia Farmacêutica, e respetivo programa, do Mestrado Integrado em Ciências Farmacêuticas da Faculdade de Farmácia da Universidade do Porto (Deliberação n.º 2272-F/2007).

As farmacopeias estabelecem os requisitos mínimos da qualidade, ou seja, definem os requisitos ou especificações que devem ser cumpridas pelas matérias-primas utilizadas (substância(s) ativa(s) e excipientes) no fabrico de medicamentos. A título de exemplo, analisando a monografia do atenolol (substância ativa), é possível verificar na sua constituição seis pontos – “Definição”, “Características”, “Identificação”, “Ensaio”, “Doseamento” e “Impurezas” –, e o fármaco tem que cumprir as especificações descritas para ser utilizado (*Farmacopeia Portuguesa* 9, 2008). Em relação às impurezas, estas estão definidas (oito) e é muito importante controlá-las do ponto de vista qualitativo e quantitativo, pois a segurança (toxicidade) do medicamento depende deste parâmetro.

Em relação ao produto acabado (forma farmacêutica), as farmacopeias estabelecem os padrões da qualidade através de monografias gerais (como por exemplo, a monografia dos comprimidos) e de monografias específicas (como por exemplo, a monografia dos comprimidos de ácido acetilsalicílico (AAS)).

As formas farmacêuticas sólidas (comprimidos e cápsulas) são as mais utilizadas na terapêutica para a administração oral de fármacos (Qiu, Chen, & Zhang, 2009; Watt & Armstrong, 2008). De modo a explanar a importância das farmacopeias no ensino da Tecnologia Farmacêutica, irá apresentar-se a título didático a forma farmacêutica comprimidos. Em relação à sua história, os comprimidos tiveram origem em 8 de dezembro de 1843, em Inglaterra, quando William Brockedon (1787-1854) registou uma patente para obtenção de “pí-lulas de grafite por pressão entre dois punções” (Çelik, 1996; S. Patel, Kaushal, & Bansal, 2006). Posteriormente, em 1885, foi publicada a primeira monografia oficial de comprimidos (comprimidos de trinitrato de glicerilo) na Farmacopeia Britânica (Cartwright, 2015). Em Portugal, os comprimidos tiveram monografia oficial na Farmacopeia de 1935 (três monografias) (*Farmacopeia Portuguesa. Edição Oficial*, 1935). No que lhe diz respeito, a Farmacopeia Portuguesa 9 já dispõe de sessenta monografias de comprimidos (*Farmacopeia Portuguesa 9*, 2008).

De acordo com a monografia geral dos comprimidos (*Farmacopeia Portuguesa 9*, 2008), os comprimidos são *preparações sólidas contendo uma dose de uma ou de várias substâncias ativas e são obtidos aglomerando por compressão um volume constante de partículas ou por um outro processo de fabrico apropriado como a extrusão, a moldagem ou a liofilização*. Por sua vez, de acordo com Marshall (Marshall, 2010), o processo de obtenção de um comprimido designa-se por *compactação* e está dividido em duas fases, nomeadamente a *compressão* (etapa em que ocorre a redução do volume do pó/granulado devido ao deslocamento da fase gasosa) e a *consolidação*

(etapa que se traduz no aumento da força mecânica do material devido a interações partícula-partícula). Os três processos tecnológicos principais para o fabrico dos comprimidos são a compressão direta, a granulação a húmido e a granulação a seco (ou método da dupla compressão), como ilustrado na **Figura 7** (Lachman, Lieberman, & Kanig, 2010; Leane, Pitt, & Reynolds, 2015; Sousa Lobo, 1989).

Ainda de acordo com a monografia farmacopeica (*Farmacopeia Portuguesa* 9, 2008), é possível distinguir dez tipos de comprimidos para administração por via oral, designadamente: i) comprimidos não revestidos; ii) comprimidos revestidos; iii) comprimidos efervescentes; iv) comprimidos solúveis; v) comprimidos dispersíveis; vi) comprimidos orodispersíveis; vii) comprimidos gastrorresistentes; viii) comprimidos de libertação modificada; ix) comprimidos para usar na cavidade bucal; e x) liofilizados orais. Convém, ainda, sublinhar que os comprimidos de dupla camada e de multicamadas são utilizados na terapêutica para a administração oral de fármacos (Abebe, Akseli, Sprockel, Kottala, & Cuitiño, 2014; Vaithiyalingam & Sayeed, 2010).

Conforme o Estatuto do Medicamento (Decreto-Lei n.º 176/2006, de 30 de agosto), excipiente é *qualquer matéria-prima que, incluída nas formas farmacêuticas, se junte às substâncias ativas ou suas associações para servir-lhes de veículo, possibilitar a sua preparação ou estabilidade, modificar as suas propriedades organoléticas ou determinar as propriedades físico-químicas do medicamento e a sua biodisponibilidade*.

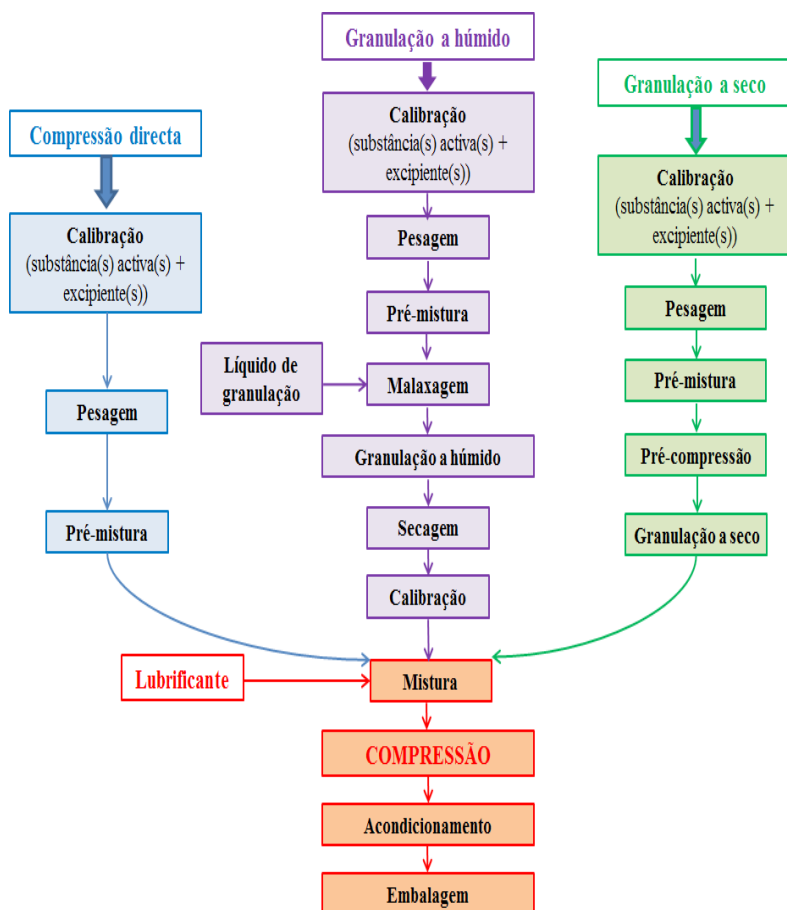


Figura 7 – Fluxograma de fabrico dos três processos tecnológicos principais de preparação dos comprimidos (Conceição, 2011).

Sousa Lobo (Nogueira Prista et al., 2009), baseado na classificação de Lachman, classifica os excipientes em duas categorias, nomeadamente :

- *excipientes primários ou tecnológicos*, cuja utilização é função do medicamento a preparar e que aparecem, em geral, em quase todas as fórmulas correspondentes a uma determinada forma farmacêutica;

- e os *excipientes secundários ou específicos*, cuja utilização depende das características do fármaco ou de outros fatores não diretamente relacionados com a própria forma farmacêutica e que, por isso, surgem pontualmente nas fórmulas.

No caso dos comprimidos, os excipientes tecnológicos são os diluentes, os desagregantes, os aglutinantes e os lubrificantes (Nogueira Prista et al., 2009; Nogueira Prista et al., 2003). Por sua vez, os absorventes, os aromatizantes, os corantes, os edulcorantes, os molhantes e os tampões são excipientes específicos (Nogueira Prista et al., 2009; Nogueira Prista et al., 2003).

Em geral, os ensaios de controlo da qualidade de uma forma farmacêutica dividem-se em quatro categorias, particularmente: i) ensaios respeitantes à(s) substância(s) ativa(s); ii) ensaios físicos e físico-químicos; iii) ensaios que avaliam a uniformidade do lote; e iv) ensaios que avaliam as características de libertação do(s) fármaco(s).

Em relação ao cumprimento de especificações farmacopeicas, os comprimidos têm que obedecer aos requisitos/especificações de quatro ensaios farmacotécnicos, a saber (*Farmacopeia Portuguesa* 9, 2008): três destinam-se a avaliar a uniformidade do lote (uniformidade das preparações unitárias (2.9.40), uniformidade de teor (2.9.6) e uniformidade de massa (2.9.5)) e um destina-se a avaliar as características de cedência do fármaco *in vitro* (dissolução (2.9.3)). Adicionalmente, alguns tipos de comprimidos têm que cumprir o ensaio de desagregação (2.9.1). A título de exemplo, os comprimidos gastrorresistentes, um tipo de comprimidos de libertação retardada, têm que resistir duas horas ao contacto com o suco gástrico e devem desagregar uma hora após o contacto com o suco entérico. Por outro lado, os comprimidos não revestidos devem desagregar quinze minutos após o contacto com água.

A desagregação e a dissolução são ensaios que permitem avaliar as características de cedência de um fármaco *in vitro* (Allen Jr.,

Popovich, & Ansel, 2007; Vila Jato, 2001). Todavia, a dissolução – retrata um processo físico-químico – é um ensaio mais recente e mais informativo, tendo particular relevância para fármacos poucos solúveis em água (Dokoumetzidis & Macheras, 2006; Shohin, Grebenkin, Malashenko, & Stanishevskii, 2016). Em contrapartida, a desagregação retrata um processo físico e tem especial interesse para fármacos solúveis em água (Donauer & Löbenberg, 2007).

A solubilidade da substância ativa é um parâmetro importante para que ocorra a sua absorção (Ros, Somoza, Martín, & Rubio, 2014). Com efeito, convém salientar que a absorção de um fármaco é o resultado de um compromisso (LeBlanc et al., 1997): por um lado, deve estar em solução para poder ser absorvido, portanto, deve ser solúvel na água e ionizado no pH do meio; e por outro lado, deve também ter uma certa lipofilia (e, portanto, ser não ionizado) para se dissolver na membrana e se difundir passivamente através dela.

Analisando a monografia dos comprimidos de AAS (*Farmacopeia Portuguesa* 9, 2008), medicamento vulgarmente conhecido como Aspirina[®], é possível constatar que no ensaio de dissolução a quantidade de AAS dissolvida é, no mínimo, oitenta por cento do teor indicado no rótulo após trinta minutos. Todas as condições experimentais do ensaio estão definidas e o doseamento do fármaco – composto pouco solúvel na água – é realizado por espectrofotometria na região do ultravioleta (265 nm). A título elucidativo, apresenta-se na **Figura 8** o perfil de dissolução de duas fórmulas de comprimidos ($n = 6$; média $\pm$ desvio-padrão) (Conceição et al., 2016): a fórmula I está em conformidade com as especificações farmacopeicas, ou seja, após trinta minutos a percentagem dissolvida de AAS é superior a oitenta por cento; e a fórmula II não está em conformidade, uma vez que a percentagem dissolvida de fármaco após trinta minutos é inferior ao valor estabelecido.

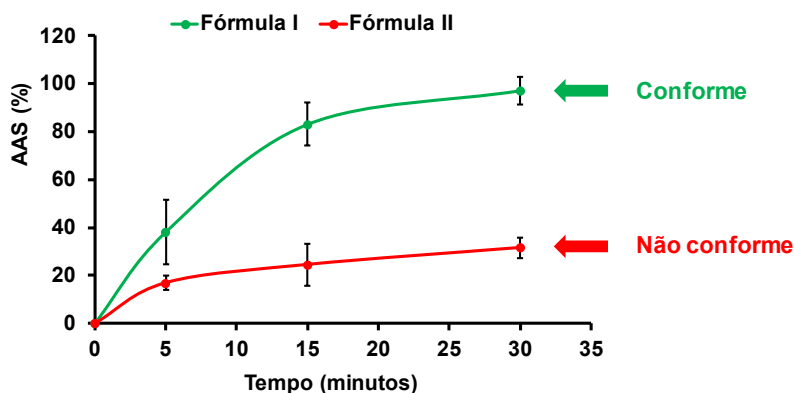


Figura 8 – Perfis de dissolução *in vitro* de comprimidos de AAS (Conceição et al., 2016).

Em relação à qualidade microbiológica das preparações farmacêuticas, os comprimidos para administração por via oral pertencem à *categoria 3* (*Farmacopeia Portuguesa 9*, 2008).

Por fim, destaca-se que não se realiza apenas o controlo da qualidade da forma farmacêutica final, isto é, também se realiza o controlo durante o processo de fabrico (IPC – *In process control*) (Zayas, Talley, & Sanchez, 2005). Assim, é comum durante o fabrico de comprimidos elaborarem-se cartas de controlo como, por exemplo, das massas médias, das amplitudes, da dureza, da friabilidade e do tempo de desagregação.

4. Conclusões

Atualmente, as farmacopeias são livros oficiais com valor legal, elaborados por uma comissão técnica especializada, que acompanham a evolução científica e tecnológica dos conhecimentos ligados

aos medicamentos, avalizando a atualização da sua qualidade e salvaguardando, assim, a Saúde Pública.

A Farmacopeia Portuguesa, em Portugal e em alguns países onde o Português é uma língua oficial, e a Farmacopeia Europeia, na Europa e a nível internacional, desempenham uma função muito importante no estabelecimento de normas da qualidade para os medicamentos e para os produtos que são utilizados no seu fabrico.

A Farmacopeia Portuguesa é mais antiga do que a Farmacopeia Europeia, no entanto, no presente momento, ambas apresentam nove edições oficiais. Com efeito, a Farmacopeia Europeia (inter-governamental) é uma das três principais farmacopeias a nível mundial em conjunto com a Farmacopeia Japonesa (governamental) e a Farmacopeia dos Estados Unidos da América (independente do governo).

A Tecnologia Farmacêutica constitui uma área científica que tem como objetivo formular, preparar e efetuar o controlo da qualidade de medicamentos. As farmacopeias, juntamente com os formulários de índole galénica, desempenham uma função importante no ensino universitário desta área do saber.

5. Agradecimentos

Jaime Conceição expressa a sua gratidão ao Programa de Doutoramento em Medicamento e Inovação Farmacêutica (i3DU), financiado pela Fundação para a Ciência e a Tecnologia, I. P. (FCT), pela bolsa de investigação com a referência PD/BD/127813/2016.

6. Referências

Abebe, A., Akseli, I., Sprockel, O., Kottala, N., & Cuitiño, A. M. (2014). Review of bilayer tablet technology. *Int J Pharm*, 461 (1-2), 549-558.

- Allen Jr., L. V., Popovich, N. G. & Ansel, H. C. (2007). *Formas farmacêuticas e sistemas de liberação de fármacos* (8.^a ed.). Porto Alegre: Artmed.
- Aranda da Silva, J. (2017). Vinte e cinco anos de evolução do INFARMED, I.P.: Os atuais desafios. *Revista Portuguesa de Farmacoterapia*, 9 (2), 45-49.
- Artiges, A. (1998). *O papel da Farmacopeia e da Rede Europeia de Laboratórios Oficiais de Controlo da Qualidade no Sistema Europeu da Qualidade do Medicamento*. Segundas Jornadas do Infarmed. Lisboa: Ministério da Saúde, Infarmed.
- Artiges, A. (2001). The role of pharmacopoeias in international harmonisation. *J Pharm Biomed Anal*, 24(5-6), 769-772.
- Aulton, M. E. (2005). *Delineamento de Formas Farmacêuticas* (2.^a ed.). Porto Alegre: Artmed.
- Barbosa, C. M., & Pinto, S. (2001). *Estudo comparativo de formulários galénicos* (1.^a ed.). Lisboa: Publicações Farmácia Portuguesa, Associação Nacional das Farmácias.
- Cabral, C., & Pita, J. R. (2015). 2. Formas e formatos dos medicamentos – a evolução das formas farmacêuticas. *Ciclo de Exposições: Temas de Saúde, Farmácia e Sociedade. Catálogo*. Coimbra: Centro de Estudos Interdisciplinares do Século XX (CEIS 20) – Grupo de História e Sociologia da Ciência e da Tecnologia.
- Calam, D. H. (1995). Design and international harmonization of pharmacopoeial standards. *J Pharm Biomed Anal*, 14(1-2), 1-5.
- Cartwright, A. C. (2015). *The British Pharmacopoeia, 1864 to 2014: Medicines, International Standards and the State*. Surrey, United Kingdom: Ashgate.
- Carvalho Guerra, F., & Correia Alves, A. (1986). *Breve notícia histórica sobre as farmacopeias portuguesas até ao século XIX. Separata de História e Desenvolvimento da Ciência em Portugal. II Volume. Publicações do II Centenário da Academia das Ciências de Lisboa*. Lisboa.
- Çelik, M. (1996). The past, present, and future of tableting technology. *Drug Dev Ind Pharm*, 22(1), 1-10.
- Conceição, J. (2011). *Compressibilidade de materiais e características de libertação de fármacos*. (Relatório da Unidade Curricular Projeto I), Universidade do Porto, Faculdade de Farmácia, Porto.
- Conceição, J., Pita, J. R., Estanqueiro, M., & Sousa Lobo, J. M. (2014). As Farmacopeias Portuguesas e a Saúde Pública. *Acta Farmacêutica Portuguesa*, 3(1), 47-65.
- Conceição, J., Pita, J. R., & Sousa Lobo, J. M. (2016). *Portuguese Pharmacopoeia: Historical and regulatory approach*. Trabalho apresentado no 5th National Meeting of History of Science and Technology/2nd International Congress of Interdisciplinary History of Health, Coimbra, Portugal.
- Conceição, J., Sousa, G., Teixeira, C., Simões, A. M., Sá, B., & Sousa Lobo, J. M. (2016). *Influence of lubricants on tableting and drug release characteristics*. Trabalho apresentado no 10th World Meeting on Pharmaceutics, Biopharmaceutics and Pharmaceutical Technology, Glasgow, Reino Unido.
- Convention on the Elaboration of a European Pharmacopoeia*. (1964). Strasbourg: Council of Europe.
- Costa, P., & Lobo, J. M. S. (1999). Formas farmacêuticas de libertação modificada. *Revista Portuguesa de Farmácia*, 49 (4), 181-190.

- da Silveira Pinto, A. A. (1835). *Código Pharmaceutico Lusitano*. Coimbra: Imprensa da Universidade.
- Damas Móra, J. A. (1979). Breve nota sobre as farmacopeias escritas em português. *Revista Portuguesa de Farmácia*, 29(1), 358-363.
- Damas Móra, J. A. (1998). *Farmacopeias e outras Obras de Farmácia. 300 anos de qualidade farmacêutica*. Segundas Jornadas do Infarmed. Lisboa: Ministério da Saúde, Infarmed.
- de Santo António, D. C. (1704). *Pharmacopea Lusitana*. Coimbra: Joam Antunes.
- Declaração de retificação n.º 352/2012. Diário da República n.º 49 – II Série. Ministério da Saúde.
- Decreto-Lei n.º 176/2006 de 30 de agosto. *Diário da República* n.º 167 – I Série. Ministério da Saúde.
- del Castillo García, B. (2014). *De las farmacopeas de ayer y de hoy*. Zaragoza: Academia de Farmacia "Reino Aragón".
- Deliberação n.º 10/CD/2013*. Lisboa: INFARMED, Ministério da Saúde.
- Deliberação n.º 2272-F/2007* de 8 de novembro. *Diário da República* n.º 215 – II Série.
- Dokoumetzidis, A., & Macheras, P. (2006). A century of dissolution research: from Noyes and Whitney to the biopharmaceutics classification system. *Int J Pharm*, 321(1-2), 1-11.
- Donauer, N., & Löbenberg, R. (2007). A mini review of scientific and pharmacopeial requirements for the disintegration test. *Int J Pharm*, 345(1-2), 2-8.
- Estatutos da Universidade de Coimbra (1772)*, vol. 3. (1972). Coimbra: Universidade.
- EudraLex – Volume 4 Good manufacturing practice (GMP) Guidelines*. Brussels: European Commission.
- European Directorate for the Quality of Medicines & HealthCare (2017). *Membership & Observership of the European Pharmacopoeia*. Strasbourg: EDQM, Council of Europe. Acedido a 21 de junho de 2017 em: <https://www.edqm.eu/en/membership-observership>.
- European Directorate for the Quality of Medicines & HealthCare – Protecting public health in Europe since 1964*. (2017). Strasbourg: EDQM, Council of Europe.
- European Pharmacopoeia* 9. (2017). Strasbourg: EDQM, Council of Europe.
- Farmacopeia Portuguesa* 8. (2005). Lisboa: Ministério da Saúde, Infarmed.
- Farmacopeia Portuguesa* 9. (2008). Lisboa: Ministério da Saúde, Infarmed.
- Farmacopeia Portuguesa IV*. (1946). (2.ª ed.). Lisboa: Imprensa Nacional de Lisboa.
- Farmacopeia Portuguesa V*. (1986). Lisboa: Imprensa Nacional – Casa da Moeda.
- Farmacopeia Portuguesa VI*. (1997). Lisboa: Ministério da Saúde, Infarmed.
- Farmacopeia Portuguesa VII*. (2002). Lisboa: Ministério da Saúde, Infarmed.
- Farmacopeia Portuguesa. Edição Oficial*. (1935). (1.ª ed.). Lisboa: Imprensa Nacional de Lisboa.
- Folch y Andreu, R. (1942). Las Farmacopeas Portuguesas. *Revista de la Universidad de Madrid*, 2(5), 3-34.

- Guimarães, S., Moura, D., & Silva, P. S. d. (2006). *Terapêutica medicamentosa e suas bases farmacológicas. Manual de Farmacologia e Farmacoterapia* (5.^a ed.). Porto: Porto Editora.
- Howland, R. D., & Mycek, M. J. (2007). *Farmacologia Ilustrada* (3.^a ed.). Porto Alegre: Artmed.
- Immel, B. K. (2001). A brief history of the GMPs for pharmaceuticals. *Pharm Technol*, 44-52.
- Index of Pharmacopoeias*. (2013). Geneva: World Health Organization.
- Jambhekar, S. S., & Breen, P. J. (2012). *Basic Pharmacokinetics* (2nd ed.). London: Pharmaceutical Press.
- Jr., H. D. S., & Wiggins, J. M. (2012). Compendial globalization: Achieving harmonization through standardized practices and collaboration. *Pharm Technol*, 36(4), 94-101.
- Keitel, S. (2010). Inside EDQM: The role of the pharmacopeia in a globalized world. *Pharm Technol*, 34, 120-121.
- Keitel, S. (2011). Inside EDQM: Mass serialization to combat counterfeit drugs. *Pharm Technol*, 35(10), 133-134.
- Keitel, S. (2013). The need for Pharmacopeial Harmonization. *Pharm Technol*, 37(4), 36-38.
- Keitel, S. (2014). Finished product monographs in the European Pharmacopoeia. *Pharm Technol*, 38(6).
- Keitel, S. (2016). Significant revisions and updates to the European Pharmacopoeia. *Pharm Technol*, 40(5), 20-21.
- Lachman, L., Lieberman, H. A., & Kanig, J. L. (2010). *Teoria e Prática na Indústria Farmacêutica. II Volume* (2.^a ed.). Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.
- Leane, M., Pitt, K., & Reynolds, G. (2015). A proposal for a drug product Manufacturing Classification System (MCS) for oral solid dosage forms. *Pharm Dev Technol*, 20(1), 12-21.
- LeBlanc, P.-P., Aiache, J.-M., Besner, J.-G., Buri, P., & Lesne, M. (1997). *Tratado de Biofarmácia e Farmacocinética*. Lisboa: Ciência e Técnica, Instituto Piaget.
- Lemos, J. M. (2016a). *José Pereira Reis: Lente da Escola Médico-Cirúrgica do Porto*. Trabalho apresentado no II Congresso "O Porto Romântico" – Actas (pp. 42-52), Porto.
- Lemos, J. M. (2016b). *O Conselheiro Agostinho Albano da Silveira Pinto*. Trabalho apresentado no II Congresso "O Porto Romântico" – Actas (pp. 17-26), Porto.
- Malerba, F., & Orsenigo, L. (2015). The evolution of the pharmaceutical industry. *Bus Hist*, 57(5), 664-687.
- Marshall, K. (2010). Compressão e consolidação de sólidos em pó. Em L. Lachman, H. A. Lieberman, & J. L. Kanig (Eds.), *Teoria e Prática na Indústria Farmacêutica. I Volume* (2.^a ed., pp. 113-170). Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.
- Ministério da Saúde, Infarmed (2017). *Comissão da Farmacopeia Portuguesa*. Lisboa: Ministério da Saúde, Infarmed. Acedido a 21 de junho de 2017 em: <http://www.infarmed.pt/web/infarmed/institucional/estrutura-e-organizacao/comissoes-tecnicas-especializadas/comissao-da-farmacopeia-portuguesa>.

- Moreira dos Santos, J. (2014). Da Companhia Portuguesa Higiene ao primeiro medicamento original de patente mundial: 120 anos de Indústria Farmacêutica em Portugal. Em J. A. Aranda da Silva (Ed.), *A indústria farmacêutica em Portugal – Saber investir, saber inovar 75 anos* (1.^a ed., pp. 61-143): Apifarma – Associação Portuguesa da Indústria Farmacêutica.
- Morgado, R. R. (1998). *A Farmacopeia Portuguesa*. Segundas Jornadas do Infarmed. Lisboa: Ministério da Saúde, Infarmed.
- Nogueira Prista, L., Correia Alves, A., & Morgado, R. (2009). *Tecnologia Farmacêutica*, III Volume (6.^a ed.). Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.
- Nogueira Prista, L., Correia Alves, A., Morgado, R., & Sousa Lobo, J. (2003). *Tecnologia Farmacêutica*, I Volume (6.^a ed.). Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.
- Patel, K. T., & Chotai, N. P. (2008). Pharmaceutical GMP: past, present, and future – a review. *Pharmazie*, 63(4), 251-255.
- Patel, S., Kaushal, A. M., & Bansal, A. K. (2006). Compression physics in the formulation development of tablets. *Crit Rev Ther Drug Carrier Syst*, 23(1), 1-65.
- Pereira da Gama, J. (1940). Pequena notícia histórica sobre a origem da Farmacopeia Portuguesa. *Medicina*, 4(40), 59-64.
- Pharmacopea Portugueza*. (1876). Lisboa: Imprensa Nacional.
- Pita, J. R. (1995). *A Farmácia na Universidade de Coimbra (1772-1836). Ciência, ensino e produção de medicamentos no Dispensatório Farmacêutico*. (Tese de Doutoramento), Universidade de Coimbra, Coimbra.
- Pita, J. R. (1999a). A Farmácia em Portugal: de 1836 a 1921. Introdução à sua História. Parte II. Exercício Profissional, Industrialização do Medicamento e Literatura Farmacêutica. *Revista Portuguesa de Farmácia*, 49(2), 61-70.
- Pita, J. R. (1999b). Um livro com 200 anos: A Farmacopeia Portuguesa (Edição oficial). A publicação da primeira farmacopeia oficial: Pharmacopeia Geral (1794). *Revista de História das Ideias*, 20, 47-98.
- Pita, J. R. (2007). *História da Farmácia* (3.^a ed.): Minerva-Coimbra.
- Pita, J. R., & Pereira, A. L. (2005). A bela idade da primeira Farmacopeia Portuguesa: 300 anos. Em A. L. Marques (Ed.), *Medicina na Beira Interior. Da Pré-História ao Século XXI: Cadernos de Cultura N.º XIX* (pp. 74-82). Castelo Branco: Samedo – Soc. Tipográfica, Lda..
- Portaria n.º 408/96 de 22 de agosto. Diário da República n.º 194 – I Série-B. Ministério da Saúde.
- Proença da Cunha, A., & Roque, O. R. (2011). *Plantas Medicinais da Farmacopeia Portuguesa – Constituintes, Controlo, Farmacologia e Utilização* (2.^a ed.). Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.
- Protocol to the Convention on the Elaboration of a European Pharmacopoeia*. (1989). Strasbourg: Council of Europe.
- Qiu, Y., Chen, Y., & Zhang, G. G. Z. (2009). *Developing solid oral dosage forms. Pharmaceutical theory and practice* (1st ed.). London: Academic Press.
- Review of World Pharmacopoeias. International Meeting of World Pharmacopoeias. Geneva, Executive Board Room. 29 February–2 March 2012*. (2013). Geneva: World Health Organization.

- Rodrigues Coelho, M. (1735). *Pharmacopea Tubalense Chimico-Galenica: parte primeira*. Lisboa: Na officina de Antonio de Sousa da Sylva.
- Ros, A. A., Somoza, M. C., Martín, F. R. M., & Rubio, M. C. M. (2014). *Biofarmacia y Farmacocinética. Ejercicios y problemas resueltos* (2.^a ed.). Barcelona: Elsevier.
- Rosendo, J. (1952). *Farmacopeias Portuguesas*. Lisboa: Laboratórios de Vicente Ribeiro & Carvalho da Fonseca, Lda..
- Shohin, I. E., Grebenkin, D. Y., Malashenko, E. A., & Stanishevskii, Y. M. (2016). A brief review of the FDA dissolution methods database. *Dissolut Technol*, 23(3), 6-10.
- Silva, A. C. C. d. (1998). *Farmácia. História e Profissão*. Lisboa: Ordem dos Farmacêuticos, Secção Regional de Lisboa. Edições Inapa, SA.
- Sonnedecker, G. (1993). The founding period of the U. S. Pharmacopoeia. I. European antecedents. *Pharm Hist*, 35(4), 151-162.
- Sousa Dias, J. P. (1987). João Vigier e a introdução da Química Farmacêutica em Portugal. *Medicamento, História e Sociedade*, 5, 1-5.
- Sousa Dias, J. P. (1993). A formação da indústria farmacêutica em Portugal: os primeiros laboratórios (1890-1914). *Revista Portuguesa de Farmácia*, 43(4), 47-57.
- Sousa Dias, J. P. (1994). *A Farmácia em Portugal. Uma Introdução à sua História 1338-1938*. Lisboa: Associação Nacional das Farmácias.
- Sousa Dias, J. P. (1995). De Pombal ao Estado Novo: A Farmacopeia Portuguesa e a História (1772-1935). *Medicamento, História e Sociedade*, 4(6), 1-8.
- Sousa Lobo, J. M. (1989). *Contribuição para o estudo da tecnologia de fabrico, estabilidade e biodisponibilidade de formas farmacêuticas contendo dipirona*. (Dissertação de candidatura ao grau de Doutor), Universidade do Porto, Porto.
- Sousa Lobo, J. M. (2008). A Globalização da Farmacopeia. Em *Infarmed 15 anos – Olhar o Passado, Projetar o Futuro* (pp. 94-99). Lisboa: Ministério da Saúde, Infarmed.
- Sousa Lobo, J. M. (2009). A Farmacopeia Europeia e a qualidade dos medicamentos na Europa. *Revista Portuguesa de Farmacoterapia*, 1(1), 18-21.
- Sousa Lobo, J. M. (2012). *The Portuguese Pharmacopoeia: Tradition, Use and Development*. Lisboa: Infarmed, Ministério da Saúde.
- Tavares, F. (1794). *Pharmacopeia Geral*. Lisboa: Na Regia Officina Typografica.
- Vaithiyalingam, S. R., & Sayeed, V. A. (2010). Critical factors in manufacturing multi-layer tablets – assessing material attributes, in-process controls, manufacturing process and product performance. *Int J Pharm*, 398(1-2), 9-13.
- Vigier, J. (1716). *Pharmacopea Ulyssiponense*. Lisboa: Officina de Pascoal da Sylva.
- Vila Jato, J. L. (2001). *Tecnología Farmacéutica. Volumen II: Formas Farmacéuticas*. Madrid: Editorial Síntesis.
- Watt, P. R., & Armstrong, N. A. (2008). *Tablet and capsule machine instrumentation* (1st ed.). London: Pharmaceutical Press.
- Wiggins, J. M., Skutnik, J. A., Shimek-Cox, J. L., & Schwarzwaldner, N. A. (2008). The Ideal Pharmacopeia. *Pharm Technol*, 32(11), 122-125.
- Zayas, J., Talley, M., & Sanchez, V. (2005). In-process control methods for the manufacture of APIs. *Pharm Technol*, 29(4), 154-162.

**MEDINDO O CORPO E O ESQUELETO:
OS INSTRUMENTOS DA CASA MATHIEU (1889)
NO ENSINO DA ANTROPOLOGIA
NA UNIVERSIDADE DE COIMBRA
MEASURING THE BODY AND THE SKELETON:
THE INSTRUMENTS OF MATHIEU COMPANY
(1889) IN THE TEACHING OF ANTHROPOLOGY
AT THE UNIVERSITY OF COIMBRA**

Maria Augusta Rocha

0000-0002-2718-9849

Ana Luísa Santos

0000-0001-6073-1532

Departamento de Ciências da Vida, Centro de Investigação
em Antropologia e Saúde (CIAS), Universidade de Coimbra

E-mail: marocha@antrop.uc.pt, alsantos@antrop.uc.pt

Resumo: O ensino da Antropologia na Universidade de Coimbra iniciou-se em 1885. Para esta nova área disciplinar foram adquiridos materiais diversos necessários às aulas e à investigação.

O presente trabalho tem como objetivo documentar a compra de 39 instrumentos antropológicos realizada à casa Mathieu, sediada em Paris, importante fabricante de equipamentos téc-

nicos e científicos, com vários prémios em exposições universais. Muitos dos instrumentos antropológicos comercializados foram produzidos sob a direção de Paul Broca, fundador da Sociedade de Antropologia de Paris.

Os instrumentos adquiridos pela Universidade de Coimbra chegaram em 1889, conforme documentado por faturas e outros documentos preservados no Arquivo da Universidade de Coimbra e que aqui se mostram. Neste lote incluem-se instrumentos para análise no vivo (antropometria) e outros para o esqueleto (craniometria e osteometria).

Nas últimas décadas, estes instrumentos ficaram silenciados na reserva do museu, com exceção de alguns que beneficiaram de saídas esporádicas para exposições e/ou publicações. A divulgação que agora se faz, procura despertar o interesse dos investigadores para este espólio.

Palavras-chave: antropometria, craniometria, instrumentos antropológicos, antropologia física, antropologia biológica

Abstract: The teaching of Anthropology at the University of Coimbra began in 1885. For this new discipline various materials usefull for teaching and research were acquired.

The present work aims to document the purchase of 39 anthropological instruments produced by Mathieu company, based in Paris, an important manufacturer of technical and scientific equipments, awarded in several universal exhibitions. Many of the anthropological instruments were produced under the direction of Paul Broca, founder of the Society of Anthropology of Paris.

The instruments acquired by the University of Coimbra arrived in 1889, as documented by invoices and other documents preserved in the Archive of the University of Coimbra and which are shown here. In this lot are instruments to

the anthropometric study of living persons (anthropometry) and of the human skeleton (craniometry and osteometry). In the last decades, these instruments remained silenced in the storerooms of the museum, sporadically were shown in exhibitions and/or publications.

This work seeks to arouse the interest of researchers for this scientific patrimony.

Key words: anthropometry, craniometry, anthropological instruments, physical anthropology, biological anthropology

1.Introdução

A cadeira de *Anthropologia, Paleontologia Humana e Archeologia Préhistórica* foi criada, por carta de lei de 2 de julho de 1885 (Figura 1), na Universidade de Coimbra (Areia e Rocha, 1985; Rocha, 1995). O professor responsável por esta nova disciplina foi Bernardino Luís Machado Guimarães (1851-1944). Natural do Rio de Janeiro, veio para a Universidade de Coimbra em 1866, com 15 anos de idade, tendo-se matriculado primeiro na Faculdade de Matemática e, no ano seguinte, na Faculdade de Filosofia (Callapez *et al.*, 2011). Obteve o grau de doutor em Filosofia em 1876 e, três anos depois, foi nomeado lente catedrático da mesma Faculdade. Foi um dos membros fundadores da *Sociedade de Antropologia de Coimbra*, cujos estatutos datam de 1898, tendo sido eleito o seu primeiro Presidente (Museu e Laboratório Antropológico, 1985; 2016).

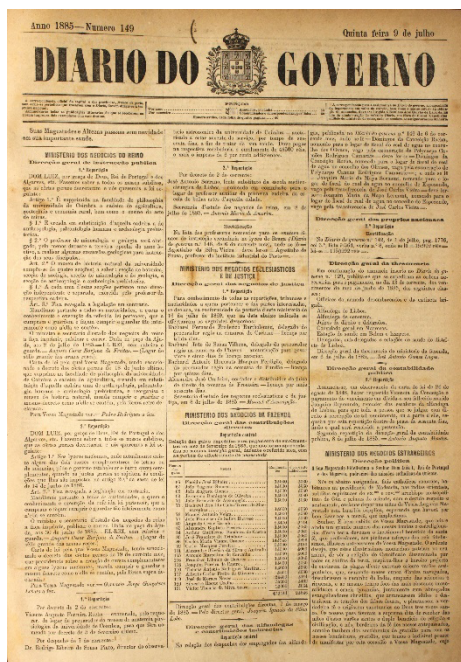


Figura 1. Diário do Governo de 9 de julho de 1885, onde foi publicada a criação da disciplina de Antropologia.

Atento e conhecedor dos relevantes eventos e avanços científicos da sua época, o Professor Bernardino Machado adquiriu numerosa bibliografia e materiais diversos, necessários tanto para as aulas como para a investigação. A título de exemplo, refira-se a coleção didática de paleontologia, com 543 espécies, animais e vegetais, adquiridas a Lenoir & Forster, *comptoir* de Viena de Áustria, que deram entrada da Universidade de Coimbra em janeiro de 1892 (Callapez *et al.*, 2011). Estas aquisições vieram reforçar, deste modo, os acervos do Museu de História Natural criado pela reforma Pombalina de 1772 (Museu e Laboratório Antropológico, 1985; 2016).

A presente pesquisa tem como objetivo documentar o primeiro lote de instrumentos antropológicos adquiridos, em 1889, pela Faculdade de Filosofia Natural, à casa Mathieu.

2. A casa Mathieu

A empresa Mathieu foi fundada por Louis-Joseph Mathieu (1817-1879), belga, que iniciou a sua atividade profissional nos centros de produção de cutelaria cirúrgica de Namur e de Gembloux (Braye, 2014; Désiron, 2016). Posteriormente, deslocou-se para a Alemanha e, mais tarde, para França, locais onde aperfeiçoou os seus conhecimentos, nomeadamente nas empresas Lüer e Charrière (Braye, 2014).

Em 1847 ou 1848 fundou em Paris, à época, a ‘capital da instrumentação cirúrgica’ (Braye 2014: 51), a sua própria casa, junto à escola de medicina, desenvolvendo frutuosas relações com os cirurgiões, o que, por questões de patentes, resultou nalguns confrontos legais com os anteriores patrões (Braye, 2014; Martin *et al.*, 2016). O seu primeiro catálogo, ao que foi possível apurar, data de 1855 e nele constam, sobretudo, utensílios cirúrgicos, odontológicos e próteses (Mathieu, 1862). Comercializava, também, equipamentos técnicos e científicos, tendo como clientes hospitais, ministérios e universidades, entre outras instituições da Europa e da América do Sul, conforme publicitava nos catálogos seguintes. A demanda por estes produtos explode em consequência do aumento de intervenções cirúrgicas (Braye, 2014).

Mathieu, em estreita colaboração com Paul Broca, fundador da *Sociedade de Antropologia de Paris*, em 1859, diversifica a sua produção para os instrumentos antropológicos (Broca, 1865). Nas palavras de Broca (1865: 570) ‘estes instrumentos, fazem a maior honra à habilidade de M. Mathieu’.

A casa Mathieu teve sucursais e pontos de venda noutras cidades e países (Braye, 2014). Nos catálogos são referidos os *Grands prix* obtidos em Exposições Universais, tais como as de Paris (1867, 1889, 1900), Moscovo (1892), Chicago (1892), Lyon (1894), Bruxelas (1897), Hanói (1903) e Saint-Louis (1904).

Em 1865, Mathieu obteve por decreto imperial a cidadania francesa, país que já lhe havia conferido, em 1863, o título honorífico

da *Légion d'Honneur de l'empereur Napoléon III* (in Désiron, 2016). Também a Bélgica, o seu país natal, prestou homenagem ao importante industrial, atribuindo-lhe, em 1866, o título de *Chevalier de l'Ordre de Léopold* (in Désiron, 2016), erigindo-lhe um busto póstumo em 1933 e, ainda, integrando-o na toponímia (Braye, 2014).

Após o seu falecimento, em 1879, é o filho Raoul que dá continuidade à Casa. Posteriormente, junta-se-lhe o irmão Henri (Braye, 2014; Désiron, 2016) e a produção desenvolve-se com encomendas da 'marinha, armada e na senda da aventura colonial' (Braye, 2014). Em 1901, com o falecimento de Raoul, diversas mudanças ocorreram (*La Lancette française*, 1883 in Désiron, 2016), que incluíram o estabelecimento de novas sociedades comerciais (Braye, 2014, Martin *et al.*, 2016) sendo o último catálogo publicado em 1933 (Braye, 2014).

2.1. A aquisição à casa Mathieu em 1889

A pesquisa realizada no Arquivo da Universidade de Coimbra revelou uma cópia da fatura, datada de 29 de junho de 1889, respeitante à compra de 39 instrumentos pelo Museu Antropológico (Figura 2) no valor de 1546,75 francos, equivalentes a 284.365 réis. Conforme indicado pelo Diretor interino, Henrique Teixeira Bastos (1861-1843), o pagamento foi efetuado em 30 de julho do mesmo ano, através do envio de quatro vales de correio. Em 24 de setembro, a empresa H. Guichard do Porto, que rececionou a encomenda, enviou à Universidade de Coimbra uma nota de despesa no valor de 29.509 réis, que incluía itens como frete, direitos, selos e impressos da agência ao despachante (Figura 3). Na figura 4 reproduz-se a folha da Universidade de Coimbra, de 30 de setembro, em que é indicado o quantitativo das despesas do transporte 'de Paris ao Havre, e do Havre ao Porto, e d'ali à Universidade', aos quais foram adicionados o pagamento do caminho de ferro do Porto a Coimbra (580 réis) e o

transporte da estação de Coimbra até à Universidade (400 réis). Em 15 de outubro, Henrique Teixeira Bastos recebe da tesouraria este quantitativo. Analisada esta documentação, constata-se que decorreram três meses entre a chegada da fatura e a entrada dos instrumentos, tendo o pagamento ao fornecedor tardando apenas um mês.

Pezzeri

Fakijue d'Inchimenti de E'Inzue, Colligade, etc.

115, Boulevard Saint Germain, Paris

Razet affettivo

Paris, le 22 June 1844

Doct. Thuroverre et Canbier (Vedugue)
(Affaire d'Inchigade)

1. d'Inchigade, n. 1	5
1. d'Inchigade, n. 2	2
1. d'Inchigade, n. 3	1
1. d'Inchigade, n. 4	11
1. d'Inchigade, n. 5	22
1. d'Inchigade, n. 6	4
1. d'Inchigade, n. 7	38
1. d'Inchigade, n. 8	38
1. d'Inchigade, n. 9	139
1. d'Inchigade, n. 10	139
1. d'Inchigade, n. 11	2
1. d'Inchigade, n. 12	22
1. d'Inchigade, n. 13	11
1. d'Inchigade, n. 14	12
1. d'Inchigade, n. 15	12
1. d'Inchigade, n. 16	12
1. d'Inchigade, n. 17	13
1. d'Inchigade, n. 18	13
1. d'Inchigade, n. 19	13
1. d'Inchigade, n. 20	13
1. d'Inchigade, n. 21	13
1. d'Inchigade, n. 22	13
1. d'Inchigade, n. 23	13
1. d'Inchigade, n. 24	13
1. d'Inchigade, n. 25	13
1. d'Inchigade, n. 26	13
1. d'Inchigade, n. 27	13
1. d'Inchigade, n. 28	13
1. d'Inchigade, n. 29	13
1. d'Inchigade, n. 30	13
1. d'Inchigade, n. 31	13
1. d'Inchigade, n. 32	13
1. d'Inchigade, n. 33	13
1. d'Inchigade, n. 34	13
1. d'Inchigade, n. 35	13
1. d'Inchigade, n. 36	13
1. d'Inchigade, n. 37	13
1. d'Inchigade, n. 38	13
1. d'Inchigade, n. 39	13
1. d'Inchigade, n. 40	13
1. d'Inchigade, n. 41	13
1. d'Inchigade, n. 42	13
1. d'Inchigade, n. 43	13
1. d'Inchigade, n. 44	13
1. d'Inchigade, n. 45	13
1. d'Inchigade, n. 46	13
1. d'Inchigade, n. 47	13
1. d'Inchigade, n. 48	13
1. d'Inchigade, n. 49	13
1. d'Inchigade, n. 50	13
1. d'Inchigade, n. 51	13
1. d'Inchigade, n. 52	13
1. d'Inchigade, n. 53	13
1. d'Inchigade, n. 54	13
1. d'Inchigade, n. 55	13
1. d'Inchigade, n. 56	13
1. d'Inchigade, n. 57	13
1. d'Inchigade, n. 58	13
1. d'Inchigade, n. 59	13
1. d'Inchigade, n. 60	13
1. d'Inchigade, n. 61	13
1. d'Inchigade, n. 62	13
1. d'Inchigade, n. 63	13
1. d'Inchigade, n. 64	13
1. d'Inchigade, n. 65	13
1. d'Inchigade, n. 66	13
1. d'Inchigade, n. 67	13
1. d'Inchigade, n. 68	13
1. d'Inchigade, n. 69	13
1. d'Inchigade, n. 70	13
1. d'Inchigade, n. 71	13
1. d'Inchigade, n. 72	13
1. d'Inchigade, n. 73	13
1. d'Inchigade, n. 74	13
1. d'Inchigade, n. 75	13
1. d'Inchigade, n. 76	13
1. d'Inchigade, n. 77	13
1. d'Inchigade, n. 78	13
1. d'Inchigade, n. 79	13
1. d'Inchigade, n. 80	13
1. d'Inchigade, n. 81	13
1. d'Inchigade, n. 82	13
1. d'Inchigade, n. 83	13
1. d'Inchigade, n. 84	13
1. d'Inchigade, n. 85	13
1. d'Inchigade, n. 86	13
1. d'Inchigade, n. 87	13
1. d'Inchigade, n. 88	13
1. d'Inchigade, n. 89	13
1. d'Inchigade, n. 90	13
1. d'Inchigade, n. 91	13
1. d'Inchigade, n. 92	13
1. d'Inchigade, n. 93	13

A. Pezzeri 53125

Hague

215 55

1. d'Inchigade, n. 1	22	215	55
1. d'Inchigade, n. 2	22	215	55
1. d'Inchigade, n. 3	22	215	55
1. d'Inchigade, n. 4	22	215	55
1. d'Inchigade, n. 5	22	215	55
1. d'Inchigade, n. 6	22	215	55
1. d'Inchigade, n. 7	22	215	55
1. d'Inchigade, n. 8	22	215	55
1. d'Inchigade, n. 9	22	215	55
1. d'Inchigade, n. 10	22	215	55
1. d'Inchigade, n. 11	22	215	55
1. d'Inchigade, n. 12	22	215	55
1. d'Inchigade, n. 13	22	215	55
1. d'Inchigade, n. 14	22	215	55
1. d'Inchigade, n. 15	22	215	55
1. d'Inchigade, n. 16	22	215	55
1. d'Inchigade, n. 17	22	215	55
1. d'Inchigade, n. 18	22	215	55
1. d'Inchigade, n. 19	22	215	55
1. d'Inchigade, n. 20	22	215	55
1. d'Inchigade, n. 21	22	215	55
1. d'Inchigade, n. 22	22	215	55
1. d'Inchigade, n. 23	22	215	55
1. d'Inchigade, n. 24	22	215	55
1. d'Inchigade, n. 25	22	215	55
1. d'Inchigade, n. 26	22	215	55
1. d'Inchigade, n. 27	22	215	55
1. d'Inchigade, n. 28	22	215	55
1. d'Inchigade, n. 29	22	215	55
1. d'Inchigade, n. 30	22	215	55
1. d'Inchigade, n. 31	22	215	55
1. d'Inchigade, n. 32	22	215	55
1. d'Inchigade, n. 33	22	215	55
1. d'Inchigade, n. 34	22	215	55
1. d'Inchigade, n. 35	22	215	55
1. d'Inchigade, n. 36	22	215	55
1. d'Inchigade, n. 37	22	215	55
1. d'Inchigade, n. 38	22	215	55
1. d'Inchigade, n. 39	22	215	55
1. d'Inchigade, n. 40	22	215	55
1. d'Inchigade, n. 41	22	215	55
1. d'Inchigade, n. 42	22	215	55
1. d'Inchigade, n. 43	22	215	55
1. d'Inchigade, n. 44	22	215	55
1. d'Inchigade, n. 45	22	215	55
1. d'Inchigade, n. 46	22	215	55
1. d'Inchigade, n. 47	22	215	55
1. d'Inchigade, n. 48	22	215	55
1. d'Inchigade, n. 49	22	215	55
1. d'Inchigade, n. 50	22	215	55
1. d'Inchigade, n. 51	22	215	55
1. d'Inchigade, n. 52	22	215	55
1. d'Inchigade, n. 53	22	215	55
1. d'Inchigade, n. 54	22	215	55
1. d'Inchigade, n. 55	22	215	55
1. d'Inchigade, n. 56	22	215	55
1. d'Inchigade, n. 57	22	215	55
1. d'Inchigade, n. 58	22	215	55
1. d'Inchigade, n. 59	22	215	55
1. d'Inchigade, n. 60	22	215	55
1. d'Inchigade, n. 61	22	215	55
1. d'Inchigade, n. 62	22	215	55
1. d'Inchigade, n. 63	22	215	55
1. d'Inchigade, n. 64	22	215	55
1. d'Inchigade, n. 65	22	215	55
1. d'Inchigade, n. 66	22	215	55
1. d'Inchigade, n. 67	22	215	55
1. d'Inchigade, n. 68	22	215	55
1. d'Inchigade, n. 69	22	215	55
1. d'Inchigade, n. 70	22	215	55
1. d'Inchigade, n. 71	22	215	55
1. d'Inchigade, n. 72	22	215	55
1. d'Inchigade, n. 73	22	215	55
1. d'Inchigade, n. 74	22	215	55
1. d'Inchigade, n. 75	22	215	55
1. d'Inchigade, n. 76	22	215	55
1. d'Inchigade, n. 77	22	215	55
1. d'Inchigade, n. 78	22	215	55
1. d'Inchigade, n. 79	22	215	55
1. d'Inchigade, n. 80	22	215	55
1. d'Inchigade, n. 81	22	215	55
1. d'Inchigade, n. 82	22	215	55
1. d'Inchigade, n. 83	22	215	55
1. d'Inchigade, n. 84	22	215	55
1. d'Inchigade, n. 85	22	215	55
1. d'Inchigade, n. 86	22	215	55
1. d'Inchigade, n. 87	22	215	55
1. d'Inchigade, n. 88	22	215	55
1. d'Inchigade, n. 89	22	215	55
1. d'Inchigade, n. 90	22	215	55
1. d'Inchigade, n. 91	22	215	55
1. d'Inchigade, n. 92	22	215	55
1. d'Inchigade, n. 93	22	215	55

Reel de la Thuroverre et Canbier, n. 1, n. 2, n. 3, n. 4, n. 5, n. 6, n. 7, n. 8, n. 9, n. 10, n. 11, n. 12, n. 13, n. 14, n. 15, n. 16, n. 17, n. 18, n. 19, n. 20, n. 21, n. 22, n. 23, n. 24, n. 25, n. 26, n. 27, n. 28, n. 29, n. 30, n. 31, n. 32, n. 33, n. 34, n. 35, n. 36, n. 37, n. 38, n. 39, n. 40, n. 41, n. 42, n. 43, n. 44, n. 45, n. 46, n. 47, n. 48, n. 49, n. 50, n. 51, n. 52, n. 53, n. 54, n. 55, n. 56, n. 57, n. 58, n. 59, n. 60, n. 61, n. 62, n. 63, n. 64, n. 65, n. 66, n. 67, n. 68, n. 69, n. 70, n. 71, n. 72, n. 73, n. 74, n. 75, n. 76, n. 77, n. 78, n. 79, n. 80, n. 81, n. 82, n. 83, n. 84, n. 85, n. 86, n. 87, n. 88, n. 89, n. 90, n. 91, n. 92, n. 93, n. 94, n. 95, n. 96, n. 97, n. 98, n. 99, n. 100, n. 101, n. 102, n. 103, n. 104, n. 105, n. 106, n. 107, n. 108, n. 109, n. 110, n. 111, n. 112, n. 113, n. 114, n. 115, n. 116, n. 117, n. 118, n. 119, n. 120, n. 121, n. 122, n. 123, n. 124, n. 125, n. 126, n. 127, n. 128, n. 129, n. 130, n. 131, n. 132, n. 133, n. 134, n. 135, n. 136, n. 137, n. 138, n. 139, n. 140, n. 141, n. 142, n. 143, n. 144, n. 145, n. 146, n. 147, n. 148, n. 149, n. 150, n. 151, n. 152, n. 153, n. 154, n. 155, n. 156, n. 157, n. 158, n. 159, n. 160, n. 161, n. 162, n. 163, n. 164, n. 165, n. 166, n. 167, n. 168, n. 169, n. 170, n. 171, n. 172, n. 173, n. 174, n. 175, n. 176, n. 177, n. 178, n. 179, n. 180, n. 181, n. 182, n. 183, n. 184, n. 185, n. 186, n. 187, n. 188, n. 189, n. 190, n. 191, n. 192, n. 193, n. 194, n. 195, n. 196, n. 197, n. 198, n. 199, n. 200, n. 201, n. 202, n. 203, n. 204, n. 205, n. 206, n. 207, n. 208, n. 209, n. 210, n. 211, n. 212, n. 213, n. 214, n. 215, n. 216, n. 217, n. 218, n. 219, n. 220, n. 221, n. 222, n. 223, n. 224, n. 225, n. 226, n. 227, n. 228, n. 229, n. 230, n. 231, n. 232, n. 233, n. 234, n. 235, n. 236, n. 237, n. 238, n. 239, n. 240, n. 241, n. 242, n. 243, n. 244, n. 245, n. 246, n. 247, n. 248, n. 249, n. 250, n. 251, n. 252, n. 253, n. 254, n. 255, n. 256, n. 257, n. 258, n. 259, n. 260, n. 261, n. 262, n. 263, n. 264, n. 265, n. 266, n. 267, n. 268, n. 269, n. 270, n. 271, n. 272, n. 273, n. 274, n. 275, n. 276, n. 277, n. 278, n. 279, n. 280, n. 281, n. 282, n. 283, n. 284, n. 285, n. 286, n. 287, n. 288, n. 289, n. 290, n. 291, n. 292, n. 293, n. 294, n. 295, n. 296, n. 297, n. 298, n. 299, n. 300, n. 301, n. 302, n. 303, n. 304, n. 305, n. 306, n. 307, n. 308, n. 309, n. 310, n. 311, n. 312, n. 313, n. 314, n. 315, n. 316, n. 317, n. 318, n. 319, n. 320, n. 321, n. 322, n. 323, n. 324, n. 325, n. 326, n. 327, n. 328, n. 329, n. 330, n. 331, n. 332, n. 333, n. 334, n. 335, n. 336, n. 337, n. 338, n. 339, n. 340, n. 341, n. 342, n. 343, n. 344, n. 345, n. 346, n. 347, n. 348, n. 349, n. 350, n. 351, n. 352, n. 353, n. 354, n. 355, n. 356, n. 357, n. 358, n. 359, n. 360, n. 361, n. 362, n. 363, n. 364, n. 365, n. 366, n. 367, n. 368, n. 369, n. 370, n. 371, n. 372, n. 373, n. 374, n. 375, n. 376, n. 377, n. 378, n. 379, n. 380, n. 381, n. 382, n. 383, n. 384, n. 385, n. 386, n. 387, n. 388, n. 389, n. 390, n. 391, n. 392, n. 393, n. 394, n. 395, n. 396, n. 397, n. 398, n. 399, n. 400, n. 401, n. 402, n. 403, n. 404, n. 405, n. 406, n. 407, n. 408, n. 409, n. 410, n. 411, n. 412, n. 413, n. 414, n. 415, n. 416, n. 417, n. 418, n. 419, n. 420, n. 421, n. 422, n. 423, n. 424, n. 425, n. 426, n. 427, n. 428, n. 429, n. 430, n. 431, n. 432, n. 433, n. 434, n. 435, n. 436, n. 437, n. 438, n. 439, n. 440, n. 441, n. 442, n. 443, n. 444, n. 445, n. 446, n. 447, n. 448, n. 449, n. 450, n. 451, n. 452, n. 453, n. 454, n. 455, n. 456, n. 457, n. 458, n. 459, n. 460, n. 461, n. 462, n. 463, n. 464, n. 465, n. 466, n. 467, n. 468, n. 469, n. 470, n. 471, n. 472, n. 473, n. 474, n. 475, n. 476, n. 477, n. 478, n. 479, n. 480, n. 481, n. 482, n. 483, n. 484, n. 485, n. 486, n. 487, n. 488, n. 489, n. 490, n. 491, n. 492, n. 493, n. 494, n. 495, n. 496, n. 497, n. 498, n. 499, n. 500, n. 501, n. 502, n. 503, n. 504, n. 505, n. 506, n. 507, n. 508, n. 509, n. 510, n. 511, n. 512, n. 513, n. 514, n. 515, n. 516, n. 517, n. 518, n. 519, n. 520, n. 521, n. 522, n. 523, n. 524, n. 525, n. 526, n. 527, n. 528, n. 529, n. 530, n. 531, n. 532, n. 533, n. 534, n. 535, n. 536, n. 537, n. 538, n. 539, n. 540, n. 541, n. 542, n. 543, n. 544, n. 545, n. 546, n. 547, n. 548, n. 549, n. 550, n. 551, n. 552, n. 553, n. 554, n. 555, n. 556, n. 557, n. 558, n. 559, n. 560, n. 561, n. 562, n. 563, n. 564, n. 565, n. 566, n. 567, n. 568, n. 569, n. 570, n. 571, n. 572, n. 573, n. 574, n. 575, n. 576, n. 577, n. 578, n. 579, n. 580, n. 581, n. 582, n. 583, n. 584, n. 585, n. 586, n. 587, n. 588, n. 589, n. 590, n. 591, n. 592, n. 593, n. 594, n. 595, n. 596, n. 597, n. 598, n. 599, n. 600, n. 601, n. 602, n. 603, n. 604, n. 605, n. 606, n. 607, n. 608, n. 609, n. 610, n. 611, n. 612, n. 613, n. 614, n. 615, n. 616, n. 617, n. 618, n. 619, n. 620, n. 621, n. 622, n. 623, n. 624, n. 625, n. 626, n. 627, n. 628, n. 629, n. 630, n. 631, n. 632, n. 633, n. 634, n. 635, n. 636, n. 637, n. 638, n. 639, n. 640, n. 641, n. 642, n. 643, n. 644, n. 645, n. 646, n. 647, n. 648, n. 649, n. 650, n. 651, n. 652, n. 653, n. 654, n. 655, n. 656, n. 657, n. 658, n. 659, n. 660,

Figura 2. Frente e verso da fatura do débito do Museu Antropológico à casa Mathieu, discriminando as quantidades, números do catálogo e respectivos preços dos instrumentos. No verso consta a indicação do pagamento por Henrique Teixeira Bastos. (Arquivo da Universidade IV-1^aD-7-5-1 06 e 07).

[illegible]

Figura 3. Memorandum e fatura da empresa H. Guichard relativa ao desalfandegamento e transporte (Arquivo da Universidade IV-1ªD-7-5-2 01 e IV-1ªD-7-5-2 02).

Verificada, Rep. de Cont. da Fac. de Ciências da Universidade, 1 de Setembro de 1887.		Visto, Pago das Escolas, em 13 de Outubro de 1887.	
Universidade de Coimbra			
Gabinete de Antropologia		N.º	
Transporte de instrumentos e exemplares para este gabinete, sinais de Marre ao Marre e do Marre do Porto, e de ali a Universidade.			
Designação dos objectos		Importancia	
Fret, direitos, sellos, agencias e carretos		29.510	
Caminho de ferro do Porto a Coimbra		580	
Transporte da cidade de Coimbra até a Universidade		422	
		30.490	
Repartição de Contabilidade da Secretaria da Universidade, em 30 de Setembro de 1887.			
O Official (Moraes),			
Ainda a thronaria de cop. accedendo a gente de tinto mil praticantes e novatos reis, si pretam, e esta fides, um per. para Coimbra, 10 de Setembro de 1887 Henrique Pereira Costa			

Figura 4. Folha da Contabilidade da Universidade dando conta das despesas associados ao transporte, internacional e nacional, até ao Gabinete de Antropologia (Arquivo da Universidade IV-1ªD-7-5-2_03).

Confrontados os dados existentes na fatura e os do catálogo de 1873 da casa Mathieu (Figura 5), apresenta-se de seguida a listagem

dos instrumentos adquiridos. De referir que no catálogo constam, para além da numeração e da designação dos instrumentos, a descrição e a sua aplicação. Para alguns instrumentos existe igualmente uma referência bibliografia, frequentemente assinada por Broca, em que as características e funções foram indicadas detalhadamente. Neste trabalho apresenta-se apenas uma breve descrição dos instrumentos. A saber:

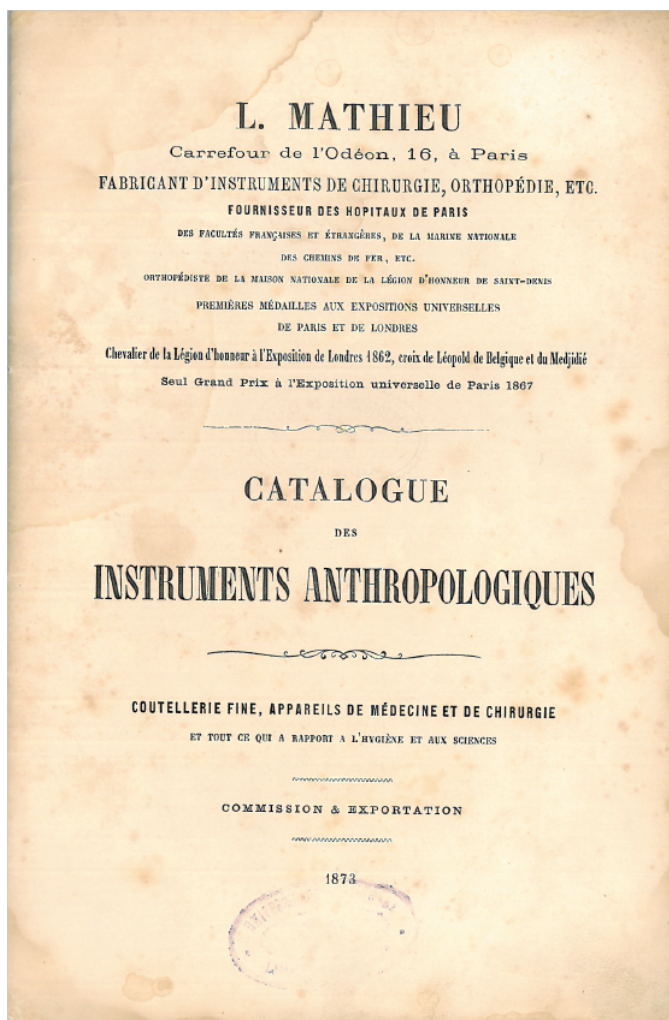


Figura 5. Capa do catálogo da casa Mathieu, publicado em 1873.

A. Antropometria

3. Metro duplo. Articulado com molas.

4. Grande esquadro graduado. Determina a estatura do indivíduo e a altura de diversos pontos inferiores do seu corpo.

5. Grande tábua graduada (Broca). Instrumento de difícil utilização em trabalhos de campo, mas muito útil para os laboratórios.

6. e 7. Esquadro diretor e esquadro explorador (Broca). Para medidas, ditas, de duplo esquadro.

8. Goniómetro facial de Broca. Mede o ângulo facial (esqueleto e no vivo) e projeta o triângulo de Cuvier. Apresentado na Sociedade de Antropologia de Paris, na sessão de 22 de dezembro de 1864, por Paul Broca, alegando que os modelos existentes eram pesados e dispendiosos. Baseando-se no princípio craniométrico de Bush, adaptou um goniómetro e confiou a Louis Mathieu a sua execução (Rocha, 2009).

11. Esquadro auricular flexível. Instrumento antropométrico para determinar o bregma que é ligeiramente diferente do bregma osteométrico.

15. Dinamómetro de bolso de Mathieu. Instrumento em elipse com dupla função e dupla escala em Kg. Mede a força da pressão centrípeta exercida no sentido do eixo menor da elipse (escala interior – força de pressão da mão). A escala exterior mede e tração centrífuga sobre o grande eixo (força de tração do indivíduo). Pode, ainda, funcionar como balança.

16. Pneumómetro [espirómetro]. Grande fole para o qual o indivíduo lança todo o ar da expiração. A lâmina inferior está fixa e a superior, ao subir, desloca um cursor, B, que marca na escala o volume de ar expirado, em litros e quartos de litro.

17. Esfigmógrafo. Dá o traçado do pulso. Aparelho que regista o pulso arterial, cujo traçado avalia o seu tipo, intensidade e frequência (Manuila *et al.*, 2004).

18. Antropómetro (Laboratoire d'anthropologie¹). É destinado a medir a altura de todos os pontos do corpo e pode dar, igualmente, as medidas horizontais seguindo o método das coordenadas retangulares e o procedimento do duplo esquadro.

B. Craniometria

1º Instrumentos gerais

20. Metro padrão em cobre para laboratório. Fixado numa parede, serve para aferir as fitas métricas.

25. Endómetro (Henri Mathieu). Introduz-se pelo buraco occipital para medir diâmetros intra-cranianos. Consiste em dois compassos opostos com ramos divergentes encurvados em S e articulados em X. O compasso inferior utiliza-se para o diâmetro ântero-posterior e o superior para os diâmetros transversais. O comprimento dos diâmetros é indicado para cada compasso por uma graduação marcada num dos ramos do outro compasso.

26. Paquímetro (Broca). Mede a espessura de qualquer ponto do crânio e serve para marcar no exocrânio um ponto de correspondência do endocrânio.

27. Compasso de Grandidier. Craveira transformada em compasso de espessura, pois tem as duas hastes encurvadas, as quais, quando reunidas, formam um círculo.

2º Instrumentos para determinar a posição do crânio

30. Cranióstato para o crânio humano. Tábua retangular onde se coloca o crânio, segundo o plano alvéolo-condiliano de Broca, para posteriores medições. Para ilustrar as figuras existentes no

¹ 'Os instrumentos ainda inéditos que construímos sob a direção do M. Broca, para o Laboratoire d'Anthropologie des Hautes Études, são indicados pelas palavras entre parêntesis: (Laboratoire d'anthropologie)' (Catálogo, 1873: [3]).

catálogo, reproduzimos a imagem que conjuga os instrumentos números 30, 32 e 34 (Figura 6).

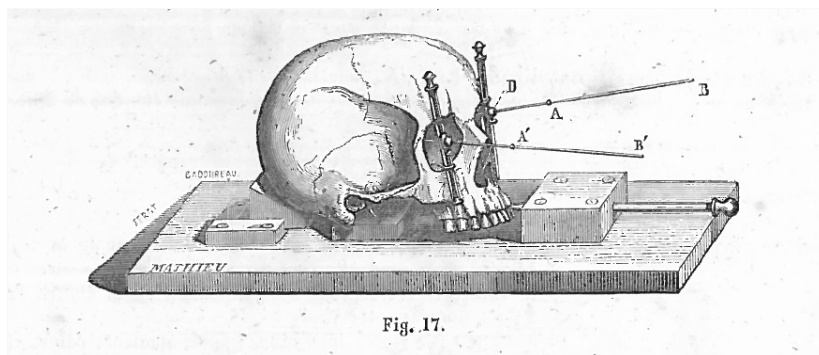


Figura 6. Imagem do Catálogo da casa Mathieu (1873: 11), ilustrando a aplicação dos instrumentos números 30, 32 e 34 num crânio humano.

31. Cranióstato para anatomia comparada (Laboratoire d'anthropologie). Permite posicionar, no plano alvéolo-condiliano de Broca, crânios humanos e de animais de pequeno, médio e grande porte.

32. Orbitóstato de cremalheira (Broca). Pequeno instrumento que fixa a agulha orbitária no eixo da órbita.

34. Agulhas orbitárias. Agulhas que introduzidas na órbita, atravessam o buraco central do orbitóstato, dando assim a direção do eixo orbitário. Encontram-se aplicadas no crânio que ilustra a utilização do cranióstato (instrumento nº 30).

35. Régua bimilimétrica. Régua em marfim com 50 cm de comprimento, graduada apenas numa extensão de 20 cm. Utiliza-se na determinação do ângulo bi-orbitário, por um processo trigonométrico, que mede o afastamento das duas agulhas orbitárias no homem ou em qualquer outro vertebrado.

36. Cranióforo de Broca. Suporte de madeira e ferro que se introduz no buraco occipital para fixar o crânio numa posição horizontal com a ajuda da Libelle (instrumento nº 37).

37. Libelle (Broca). Instrumento em madeira, em forma de esquadro, destinado a orientar o crânio no cranióforo (instrumento nº 36).

3º Instrumentos para desenhar o crânio

40. Craniógrafo (Broca). Serve para desenhar, em projeção geométrica, os diversos contornos cranianos. Para isso são necessários o cranióforo e o craniógrafo.

41. Estereógrafo (Broca). Instrumento que permite desenhar, em projeção geométrica, os detalhes de exocrânio.

42. Suspensor e o fio de chumbo condiliano (Broca). É um suporte craniano para ser utilizado com o estereógrafo.

44. Endógrafo de Broca (Laboratoire d'anthropologie). Instrumento para desenhar as curvas endocranianas, através do buraco occipital. Compõe-se de quatro peças distintas: o fixador ou peça basilar, a placa negativa, a placa positiva e a régua com as respectivas armaduras.

45. Cefalómetro d'Antelme. Permite projetar no papel os pontos necessários para a construção das curvas cefálicas ou cranianas, medindo ângulos e raios, num sistema designado por método das coordenadas polares (Rocha, 2009). Concebido pelo médico A. Antelme, foi submetido em 1838 à apreciação da Academia das Ciências de Paris, tendo começado por ser utilizado na determinação das medidas cefalométricas no vivo (Antelme, 1860-1863) e, posteriormente, no crânio. Em 1839 foram construídos dois exemplares utilizados na 'Expedition Scientifique du Nord' e em 1845 foi aconselhado para a viagem ao Brasil por M. Darcet (Rocha, 2009). É considerado no Catálogo de 1873 como o primeiro dos instrumentos de precisão da Antropologia.

4º Instrumentos especiais

57. Goniómetro parietal (Quatrefages²). Grande compasso articulado que serve para determinar o ângulo parietal, tanto no vivo como no esqueleto. Foi apresentado à comunidade científica na *Academia de Ciências de Paris*, em 1858. O pensamento científico do séc. XIX atribuía grande importância ao ângulo parietal na ‘distinção das raças humanas’ (Prichard *in* Quatrefages, 1858), o que levou Quatrefages a idealizar e a mandar fabricar o goniómetro parietal (Rocha, 2009).

58. Nível occipital (Broca). Em forma de gancho, coloca-se a parte retilínea sobre o eixo do buraco occipital e a ponta da parte recurvada vai marcar o perfil do crânio, ao nível do plano do buraco occipital que varia de ‘raça’ para ‘raça’.

60. Goniómetro occipital retangular para anatomia comparada (Broca). Eram fabricados dois modelos, um grande e um pequeno, para animais de diferentes portes. Atendendo às dimensões, crê-se que terá sido adquirido o menor.

61. Compasso de espessura com três ramos³. Resulta duma adaptação mais funcional do instrumento usado pelos escultores, que Quatrefages utilizava.

63. Goniómetro auricular (Broca). Mede os ângulos auriculares.

66. Gancho esfenoideal e a sonda ótica. Medem o ângulo esfenoideal de Virchow e Welcker, sem abrir o crânio.

² Jean Louis Armand de Quatrefages de Bréau (1810-1892), naturalista e antropólogo francês (Ferembach, 1989).

³ Este instrumento não está desenhado no catálogo, pelo que não é possível confirmar a sua forma. Terá custado 12 francos. No entanto, existe no acervo da Universidade de Coimbra um instrumento (número 62) idêntico ao ilustrado na figura 41, designado por compasso de espessura de três ramos (Broca) (Laboratoire d'Anthropologie) com custo de 25 francos e que não consta na fatura de compra. Assim, questiona-se se terá havido algum lapso no envio.

67. Gancho túrcico (Broca). Determina, por exemplo, o ângulo da sela de Landzert, cuja cúpula está na lâmina quadrada e o comprimento da apófise basilar.

72. Cranioscópio (Broca). Para a observação do endocrânio, através do buraco occipital, compõe-se de um aparelho de iluminação, espelhos e suporte do espelho.

5º Instrumentos construídos para o laboratório de Antropologia

74. Moldura [chassis] de Pierre Camper. Desenho geométrico do crânio por projeção num plano vertical.

80. Goniómetro de Morton. Destinado às demonstrações dos cursos de craniologia, foram construídos sem modelos, a partir de descrições ou figuras publicadas pelos seus autores.

82. Aparelho de Mantegazza. Utilizado para medir a área do buraco occipital, foi construído a partir de um modelo vindo de Florença.

C. Osteometria

90. Osteómetro [tabua osteométrica] (Laboratoire d'anthropologie). Permite medir os ossos sobre uma escala graduada.

Estes instrumentos usados nos estudos de antropometria, craniometria e osteometria, pretendiam avaliar morfometricamente a população viva e proceder à identificação civil e criminal (Rocha, 1985). O esqueleto era pesquisado com vista à definição de ‘tipos raciais’⁴ em indivíduos provenientes de escavações, ou de outras recolhas, efetuadas tanto no território nacional como nas colónias e, também, nas recém-constituídas coleções de crânios identificados.

⁴ Os estudos genéticos revelaram há algumas décadas que na espécie humana não existem raças. A variabilidade é entendida como uma adaptação ao ambiente (Jurmain *et al.*, 2017).

2.2. Qual a utilização dada aos instrumentos da UC?

A exata aplicação destes instrumentos nos estudos antropológicos na Universidade de Coimbra é difícil de aferir e carece de uma pesquisa aturada. Sabe-se, no entanto, que houve incentivo de Bernardino Machado para que os alunos melhorassem alguns instrumentos o que de resto foi realizado por Salema (1899) no trabalho intitulado *Modificação do goniómetro mandibular de Broca*. Por seu turno, Lucas (1901) mede o ângulo biorbitário de crânios humanos, de outros primatas, e de animais roedores, ruminantes, entre outros, com o orbitóstato de Mathieu (nº 32). Aliás, a fazer crer numa fotografia realizada no ano letivo de 1896/1897 (*in* Lima, 2007:75), estes instrumentos fariam parte da aula de Antropologia. Contudo, a hipótese de ter havido uma encenação para retratar o docente e os discípulos não poder ser descartada.

2.3. O papel destes instrumentos no século XXI

Durante a corrente pesquisa, procurou-se saber se outras instituições possuem instrumentos antropológicos adquiridos à casa Mathieu. A pesquisa realizada foi pouco frutuosa. Essa escassez pode dever-se ao fato das instituições não terem publicado a sua história, ou a pesquisa ter sido publicada em suporte de difícil acesso ou, ainda, por ter sido escrita em línguas desconhecidas pelas autoras. A única referência encontrada vem do Brasil, do Museu Nacional da Universidade Federal do Rio de Janeiro (Sá *et al.*, 2008). Esta instituição emprestava frequentemente os instrumentos à Faculdade de Medicina do Rio de Janeiro (Keuller, 2008).

Ao estudarem este acervo, Sá e coautores (2008: 205) referem, precisamente, que os esqueletos que estes instrumentos avaliaram

sempre tiveram o estatuto de coleção, enquanto que os instrumentos '[p]assaram de uma identidade utilitária, qual seja, de 'objetos do cotidiano', à condição de 'objetos (con)sagrados'. Tal como no Museu Nacional, também na Universidade de Coimbra, o 'escurecimento dos metais, menor brilho da madeira e marcas de ferrugem – ajudou a forjar uma transformação simbólica que resultou na constituição de novas identidades' (Sá *et al.*, 2008: 205). Nas últimas décadas, os objetivos dos estudos e os conteúdos programáticos mudaram e estes instrumentos deixaram de pertencer ao quotidiano de docentes, investigadores e estudantes, remetendo-os às prateleiras das reservas museológicas.

Na Universidade de Coimbra, do que é possível apurar, os instrumentos adquiridos à casa Mathieu estiveram primeiro no Museu de História Natural, no Colégio de Jesus, até 1911/1912, passando depois para o Colégio de S. Boaventura (1912-1949) e, desde 1949, para o Colégio de S. Bento (Areia *et al.*, 1991), com inauguração das instalações definitivas em outubro de 1966. A instalação do museu didático previsto para o 3º piso do Colégio de S. Bento, por Eusébio Tamagnini (1880-1972) e, posteriormente, por Alberto Xavier da Cunha (1908-19??), nunca se concretizou, pelo que estes instrumentos, juntamente com outros espólios, foram colocados em armários na reserva do 2º piso, onde permanecem até à data (Figura 7).



Figura 7. Alguns dos instrumentos da casa Mathieu no interior dum armário da Reserva museológica, no segundo piso do Colégio S. Bento.

Esta reclusão tem sido interrompida com saídas esporádicas de alguns instrumentos para eventos de divulgação pública, como exposições e respetivos catálogos e, também, em publicações sobre o espólio da Universidade de Coimbra:

Em 1983/4, contribuíram para o cenário da recriação da “*Aula de Antropologia*”⁵ integrada na exposição itinerante “*Vida e obra de Bernardino Machado*”, aquando da sua passagem pelo Museu da Ciência e da Técnica em Coimbra e, posteriormente, na Sociedade de Geografia de Lisboa;

No ano seguinte, foram mostrados na Exposição “*Cem anos de Antropologia em Coimbra 1885-1985*”⁵ (2 a 16 de julho de 1985) e na reposição patente entre 21 de outubro e 8 de novembro, realizada no Museu e Laboratório Antropológico da Universidade de Coimbra (Rocha *et al.*, 1985);

⁵ No espólio audiovisual existem diapositivos relativos a este evento.

Estiveram na exposição “*O Orientalismo em Portugal (séculos XVI-XX)*” que decorreu na Alfandega do Porto (outubro 1999 a janeiro 2000) e no respetivo catálogo (Rodrigues, 1999);

Encontram-se, também, publicados no livro “*A Universidade de Coimbra: o tangível e o intangível*” (Rocha, 2009);

E, recentemente, na exposição “*Boa Viagem, Senhor Presidente! De Lisboa até à Guerra. 100 anos da primeira visita de Estado*”, organizada pelo Museu da Presidência no Palácio da Cidadela de Cascais (7 novembro 2017 a abril de 2018) e patentes no catálogo (Matos e Azinheira, 2017).

3. Considerações finais

Os instrumentos antropológicos da casa Mathieu não foram seguramente os primeiros a serem adquiridos pela Universidade de Coimbra⁶. No entanto, são de particular relevo pela qualidade do fabricante, cimentado no conhecimento de Paul Broca. De salientar que, dos 92 instrumentos do Catálogo de 1873, foram comprados 39 (42,4%), o que constituiu um investimento significativo.

Alguns destes objetos foram exibidos em distintas ocasiões. Contudo, a sua listagem anotada completa é aqui apresentada pela primeira vez. Este trabalho procurou igualmente indicar o seu percurso e, ao desvendá-lo, ambiciona atrair investigadores para estudos aprofundados acerca desta coleção ímpar. Desconhece-se, nomeadamente, o papel desempenhado por estes instrumentos no ensino e na investigação antropológica em Coimbra. Será igualmente desejável

⁶ João Gualberto de Barros e Cunha menciona “[e]sses crânios [Timor] foram cuidadosamente medidos em 1885, quando estava a organizar-se a secção antropológica do Museu, pelo auctor deste artigo, então estudante do quinto anno de Philosophia e os seus condiscípulos Aarão Ferreira de Lacerda e Duarte Leite Pereira da Silva” (Cunha, 1885: 10).

a articulação com outras instituições detentoras de instrumentos Mathieu.

4. Agradecimentos

Ao Arquivo, ao Departamento de Ciências da Vida, ao Museu da Ciência da Universidade de Coimbra e aos revisores científicos pelos seus comentários e sugestões.

5. Referências bibliográficas

- Antelme, A. (1860-1863). Note sur la céphalométrie (Lu dans la séance du 18 Juillet 1861). *Mémoires de la Société d'Anthropologie de Paris*, 1^{ère} série, 1, 337-348
- Areia, M., Rocha, M. A. & Miranda, M. (1991). O Museu e Laboratório Antropológico da Universidade de Coimbra. In *Universidade(s): História, Memória, Perspectivas. Actas do Congresso 'História da Universidade (no 7º Centenário da sua Fundação)* (87-105). Coimbra: Comissão Organizadora do Congresso 'História da Universidade.
- Areia, M. & Rocha, M. A. (1985). Ensino da antropologia. In Museu e Laboratório Antropológico da Universidade de Coimbra, *Cem anos de antropologia em Coimbra: 1885-1985* (13-60). Coimbra: Imprensa da Universidade de Coimbra, Imprensa Nacional Casa da Moeda.
- Areia, M. & Rocha, M. A. (2016 [1985]). Ensino da antropologia. In Museu e Laboratório Antropológico da Universidade de Coimbra, *Cem anos de antropologia em Coimbra: 1885-1985* (13-60). Coimbra: Imprensa da Universidade de Coimbra, Imprensa Nacional Casa da Moeda.
- Barros e Cunha, J. G. (1885). Notícia sobre uma série de crânios da ilha de Timor existente no Museu da Universidade. *Aula de Anthropologia da Universidade de Coimbra. Trabalhos de Alunmos*, 5-28.
- Braye, G. (2014). Louis Mathieu, coutelier chirurgical parisien d'origine belge. *Actes. Société française d'histoire de l'art dentaire*, 19, 50-54.
- Broca, P. (1865). Sur un moyen de mesurer l'angle sphénoïdal, sans ouvrir le crâne. *Bulletin de la Société d'Anthropologie de Paris*, 6, 564-572.
- Callapez, P., Rocha, M. A., Abrantes, D., Santos, A. L., Paredes, R. & Marques, J. (2011). A colecção clássica de Lenoir & Forster e o ensino de Paleontologia e Antropologia na Faculdade de Filosofia da Universidade de Coimbra. In L. J. P. F. Neves, A. J. S. C. Pereira, C. S. R. Gomes & L. C. G. Pereira & A. O. Tavares (Comissão Científica e Editorial), *Modelação de Sistemas Geológicos: homenagem ao Professor Doutor Manuel Maria Godinho* (141-157). Coimbra: Laboratório de Radioactividade Natural da Universidade de Coimbra. p. 141-157.

- Désiron, Q. (2016). Répertoire commenté et illustré des fabricants et des vendeurs d'instruments de chirurgie de Belgique au XIXe siècle. *Les cahiers de clystère*, 7, 1-91.
- Ferebach, D. (1989). Jean Louis Armand de Quatrefages de Bréau (1810–1892). *International Journal of Anthropology*, 4 (4), 305-307.
- Jurmain, R., Kilgore, L., Trevathan, W., Ciochon, R. L. & Bartelink, E. (2017). *Introduction to Physical Anthropology*. Boston: Cengage Learning.
- Keuller, A. T. A. M. (2008). *Os estudos físicos de Antropologia no Museu Nacional do Rio de Janeiro: cientistas, objetos, idéias e instrumentos (1876-1939)*. Tese de Doutorado, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas – Universidade de S. Paulo, São Paulo, Brasil.”.
- Lima, J. (2007). *Princípios de antropologia em Bernardino Machado*. Porto: Campo das Letras.
- Lucas, A. V. da C. (1901). O angulo biorbitário dos crânios portugueses. In *Aula de Antropologia da Universidade de Coimbra: Trabalhos dos alunos* (215-223). Coimbra: Imprensa da Universidade (1902/1904).
- Manuila, L., Manuila, A., Lewalle, P. & Nicoulin, M. (2004). *Dicionário Médico*. Lisboa: Climepsi Editores.
- Martin, J. P., Petitdant, B. & Meunier, J. M. (2016). Les fabricants Français de matériels médicaux. *Les cahiers de clystère*, 4, 1-263.
- Mathieu, L. (1862). *Catalogue des instruments de chirurgie*. Acedido a 10 de outubro de 2017, em <https://ia801300.us.archive.org/30/items/b22292093/b22292093.pdf>.
- Mathieu, L. (1873). *Catalogue des instruments de anthropologiques*. Paris: Typographie de Henri Plon.
- Matos, M. A. & Azinheira, D. (2011). *Boa viagem senhor presidente!: de Lisboa até à guerra: 100 anos da primeira visita de estado*. Lisboa: Museu da Presidência da República, Imprensa Nacional-Casa da Moeda.
- Museu e Laboratório Antropológico (1985). *Cem anos de antropologia: 1885-1985*. Coimbra: Imprensa da Universidade de Coimbra.
- Quatrefages, M.A. de (1858). Note sur l'angle pariétal et sur un goniomètre destiné à le mesurer. *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des Sciences*, 46 (17), 791-793.
- Rocha, M. A. (1985). Antropologia Criminal. In Museu e Laboratório Antropológico da Universidade de Coimbra, *Cem anos de antropologia: 1885-1985* (83-107). Coimbra: Imprensa da Universidade de Coimbra.
- Rocha, M. A. (1995). Les collections ostéologiques humaines identifiées du Musée Anthropologique de l'Université de Coimbra. *Antropologia Portuguesa*, 13, 17-38.
- Rocha, M. A. (2009). Cefalómetro d'Antelme. Catálogo. Património Científico. Museu da Ciência: Museu Antropológico. In J. F. F. Costa & M. H. C. Coelho (Coords.), *A Universidade de Coimbra. O Tangível e o Intangível* (328-329). Coimbra: Imprensa da Universidade.
- Rocha, M. A., Morais, M. H., Figueiras, I. & Martins, M. R. (1985). [Guião da exposição] *Cem Anos de Antropologia em Coimbra (1885-1985)*. Coimbra: Museu e Laboratório Antropológico da Universidade de Coimbra.

- Rodrigues, A. M. (1999). *O orientalismo em Portugal: séculos XVI-XX*. Lisboa: Comissão Nacional para as Comemorações dos Descobrimentos Portugueses.
- Sá, G. J. S., Santos, R. V., Rodrigues-Carvalho, C. & Silva, E. C. (2008). Crânios, corpos e medidas: a constituição do acervo de instrumentos antropométricos do Museu Nacional na passagem do século XIX para o XX. *História, Ciências, Saúde – Manguinhos*, 15, 197-208.
- Salema, J. (1899). *Modificação do goniómetro mandibular de Broca*. In: *Aula de Antropologia da Universidade de Coimbra: Trabalhos dos alunos*. Coimbra: Imprensa da Universidade (1902/1904), 175-189.

**READING GRAECO-ROMAN MEDICINE
IN THE LIGHT OF ITS MEDICAL-SURGICAL
INSTRUMENTS
LEITURA DA MEDICINA GRECO-ROMANA À LUZ
DE SEUS INSTRUMENTOS MÉDICO-CIRÚRGICOS**

Maria do Sameiro Barroso

0000-0002-2860-7387

Núcleo de História da Medicina da Ordem dos Médicos

msameirobarroso@gmail.com

Abstract: Viewing the history of science through its objects provides a practical and direct comprehension of its technical-scientific level and social-historical context. This approach is particularly useful in the study of Graeco-Roman surgery and tools, highlighting its unrivalled advances over previous proto-medicines. A survey of the instruments makes clear the complementarity of medicine and surgery as well as their devising and preparation of medicines by physicians. The tools, the sources for their study and their context illustrate textbooks, provide data on similar medical thought and practice in the whole Roman Empire and on physician's social status. They testify the existence of funerary medical honours such as heroization, following the example of Asclepius, the patron of Graeco-Roman medicine. The finding of surgical instruments

in female tombs also discloses the existence of female medical practitioners. Focusing on Greek-Roman surgical tools provides an accurate and global view on founding procedures that established Western surgery.

Keywords: Surgical instruments, Graeco-Roman medicine, History of surgery, Women doctors, Roman archaeology

Resumo: Visualizar a história da ciência através de seus objetos proporciona uma compreensão prática e directa de seu nível técnico-científico e do seu contexto histórico-social. Essa abordagem é particularmente útil no estudo da cirurgia e dos seus instrumentos greco-romanos, destacando seus avanços incomparáveis em relação às proto-medicinas anteriores. Um levantamento dos instrumentos deixa clara a complementaridade entre medicina e cirurgia, bem como sua concepção e a preparação de medicamentos por médicos. Os instrumentos, o estudo das suas fontes e o seu contexto ilustram os textos, fornecem dados sobre o pensamento e a prática médica semelhante em todo o Império Romano e sobre o estatuto social do médico. Testemunham a existência de honras médicas funerárias como a heroização, seguindo o exemplo de Asclépio, patrono da medicina greco-romana. A descoberta de instrumentos cirúrgicos em túmulos femininos também revela a existência de médicos do sexo feminino. O estudo dos instrumentos cirúrgicos greco-romanos fornece uma visão precisa e global sobre os procedimentos fundadores que estabeleceram a cirurgia ocidental.

Palavras-chave: Instrumentos cirúrgicos, Medicina greco-romana, História da cirurgia, Práticas funerárias, Médicos do sexo feminino, Arqueologia romana

1. Graeco-Roman medicine

Graeco-Roman medicine, extended from Hippocrates (460-370 B.C.) to Paul of Aegina (625-690 A.D.), the last Byzantine compiler, laid the foundations of rational medical thought, explaining diseases by natural causes, as opposed to a supernatural origin, characteristic of earlier magical proto-medicines. The shift from magical to rational thinking is difficult to trace, but it is already evident in the Homeric epics (Jaeger, 1993, 150-151).

An emerging difference in the concept of deities may be at the basis of rational thinking. Gods are anthropomorphic and stand very close to humans. For Homer, gods are similar to humans. Although gods are beings who live without weight, they present human traits. Trivial feelings govern them. They get angry, fight, intrigue, are sensitive to pain, have feelings of revenge; they feel and behave just like men (Barnnert, 1979, pp. 15, 88). Gods are not only close to men; they fall in love with mortals and marry them (Romilly, 2001, p. 73). In the *Odyssey*, men assume and accept mortal boundaries. Odysseus preferred Penelope and his human life. He refused goddess Calypso's offer to turn him into a god:

“I offered to make him immortal and ageless.”

(Homer, *Odyssey*, Book 5, v. 135, Rieu, 1991, p. 74).

In Homer's epics, rational thinking goes into the myth and starts to change it. Between 650-330 B.C., the pre-Socratic philosophers formulated new theories launching the basis of modern science (On this subject, see Jaeger, 1993, pp. 150-180). New concepts provided the insights that were lacking in myth, enabling the further development of philosophical and scientific thought (Mansfeld & Primavesi, 1983, pp. 16-17). Ionic philosophy followed the epics. Between 650-330 B.C., new findings and theories formulated by the pre-Socratic

philosophers launched the basis of modern science (On this subject, see Jaeger, 1993, pp. 150-180).

Later, the belief in myth decayed. Pindar (517-438 B.C.), the great lyrical poet commented on the myth of Pelops, son of Tantalus, the founder of the House of Atreus, constructed on the legendary origin of the equestrian events at Olympia (Swaddling, 1980, p. 66). Pindar expressed disbelief in myths (men told stories) when referring to Pelops in the first Olympian Ode.

“Yes, wonders are many, but then too, I think men’s talk
stories are embellished beyond the true account
and deceive by means of
elaborate lies.”

(Pindar, Olympian 1, vv. 28b, Race, 1997, p. 49)

Rational thinking also prevailed in medicine from the pre-Socratic philosophers to the Classical. The Hippocratic writings (460-370 B.C.) came out by that time. According to Jacques Jouanna:

“Hippocratic medicine combines observation of the sick with an over-all reflection starting from fundamental concepts of which the Greek were the inventors, in particular art and nature. Medicine from Hippocrates onwards is defined by as a *technē*, a Greek term which covers two inseparable notions of this period, art and science, both of which are opposed to chance. The special feature of this *technē* is that it is applied to man and presupposes the knowledge of man. For, to understand the man is to understand his *physis* (Nature), his nature a fundamental operating concept unknown to other medicines of the Mediterranean basin, such as Egyptian medicine or Mesopotamian medicine” (Jouanna, 2010, p. 5). As a result, in the Hippocratic treatise “Nature of Man”, a new concept of disease was enunciated.

“The body of men has in itself blood, phlegm, yellow bile, and black bile; these make up the nature of his body, and through these, he feels pain or enjoys health. Now he enjoys the most perfect health when these elements are duly proportioned to another in respect of compounding, power, and bulk, and when they are perfectly mingled.” (Hippocrates, Jones, 1959, pp. 11).

In this text and the treatise “On the Humours”, health was presented as a balance of the four humours composing the body, the disease resulting in a balance disturbance. Blood-letting would expel the excess of blood. Vomiting, purging and sneezing would derive the other humours (Hippocrates, Jones, 1959, pp. 79-95).

This new concept of health and disease shifted the previous magical paradigm into a rational basis, enhancing empirical observation and thought. Physicians also took hold of surgery. It was a great feat of Greek medicine. Asclepius, the patron of the physicians, was an eminent surgeon. In Apollodorus’ *Chronicle*, a vital source from the second century A.D. for the Greek myths, we read that: “Asclepius proved to be a skilled surgeon and practised his craft so well that he not only kept some people from dying, but he even raised people who had died.” (Apollodorus, Book III, 121, Smith & Trazkoma Transl. 2007, pp. 59-60). Many surgical procedures remained the same as in Greek-Roman times, currently carried out with anaesthesia and modern tools. Some ancient instruments like scalpels, forceps, tweezers, vaginal or rectal specula are also quite similar to current devices.

2. Graeco-Roman surgery

Amongst simple surgical procedures were bloodletting and cupping (Scarborough, 2010, p. 248). Their use was related to the

excretion of the excess of harmful substances believed to cause the diseases. Cupping vessels were already in use before Hippocrates. Six cupping vessels from a tomb in Ialysus, Rhodes, figure in medical relief. Two cupping vessels are hanging in the background of a tomb relief depicting a sitting doctor with a little boy standing in front of him. It is possibly from Egea and dated from about 480 BC. The cupping vessels are the only signs that identify the man as a physician. This relief states that cupping vessels were the identifying medical symbol in ancient Greece. (Künzl, 2002, p. 16). Asclepius was the most important healing hero in ancient Greece who became a god after his death. The serpent linked to his cult was kept as a memory of his hero status, according to the German archaeologist Ferdinand Kutsch (1889-1972) (Kutsch, 1913, p. 32).

A tombstone from Athens, second century BC, housed in the British Museum, presents Jason, an Athenian physician examining the swollen belly of a child, is an example of an ancient medical appointment. Jason is seated on a cushioned stool, bearded and draped. He examines a patient, a child with an unnaturally distended belly. On the right side, there is an egg-shaped object resembling a cupping vessel. In translation, the inscription reads: 'Jason, also known as Decimus, of the Archarnian deme [an administrative division of Athens] a physician' (British Museum website). (Figure 1)

the inscription reads: 'Jason, also known as Decimus, of the Archarnian deme [an administrative division of Athens] a physician' (British Museum website). (Figure 1)

Besides simple procedures, Greek physicians started to perform more complex operations. In previous cultures, surgical procedures dealt mainly with trauma. Issues resulting from cranial trauma may have motivated Neolithic trepanations may have been carried out to

resolve complications due to cranial injury (Barroso, 2010, pp. 130-141). Graeco-Roman surgery largely improved trauma surgery and launched elective procedures beyond trauma, aiming to solve specific problems, often appearing as the only possibility of saving the patients' lives. Descriptions of about one hundred twenty different operations figure in textbooks (Bliquez, 2016, p.1). Pleural-thoracic empyema was drained since Hippocrates (Hippocrates, Potter, Volume VI, p. 55). Embryotomy ranges among the most remarkable surgical achievements. It was first described in Hippocratic times in the text *De excecione foetus* (Schubert and Huttner, 1999, pp. 370-373). The operation was performed to remove a dead child from the living mother's womb. The Roman encyclopedist Caius Cornelius Celsus (25 BC-50 AD) described the most relevant Greek-Roman surgical procedures performed at his time, such as eye surgery that was widely developed, including cataract couching (Celsus, Book VII, 7, Henderson, pp. 349-351). The abdominal cavity was left untouched. However, hernia repair was carried out (Celsus, Book VII, 18, Henderson, p. 399). Extraction of bladder stones by rectal incision was hazardous, but it was described by Celsus as the last resource to attempt saving the patient's life (Celsus, Book VII, 26, Henderson, pp. 431-439).

3. Tools and training

Physicians devised their instruments. A text written by Galen (130-210 AD), after a fire that destroyed some of his most esteemed goods, enlightens the manufacture of medical-surgical tools:

“You were amazed that I was seen bearing without distress the destruction in the fire not so much of my silver, gold, silver plate and the many loan documents that were deposited there, as that

of a further mass of stored there, namely, a huge quantity of drugs of all sorts, both simple and compound, and instruments of every kind. Some, valuable for medical purposes, I said I had lost but still hoped to replace, but that other instruments I had invented myself, making models out of wax before handing them over to the bronze-smiths, these I cannot replace without a great deal of time and effort; likewise books, both those copies of the writings of ancient authors corrected by my own hand and my compositions, as well as so-called antidotes (...)" (Singer, 2013, pp. 78-79)

Physicians devised wax models for the bronze-smiths to shape them, as Galen stated in this text. The instruments are similar throughout the Empire, as the doctor and surgeon, John Stuart Milne observed. They share the same "air de famille" (Milne, 1907, p. 18). This similarity leads to the assumption of a common practice throughout the Empire. Otherwise, physicians read the same books and appear to have followed identical standards. Ancient physicians, represented in reliefs with scrolls (books) and medical-surgical instruments seem to share similar collective learning, training, and practice. As in our days, they learned, trained and spoke the same language throughout the civilized world. The teachers were recognized by the Greeks, especially at a high level of education. The master's role was particularly emphasized when training a technical skill, whether for further education or to become a professional (Massar, 2010, p. 170).

In Galen's text, it is clear how relevant learning was for physicians. He states that he corrected them with his hand. Galen wrote several comments on Hippocratic texts, adding his observation, research, and experience. Like Galen, physicians followed their masters. The Byzantine compilers gathered the most important written works and added their expertise, improving techniques, devising tools, introducing new procedures.

A relief from a marble sarcophagus from Ostia, Italy, portraying a physician with his scrolls (books) and instruments illustrates the patterns followed in medical practice (Figure 2). The physician is sitting, holding a scroll, showing that he is a learned man. A case with surgical tools on the cabinet top identifies him as a physician. Scrolls and a bleeding basin are also proofs of his profession. The style of his garments and the Greek inscription identify him as a Greek physician in Rome. Strigils decorate both sides of the sarcophagus. Strigils, used by athletes to scrape away oil and dust after sportive competitions, were also used in medicine. Galen widely mentioned their use in his book “De Sanitate Tuenda” (Green, 1951).

4. Identifying medico-surgical tools

Graeco-Roman medical-surgical instruments rank among archaeological objects of everyday life, and some tools, such as knives are similar to devices used for other purposes unless they come from a surgical context.

The German archaeologist Ernst Künzl has carried out significant research on instruments found in physician’s tombs, providing accurate identification of different typologies (Künzl, 1982). Toilet tools also require careful attention. Instruments such as tweezers/forceps are similar to tweezers of medicinal use. These are longer and of better quality, the top being frequently decorated with balusters and beadings. Some tweezers are made up by splitting a single strip of metal. Some have serrated grips (Eckart, 2008, p. 160).

5. History and sources of Greek-Roman surgical instruments

Natural disasters have provided relevant sources for the study of the Roman instruments which began after the discovery of about forty surgical tools at the House of the Surgeon, in April 1771, in the city of Pompeii, buried by the eruption of Vesuvius in 79 A.D. (Künzl, 2002, p. 58). Tomb contents also provide valuable information. In Roman times, the deceased carried their working tools with them to their graves, showing pride in their professions. That habit was crucial for the tombs of physicians because many of the instruments buried with them were preserved (Kenrick, 1859, p. 29). Medical-surgical tools are also found in houses, shops, bathing establishments, rivers, marine shipwrecks, painting, papyri, inscriptions and coins (Bliquez, 2018, pp. 555-556).

5.1. Funerary reliefs

Funerary reliefs also provide representations of complete tools. A rectangular marble base, found in the Asklepeion of Athens, in 1877, belonging to the Hellenistic period, housed at the National Archaeological Museum, Athens, Inv. Nr. 1379, presents two cupping glasses. Between them, an open case displays the carving of various types of scalpels and a bone elevator (Kaltsas, 2002, Figure 4). This relief is particularly useful because it reveals the shape of scalpel blades. Just scalpel handles usually come to us because they are made up of copper alloy that lasts longer. Blades are made up of iron, which gets easily corroded. Milne used it to identify the missing blades of scalpels (Milne, 1907, Plate V). (Figure 3).

The Berlin doctor's funerary relief is also particularly interesting. It does not depict a god. It portrays a physician, a heroized physician, dressed, sitting on a chair, holding a scroll in his left hand.

In front of him, a shrine with a bucranium carved on it. A young worshipper offers him another scroll, a woman with the head covered by a veil stands behind him. On the left side, a servant leads a horse. In the background, a snake approaches him, coiling from a big tree. The physician was heroized, according to Asclepius, the god, and the patron of the physicians. The relief bears the iconography of healing heroes. In the middle of the upper part, a set of surgical instruments stands out, carved in a rectangular box on the wall. In hero reliefs and funerary banquets, war heroes used to suspend their armours. Healing heroes were physicians who received hero honours after death because of their excellent medical practice. Surgical instruments replaced the armours of war heroes. The plaque dates from the second-century B.C./first century AD. It was part of the Grimani collection in Venice and is presently housed at the Staatlichen Museen Berlin (Sk. 804) (On this subject, see Krug, 2008).

5.2. Surviving tools

Just a few instruments from Greek medicine have survived. Roman sets of instruments are numerous. They usually include palettes and boxes to prepare and store drugs, as seen in a set from the British Museum (Figure 4). Graeco-Roman physicians bought the ingredients from druggists and prepared their medicines. According to Pliny the Elder (23-79 AD), druggist adulterated the products very often (Pliny, Book XIX in Rackam, 1952, p. 209).

A rectangular box to store medicines is part of the so-called 'Dentistry Case' from the second/third century A.D. It belongs to Bustorff da Silva Collection, Lisbon National Museum of Archaeology (Alves et al., 1995, p. 114, Figure 201). This set also illustrates the tools used in dentistry (Figure 5). Scalpel handles, probes, twee-

zers, spoon-probes, spatula-probes, ear-probes are common findings. Instruments from the Roman city of Balsa, Torre d'Ares, in Algarve, dated from the second/third-century AD, provides a good sample of the most common instruments (Figure 5). Spoons, spatula-probes, spoon-probes and mixing palettes were tools used in the preparation of medicines (Barroso, 2014-2015, 341-373).

The objects of this collection were found at the necropolis of Balsa by the Portuguese archaeologist Sebastião Estácio da Veiga (1828-1891). He donated the medical-surgical materials to José Leite de Vasconcellos (1858-1941), physician, ethnographer, archaeologist, philologist, and founder of the National Museum of Archaeology in Lisbon. Vasconcellos studied the objects and presented them in his book "Medicina dos Lusitanos", marking the beginning of the study of medical and surgical instruments in Portugal (Vasconcellos, 1925). He presented a set of instruments known as 'The case of the surgeon of Torre d'Ares'. Some of these instruments are made up of copper alloy and silver and bear artistic decorations. Ignoring microbiology, asepsis, and antisepsis, Graeco-Roman doctors decorated their tools all over the Empire. The decorations state the high social status of physicians. (Figure 6) Some instruments, such as cataract needles used for cataract couching, are rare findings because the thin metal instrument got easily corroded. (Figure 7) Cranioclasts and other tools used in embryotomy are also very rarely found (Diepgen, 1937, p.262) (Figure 8). The procedure, described in a text of the Hippocratic Corpus, was much improved by later authors (Barroso, 2013, pp. 75-88).

5.3. Textbooks

Medical-surgical textbooks clarify the use of the archaeological findings from Hippocrates to Paul of Aegina (625-60 AD), the last

Byzantine compiler of Graeco-Roman medicine and surgery. His writings on surgery sum up the most of the outstanding data on operations and surgical instruments, published by previous authors (Adams, 1844-1847). Eginia is the ultimate source of information on Graeco-Roman surgery and tools. After the collapse of the Western Roman Empire, in 476 A.D., archaeological evidence of instruments virtually disappeared. Instruments supposedly continued to be used, especially for extracting embedded arrows and other weapons. From Roman times until the sixteenth century, little information on instruments structure is available from surgical authors, except for the comments by the great Arabic surgeon Albucasis (936-1013 AD) on the incomplete materials (Kirkup, 2006, p. 75). The surgical writings of Albucasis, which boosted medieval Arabic and European surgery based on Graeco-Roman authors, mainly Hippocrates and Paul of Aegina (Barroso, 2017).

6. Women physicians

Evidence of the practice of medicine by women physicians is widely and continuously documented throughout the Graeco-Roman world, in literary, archaeological and anthropological sources, from the fourth century B.C. to the sixth century A.D. (Schulze 2002, 91-115). They are referred to as *iatrinné* in Greek, *medicae* in Latin, in literary sources by philosophers and poets. In medical literature, from Galen to Paul of Aegina, recipes and texts by women physicians are cited and copied. A Greek manuscript by Metrodora, a Byzantine physician from the sixth century AD, is the only surviving text written by a female physician (Del Guerra, 1953). *Iatrinné* and *medicae* also figure in funerary inscriptions. Their funerary monuments provide essential data on their age at the time of death, social status, medical learning and training, family relations, and public honours.

Tombs also provide useful data on women doctors. Just a few are extant. According to Ernst Künzl, the most outstanding researcher on this subject, archaeologists unearthed more than a hundred medical tombs between the nineteenth and twentieth century, but no one thought that the deceased could have been a woman. In some cases, they threw the ashes away, and no investigation was carried out on skeletons for sex determination (Künzl, 2002, p. 35).

Six tombs of women buried with their medical-surgical tools have been identified so far. They bear no funerary inscriptions. No name is known. Four are cinerary tombs; two are inhumation tombs. Five tombs, found in the provinces of Northern Europe, one in South Spain, date from the first century B.C. until the second century A.D. The activities range from medicine and surgery to dentistry and preparation of eye medicines. No instrument related to gynaecological or obstetric practice came out from these tombs (For further reading on this subject, see Künzl, 2013).

7. Brief description of women physician's tombs and instruments

7.1. The surgeon from Spain

The oldest tomb, located in Hispania Baetica or Tarraconensis, is a cinerary tomb from Spain, dated from the imperial period, currently housed at the Mainz Roman-Germanic Museum. The identification of the deceased as a woman came up with the finding of three objects of feminine adornment, buried with her: a mirror, a fibula, and a silver arm ring. Four surgical tools: a scalpel handle, an ear-probe, and a marble palette identified her as a surgeon (Künzl, 2002, pp. 35-36, Fig. 91). The tools were found well preserved; no anthropological remains are extant (Künzl, 2013, p. 90, fig. 35, 36).

7.2. The surgeon from Vindonissa

The results of an anthropological study of the human remain in the cinerary glass urn Nr. 98-1 found near a military camp in Vindonissa, ancient Roman Upper Germania, now housed at the Vindonissa Museum, in Switzerland, was compatible with a woman aged eighteen to twenty-three. The remains of a three-year-old child corpse, possibly of her child, were buried with her. Two scalpel handles and three tweezers, twisted by burning, identified her as a surgeon. Five glass balsamaria and a bronze pyxis testify her activity in the preparation of medicines. Other objects found: a glass urn, nine ceramic containers, five balsamaria, and a bronze pyxis, are related to the storing of drugs. Two coins provided the dating of the tomb: one from the time of Augustus (reigned from 27 BC to 14 AD), other from the time of Caligula (reigned from 37-41 AD) allowed to identify the tomb's date. The reason for the finding of a woman physician's tomb in this place is unknown since male physicians usually assisted Roman soldiers (Künzl, 2013, p. 86. Fig. 30).

7.3. The surgeon from Strée

No human remains were found in the cinerary Tomb No. 21, discovered in Strée, Hainhaut, currently housed at the Archaeological Museum of Charleroi, in Belgium, from Roman Germania Superior, dated from 100 A.D. The urn contained the following surgical tools: a scalpel with a bronze handle and an iron blade (length:15cm) and a razor blade. It also contained a bronze fibula, an enamel fibula, five ceramic bowls, red varnish ware, a lamp, sigillata earthen dishes, fragments of a small box, a fragment of a hinge, and a bronze button completed the estate. The fibulae, characteristic of that Celtic

land, used to attach feminine garments, identified the deceased as a woman. A scalpel handle and a razing blade handle identified her profession as a surgeon (Künzl/Engelmann, 1997, 376 Fig 2; Künzl, 2002, p. 94, Fig.132; Künzl, 2013, pp. 95-96, Fig. 40).

7.4. The dentist from Wederath

Upon the discovery of the tomb Nr. 1539 in the Celtic necropolis of Wederath, currently, in Belgium, a study of the ashes was carried out. It was compatible with a young woman. An iron dental forceps and a razor blade found within have identified the profession of the deceased as a surgeon who also practised dentistry. The findings of the tomb, dating from 100 A.D., are housed in the Archaeological Park of Wederath, Belgium (Künzl/Engelmann, 1997, p. 376 Fig 1; Künzl, 2013, p. 95, Fig 41).

7.5. The physician from Heidelberg-Neunheim

The anthropological study of the human remains of an inhumation tomb, found in Heidelberg-Neuenheim, in Germany, ancient Germania Superior, identified a woman aged thirty to thirty-five. Two bronze cupping vessels, a spoon-probe, a slate palette, and two mortars identified the profession of the deceased as a physician. Bones of a dog, frequently associated with Asclepius' cult, were also found. The findings of the tomb, dating from 100-150 A.D., are housed in the Kurpfälzig Museum Heidelberg (Hensen, 2004, pp. 76-79; Künzl, 2013, p. 87, Fig. 32).

7.6. The oculist from Saint-Médard-des Prés

Roman villa in Saint-Médard-des Prés, in France, in 1847. The anthropological study identified a female skeleton. The house and the tomb were thought to belong to a Gallic painter because of the finding of many supposedly painting materials. When the materials were studied, the identification with eye medicines came out. An alabaster mortar, a bronze rectangular box with remains of ancient collyria, spoon-probes, a slate palette, numerous glass balsamaria, and small ceramic amphorae identified the deceased with a specialist in the preparation of eye medicines, possibly a doctor of eye diseases. However, no tools like cataract needles and others used in eye surgery came out among the findings currently housed at the Vendéen Museum in Fontenay-le-Comte (Pardon-Labonnelle, 2008, pp. 157-170; Dasen, 2011; Künzl, 2013, p. 93, Fig. 39). A mortar and pestle and glass balsamaria, found in a tomb from Pombalinho, Santarém, in Portugal, dated from the end of the first century/beginning of the second century A.D., seem to point to the profession of the deceased as someone skilled in drug preparation (AA/VV, 1989, pp. 89-91). The case of the women from Saint-Médard-des-Prés might be the same.

8. Conclusion

Graeco-Roman medicine, based on rational thinking and practice, was very interventional. Adopting cupping vessels as a symbol, earlier Greek physicians placed great emphasis on surgery. Although there were references to some anaesthetics, they were certainly challenging to manage because of their toxicity and, consequently, would have been seldom used. The ignorance of bacteriology, sepsis, and antisepsis, was also of no help for ancient surgeons. Wealthy

decorations state the high social status of many ancient physicians but were hazardous in the healing of wounds and in the recovery of surgical operations. Surprisingly, patients survived. Somehow doctors with so few resources were healing heroes. In many cases, texts report remarkable improvements in surgical techniques and procedures. Their instruments testify some of the most remarkable achievements of medicine and surgery in Graeco-Roman time.

Acknowledgements

I want to thank the British Museum, the Metropolitan Art Museum New York, the Wellcome Library and Dr Antonio Carvalho, Director of the National Museum of Archaeology in Lisbon, for the kind permission to reproduce the images.

References

- AA.VV. Museu Nacional de Arqueologia e Etnologia (org.). 1989. Portugal. Das Origens à Época Romana, Lisboa: Museu Nacional de Arqueologia e Etnologia.
- Adams, F. (1844-1847). The seven books of Paulus Aegineta: translated from the Greek: with a commentary embracing a complete view of the knowledge possessed by the Greeks, Romans, and Arabians on all subjects connected with medicine and surgery, London: The Sydenham Society.
- Alves, F., Raposo, L., Santos, A. (org.). (1995). Um gosto privado/Um olhar público, Doações D. Luís Bramão, Bustorff Silva, Barros e Sá, Lisboa: Instituto Português de Museus/Museu Nacional de Arqueologia.
- Apollodorus' Library and Higgin's Fabulae. Two Handbooks of Greek Mythology (2007). Smith, R. Scott & Trazkoma, Stephen M, (transl.) 2007. Indianapolis: Hackett Publishing Company.
- Bannert, B. (1979). Homer, Hamburg: Rowohlt.
- Barroso, M. D. S. (2013) Post-mortem cesarean section and embryotomy – Myth, Medicine and Gender in Greek-Roman Culture in Acta Medico-Historica Adriatica 11:1-1888, pp. 75-88.
- Barroso, M. D. S. (2010) Porque se começou a praticar a trepanação no Neolítico? In Medicina na Beira Interior – Cadernos de Cultura Medicina na Beira Interior, da Pré-História ao Século XXI”, nº XXIV. pp. 130-141.

- Barroso, M. D. S. (2014-2015), *Medicine, surgery, pharmacy, toilet, and other health care tools from the Roman city of Balsa (Tavira, Portugal) from the 1st to the 3rd century AD* in *O Arqueólogo Português, Série V*, 4/5, 2014-2015, p. 341-373.
- Barroso, M. D. S. (2017), *Albucassis, a landmark for Arabic and European surgery*, in *Muslim Heritage – The Muslim Times*. <https://themuslimtimes.info/category/muslim-heritage/>
- Bliquez, L. J. (2016). *The tools of Asclepius, Surgical Instruments in Greek and Roman Times*, Leiden: Brill.
- Bliquez, L. J. (2018). *Greco-Roman Surgical Instruments* in Keyser, P. T., and Scarborough, J. Eds. *The Oxford Handbook of Science and Medicine in the Classical World*, Oxford: Oxford University Press, pp 556-590.
- Celsus. *On Medicine*. Spencer, W. G. (transl.) (1938) London: Harvard University Press, III volumes.
- British Museum accessed on the 4th august 2017. <http://culturalinstitute.britishmuseum.org/asset-viewer/marble-relief-of-jason-the-physician-and-patient/BAFf9JfEDdzG0Q?hl=en>
- Dasen, V. (2011). *La médecine à l'époque romaine* in *Archéo Thema*, n° 16, septembre.
- Del Guerra, G. (1953). *Il libro di Metrodora: sulla malattie delle donne e il ricettario di cosmetica e terapi*, testo greco e traduzione italiana, Milan: Ceschina.
- Diepgen, P. (1937). *Die Frauenheilkunde der Alten Welt*. München: Verlag von J. F. Bergmann.
- Eckart, E. Crummy, N. (2008). *Styling the body in Late Iron Age and Roman Britain, a contextual approach to toilet instruments*, Montagnac: Éditions Monique Mergoil.
- Green, R. M. transl. (1951). *A translation of Galen's Hygiene (De Sanitate Tuenda)*, Illinois, USA: Springfield.
- Hensen, A. (2004) "Die medica von Heidelberg" in *Abenteuer Archäologie* 4, 76-79.
- Hippocrates (1959). Jones, W.H.S. (transl.) Volume IV, Cambridge: Harvard University Press.
- Hippocrates (1988). Potter. P. (transl.) Volume VI, Cambridge: Harvard University Press.
- Jaeger, W. (1993). *Paideia, los ideales de la cultura grega, tradução para o castelhano do original alemão de Joaquín Xirau*, Madrid: Wenceslau Rocas.
- Jouanna, J. (2010). *Hippocrates as Galen's teacher in Hippocrates and Medical Education*, Leiden: Brill.
- Kaltsas, N. (2002). *Sculpture in the National Archaeological Museum*, Athens: Kapon Editions.
- Kunter, A. 1989. *Leichenbranduntersuchungen in Wederath in Spiegel des Lebens. Zum Totengebrauch der Kelten und Römer am Beispiel des Treverer-Gräberfeld des Wederath-Belgium*, Schriften Reinlandisches Museum Trier 2, Mainz.
- Kutsch, F. (1913). *Attische Heilgötter und Heilheroen*, Gießen: Verlag von Alfred Töpelmann.
- Kenrick, J. (1858). *Roman Sepulchral Inscriptions. Their relation to Archaeology, Language, and Religion*, London: John Russell Smith.

- Kirkup, J. (2006). *The evolution of Surgical Instruments. An Illustrated History from Ancient Times to the Twentieth Century*, Novato, CA: Nova Publishing.
- Homer – *The Odyssey* (1991). Rieu, E.V. (transl.), Penguin Books, London.
- Krug, A. (2008). *Das Berliner Artzrelief*, Berlin: Verlag Walter de Gruyter.
- Künzl, E., Engelmann, H. (1997). "Römische Ärztinnen und Chirurginen. Beitrag zu einem antiken Frauenberuf". *Antike Welt* 28 (H.5), 375-379.
- Künzl, E. (1982). *Medizinische Instrumente aus Sepulchralfunden der römischen Kaiserzeit*, Köln: Rheinland Verlag GmbH.
- Künzl, E. (2002). *Medizin in der Antike Aus einer Welt ohne Narkose und Aspirin*, Stuttgart: Konrad Theiss Verlag.
- Künzl, E. (2013). *Die Ärztin, Main am Rhein*: Nunnerich-Asmus Verlag Media.
- Kutsch, F. (1913). *Attische Heilgötter und Heilheroen*, Gießen: Verlag von Alfred Töpelmann.
- Mansfeld, J., Primavesi, O. (1983). *Die Vorsokratiker Grischisch/Deutsch*, Stuttgart: Philipp Reclam jun. GmbH Co. KG.
- Massar, N. (2010). *Choose your master well in Hippocrates and Medical Education*, Leiden, Boston, Brill, pp. 169--18.
- Milne, J. S. (1907). *Surgical Instruments in Greek and Roman Times*, Oxford; Massachusetts; London: Clarendon.
- Pardon-Labonnelle, M. (2008). *Medica Ocularia?*, in V. Boudon-Millot, V. Dasen B. Maire (ed.) *Femmes en Medicine, De Boccard Edition Diffusion*, 157-170.
- Pindar-Olympian Pythian Odes (1997). Race, W. H. (ed., transl.), Cambridge: Harvard University Press.
- Pliny Natural History (1952). Rackam, H. transl., Cambridge: Harvard University Press.
- Romilly, J.D. (2001). *Homero, Introdução aos Poemas Homéricos*, Edições 70, Lisboa.
- Scarborough, J. (2010). *Teaching surgery in Late Byzantine Alexandria in Hippocrates and Medical Education*, Leiden: Brill.
- Singer, P. N. (ed.) (2013). *Galen: Psychological Writings*, Cambridge; Cambridge University Press.
- Schubert, C. and Huttner, U. (ed. transl.) (1999). *Frauenmedizin in der Antike*, Düsseldorf: Artemis & Winkler Verlag.
- Schulze, C. (2002). *Christliche Ärztinnen in der Antike*, Spudasmata Band 86, Zürich: Olms Hildesheim.
- Swaddling, J. (1980). *The ancient Olympic Games*, London: British Museum Press.
- Vasconcellos, J. L. (1925). *Medicina dos Lusitanos*, Lisboa: Faculdade de Medicina.



Figure 1 – Marble tombstone of Jason. Second century AD. Museum Number 1865, 0103.3. Courtesy of the British Museum.



Figure 2 – Sarcophagus with a Greek Physician. Provenance: Ostia, Rome. Date: Fourth century AD. Inv. N° 48.76.1. Courtesy of the Metropolitan Museum of Art New York.



Figure 3 – Marble relief from the Athens Asklepeion, second century AD (Reproduced from Milne, 1907, Plate V).



Figure 4 – A Slate palette for mixing ointments, from a set of Roman surgical instruments and accessories. Museum number 1968.0626.30. Courtesy of the British Museum.



Figure 5 – ‘Dentistry Case’ from Bustorff da Silva Collection. From left to right: rectangular box to store medicines and lid, spoon-probe, spatula-probe, triangular spoon-probe, periosteal elevator, tweezers, small tweezers with a sliding ring, scalpel handle, dental forceps. Photo credit: João Pessoa. Courtesy of the National Museum of Archaeology Lisbon.



Figure 6 – Set of instruments from Torre d’Ares. On the right corner – Slate palette. From right to left: a copper needle for bandage sewing, copper alloy perforated fish spatula-probe, spatula-probe, two copper alloy probes, copper alloy ear-probe, two copper alloy spatula-probes, copper alloy/silver spoon, two copper alloy (needle?) fragments, copper alloy/silver scalpel handle, four copper alloy tweezers. Photo credit: João Pessoa and Luísa Oliveira. Courtesy of the National Museum of Archaeology Lisbon.



Figure 7 – Bronze cataract needle from a set of surgical instruments and accessories. Provenance: Italy. Date: Roman period? Inv. Nr. 1968, 0626.31
Courtesy of the British Museum.

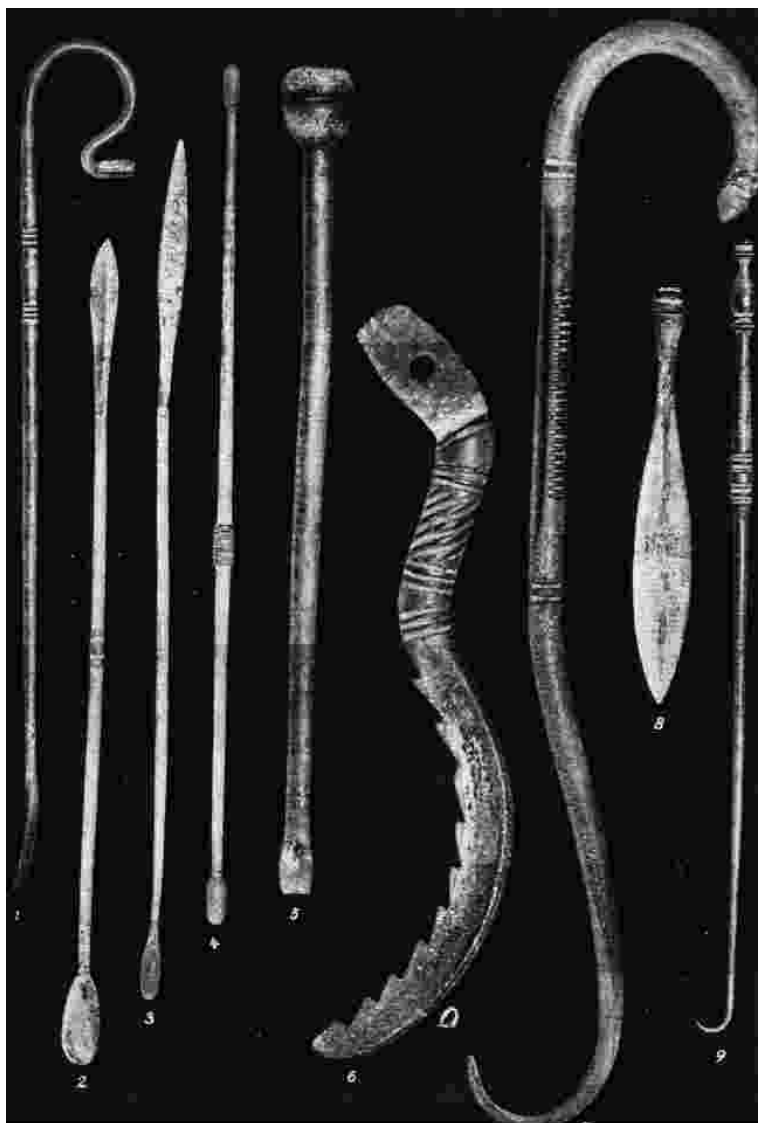


Figure 8 – Roman gynecological and obstetric instruments. 1 and 2 Curettes, 3 and 4 Uterine probes, 5 Bronze probe, 6 Fragment of a cranioclast, 7 Embryotomy hook, 8 Embryotome, 9-Small embryotome hook
(Reproduced from Diepgen 1937, p. 262).

**ICATE: UM PROJETO DE SENSIBILIZAÇÃO
PARA O CONTROLO DE DOENÇAS INFECIOSAS
ATRAVÉS DA EDUCAÇÃO**

**ICATE: A PROJECT TO RAISE AWARENESS
FOR THE CONTROL OF INFECTIOUS DISEASES
THROUGH EDUCATION**

Inês Cravo-Roxo: 0000-0001-7332-9809

Ana Santos-Carvalho: 0000-0003-4718-5666

Angélica Carvalho: 0000-0001-8117-9724

Patrícia Lourenço: 0000-0002-4901-0934

Paulo Ferreira: 0000-0002-3040-6824

Richard Marques: 0000-0003-2853-1981

Rui Soares: 0000-0002-5513-6664

Susana Alarico : 0000-0002-1615-6099

Sónia Ferreira: 0000-0001-6475-5742

Association for World Innovation in Science and Health Education

awishe.pt@gmail.com

Resumo: Infection Control Awareness Through Education (ICATE) é um projeto desenvolvido pela Association for World Innovation in Science and Health Education (AWISHE), uma associação privada sem fins lucrativos que alicerça projetos educativos de Ciência e Saúde. O ICATE desenvolve-se assente

em alguns dos Objetivos de Desenvolvimento do Milênio das Nações Unidas, e na convicção de que urge aumentar a literacia em conceitos de saúde, o que trará enormes benefícios às comunidades. Este é um projeto com programas multidisciplinares, que visa a formação em VIH/SIDA, Malária e Tuberculose, e dirige-se a zonas rurais e comunidades desfavorecidas. O ICATE serve de interface para a partilha de conhecimento entre universidades, hospitais, escolas e as comunidades locais.

Palavras-Chave: Comunicação de Ciência; Educação não formal; VIH/SIDA, Malária e Tuberculose; Comunidades de Aprendizagem Colaborativa.

Abstract: Infection Control Awareness Through Education (ICATE) is an education project, promoted by AWISHE (Association for World Innovation in Science and Health Education (AWISHE), a private, non-profit organization, grounding Science and Health educational projects. ICATE is based on some of the United Nations Millennium Development Goals, keeping in mind that it remains hugely important to increase scientific literacy in health global problems, in order to continuously pursue every community well-being.

ICATE is a multidisciplinary program, aiming to raise awareness to HIV/AIDS, Malaria and other vector borne diseases, and Tuberculosis, and is especially targeted to rural and developing communities that most likely face those issues. The projects' actions are developed for teachers, children or health professionals. Therefore, simplified content and accessible language are used, without neglecting the scientific accuracy. This project represents a collaboration platform that makes the connection between universities, hospitals, schools and local communities, sharing knowledge and good practices, teaching skills to ultimately, build integrative Collaborative

Learning Communities that, hopefully, will later be used as a tool for social transformation.

Key-words: Science Communication, Non – formal education, HIV/AIDS, Malaria, Tuberculosis, Colaborative learning communities

1. Introdução

A Educação deve ser entendida e usada, quer como ferramenta básica para a transformação social, quer como recurso para alcançar a igualdade social, cultural e económica. Diferenças nos cuidados de saúde e, conseqüentemente, nas medidas de controlo de infeção entre regiões geográficas de *status* socioeconómicos diferentes são expectáveis. Assim, se definirmos literacia em saúde como “a capacidade que os indivíduos têm para obter, processar e compreender informação básica em saúde, e logo necessária para tomar decisões apropriadas” (Ahmed *et al*, 2014: 1), compreenderemos que é uma peça fundamental no processo de controlo de infeção.

O *Infection Control Awareness Through Education* (ICATE) é um projeto promovido pela *Association for World Innovation in Science and Health Education* (AWISHE). A AWISHE, criada em 2016, é uma associação privada, sem fins lucrativos, com sede na Mamarrosa, concelho de Oliveira do Bairro. Esta associação tem como objetivo primordial fomentar o acesso à informação, às oportunidades de educação, formação e desenvolvimento nas áreas da Ciência e Saúde através da promoção de Comunidades de Aprendizagem Colaborativa (CACs), com especial enfoque em países da cooperação. Assim, e por forma a atingir este objetivo, a AWISHE dinamiza ações de sensibilização e formação sobre temáticas de Ciência e Saúde; desenvolve ações pedagógicas para crianças, jovens e adultos; cria uma ligação

permanente com programas educacionais ou culturais; e promove a formação de CACs, a nível nacional e internacional.

2. Estado da arte

O papel dos órgãos governamentais regionais, nacionais, internacionais e das organizações não governamentais é sobejamente reconhecido na galvanização do compromisso político para as políticas de educação. Em 1995, a Organização Mundial de Saúde (OMS) lançou uma iniciativa de saúde escolar global que pretende mobilizar para a promoção de saúde e fortalecer atividades educacionais a nível local, regional, nacional e global. A iniciativa foi desenhada com o objetivo de melhorar a saúde das crianças, famílias, educadores e outros membros da comunidade através das escolas, uma vez que as diferenças a nível de cuidados de saúde, e consequentemente a nível de controlo de infeção dentro de regiões socioeconomicamente diferentes, estão bem documentadas (IUHPE, 2009; WHO, 2010). O objetivo desta iniciativa da OMS é aumentar o número de escolas que verdadeiramente se possam chamar de “Escolas Promotoras de Saúde” (IUHPE, 2009).

Além disso, há 15 anos, a Organização das Nações Unidas (ONU) acordou em formar um plano de ação global – “Os Objetivos de Desenvolvimento do Milénio” – com o compromisso de todos os países. Este plano de ação proporcionou uma plataforma para o desenvolvimento e

um progresso significativo em diversas áreas. A nova agenda – “Transformando o Nosso Mundo: a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável” – assenta nos “Objetivos de Desenvolvimento do Milénio”, e procura completar as metas que não foram possíveis de alcançar com os objetivos anteriores, par-

tualmente no que diz respeito aos indivíduos mais vulneráveis (UNESCO, 2015; United Nations, 2017).

Em 2015, a Declaração de Incheon e a proposta de ação – “Em prol de uma qualidade de educação inclusiva e equitativa e aprendizagem ao longo da vida para todos”, através do objetivo 4.6: “Até 2030 assegurar que todos os jovens e um número substancial de adultos, ambos homens e mulheres, tem acesso a literacia” – definem literacia como a capacidade de identificar, compreender, interpretar, criar e comunicar, usando materiais, escritos ou impressos, associados a diferentes contextos (UNESCO, 2015; Ahmed *et al*, 2014). A literacia envolve uma aprendizagem contínua, por forma a permitir a cada indivíduo atingir os seus objetivos, desenvolver o seu conhecimento e potencial para participar nas decisões da sua comunidade e da sociedade (Ahmed *et al*, 2014). Assim, a literacia faz parte do direito à educação de cada indivíduo, e é um bem público.

Por todas estas razões, a Educação deve ser a ferramenta básica para o desenvolvimento dos indivíduos, permitindo que cada um obtenha conhecimento suficiente que lhe permita entender os problemas que o rodeiam e tomar um papel ativo na sua resolução. Assim, o processo educacional deve começar o mais cedo possível na vida do indivíduo, de modo a que as crianças e jovens consigam atingir níveis de conhecimento que lhes permitam fazer a diferença nas comunidades onde estão inseridos. No entanto, os programas e métodos educacionais devem sempre responder às necessidades e contextos do seu público-alvo, incluindo, sempre que possível, uma vertente multidisciplinar e intercultural. Por outro lado, os programas educacionais, a ser implementados, devem ser desenhados de modo a serem sustentáveis depois da fase de implementação. Neste sentido, é essencial que os educadores recebam formação adequada que lhes permita transmitir, aos alunos, conhecimentos que claramente terão impacto nas suas vidas.

3. Infection Control Awareness Through Education (ICATE)

A sensibilização para o controlo de infeção através da educação tornou-se uma prioridade para a AWISHE. Assim, o ICATE é um projeto composto por programas educacionais, dirigido a crianças, professores e profissionais de saúde que assenta em: a) três dos oito Objetivos do Milénio: (i) conseguir educação básica para todos, (ii) combater o Vírus da Imunodeficiência Humana (VIH) / Síndrome da Imunodeficiência Adquirida (SIDA), a Malária, a Tuberculose e outras doenças infecciosas, e (iii) criar plataformas de colaboração para o desenvolvimento; e (b) dois dos dezassete Objetivos para a Sustentabilidade e Desenvolvimento: (i) assegurar uma vida saudável e bem-estar para todas as idades, e (ii) assegurar uma qualidade de educação inclusiva e equitativa, e promover a aprendizagem ao longo da vida para todos (United Nations, 2017).

O ICATE é um projeto educacional dirigido a zonas rurais e comunidades desfavorecidas, que serve de interface para a partilha de conhecimento entre universidades, hospitais, escolas e as comunidades locais, criando, desta forma, Comunidades de Aprendizagem Colaborativa. Desenhado para ser implementado em países em desenvolvimento e/ou comunidades rurais, é único e distinto dos outros na medida em que se foca nos alunos, nos professores e no desenvolvimento das suas competências na área da saúde, particularmente no controlo de doenças infecciosas.

Nos países africanos, o Vírus da Imunodeficiência Humana/ Síndrome da Imunodeficiência Adquirida (VIH/SIDA), a Malária e a Tuberculose são três dos principais problemas de saúde que necessitam de um alerta contínuo através de programas educacionais intensos. Também no Brasil, em comunidades rurais, o alerta para VIH/SIDA, Malária, Tuberculose, Dengue e resistência a antibióticos é uma necessidade urgente.

O projeto ICATE envolve a formação intensa de professores em cada um dos temas selecionados, nomeadamente, VIH, Malária e Tuberculose, permitindo-lhes aplicar e desenvolver actividades com os seus alunos, por forma a entenderem estes problemas de saúde, podendo assim preveni-los e/ou controlá-los desde muito cedo. Este projeto foca-se em dar a conhecer aos alunos, quer através da formação dos seus professores, quer através de formação própria, um conjunto de conceitos que, embora básicos, são essenciais para a prevenção e controlo destas doenças.

É de extrema importância o desenvolvimento de programas que desde cedo coloquem as crianças em contacto com a Ciência. Tendo em conta esta necessidade, o ICATE, além de um projeto que visa educar para o controlo de infeção, pretende também aumentar o capital científico de cada criança.

3.1. Equipa Multidisciplinar

A equipa que compõe o projeto ICATE é uma equipa multidisciplinar que reúne médicos, farmacêuticos, biólogos, microbiólogos, antropólogos e historiadores da Ciência, que partilham o seu conhecimento através de formação intensiva a professores e/ou profissionais de saúde, que depois transmitem os conhecimentos adquiridos às crianças e/ou população em geral. No final da implementação do projeto, espera-se que esteja criada uma comunidade sustentável de aprendizagem colaborativa.

3.2. Materiais didáticos

O ICATE tira partido da formação das Comunidades de Aprendizagem Colaborativa para facilitar a transferência de conhe-

cimento e experiência educacional das universidades para as escolas, hospitais e comunidade em geral, dando à população um conjunto de ferramentas que lhe permitirá lidar e/ou participar no controlo de infeção mais proativamente. Assim, com o objetivo de combater o VIH/SIDA, Malária e Tuberculose, foram desenvolvidos programas contínuos e vigorosos que ajudam a implementar, no terreno, atividades que promovem a saúde através do melhor conhecimento destas doenças, permitindo assim um diagnóstico mais célere. É de salientar que os programas não são apenas um conjunto de atividades pontuais, mas sim programas contínuos, que, quando implementados pelos professores e/ou profissionais de saúde que recebam a formação para os implementar, demoram um ano letivo a cumprir todas as atividades referentes aos temas propostos. Após a formação, é disponibilizado, aos professores formados, um conjunto de materiais pedagógicos, composto por apresentações *powerpoint*, manuais, e um guião para cada atividade. O programa referente a cada tema é composto por 10 sessões, que incluem uma exposição teórica e uma atividade prática. Os alunos recebem dos seus professores e/ou, em casos pontuais, da própria equipa do projeto, manuais e os trabalhos resultantes da execução das atividades propostas.

Em cada tema, uma das suas 10 sessões, é dedicada à história do tema e da investigação científica a ele associada. Ou seja, o programa referente ao VIH/SIDA conta com uma sessão dedicada à história do vírus e da síndrome, bem como à história da investigação científica associada a esta problemática. De igual modo, do programa referente à Malária faz parte uma sessão dedicada à história da Malária, e da investigação científica que tem vindo a ser desenvolvida sobre esta doença. Também o programa de Tuberculose conta com uma sessão dedicada à história da Tuberculose, e da investigação científica associada a esta doença.

O principal objetivo da sessão relativa ao VIH/SIDA é compreender o conceito, origem, emergência, primeiros casos, disseminação,

identificação e distribuição do VIH e da SIDA. Quanto à origem do VIH, o Vírus da Imunodeficiência de Símios (VIS) terá sido transferido, de forma natural, de primatas não humanos para seres humanos, mutando-se, rapidamente, no VIH, em finais do século XIX ou inícios do século XX, em África, onde emergiu, devido a vários fatores. A evidência da existência do VIH mais antiga confirmada é proveniente do sangue do “homem congolês”, recolhido em 1959, e cuja positividade foi confirmada em 1998. Depois de se começar a disseminar por todo o Mundo, foi em 1982 que se oficializou o termo SIDA. Contudo a identificação do vírus apenas aconteceu entre 1983 e 1985, e o nome VIH foi oficializado em 1986. No que se refere à distribuição mundial, em 2014, existiam cerca de 36.900.00 pessoas portadoras de VIH (Pickrell, 2006; Sharp e Hahn, 2011; S/A, 2018; Mandal, A. 2019a; S/A, 2019).

O principal objetivo da sessão relativa à Malária é compreender o percurso evolutivo do vetor, do parasita e da doença, bem como a história da investigação científica inerente a esta doença. Provavelmente, as espécies de *Plasmodium* que atualmente provocam Malária aos humanos tiveram origem em primatas não humanos de África há milhares de anos. A descrição mais antiga de sintomas coincidentes com os sintomas da Malária pode ser encontrada no Canon da Medicina, escrito na China, em 2 700 a. C. Ao longo do tempo, vários foram os tratamentos propostos. A descoberta do parasita da Malária (espécies do género *Plasmodium*) foi feita por Charles Laveran, em 1880. Passados seis anos, em 1886, Camillo Golgi fez a diferenciação de várias espécies. De 1890 a 1922, foram vários os investigadores que deram nome às diferentes espécies de parasitas. Entre 1897 e 1898, Ronald Ross descobriu que o mosquito (fêmeas de espécies do género *Anopheles*) é o vetor do parasita da Malária. Entre 1898 e 1899, Giovanni Grassi e alguns colegas perceberam o ciclo de transmissão da Malária entre humanos. Na década de 1980, começou a ser desenvolvida uma vacina para a Malária, a RTS,S (co-

nhecida como Mosquirix). O seu uso foi aprovado por autoridades europeias, em 2015 (S/A, 2016; World Health Organization, 2019).

O principal objetivo da sessão relativa à Tuberculose é compreender o percurso evolutivo da bactéria que provoca a Tuberculose e da própria doença, bem como a história da investigação científica a ela inerente. As estirpes atuais de *Mycobacterium tuberculosis* (principal bactéria que causa Tuberculose) têm uma origem provável entre os 15 000 e os 20 000 anos. A evidência mais antiga de Tuberculose foi encontrada em esqueletos humanos, em Israel, datados de 7 000 a.C. Em 1854, Hermnann Brehmer abriu o primeiro sanatório anti Tuberculose, onde eram mantidas as pessoas que exibiam sintomas da doença. Em 1865, Jean Villemin demonstrou a natureza infecciosa da doença. Em 1882, Robert Koch descobriu o agente infeccioso que provoca a Tuberculose, e que ficou conhecido como Bacilo de Koch, hoje cientificamente designado *M. tuberculosis*. Em 1906, Albert Calmette e Camille Guérin desenvolveram a primeira vacina com sucesso contra a doença, a BCG (Bacilo de Calmette e Guérin), usada pela primeira vez em humanos em 1921 (Daniel, 2006; Frith, 2014; Mandal, A. 2019b).

3.3. Histórico das ações

A implantação nacional do projeto ICATE ocorreu em maio de 2016, no então Instituto de Promoção Social de Bustos, no concelho de Oliveira do Bairro, Portugal, com cariz de ação piloto. Esta ação teve a duração de um mês, ao longo do qual as atividades foram desenvolvidas de uma forma mais intensiva.

Também nesse ano, ocorreu a implantação internacional do projeto. De 6 a 9 de junho, teve lugar, no Colégio Maria Auxiliadora, em Canoas, Rio Grande do Sul, Brasil, o I Encontro Nacional de Treinamento de Formação de Professores e Tutores de Comunidades

de Aprendizagem Colaborativa. Esta atividade foi composta por dois grandes momentos: um Salão Científico, onde os membros da equipa do projeto ICATE fizeram uma apresentação das suas áreas de investigação, e a formação de professores e alunos.

Ainda no mesmo ano, o projeto foi divulgado noutra continente, tendo sido apresentado ao então Ministro da Educação de Moçambique, ao Reitor do Instituto Superior de Ciências e Tecnologia de Moçambique (ISCTEM), ao coordenador da rede de escolas associadas do Programa de Escolas Associadas (PEA) da Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura (UNESCO).

3.4. Resultados

Como referido anteriormente, o cumprimento de todas as atividades, referentes aos três programas do projeto ICATE, demora um ano letivo. No final desse ano, teremos não só professores formados pela equipa que compõe o projeto ICATE nas três áreas, VIH, Malária e Tuberculose, como também cada aluno educado pelos seus professores passará a actuar como um potencial disseminador de conhecimento.

A primeira ação de implantação do projeto, no Instituto de Promoção Social de Bustos, resultou na formação de 50 alunos e duas professoras do primeiro ciclo. Esta versão piloto revelou-se extremamente útil na aferição dos conteúdos que compõem os diferentes programas.

Da implantação do projeto no Brasil, resultou a formação de 83 professores de diferentes ciclos de ensino e diversas áreas do conhecimento, provenientes de várias escolas públicas e privadas, de distintos municípios do Rio Grande do Sul e de São Paulo. Estiveram também presentes na formação 54 alunos do 9º ano e do ensino secundário, do Colégio Maria Auxiliadora. Desta ação, resultou ainda

a assinatura de vários protocolos de colaboração entre a AWISHE e diversas entidades brasileiras, entre as quais, universidades, escolas, e órgãos governamentais.

Relativamente à ação de divulgação do projeto ICATE em Moçambique, desta resultou a assinatura de três protocolos de colaboração, nomeadamente, com o ISCTEM, a Unidade de Processamento de Ideias (UPI), e a organização não-governamental OSUWELA – Associação para a Promoção do Desenvolvimento através da Formação em Ciência.

4. Conclusões

Os dados da OMS mostram a necessidade global de sensibilizar a população para a prevenção de doenças infecciosas que, para ter impacto a longo prazo, tem de começar a ser feita intensamente junto dos mais novos. O aumento do conhecimento sobre os hábitos de saúde e o envolvimento das comunidades na promoção de hábitos de vida saudáveis terão também um

impacto económico significativo, uma vez que farão diminuir, não só os dias que o indivíduo está doente, e logo não produtivo, mas também, no limite, o número de mortes nos países mais afetados por estas doenças infecciosas.

O ICATE tem um papel a desempenhar junto dos profissionais de saúde e dos professores, e consequentemente junto dos mais novos, contribuindo para a alteração de hábitos e mentalidades, tornando assim a nossa sociedade mais informada e capaz de agir no combate às doenças infecciosas.

5. Referências

- IUHPE (2009). *Construindo escolas promotoras de saúde: diretrizes para promover a saúde em meio escolar*. International Union for Health Promotion and Education.
- Ahmed, Syed Mia C. DeFino, Emily R. Connors, Anne Kissack, Zeno Franco (2014) *Science Cafés: Engaging Scientists and Community through Health and Science Dialogue*. DOI: 10.1111/cts.12153
- Daniel, T. M. (2006). The history of Tuberculosis. *Respiratory Medicine*, 100: 1862-1870.
- Frith, J. (2014). History of Tuberculosis. Part 1 – Phthisis, consumption and the white plague. *History*, 22 (2): 29-35.
- Mandal, A. (2019). History of AIDS. *News Medical Life Sciences*. Acedido a 07 de março de 2019 em: <https://www.news-medical.net/health/History-of-AIDS.aspx>
- Mandal, A. (2019b). History of Tuberculosis. *News Medical Life Sciences*. Acedido a 07 de março de 2019 em: <https://www.newsmedical.net/health/History-of-Tuberculosis.aspx>
- Pickrell, J. (2006). Timeline: HIV and AIDS. *New Scientist*. Acedido a 07 de março de 2019 em: <https://www.newscientist.com/article/dn9949-timelinehiv-and-aids/>
- S/A (2019). A Timeline of HIV and AIDS. *HIV.gov*. Acedido a 07 de março de 2019 em: <https://www.hiv.gov/hiv-basics/overview/history/hiv-and-aids-timeline>
- S/A (2018). History of HIV and AIDS Overview. *Avert*. Acedido a 07 de março de 2019 em: <https://www.avert.org/professionals/history-hivaids/overview>
- S/A (2016). Study traces ancient history of malaria evolution. *News Medical Life Sciences*. Acedido a 07 de março de 2019 em: <https://www.newsmedical.net/news/20160329/Study-traces-ancient-history-of-malariaevolution.aspx>
- Sharp, P. M. e B. H. Hahn (2011). Origins of HIV and the AIDS Pandemic. *Cold Spring Harbor Perspect Med* 2011; 1: a006841. United Nations Education, Science and Culture Organization (2015)
- Educação 2030: Declaração de Incheon*. Acedido a 27 de setembro 2017 em: http://www.unesco.org/new/pt/brasil/about-this-office/singleview/news/incheon_declaration_is_translated_into_portuguese/
- United Nations, Division for Sustainable Development (2017). Sustainable Development Goals. Acedido 27 de setembro 2017 em: <http://sustainabledevelopment.un.org/sdgs>.
- World Health Organization (2010). *Social determinants of health: key concepts*. Geneva: World Health Organization. Acedido a 20 de junho de 2016 em: http://www.who.int-social_determinants/-thecommission/finalreport/-key_concepts/en/index.html.
- World Health Organization (2019). *Malaria*. Acedido a 07 de março de 2019 em: <https://www.who.int/malaria/en/>

**“GESTÃO SUSTENTÁVEL DOS RECURSOS”
– AVALIAÇÃO DAS ATIVIDADES PRÁTICAS DOS
MANUAIS ESCOLARES DE CIÊNCIAS NATURAIS:
EDIÇÃO 2007 *VERSUS* 2014
SUSTAINABLE MANAGEMENT OF RESOURCES” –
EVALUATION OF PRACTICAL ACTIVITIES
OF NATURAL SCIENCES SCHOOLBOOKS:
2007 EDITION *VERSUS* 2014”**

Estefânia Pires¹, Celeste Gomes¹,

Isabel Abrantes², Alcides Pereira³, Gina Pereira Correia⁴

Estefânia Pires – <https://orcid.org/0000-0002-3390-6867>

Celeste Gomes – Falecida

Isabel Abrantes – <https://orcid.org/0000-0002-8761-2151>

Alcides Pereira – <https://orcid.org/0000-0002-7392-2255>

Gina Pereira Correia – <https://orcid.org/0000-0002-0269-7564>

Resumo: As atividades práticas (AP), incluídas na unidade curricular “Gestão sustentável dos recursos”, foram avaliadas

¹ CITEUC, Departamento de Ciências da Terra, Universidade de Coimbra, estefania_pires@hotmail.com

² CEF, Departamento de Ciências da Vida, Universidade de Coimbra, isabel.abrantes@uc.pt

³ MARE, Departamento de Ciências da Terra, Universidade de Coimbra, apereira@dct.uc.pt

⁴ CITEUC, gina_maria@sapo.pt

em 10 manuais escolares (ME) de Ciências Naturais do 8.º ano, edições de 2007 e 2014, de acordo com a sua tipologia. O objetivo foi investigar se as AP seguem as recomendações dos documentos curriculares oficiais e promovem a educação para o desenvolvimento sustentável. Os resultados mostraram que as AP de papel e lápis prevalecem em ambas as edições, as AP laboratoriais e os exercícios Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente mantêm a sua frequência. Verificou-se um incremento na frequência de AP de projeto e pesquisa nos ME da edição mais recente, embora nenhum tenha propostas de AP de campo. Os resultados permitiram concluir que estes ME não cumprem inteiramente as orientações emanadas pela tutela.

Palavras-chave: documentos curriculares oficiais, Ensino das Ciências, ensino e aprendizagem

Abstract: The main goal of this study was to assess the practical activities (PA) typologies included in 10 Natural Sciences textbooks of the 8th grade, editions from 2007 and 2014, in order to verify if those follow the recommendations of the official curriculum documents and promote education for sustainability, in the curricular unit “Sustainable management of resources”. The results showed that there is a prevalence of pencil and paper PA in both editions, the laboratory PA and Science, Technology, Society and Environment exercises maintain their frequency; there was an increase of Project and Investigation PA in the most recent textbooks edition, although none of them have fieldwork PA proposals. The analysis of the results revealed that any of these textbooks accomplish the official curriculum documents recommendations.

Keywords: official curriculum documents, Science Teaching, teaching and learning

1. Introdução

O manual escolar (ME) é relevante no Ensino das Ciências (EC), assumindo funções pedagógicas e didáticas importantes através das atividades que propõe. Assim, mais do que um recurso, os ME influenciam os processos de ensino e de aprendizagem.

Em Portugal, os ME são a principal ferramenta de trabalho na escola contribuindo de forma acentuada para as conceções e as práticas dos professores, nomeadamente no EC, determinando frequentemente a natureza da atividade desenvolvida na sala de aula, sobrepondo-se mesmo aos programas curriculares (Martins, 2011; Santos, 2001).

O ME determina de forma decisiva o que se ensina e como se ensina (Lajolo, 1996), acabando por condicionar as estratégias de ensino. Por isso, a análise dos ME tem suscitado, entre os investigadores em Didática das Ciências, muito interesse por diversos motivos: i) 50% de todos os livros publicados no mundo são ME (Johnsen, 2001); ii) o ME é, por excelência, o recurso utilizado pelos professores na preparação das suas atividades letivas (Apple, 2002); iii) o ME é o principal recurso pedagógico dos estudantes (Choppin, 2004); iv) 75% do tempo das aulas dos ensinos básico e secundário é usado, pelos estudantes, a trabalhar com o ME (Apple, 2002).

A nível nacional salienta-se o projeto ‘Manuais, e-manuais e atividades dos alunos’ desenvolvido pela Universidade Lusófona em colaboração com a Unidade de Investigação & Desenvolvimento Observatório de Políticas da Educação e de Contextos Educativos, que pretende avaliar

‘se os manuais escolares portugueses privilegiam uma função expositiva ou, de modo diferente, a fazem interagir com situações problemáticas ou motivadoras numa “nova” dinâmica de aprendizagem’ (Duarte, 2010, p. 121).

Nos últimos anos, têm-se registado mudanças no ensino das ciências (Hofstein & Kind, 2012), ao mesmo tempo que os currículos de ciências, de diversos países, reafirmaram a importância da implementação de trabalho prático no EC para o desenvolvimento da literacia científica (Hofstein & Naaman, 2007).

Neste contexto, a comunidade científica tem vindo a reconhecer a importância das atividades práticas (AP) integradas em situações de ensino e de aprendizagem estimuladoras, na medida em que permitem a construção de conhecimentos e o desenvolvimento de capacidades e atitudes.

Apesar da Educação, por si só, não ser suficiente para a consecução de um futuro mais sustentável reconhece-se que desempenha um papel importante no desenvolvimento de competências dos cidadãos necessárias para uma intervenção mais consciente na sociedade. Perante esta urgência de uma Educação, que valorize a formação de cidadãos com consciência crítica e mais participativos nas decisões da sociedade, os professores desempenham um papel importante (Vieira et al. 2011)

Assim, estimular a curiosidade e o interesse dos estudantes para aprender ciências e contribuir para promover a literacia científica, incentivando-os a participar de forma mais ativa, responsável e consciente na construção de uma sociedade sustentável, requer profundas inovações no ensino e aprendizagem das ciências (Galvão et al. 2001). Neste âmbito, a Educação para o Desenvolvimento Sustentável (EDS) implica perspetivar uma nova orientação para a prática letiva, enfatizando situações de aprendizagem ativas, experienciais, colaborativas e dirigidas para a resolução de problemas a nível local, regional e global.

2. Metodologia

2.1. Questão-problema e objetivos

Todos os ME apresentam propostas de realização de AP, mas, nem sempre, a forma como o fazem refletem a concordância com os princípios defendidos por investigadores (Leite, 2001), nem com as orientações emanadas pela tutela.

Atendendo a que as AP são relevantes nos processos de ensino e de aprendizagem das ciências, que a sua realização é sugerida nos documentos curriculares oficiais (DCO), e que a maioria dos professores recorre às propostas dos ME procura-se, com este estudo, analisar as AP em ME do 8.º ano, editados antes e depois da atual revisão curricular, para a unidade curricular “Gestão sustentável dos recursos”.

Para o efeito, foi formulada a questão-problema: as AP propostas na unidade curricular analisada poderão estar associadas ao desenvolvimento da literacia científica, no âmbito de uma EDS, de acordo com as orientações dos DCO?

Para responder a esta questão-problema definiram-se os objetivos seguintes: i) conhecer a frequência das AP propostas por ME; ii) identificar a distribuição das AP em função da tipologia; iii) aferir se existe predominância de uma tipologia de AP sobre as outras; iv) avaliar e comparar a distribuição das AP, em função da tipologia, nos ME de 2007 e 2014; e v) estabelecer uma relação entre as AP que prevalecem e as orientações dos DCO. **ESTE ESTUDO É EXPLORATÓRIO, DESCRITIVO, RELATIVAMENTE À COMPARAÇÃO (FORTIN, 2000).**

2.2. Amostra

A seleção da unidade curricular “Gestão sustentável dos recursos” baseou-se no facto de ter sido considerada a mais adequada para a

exploração da temática da EDS, capaz de proporcionar condições para os estudantes desenvolverem conhecimentos, capacidades e atitudes e valores que, em articulação, lhes possibilitam tornar-se cidadãos ativos e interventivos na sociedade.

A amostra é constituída por 10 ME de Ciências Naturais do 8.º ano de escolaridade, 5 editados em 2007 que vigoraram até à implementação das Metas Curriculares (Galvão et al. 2001) e 5 editados em 2014 com a configuração das atuais Metas Curriculares (Bonito et al. 2013). Esta seleção permitiu fazer a comparação das AP nos ME atuais e nos anteriores à legislação em vigor.

A amostragem foi do tipo não probabilística, de um universo de ME de Ciências Naturais disponíveis no mercado livreiro português. Os ME foram selecionados a partir dos dados fornecidos pelo Ministério da Educação e correspondem aos mais utilizados nas escolas portuguesas nos anos letivos 2013/2014 (o último ano em que vigoraram os ME anteriores à implementação das Metas Curriculares) e 2016/2017.

Por uma questão de simplificação de escrita e funcionalidade atribuiu-se a cada ME uma letra maiúscula do alfabeto. Os ME, editados em 2007, foram designados por A, B, C, D, E e os que têm a configuração das Metas Curriculares, em vigor, por F, G, H, I, J (Tabela I).

Tabela I – Tema/domínio e subtema/subdomínio de Ciências Naturais do 8.º ano de escolaridade e manuais escolares (ME) selecionados.

Ciclo de ensino	Tema ¹ /Domínio ² Subtema ¹ /Subdomínio ²	Ano de escolaridade	ME/Edição
Básico	Sustentabilidade na Terra Gestão sustentável dos recursos	8.º	A, B, C, D, E / 2007 F, G, H, I, J / 2014

¹ Designação nas Orientações Curriculares.

² Designação nas Metas Curriculares.

Neste estudo não foram conhecidas, nem investigadas, as conceções dos autores dos ME sobre os objetivos delineados.

2.3. Instrumentos e Procedimentos

A análise documental dos ME foi efetuada a partir da utilização de grelhas. Estes instrumentos de recolha de dados, desde que usados adequadamente, permitem minimizar a subjetividade no processo de recolha e análise de dados, aumentando e garantindo uma maior fiabilidade dos resultados (Lessard-Hébert et al. 1994).

Tendo por base a análise documental do subtema/subdomínio e ME selecionados, os instrumentos de recolha de dados, grelhas de registo e de avaliação das AP foram construídos em função da tipologia seguinte: papel e lápis, exercícios Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA), projeto, pesquisa, laboratorial, de campo, debates, sugestões (consultas de sites e outros) e outros.

As AP consideradas são as que aparecem propostas ao longo do corpo do texto e no final de cada subtema/subdomínio, por serem aquelas que, com maior frequência, são realizadas nas aulas.

Começou por se identificar, em cada ME, as AP constantes na unidade curricular “Gestão sustentável dos recursos” que os autores propõem explicitamente. Essa intenção dos autores pode constatar-se, pelo facto de atribuírem a essas atividades títulos, como: “Questões”; “Para explorar”; “Atividade”; “Resolve”; “Vai e pesquisa”, entre outros. Como nalguns casos cada AP tem um único objetivo, enquanto noutros tem mais do que um, decidiu-se considerar cada uma das partes da atividade proposta que permite atingir um dado objetivo como sendo uma AP, de modo a podermos mais corretamente comparar os diferentes ME.

Os DCO e os ME foram analisados em duas fases e quatro tempos. Na primeira fase foi feita uma análise em dois tempos, individualmente e em conjunto com duas especialistas em EC, tendo sido construídas as grelhas de análise. Na segunda fase procedeu-se ao preenchimento das grelhas em 2 tempos, individualmente e em conjunto. No segundo tempo, da primeira e da segunda fase, foram comparados os dados individuais e feita uma análise nos casos não

concordantes, por forma a encontrar uma solução consensual. A análise em dois tempos foi importante, na medida em que permitiu garantir a fiabilidade da análise, minimizar eventuais erros, verificar a consistência dos resultados e diminuir a subjetividade inerente ao processo de análise.

A metodologia utilizada na análise das AP consistiu em procedimentos de cariz qualitativo. A análise qualitativa implicou a aplicação da técnica de análise de conteúdo, com a definição dos objetivos, a análise documental e a revisão bibliográfica que possibilitou utilizar e adaptar taxonomias de classificação e de análise de frequência das atividades, segundo um processo de categorização e codificação (Amado, 2000). As categorias de análise foram definidas recursivamente à interpretação das AP.

3. Resultados e discussão

Os ME editados em 2014 apresentam um maior número de AP (n=204) num número total de páginas inferior aos ME de 2007 (Tabela II).

Tabela II – Número de páginas e de atividades práticas (AP) nos manuais escolares (ME) de Ciências Naturais, do 8.º ano de escolaridade, na unidade curricular “Gestão sustentável dos recursos”.

	ME	Páginas/ME (n)	AP/ME (n)
ME editados em 2007	A	109	17
	B	81	55
	C	76	18
	D	60	26
	E	72	46
	Total (n)	398	162
ME editados em 2014	F	62	61
	G	55	35
	H	63	29
	I	105	44
	J	80	35
	Total (n)	365	204

(n) – Número total.

Número de atividades práticas por manual escolar e por sub-subtemas/conteúdos a lecionar por objetivos

Na análise dos dados referentes aos manuais de 2007 sobressaem os ME B e E, com 55 e 46 AP, respetivamente, representando 62,3% do total das atividades (Tabela III). A unidade curricular “Gestão sustentável dos recursos” nos ME de 2007 está organizada em três sub-subtemas e nos ME de 2014, os conteúdos a lecionar por objetivos são quatro. Apesar das Orientações Curriculares de Ciências Físicas e Naturais referirem a exploração de três sub-subtemas, os ME B e C não incluem o sub-subtema “Riscos das inovações científicas e tecnológicas para o indivíduo, a sociedade e o ambiente” e, apesar do ME D o incluir, não apresenta qualquer AP. De realçar que os restantes ME, editados em 2007, têm um número muito reduzido de páginas dedicado a este sub-subtema (Tabela III).

Tabela III – Número de atividades práticas por sub-subtema e manual escolar (ME) de Ciências Naturais do 8.º ano de escolaridade, editados em 2007 (Pires & Gomes, 2010).

Sub-subtema	ME					Total (n)
	A (n)	B (n)	C (n)	D (n)	E (n)	
Recursos naturais, utilização e consequências	10	33	13	18	31	105
Proteção e Conservação da Natureza	5	22	5	8	14	54
Riscos das inovações científicas e tecnológicas para o indivíduo, a sociedade e o ambiente	2	NO	NO	0	1	3
Total	17	55	18	26	46	162

(n) – Número total; NO – Não observado, o ME não contém este sub-subtema.

No que se refere aos ME de edição mais recente sobressaem os ME F (n=61) e I (n=44). Nos ME de 2014, tal como nos de

2007, o conteúdo programático com menor representatividade é o “Desenvolvimento científico e tecnológico e qualidade de vida das populações humanas” (Tabela IV).

Relativamente à frequência de AP por sub-subtemas (ME de 2007) (Tabela III) e nos conteúdos a lecionar por objetivos (ME de 2014) (Tabela IV), verificou-se que, nos ME de 2007, o que apresenta maior representatividade é “Recursos naturais – Utilização e consequências” (n=105) e nos de 2014 é, aquele que lhe corresponde, “Classificação dos recursos naturais, exploração e transformação” (n=85).

Tabela IV – Número de atividades práticas por manual escolar (ME) de Ciências Naturais do 8.º ano de escolaridade, editados em 2014 de acordo com os conteúdos a lecionar por objetivos.

Conteúdos a lecionar por objetivos	ME					Total (n)
	F (n)	G (n)	H (n)	I (n)	J (n)	
Classificação dos recursos naturais, exploração e transformação	23	19	10	21	12	85
Ordenamento e gestão do território e conservação da natureza	17	5	7	8	7	44
Gestão de resíduos e da água	13	11	6	9	9	48
Desenvolvimento científico e tecnológico e qualidade de vida das populações humanas	8	0	6	6	7	27
Total	61	35	29	44	35	204

(n) – Número total.

Estes resultados poderão estar relacionados com o maior número de páginas, e a diversidade de assuntos explorados que se aproximam mais do quotidiano. Por outro lado, o menor número de AP em “Riscos das inovações científicas e tecnológicas para o indivíduo, a sociedade e o ambiente” e em “Desenvolvimento científico e

tecnológico e qualidade de vida das populações humanas”, nos ME de 2007 e 2014, respetivamente, poderá ser explicado por se tratar de um conteúdo transversal a outras disciplinas.

Globalmente, nos ME de 2014 há um maior número total de AP e uma distribuição mais equilibrada pelos conteúdos a lecionar por objetivos.

Tipologia das atividades práticas em manuais escolares de Ciências Naturais, na unidade curricular “Gestão sustentável dos recursos”

Os ME analisados recorrem a AP de tipologia diversa na concretização das atividades de aprendizagem da “Gestão sustentável dos recursos”. Contudo, as AP de campo são nulas nos ME da edição de 2014. Nos ME de ambas as edições, 2007 e 2014, o número total de AP é maior na tipologia de papel e lápis com 68,6 e 76,5% respetivamente. As restantes tipologias estão restritas a valores baixos, muito baixos, nos ME de ambas as edições (Tabela V).

As atividades de papel e lápis envolvem, sobretudo, a resolução de exercícios e compreendem, maioritariamente, a leitura e análise de textos informativos, notícias de jornais ou revistas e gráficos, e esquemas ou imagens, seguidas de alguns itens que exigem dos estudantes a seleção de informação disponibilizada nessas fontes. De um modo geral, são tarefas que apelam à reprodução do conhecimento científico explicitado nos textos, sem que se atribua relevância à discussão e avaliação de situações problemáticas.

Em ambas as edições dos ME, as AP laboratoriais são escassas (n=2) e restritas a poucos ME. Inferiu-se que seja pelo facto dos processos geológicos, que envolvem estes conteúdos programáticos, poderem ser explicados por intermédio de analogias simples.

Os ME B e E apresentam uma AP laboratorial do tipo orientada para a determinação do que acontece, e do tipo exercício, respetivamente. O ME I, da edição de 2014, é o único desta edição que tem AP laboratoriais, uma do tipo exercício e outra ilustrativa.

Dado que o ME adotado é a principal origem das AP laboratoriais, que muitos professores implementam, e que, de acordo com um estudo efetuado por Leite e Esteves (2005), os professores revelam, geralmente, falta de sentido crítico em relação aos protocolos apresentados nos ME, seria importante incluir em futuras edições de ME uma diversificação das atividades laboratoriais.

Tabela V – Tipologia das atividades práticas (AP) incluídas em manuais escolares (ME) de Ciências Naturais, do 8.º ano de escolaridade, na unidade curricular “Gestão sustentável dos recursos”.

Tipologia de AP	ME editados em 2007						ME editados em 2014					
	A (n)	B (n)	C (n)	D (n)	E (n)	Total (n)	F (n)	G (n)	H (n)	I (n)	J (n)	Total (n)
Papel e lápis	16	43	14	13	38	124	41	29	21	28	21	140
Exercício CTSA ¹	0	2	0	0	0	2	0	0	0	1	1	2
Projeto	0	0	0	0	2	2	4	0	4	2	1	11
Pesquisa	0	5	1	9	0	15	8	4	2	9	11	34
Laboratorial	0	1	0	0	1	2	0	0	0	2	0	2
De campo	0	0	0	1	2	3	0	0	0	0	0	0
Debate	0	0	0	2	0	2	0	2	2	1	0	5
Sugestões (Consultas de sites e outros)	0	4	2	1	2	9	0	0	0	1	0	1
Outros	1	0	1	0	1	3	8	0	0	0	1	9
Total (n)	17	55	18	26	46	162	61	35	29	44	35	204

(n) – Número total. ¹ CTSA – Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente.

Na edição de 2007, apenas o ME D apresenta como proposta de atividade o debate (n=2), tendo-se registado um aumento da frequência desta tipologia nos ME de 2014 (n=5), distribuída pelos ME G, H e I.

A baixa frequência, possivelmente, deve-se ao facto deste tipo de AP exigir o dispêndio de algum tempo, quer para a sua preparação e/ou construção, quer para a sua implementação (Tamir, 1990).

As AP de pesquisa possibilitam um envolvimento dinâmico do estudante, importante numa EDS, proporcionando o desenvolvimento da sua capacidade de resolução de problemas e tomada de decisões (Pires et al. 2009). O ME D propõe uma atividade designada “Vai

e Pesquisa” (n=9), na maioria das vezes, com breves orientações, para planificação de uma pesquisa de âmbito local/regional e sua posterior divulgação.

Saliente-se que, nos ME de edição mais recente, se registou um incremento considerável na frequência de AP de projeto e pesquisa. Este resultado está em consonância com as orientações recentes para o ensino e aprendizagem das ciências, nas quais os objetivos estão explicitamente centrados no estudante. Estas atividades inserem-se numa dinâmica construtivista de aprendizagem, perspetivando a construção de aprendizagens nas interações sociais.

Como o ensino das Geociências é mais difícil a partir de livros, as AP de campo são importantes (Van Loon, 2008). Todavia, nenhum ME da edição mais recente tem propostas de AP de campo, embora sejam preconizadas como sugestão nos DCO. A frequência nula destas AP nos ME de 2014 suscitou-nos a seguinte questão: Quais os fatores que terão levado os autores dos ME mais recentes, a não incluir nos ME esta tipologia de AP? O trabalho desenvolvido não nos permite tirar uma conclusão, mas consideramos que poderia ser motivo para investigações futuras.

Em síntese, para a unidade curricular “Gestão sustentável dos recursos” os ME analisados valorizam pouco a importância da interação dos estudantes com o meio natural, no sentido de promover uma aprendizagem segundo as orientações que vêm sendo enfatizadas para o EC. Porém, seria desejável haver mais atividades desta natureza, sobretudo as de fácil concretização, como as que não implicam grandes deslocamentos, podendo ser realizadas na proximidade da escola ou no recinto escolar (Dourado, 2001).

Nos ME, de ambas as edições, o número total de exercícios CTSA é reduzido (n=2), possivelmente porque os autores dos ME têm a perceção que, na sua maioria, os professores têm pouco conhecimento acerca da perspectiva CTSA (Magalhães & Tenreiro-Vieira, 2006; Vieira & Martins, 2004).

Verificámos que a exploração da perspetiva CTSA é feita através de textos que, regra geral, não levam o estudante a questionar os argumentos apresentados, bem como não o estimulam a procurar mais informações. Apesar do Programa da disciplina de Ciências Naturais salientar a importância de promover uma maior interação da Ciência com o avanço tecnológico, com a sociedade e com o ambiente, os resultados obtidos são coincidentes com os de outras investigações, ou seja, a presença de atividades CTSA é pouco relevante nos ME e, quando surgem, não promovem uma verdadeira interação CTSA (Udeani, 2013).

Contrariamente aos ME de 2007, todos os da edição de 2014 contemplam atividades de pesquisa, tendo-se verificado um incremento (n=34). Este registo é importante, pois estas atividades potenciam o desenvolvimento da capacidade de resolução de problemas.

Decorrente da nossa prática profissional surgiu-nos a questão seguinte: Será que os professores efetivamente propõem aos estudantes a realização destas AP de pesquisa? Segundo Mendes e Rebelo (2004), estas AP só se realizam nas escolas, se os professores as compreenderem, lhe reconhecerem interesse, valor e forem capazes de as implementar com conforto e segurança. Por outro lado, pensamos que a necessidade que os professores sentem em lecionar os conteúdos programáticos em tempo útil pode condicionar a implementação destas atividades. Por isso, os professores são confrontados com a necessidade de alterar estratégias e de reestruturar o contexto educativo, de forma a redefinir os critérios de sucesso no ensino e aprendizagem das ciências (Chin & Osborne, 2008).

4. Conclusões

Nos ME analisados está patente uma diversidade de propostas de AP para a leção da unidade curricular “Gestão sustentável dos recursos”.

Nos ME, editados em 2007, concluímos que: i) os ME B e E apresentam um maior número de AP e uma melhor distribuição pelos conteúdos; ii) nos cinco ME (A, B, C, D e E) prevalecem as atividades de papel e lápis; iii) nos ME A e E, as atividades de pesquisa são inexistentes iv) nos ME A, C e D, os exercícios CTSA são inexistentes; v) apenas os ME B e E apresentam uma proposta de AP laboratorial, do tipo orientada para a determinação do que acontece, e do tipo exercício, respetivamente; vi) apenas o ME D propõe atividades de debate; vii) o ME B não contempla o sub-subtema “Riscos das inovações científicas e tecnológicas para o indivíduo, a sociedade e o ambiente”.

Nos ME em vigor, editados em 2014, concluímos que: i) o ME F é o que apresenta um maior número de propostas de AP; ii) as atividades de papel e lápis prevalecem, tal como nos ME da edição de 2007; iii) todos os ME apresentam propostas de atividades de pesquisa; iv) os ME I e J apresentam, cada um, um exercício CTSA; v) apenas o ME I apresenta AP laboratoriais, uma do tipo exercício e outra ilustrativa; vi) nenhum ME propõe AP de campo; vii) os ME, exceto o F e o J, desconsideram os debates.

Na globalidade, para ambas as edições, as propostas de exercícios CTSA, de campo, laboratoriais e de debate estão restritas a um número diminuto de ME e a um número reduzido de ocorrências.

Concluiu-se, ainda, que os ME analisados não cumprem cabalmente as orientações emanadas nos DCO e o esperado relativamente à promoção de uma literacia científica, no âmbito de uma EDS, já que apresentam poucas propostas de AP que estimulem o pensamento reflexivo e crítico.

Este estudo incidiu nas AP de apenas uma unidade curricular e de um número não aleatório de ME, não permitindo a generalização dos resultados obtidos. Contudo, consideramos que os professores devem adotar uma atitude mais reflexiva e crítica face aos processos de ensino e de aprendizagem e às propostas de AP apresentadas

nos ME, por forma a colmatarem as lacunas que eventualmente existam, em geral, e no ME adotado na sua escola, em particular, de modo a proporcionarem atividades diversificadas e promotoras do desenvolvimento de competências de diferentes níveis cognitivos.

Em suma, decorrente dos resultados apresentados e independentemente de possíveis questionamentos e da diversidade de perspetivas, parece essencial a necessidade de uma avaliação contínua dos ME existentes no mercado livreiro português. A importância reconhecida que os ME têm nos processos de ensino e de aprendizagem exige uma investigação constante para a sua melhoria. Para tal, a divulgação das investigações realizadas é importante, quer do ponto de vista pedagógico e social, quer do ponto de vista investigativo, podendo a discussão dos resultados constituir um contributo válido no sentido dessa melhoria. Contudo, reconhecemos que esta análise não poderá estar dissociada da compreensão dos possíveis fatores que condicionam os autores dos ME no seu processo de conceção e da discussão de possibilidades que os permitam ultrapassar.

Por fim, apelamos aos professores para uma atitude reflexiva e mais sustentada da utilização deste recurso didático, pois não podemos deixar de referir que os ME analisados evidenciam potencialidades que permitem o desenvolvimento de AP diversificadas. Com efeito, importa, também, que reflitam acerca dos métodos de ensino e da necessidade de desenvolverem recursos de apoio específicos.

Agradecimentos

O CITEUC, o CEF e o MARE são financiados por Fundos Nacionais através da FCT – Fundação para a Ciência e Tecnologia (projetos: UID/Multi/00611/2013, UID/BIA/04004/2013 e UID/MAR/04292/2013) e pelo FEDER – Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional atra-

vés do COMPETE 2020 – Programa Operacional Competitividade e Internacionalização (projeto: POCI-01-0145-FEDER-006922).

5. Referências bibliográficas

- Amado, J. (2000). A técnica de análise de conteúdo. *Revista Referência*, 5, 53-63.
- Apple, M. (2002). *Manuais Escolares e Trabalho Docente*. Lisboa: Didáctica Editora.
- Bonito, J., Morgado, M., Silva, M., Figueira, D., Serrano, M., Mesquita, J., & Rebelo, H. (2013). *Metas Curriculares Ensino Básico – Ciências Naturais 5.º, 6.º, 7.º e 8.º anos*. Lisboa: Ministério da Educação e Ciência.
- Chin, C., & Osborne, J. (2008). Students' questions: a potential resource for teaching and learning science. *Studies in Science Education*, 44(1), 1-39.
- Choppin, A. (2004). História dos livros e das edições didáticas: sobre o estado da arte. *Educação e Pesquisa*, 30(03), 549-566.
- Dourado, L. (2001). Trabalho Prático, Trabalho Laboratorial, Trabalho de Campo e Trabalho Experimental no Ensino das Ciências – Contributo para uma clarificação de termos. In A. Veríssimo, A. Pedrosa, & R. Ribeiro (Coords.), *(Re)Pensar o Ensino das Ciências* (13-18). Lisboa: Ministério da Educação, Departamento do Ensino Secundário.
- Duarte, J. (2010). Manual escolar: companheiro do jovem na aquisição de competências e na curiosidade pelo saber. *Revista Lusófona de Educação*, 16, 119-130.
- Fortin, M. (2000). *O Processo de Investigação: Da Concepção à Realização*. Loures: Lusodidacta.
- Galvão, C., Neves, A., Freire, A., Lopes, A., Santos, M., Vilela, M., Oliveira, M., & Pereira, M. (2001). *Orientações Curriculares do Ensino Básico, 3.º Ciclo – Ciências Físicas e Naturais*. Lisboa: Ministério da Educação – Departamento da Educação Básica.
- Hofstein, A., & Kind, P. (2012). Learning in and from science laboratories. In B. Fraser, K. Tobin, & C. McRobbie (Eds.), *Second international handbook of Science Education* (189-207). New York: Springer.
- Hofstein, A., & Naaman, R. (2007). The laboratory in science education: The state of the art. *Chemistry Education Research and Practice*, 8(2), 105-107.
- Johnsen, E. (2001). *Textbooks In The Kaleidoscope. A Critical Survey Of Literature And Research On Educational Texts*. Tonsberg, Noruega: Vestfold College. University.
- Lajolo, M. (1996). Livro didático: um (quase) manual didático. *Em aberto*, 16(69), 3-9.
- Leite, L. (2001). Contributos para a utilização mais fundamentada do trabalho laboratorial no ensino das ciências. In H. Caetano & M. Santos (Orgs.), *Cadernos Didáticos de Ciências* (77-96). Lisboa: Ministério da Educação, Departamento do Ensino Secundário.

- Leite, L., & Esteves, E. (2005). Análise crítica de atividades laboratoriais: um estudo envolvendo estudantes de graduação. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 4(1), 1-19.
- Lessard-Hébert, M., Goyette, G. & Boutin, G. (1994). *Investigação Qualitativa: Fundamentos e Práticas*. Lisboa: Instituto Piaget.
- Magalhães, S., & Tenreiro-Vieira, C. (2006). Educação em ciências para uma articulação ciência, tecnologia, sociedade e pensamento crítico. Um programa de formação de professores. *Revista Portuguesa de Educação*, 19(2), 85-110.
- Martins, I. (2011). Ciência e cidadania – perspectivas de educação em ciência. In L. Leite, A. Afonso, L. Dourado, T. Vilaça, S. Morgado, & S. Almeida (Orgs.), *Actas do XIV Encontro Nacional de Educação em Ciências: Educação em Ciências para o trabalho, o lazer e a cidadania* (21-31). Braga, Portugal: Universidade do Minho.
- Mendes, A., & Rebelo, D. (2004). A Biologia e os desafios da actualidade: novo programa de Biologia para o 12º Ano do ensino secundário. In I. Martins, F. Paixão, & R. Vieira (Orgs.), *Perspectivas Ciência-Tecnologia-Sociedade na inovação da Educação em Ciência. III Seminário Ibérico CTS no Ensino das Ciências* (389-394). Aveiro, Portugal: Departamento de Didáctica e Tecnologia Educativa da Universidade de Aveiro.
- Pires, E., Gomes, C., & Pereira, A. (2009). Actividades extra-curriculares – um projecto ganho. In F. Paixão & F. Jorge (Coords.), *Actas do XIII Encontro Nacional de Educação em Ciências* (584-594). Castelo Branco, Portugal: Escola Superior de Educação, Instituto Politécnico de Castelo Branco.
- Santos, M. (2001). *A Cidadania na "Voz" dos Manuais Escolares*. Lisboa: Livros Horizonte.
- Tamir, P. (1990). Considering the role of invitations to inquiry in science teaching and in teacher preparation. *Journal of Science Teacher Education*, 1(3), 41-45.
- Udeani, U. (2013). Quantitative analysis of secondary school biology textbooks for scientific literacy themes. *Research Journal in Organizational Psychology & Educational Studies*, 2(1), 39-43.
- Van Loon, A. (2008). Earth reflections: Geological education of the future. *Earth-Science Reviews*, 86, 247-254.
- Vieira, R., & Martins, I. (2004). Impacte de um programa de formação com orientação ciência, tecnologia, sociedade e pensamento crítico. Um programa de formação de professores. *Revista Portuguesa de Educação*, 19(2), 85-110.
- Vieira, R., Tenreiro-Vieira, C., & Martins, I. (2011). *A Educação em Ciências com Orientação CTS: Atividades para o Ensino Básico*. Porto: Areal Editores.

**CONTRIBUTOS DE UMA HISTÓRIA DA SISMOLOGIA
EM PORTUGAL PARA A COMPREENSÃO DA
ATIVIDADE SÍSMICA (OBJETIVO GERAL N.º 11
DAS METAS CURRICULARES DE CIÊNCIAS
NATURAIS DO 7.º ANO DO ENSINO BÁSICO)
CONTRIBUTIONS OF A HISTORY OF SEISMOLOGY
IN PORTUGAL TO THE UNDERSTANDING OF
THE SEISMIC ACTIVITY (GENERAL OBJECTIVE
NO. 11 OF THE CURRICULAR GOALS
OF NATURAL SCIENCES SUBJECT –
7TH YEAR OF BASIC EDUCATION)**

Jorge Ferreira

0000-0003-1096-4658

IHC-CEHFCi, da Universidade de Évora

esserpa.jorge@hotmail.com

Resumo: Os estudos de Moreira de Mendonça (1758), Ferreira Diniz (1911), Pereira de Sousa (1919 a 1932) e Frederico Machado (1960) são descritos e analisados na perspetiva do contributo relevante para a ciência dos sismos e como fonte de informação histórica para aplicação em estratégias de ensino destinadas à compreensão da atividade sísmica, objetivo geral n.º 11 do currículo de Ciências Naturais do 7.º ano do ensino básico. A informação proporcionada por estas importantes

fontes históricas de autoria portuguesa, que surgiram na sequência de acontecimentos sísmicos com efeitos em território nacional, poderá ser utilizada no ensino de nove das onze metas curriculares consideradas neste objetivo geral.

Palavras-Chave: ensino das ciências, fontes históricas, metas curriculares, sismos

Abstract: The studies of Moreira de Mendonça (1758), Ferreira Diniz (1911), Pereira de Sousa (1919 to 1932) and Frederico Machado (1960) are described and analysed in the perspective of the relevant contribution to the science of earthquakes and as a source of historical information for application in teaching strategies aimed at understanding the seismic activity, general goal no. 11 of the Natural Sciences *curriculum* of the 7th grade of middle school. The information provided by these important historical sources of Portuguese authorship, which arose as a result of seismic events with effects in national territory, could be used in teaching nine of the eleven curricular goals considered in this general goal.

Keywords: science teaching, historical sources, curricular goals, earthquakes

1. Introdução

Os estudos de Moreira de Mendonça (1758), de Ferreira Diniz (1911), de Pereira de Sousa (1919, 1928 e 1932) e de Frederico Machado (1960), elaborados na sequência de acontecimentos sísmicos com efeitos em território nacional e constituindo contributos relevantes no domínio técnico-científico, proporcionam uma visão global do desenvolvimento da ciência dos sismos em Portugal, mas são aqui descritos e analisados na perspetiva da utilidade no âmbito

do Ensino das Ciências, neste caso para a compreensão da atividade sísmica (objetivo geral n.º 11 das metas curriculares de Ciências Naturais do 7.º ano de escolaridade do ensino básico).

O sismo de 1755 (Grande Terramoto de Lisboa – GTL) teve três primeiras consequências importantes: um levantamento global e sistemático do estado do país, através de questionários; a inovação nas técnicas de construção de edifícios; e a elaboração do primeiro catálogo nacional de sismicidade histórica (por Moreira de Mendonça). Quanto à interpretação do fenómeno sísmico em si, estudos internacionais, como o de Kant ou o de Michell, estiveram na origem da explicação físico-matemática. Mas também no território nacional houve quem investigasse as causas do GTL, como Moreira de Mendonça e Pereira de Sousa, este último com a particularidade de o ter feito já no século XX.

O sismo de 1909 (Terramoto de Benavente – TB) constituiu a oportunidade para que fosse privilegiada, pela primeira vez, a informação obtida com recurso a instrumentação sismográfica localizada em território nacional. O sismograma do TB produzido por um aparelho (sismógrafo Milne) localizado em Coimbra, apesar de difícil interpretação, foi utilizado por Ferreira Diniz (1911) para avaliação de cinco parâmetros (hora, duração, intensidade, região epicentral e réplicas). De referir ainda que foi criada uma comissão oficial para estudar este sismo, numa época em que já se estabelecia uma ligação entre as causas dos sismos e a tectónica.

Um outro acontecimento significativo no período da sismologia instrumental foi a erupção dos Capelinhos, nos Açores. Uma vez que, tinham sido formalmente criadas as condições para a organização de um serviço nacional de geofísica (1946), integrando profissionais com formação científica, foi possível observar uma reacção do Serviço Meteorológico Nacional a esse acontecimento sísmico e vulcânico de 1957-58 que afetou o território insular. O engenheiro Frederico Machado destacou-se como observador do acontecimento, por in-

dicar a evacuação de populações na sequência de uma série de abalos sísmicos e pela autoria de estudos segundo uma abordagem físico-matemática.

O objetivo geral n.º 11 das metas curriculares de Ciências Naturais do 7.º ano de escolaridade do ensino básico «Compreender a atividade sísmica como uma consequência da dinâmica interna da Terra» prevê descritores que correspondem a desempenhos que os alunos deverão revelar (metas), cabendo ao professor selecionar as estratégias de ensino mais adequadas (Bonito *et al.*, 2013). Para cada uma das fontes históricas que a seguir se analisa, são destacados os principais desenvolvimentos para a ciência dos sismos em Portugal e as metas do referido objetivo geral que poderão ser atingidas por estratégias de ensino que usem informação recolhida a partir destas fontes.

2. Moreira de Mendonça (1758) interpreta o GTL como fenómeno natural através da distribuição dos efeitos no tempo e no espaço

Uma testemunha dos efeitos do GTL foi Moreira de Mendonça, um funcionário régio que tinha a seu cargo o Cartório do Tombo da Câmara e de quem pouco mais se sabe do que ter escrito em 1758 a *História Universal dos Terramotos*, obra que constitui uma fonte relevante para o estudo da sismicidade histórica. O primeiro catálogo sísmico em língua portuguesa é constituído por três partes: a primeira, com a mesma designação da obra, *História universal dos terramotos*, descreve os principais terramotos ocorridos ao longo da história, por ordem cronológica, considerando todo o território à escala planetária; a segunda, designada *História do terramoto do primeiro de novembro de 1755*, descreve os efeitos do GTL em termos geográficos e cronológicos; e a terceira designa-se *Dissertação física*

(Fig. 1) e apresenta explicações, incluindo a de Moreira de Mendonça, sobre as causas dos terremotos, em geral, e do GTL, em particular.

Tal como nos catálogos mais recentes de sismos históricos, Moreira de Mendonça recorre, na primeira parte da *História Universal dos Terramotos*, a dados descritivos obtidos através da observação humana, compilando informação importante (data, hora, local e dimensão) para avaliação dos sismos. Os acontecimentos sísmicos incluídos neste catálogo, que foram sentidos ou afetaram o território português (continental e insular) até 1755, são quarenta e um, além dos sismos com efeitos fora do território nacional. Logo no início da obra, Moreira de Mendonça referia a universalidade do fenómeno sísmico, um conhecimento que contrariava a ideia do fenómeno sísmico como um castigo divino, uma interpretação que ainda seria comum na época (Carvalho, 1987).

Na segunda parte da *História Universal dos Terramotos*, para além dos efeitos do GTL (o abalo, o tsunami, o fogo...) que testemunhou pessoalmente, Moreira de Mendonça relata também o que se passou fora de Lisboa, noutras localidades de Portugal continental e, também, fora do território continental. Embora os relatos nas Antilhas e na América do Norte possam corresponder a «exageros» ou a «confusão» (Fonseca, 2005, p. 59) com outros sismos, a distribuição geográfica dos efeitos do GTL segundo a *História Universal dos Terramotos* permite supor uma superfície afetada pelo terramoto muito extensa, quer diretamente pelo abalo (parte da Europa e de África) quer pelo movimento das águas (Açores, eventualmente parte da América). A segunda parte da obra termina com a catalogação dos terremotos (e descrição dos respetivos efeitos) que se seguiram ao GTL, dando conta da ocorrência de numerosas réplicas. Moreira de Mendonça refere repetidos tremores nos oito dias seguintes ao primeiro de novembro e, depois de 24 de abril de 1756, fez «lembrança de todos» (Mendonça, 1758, p. 164) que experimentou, sendo possível verificar o registo igualmente das condições atmosféricas

antes do e durante o sismo (como tempo nublado e/ou chuvoso e/ou ventos fortes, entre outras descrições).

A catalogação das réplicas, considerando o período até 20 de outubro de 1757, permitiu a Moreira de Mendonça notar que no ano de 1757 os tremores de terra passaram a ser «mais pequenos e menos em número» (Mendonça, 1758, p. 168), interpretando assim os dados que ele próprio recolhera, com a mesma racionalidade que também demonstra na interpretação do fenómeno sísmico. As indicações sobre as condições atmosféricas associadas às descrições das réplicas permitem afirmar que Moreira de Mendonça estaria convicto da possibilidade de prever a ocorrência sísmica, nomeadamente através de «sinais», mas reconhecendo que apenas um não permitiria um «prognóstico muito certo» (Mendonça, 1758, p. 251). O próprio GTL teria estado associado a determinadas condições atmosféricas:

«Eu tive bastante conhecimento de quatro sinais que experimentalmente¹ (...) que se fizera neles maior reflexão (...) poderia acautelar-me, e comunicar o meu receio a muitas pessoas, e difundir-se este de sorte que fosse útil a muita gente» (Mendonça, 1758, p. 251).

Se a ligação dos sismos com as condições atmosféricas foi admitida por Moreira de Mendonça, uma eventual ligação, sugerida por outros autores (refere-se ao espanhol Miguel Cabrera), ao Sol, à Lua, a Estrelas e a Eclipses não. Após analisar interpretações contemporâneas e antigas, na terceira parte da *História Universal dos Terramotos*, Moreira de Mendonça concluiu por uma «inegável

¹ Turvação da água (poços), fervor ou intumescência das águas marítimas, e dos rios, vapor da terra denso e escuro, e calor imoderado a respeito da estação (Mendonça, 1758, p. 253-256).

probabilidade do fogo subterrâneo ser a origem» (Mendonça, 1758, p. 186), revelada por muitos terremotos.

O autor da *História Universal dos Terramotos* descreve que o fogo seria procedente de fermentações e causaria a inflamação das matérias do subsolo. Se o fogo comunicasse com a água, esta reduzia-se a vapores com «grande potência para impelir, o que lhe resiste para ocupar o espaço, que lhe compete» (Mendonça, 1758, p. 222). Quando a inflamação ocorresse em caverna não muito profunda, ela deveria «romper» até à superfície e «causar Vulcão» (Mendonça, 1758, p. 222). Os vapores libertados estariam na origem dos vulcões (que seriam efeitos dos terremotos) e das manifestações que Moreira de Mendonça identifica como «sinais».

A propósito da origem do GTL, e tendo em atenção que a hora do terremoto fora de Portugal era sempre posterior, Moreira de Mendonça considerava provável o terremoto ter-se propagado a partir de Lisboa. Esta ideia de propagação do sismo a partir de um ponto central já tinha sido avançada em 1756 por Kant e a explicação dessa propagação na forma de movimento vibratório e ondulatório seria avançada por Michell, em 1761. Para explicar as réplicas do GTL, Moreira de Mendonça considerou que algumas porções de terra ficavam sem sustentação originando pequenos tremores de terra à medida que se iam desprendendo. Uma outra causa resultava da comunicação do fogo a diferentes lugares com menos quantidade de matérias inflamáveis. A maior ou menor força do impulso inicial, a duração e a qualidade do terreno é que determinavam as «diferenças dos terremotos» (Mendonça, 1758, p. 249).

A *História Universal dos Terramotos* constitui em simultâneo um catálogo com descrições de terremotos anteriores ao de 1755 e um testemunho pessoal mas também documentado dos efeitos do GTL, sendo uma fonte que, com os devidos ajustes de linguagem dada a época em que foi redigida, poderá fornecer muitas descrições que permitam a caracterização de episódios sísmicos da história do ter-

ritório nacional (meta 11.7), incluindo o continente e ilhas. O GTL é um desses episódios, e os efeitos descritos por Moreira de Mendonça (alguns na primeira pessoa) podem ser representativos dos riscos associados à ocorrência de um sismo (meta 11.8).

A *História Universal dos Terramotos* é também uma compilação de interpretações sobre o fenómeno sísmico de outros filósofos naturais e do próprio Moreira de Mendonça, em meados do século XVIII, sendo de destacar uma abordagem racional (veja-se o caso do estudo das réplicas), na qual o fenómeno sísmico é encarado como natural e cuja origem estaria associada ao «fogo subterrâneo», podendo ter ligação com o vulcanismo ou não, mas com uma evidente ligação ao interior da Terra. Estas interpretações poderão ser confrontadas com as atuais, em contexto de sala de aula, para ilustrar a evolução dos conceitos sobre a origem dos sismos, e de como o interior da Terra é tido em conta nessas interpretações.

3. Pereira de Sousa (1919, 1928, 1932) interpreta o GTL em relação com a tectónica

Cerca de 150 anos depois de Moreira de Mendonça apresentar a *História Universal dos Terramotos*, Pereira de Sousa (1870-1931) escreveu *O Terramoto do 1.º de novembro de 1755 em Portugal e Um estudo Demográfico* (ortografia atual), com quatro volumes publicados em 1919 (I e II), 1928 (III) e 1932 (IV), o último após a morte do autor. O volume III (Fig. 2), inteiramente dedicado ao distrito de Lisboa, inclui um catálogo dos principais sismos, anteriores e posteriores ao GTL. Na época, a origem dos sismos já era atribuída à tectónica, ou seja, a deformação em grande escala resultante das forças da Terra (Bolt, 1978), uma explicação adotada por este engenheiro militar que integrou os serviços geológicos nacionais entre 1910 e 1928. Porém, pela utilidade para as populações, ao nível da

construção de edifícios, o seu interesse estava mais centrado nos efeitos do GTL².

A obra de referência de Pereira de Sousa, publicada pelos Serviços Geológicos, foi desenvolvida numa época em que o investimento nas observações instrumentais, com recurso aos sismógrafos, ainda era incipiente (ver secção seguinte). A intensidade sísmica, uma expressão direta dos danos, é uma outra forma de medir um abalo. Uma abordagem baseada nos efeitos permite investigar a probabilidade de ocorrerem danos, como no trabalho de Ferrão *et al.*, (2016), que utiliza o estudo de Pereira de Sousa mas também o de Moreira de Mendonça, entre outros, para revelar um maior número de sismos com intensidade igual ou superior a V (escala de Mercalli modificada – escala MMI) na região sul do país, um conhecimento útil no domínio do risco sísmico. Os estudos de intensidade podem ser efetuados com recurso a questionários respondidos por pessoas da área afetada, como aconteceu no relatório do estudo oficial sobre os efeitos do TB, elaborado por Paul Choffat e Alfredo Bensaúde. Pereira de Sousa aproveitou informação histórica para o seu estudo de intensidade.

No início da publicação de *O Terramoto do 1º de Novembro de 1755 em Portugal e Um estudo Demográfico*, o autor revelou pretender usar o já referido questionário, enviado por ordem do Marquês de Pombal, depois do terramoto de 1755, aos diferentes párocos do país, mas lamentava não ter conseguido localizar as respostas a esse questionário para o Algarve (e outros distritos). Por isso, os documentos que realmente utilizou sobre os efeitos do sismo no Algarve foram as memórias paroquiais, tendo por base um «interrogatório», aos párocos, sobre as terras, as serras e os rios e que, após 1755, incluiu a questão «Se padeceu alguma ruína no terramoto de 1755

² Sobre o percurso e contexto institucional de Pereira de Sousa, e os trabalhos por si desenvolvidos relativamente ao GTL, ver Carneiro e Mota (2005).

e em quê: e se está já reparada» (Sousa, 1919, p. 8), que lhe deram as «melhores indicações» (Sousa, 1919, p. 7).

Pereira de Sousa esclareceu ainda a necessidade de um estudo demográfico, comparando a população em 1758 e a de então, para avaliar «a importância das diferentes povoações» e determinar «melhor» o respetivo grau de intensidade sísmica no GTL (Sousa, 1919, p. 10). Na avaliação da intensidade sísmica, Pereira de Sousa adotou a escala de Mercalli de 1909, que varia desde o grau I referente a abalos apenas instrumentais, portanto, não sentidos pelas pessoas, até ao grau XI, referente a um abalo catastrófico, correspondente a um máximo de ruína. Na aplicação da escala considerou sobretudo «os efeitos sobre os edifícios» (Sousa, 1919, p. 9).

Nas conclusões do primeiro volume e referindo-se às populações dos distritos de Faro, Beja e Évora, Pereira de Sousa reconheceu a influência de outros fatores, mas relacionou a variação da população com a constituição geológica/natureza do solo agrícola, concluindo por uma maior progressão da população nas «freguesias constituídas total ou principalmente de terrenos quaternários e terciários» (Sousa, 1919, p. 269). À mesma conclusão chegou no segundo e terceiro volumes, dedicados respetivamente aos distritos de Santarém e Portalegre e ao distrito de Lisboa. A morte prematura do autor não permitiu concluir o quarto volume, dedicado aos distritos de Leiria, Castelo Branco, Coimbra, Guarda, Aveiro e Viseu.

Os quatro volumes incluem o estudo dos efeitos do GTL e o também já referido estudo demográfico. Os efeitos do sismo são descritos por concelho e pelas respetivas freguesias, permitindo a elaboração de algumas cartas de isossistas que integram os volumes, nalguns casos tendo por base uma carta geológica. A propósito dos riscos do sismo, Pereira de Sousa já havia adiantado que as construções assentes sobre areias e aluviões foram as que apresentaram mais danos, pelo que recomendava estudar o solo fazendo sondagens «antes de começar a construção de qualquer edifício» (Sousa, 1909, p. 486).

É também de salientar que Pereira de Sousa já observara que uma parte da cidade (a ocidente do vale de S. Bento) resistira mais do que outra (a parte oriental) e atribuíra este facto à natureza do subsolo. Para determinar a natureza do terreno em que assentavam as principais construções de Lisboa, Pereira de Sousa recorreu a «plantas antigas de Lisboa, da Direção dos trabalhos geodésicos» e a «fragmentos da planta de Lisboa, antes do terramoto» (Sousa, 1909, p. 305). Estas plantas serviram para a elaboração de cartas onde assinalou com uma cor diferente cada intensidade de estragos. Depois passou ao estudo da natureza do terreno onde se encontravam as construções, o que lhe permitiu reconhecer a relação entre a resistência «ao esmagamento do solo» e a resistência dos edifícios «à ação destruidora dos abalos sísmicos» (Sousa, 1909, p. 486).

Nas conclusões do volume III de *O Terramoto do 1º de Novembro de 1755 em Portugal e Um estudo Demográfico*, Pereira de Sousa refere que a dureza do solo tem influência na resistência dos edifícios aos abalos, mas realçando serem as condições tectónicas que «mais influem» (Sousa, 1928, p. 861) na intensidade sísmica, uma vez que para um mesmo tipo de terreno se observam diferentes intensidades. E naquela que terá sido a última produção científica, uma colaboração com a revista de Sismologia e Geofísica *A Terra*, Pereira de Sousa defende a relação entre a propagação dos abalos sísmicos e a ocorrência de fraturas e falhas, e sugere a constituição de uma nova ciência, a «sismotectónica» (Sousa, 1931, p. 28).

O estudo de sismicidade histórica *O Terramoto do 1º de Novembro de 1755 em Portugal e Um estudo Demográfico* fornece informação abundante sobre os efeitos em território nacional (por concelho) do GTL, a qual poderá ser utilizada em contexto de ensino-aprendizagem para explicitar o conceito de intensidade sísmica (meta 11.4), caracterizar o GTL e outros episódios sísmicos da história do território nacional (meta 11.7), indicar riscos associados à ocorrência de um sismo (meta 11.8) e até mesmo identificar o risco sísmico

da região onde a escola se localiza (meta 11.6), em articulação com o mapa de intensidades máximas de Ferrão *et al.*, (2016). As diversas cartas de isossistas disponibilizadas, relativas ao contexto nacional, mas mais pormenorizadas no caso de Lisboa, poderão ser interpretadas (meta 11.5) e comparadas com as cartas geológicas de modo a estabelecer relações i) com as condições tectónicas, uma abordagem que permite relacionar a formação de um sismo com a dinâmica interna da Terra (meta 11.1); ii) e com as condições litológicas, permitindo relacionar a propagação das ondas sísmicas com a constituição litológica do subsolo.

4. Ferreira Diniz (1911) interpreta o TB com base num sismograma

No relatório produzido pela Comissão Oficial que estudou o TB constava a referência a uma brochura de Ferreira Diniz (1878-19--), publicada na *Revista de Obras Públicas e Minas*. Trata-se de um estudo sobre tremores de terra, e sobre o TB em particular, da iniciativa do autor e que estava concluído em dezembro de 1909 (cerca de oito meses após o TB). Este sismo foi registado pelo sismógrafo Milne existente em Coimbra, na estação COI (Custódio *et al.*, 2012), e também por outras estações europeias (e.g., Teves-Costa, 2005), mas é a utilização do sismograma obtido em território nacional que torna este trabalho pioneiro na sismologia portuguesa.

Na introdução do estudo intitulado *Contribuição para o estudo dos tremores de terra em Portugal – o abalo sísmico de 23 de abril de 1909* (Fig. 3), a respeito da origem dos tremores de terra, Ferreira Diniz descreve que as erupções não eram a «causa geral», uma vez existirem regiões sísmicas onde não se conhecia atividade vulcânica. O afundamento em cavidades subterrâneas originaria abalos locais, em número não significativo. Mas os «geólogos modernos» estabe-

leceram uma terceira categoria, a dos tremores de terra tectónicos, resultantes de «movimentos tangenciais da crosta terrestre» (mais frequentes) ou de abatimento, estes originando «compartimentos da crosta terrestre pelo nascimento de falhas» (Diniz, 1911, p. 323).

Ainda na introdução, Ferreira Diniz destacava os esforços de sísmólogos «modernos», que ao estudarem a propagação do movimento sísmico concluíram da existência de ondas longitudinais e transversais, e de ondas superficiais. Esta existência, segundo o autor, teria sido confirmada pelos sismogramas obtidos utilizando aparelhos «mais aperfeiçoados» (Diniz, 1911, p. 307), em especial de abalos produzidos a grande distância, onde se distinguiam três fases de vibração correspondentes aos referidos três tipos de ondas. Para as ondas longitudinais e transversais se propagarem, o núcleo central da Terra teria de ser «mais rígido que o aço» (Diniz, 1911, p. 308).

Uma parte significativa do texto de Ferreira Diniz é dedicada aos principais abalos sísmicos ocorridos em Portugal, com destaque para o GTL e uma «série» de sismos em 1903, para demonstrar tratar-se de uma região sísmica. Acompanham o texto cinco cartas de intensidades (escala Rossi-Forel). O autor lamentava que o país não estivesse dotado dos aparelhos que permitiam registar os abalos sísmicos «insensíveis ao homem» (Diniz, 1911, p. 309) e para o «estudo rigoroso dos tremores de terra» (Diniz, 1911, p. 342), sendo a exceção o pêndulo horizontal de Milne existente na Universidade de Coimbra, a mesma onde Ferreira Diniz se formara (em Filosofia).

Embora as primeiras observações sismográficas tenham ocorrido em 1902, a partir de sismógrafos instalados nos Açores, situava-se no Observatório Meteorológico e Magnético da Universidade de Coimbra, à data do TB, o único sismógrafo do país a funcionar. Adquirido em 1901 e instalado com empenho do próprio diretor do Observatório, funcionava de forma contínua desde 1903 (Custódio *et al.*, 2012). Também o Observatório do Ebro em Tortosa obteve um sismograma, com registo de oscilações muito amplas que foram

interpretadas como manifestações de um abalo que abrangeu uma extensa região. O abalo foi sentido com bastante intensidade em toda a Península Ibérica (Cabral, 1909).

Apesar dos poucos elementos disponíveis, Ferreira Diniz não deixava dúvidas quanto ao recurso à via instrumental para o estudo que se propusera fazer:

«Ora o sismograma de Coimbra sem prófase mostra-nos que o sismo proveio de uma região aproximada. Pouco mais nos diz, pois não é fácil estudar nele as amplitudes e períodos do movimento, no entanto sabendo-se que se trata de uma das componentes do movimento horizontal, EW., cuja amplitude é em média seis vezes maior do que a do movimento vertical, e que para este, uma amplitude de 1 a 2 milímetros é fortemente pressentida, uma amplitude de 10 milímetros corresponde a um abalo perigoso e uma amplitude superior a 20 milímetros a um abalo destruidor; parece pelo gráfico que o sismo correspondente pode ser incluído na segunda categoria» (Diniz, 1911, p. 353-354).

Nas interpretações dos sismos efetuadas por Ferreira Diniz são tidos em atenção elementos como hora, extensão, direção do movimento, duração, intensidade, região epicentral, profundidade, ruídos e réplicas. Apesar de um gráfico «bastante confuso», interpretado como resultado da proximidade à região epicentral, o que justificaria o movimento brusco do pêndulo e a ausência de fases preliminares, Diniz tem em conta o sismograma obtido em Coimbra em cinco parâmetros (hora, duração, intensidade, região epicentral e réplicas) quando interpreta o TB. E quando analisa a intensidade, aproveita para lamentar (novamente) a ausência de uma «rede de estações sismológicas» (Diniz, 1911, p. 345).

Comparativamente com sismos anteriores, Ferreira Diniz nota que o estudo do abalo sísmico de 23 de abril de 1909 permitiu re-

gistar novo foco sísmico, que seria uma «extensa bacia hidrográfica, onde sucessivamente em camadas horizontais se vieram depositar o Terciário e o Quaternário» e não um «desses grandes sulcos marinhos onde se prepara o relevo terrestre» (Diniz, 1911, p. 360). O TB teria assim origem num «movimento vertical que se produziu segundo uma linha na direção aproximada de SW-NE, passando por Salvaterra, Benavente e um pouco a leste de Samora» (Diniz, 1911, p. 360), uma explicação de natureza tectónica.

Um outro elemento para o estudo dos tremores de terra considerado por Ferreira Diniz foi a direção do movimento sísmico, um problema a que «nem mesmo os sismógrafos» (Diniz, 1911, p. 314) poderiam dar uma solução. Por causa de efeitos de rotação, por exemplo em colunas, admitiam-se movimentos rotatórios, mas estes efeitos resultariam de «ilusão dos sentidos» (Diniz, 1911, p. 316). Sobre os efeitos dos sismos já Ferreira Diniz tinha referido, na introdução do seu trabalho, a importância do «fator geológico» (Diniz, 1911, p. 319) e a ausência de relação com fenómenos exteriores à crosta terrestre.

Os efeitos dos grandes tremores de terra faziam supor dois tipos de movimentos, pois se fenómenos como as fendas do solo poderiam ser obra de movimentos sísmicos unicamente horizontais, já outros, como as falhas, pressupunham a intervenção de uma componente vertical, considerava Ferreira Diniz. Mais efeitos que teve em conta para estudar o TB foram aqueles sobre as construções (no parâmetro «intensidade»), bem ilustrados por 17 fotos nas 18 figuras que acompanham o texto (a primeira figura é a do sismograma).

O estudo de Ferreira Diniz, na sequência do abalo sísmico de 23 de abril de 1909, terá sido o primeiro, realizado em Portugal, a ter em conta a análise de um sismograma obtido em território nacional. Mesmo afirmando dizer «pouco», o autor apoiou-se no registo do Observatório da Universidade de Coimbra (estação COI) para justificar as suas estimativas em cinco dos parâmetros que considerou

para estudar o referido sismo. A abordagem que seguiu, considerando a propagação das ondas sísmicas no interior da Terra e as diferentes fases de vibração registadas nos sismogramas, permite contextualizar atividades para relacionar a formação de um sismo com a dinâmica interna da Terra (meta 11.1) e associar a vibração das rochas ao registo das ondas sísmicas (meta 11.2).

O trabalho de Ferreira Diniz, que também inclui um catálogo sísmico, fornece elementos históricos que permitem caracterizar o TB e outros episódios sísmicos da história do território nacional (meta 11.7), e as cartas de intensidades disponibilizadas, tal como no estudo de Pereira de Sousa, podem ser utilizadas para uma abordagem pedagógica das metas 11.4 e 11.5. As fotos permitem identificar riscos associados à ocorrência de um sismo (meta 11.8).

5. A abordagem físico-matemática de Frederico Machado (1960) e as respostas institucionais a um acontecimento sísmico e vulcânico

As observações sismológicas com recurso a instrumentação já ocorriam desde o início do século XX (nos Açores, pelo respetivo Serviço Meteorológico, iniciadas em 1902, e em Coimbra, pelo respetivo Observatório Meteorológico e Magnético da Universidade, de forma contínua desde 1903), mas foi só na década de 50 que um novo acontecimento colocou à prova uma recentemente organizada e profissionalizada ciência dos sismos em Portugal. Na ilha do Faial, após mais de 200 abalos premonitórios, iniciados a 16 de setembro de 1957, cuja frequência foi aumentando, na noite de 26 para 27 o tremor do solo tornou-se constante e de madrugada teve início a erupção que se prolongou até 25 de outubro de 1958 (Zbyszewski, 1963), um acontecimento que proporcionou estudos diversos, como se descreve de seguida, com destaque para os de Frederico Machado (1918-2000).

Os Serviços Geológicos de Portugal estiveram em missão na ilha do Faial em outubro-novembro de 1957, julho-agosto de 1958 e após o fim da erupção. Outra missão foi a do Centro de Estudos Geográficos da Faculdade de Letras de Lisboa em dois períodos diferentes (setembro-outubro de 1957 e dezembro de 1957-janeiro de 1958), chefiada por Orlando Ribeiro (1911-1997), fundador do referido centro (Zbyszewski, 1963). A esta missão, organizada pelo Instituto de Alta Cultura, veio juntar-se Júlio Quintino (1927-1978), do Serviço Meteorológico Nacional, um licenciado em ciências geofísicas pela Universidade de Lisboa que, até a missão regressar a Lisboa, acompanhou as observações da erupção. Poucas mais observações de caráter geofísico foram feitas porque a missão «não estava equipada com os instrumentos» (Quintino, 2001, p. 22) essenciais neste tipo de estudos.

A atividade sísmica foi caracterizada por alguns abalos isolados durante a erupção, de intensidade reduzida, mas em 12 de maio de 1958 a terra começou a tremer e no dia seguinte a intensidade dos abalos atingiu o grau IX (destruição total) na Ribeira Funda e na Praia do Norte e grau VIII na Ribeira do Cabo e Capelo. Nestes dois dias terão ocorrido cerca de 460 abalos sísmicos, segundo o Serviço Meteorológico Nacional, tendo Frederico Machado, então Diretor Geral dos Trabalhos Públicos do Distrito, dado indicação ao Governador de evacuação das freguesias da Praia do Norte e Capelo. As medidas de segurança adotadas terão evitado vítimas na sequência dos desmoronamentos ocorridos (Lobão, 1999; Zbyszewski, 1963).

Ainda no decorrer da erupção vulcânica, Frederico Machado participou na elaboração de um relatório, solicitado pelo Ministério das Obras Públicas, visando a remediação das primeiras consequências (Campos, *et al.*, 1962). O relatório aponta como premente, entre outras medidas, a investigação sobre as possibilidades de cultivo e de recuperação das terras cobertas pelas cinzas. Também a promoção do estudo da vulcanologia, utilizando como objeto de estudo

um vulcão em plena atividade e visando um contributo nacional à Ciência, foi uma medida que Frederico Machado viria a cumprir de modo exemplar³.

Entre 1958 e 1959, Frederico Machado elaborou quatro artigos, publicados na *Atlântida* como «notícias preliminares» (setembro a dezembro de 1957; janeiro a abril de 1958; maio a agosto de 1958; setembro a outubro de 1958) e que foram depois reunidos num volume com o título «Atividade vulcânica na ilha do Faial» (Fig. 4). Na primeira «notícia preliminar» o autor referia ser oportuno publicar uma «notícia sumária» (Machado, 1960, p. 7) sobre a erupção vulcânica enquanto as entidades que a observavam não apresentassem os seus estudos. Frederico Machado descreveu e interpretou acontecimentos observados como abalos, explosões, emissões de gases e piroclastos, correntes de lava, formação e afundamento de cones, entre outros, dando a conhecer a evolução da atividade durante os treze meses em que decorreu a erupção.

Os artigos contêm cálculos sobre a velocidade e a viscosidade da lava e sobre a energia dissipada (com base no volume dos materiais emitidos), entre outros, sendo evidente a abordagem físico-matemática no estudo do acontecimento sísmico e vulcânico. Também encontramos mapas que permitem interpretar a evolução da erupção, reconhecidos por José Agostinho, chefe do Serviço Regional dos Açores (do Serviço Meteorológico Nacional) e de quem Frederico Machado fora aluno no Liceu de Angra do Heroísmo, como fundamentais para apoiar qualquer estudo da erupção (Agostinho, 1960). Os mapas (em número de 18) correspondem a levantamentos topográficos realizados pelo próprio Frederico Machado e pelo engenheiro João Nascimento e o topógrafo António Denis, técnicos das Obras Públicas.

³ Sobre os contributos científicos de Frederico Machado ver Arruda (2014), pp.337-343.

O estudo de Frederico Machado inclui ainda uma carta de isossistas relativa aos abalos de maio de 1958. Como o poder destruidor de um abalo depende quase exclusivamente da aceleração máxima da vibração, Frederico Machado, licenciado em engenharia civil pelo Instituto Superior Técnico, considerava que os efeitos dos numerosos abalos de maio não diferiam dos efeitos que seriam consequência de um único terramoto com a intensidade máxima. A explicação que apresenta é no domínio da tectónica:

«Depois de atingida a rotura dos materiais, as deformações de tipo plástico já são susceptíveis de aumentar com o tempo de aplicação da carga; mas em compensação quando há desmoronamento os destroços arrumam-se naturalmente em posições de equilíbrio que são raramente modificadas por abalos seguintes que não tenham maior intensidade» (Machado, 1960, p. 36).

A carta de isossistas, resultante da sobreposição dos vários abalos, revelou que essa série sísmica teve três zonas epicentrais. Frederico Machado determinou a profundidade do foco partindo de valores de intensidade e usando uma fórmula empírica (de Gutenberg e Richter), concluindo que foi cerca de 1 km em qualquer uma das zonas epicentrais.

Mas a profundidade do foco também já poderia ser determinada com base em informação obtida nos sismogramas. Em meados de dezembro de 1957, começara a funcionar, no Observatório da Horta, um sismógrafo Bosch-Omori para o registo dos abalos relacionados com a erupção, cabendo ao Serviço Meteorológico Nacional os dados obtidos e a publicação dos estudos microssísmicos. Mesmo não integrando o referido Serviço, Frederico Machado, já com doutoramento em engenharia civil, lecionou Vulcanologia e Sismologia na Faculdade de Ciências de Lisboa, em 1965 e 1966, tendo as lições sido organizadas para publicação (Machado, 1965; 1970) e destacan-

do-se no Curso de Sismologia, destinado aos alunos do curso de Geologia, seis capítulos dedicados aos aspetos físico-matemáticos.

Os estudos de Frederico Machado tiveram «grande impacto na comunidade científica» (Forjaz, 1997, p. 7) e foram importantes contributos nas áreas da vulcanologia e da sismologia, podendo proporcionar informação histórica para a caracterização de um episódio simultaneamente sísmico e vulcânico ocorrido em território nacional (meta 11.7) e permitir ainda aos alunos estabelecer a relação do acontecimento com a dinâmica interna da terra (meta 11.1).

Enquanto engenheiro (civil) de serviços de obras públicas mas com conhecimentos já revelados no domínio da geofísica, Frederico Machado desempenhou ainda um importante papel na evacuação de populações, bem como na proposta de medidas para remediação das consequências da erupção, dois contributos históricos que poderão ser explorados em contexto de sala de aula para o reconhecimento da importância da ciência e da tecnologia na previsão sísmica (meta 11.10) e o conhecimento de medidas de proteção de bens e de pessoas (meta 11.9).

6. Notas finais

Os quatro estudos considerados em conjunto permitem perspetivar importantes desenvolvimentos da ciência dos sismos, como a explicação tectónica (Pereira de Sousa, Ferreira Diniz, Frederico Machado) que substituiu a do fogo subterrâneo (Moreira de Mendonça) sobre as causas dos sismos, ou a de uma mais recente abordagem físico-matemática, com base na instrumentação (Ferreira Diniz, Frederico Machado), complementando a racionalidade e a interpretação de dados obtidos empiricamente (Moreira de Mendonça) e o recurso a informação histórica (Pereira de Sousa) no estudo do acontecimento sísmico.

Estas fontes históricas relacionadas com a ciência dos sismos podem fornecer informação para estratégias de ensino e de aprendizagem destinadas a nove das onze metas curriculares relativas ao objetivo geral n.º 11 «Compreender a atividade sísmica como uma consequência da dinâmica interna da Terra», da disciplina de Ciências Naturais do 7.º ano de escolaridade (ver tabela 1).

Com o recurso a estas fontes históricas de autores portugueses e relativas a acontecimentos sísmicos com efeitos em território nacional será possível dar destaque à História da Ciência, de uma forma contextualizada, no ensino (português) do tema dos «sismos».

TABELA 1. A utilidade da fonte para a abordagem didática de cada meta do objetivo geral n.º 11 «Compreender a atividade sísmica como uma consequência da dinâmica interna da Terra», da disciplina de Ciências Naturais do 7.º ano de escolaridade (Bonito *et al.*, 2013), está assinalada com «x».

Fontes	Mendonça, 1758	Sousa, 1919-1932	Diniz, 1911	Machado, 1960
Metas curriculares				
11.1. Explicar a formação de um sismo, associado à dinâmica interna da Terra.		x	x	x
11.2. Associar a vibração das rochas ao registo das ondas sísmicas.			x	
11.3. Distinguir a Escala de Richter da Escala Macrossísmica Europeia.				
11.4. Explicitar a intensidade sísmica, com base em documentos de sismos ocorridos.		x	x	
11.5. Interpretar cartas de isossistas, em contexto nacional.		x	x	
11.6. Identificar o risco sísmico de Portugal e da região onde a escola se localiza.		x		
11.7. Caracterizar alguns episódios sísmicos da história do território nacional, com base em pesquisa orientada.	x	x	x	x
11.8. Indicar os riscos associados à ocorrência de um sismo.	x	x	x	
11.9. Descrever medidas de proteção de bens e de pessoas, antes, durante e após a ocorrência de um sismo.				x
11.10. Reconhecer a importância da ciência e da tecnologia na previsão sísmica.				x
11.11. Relacionar a distribuição dos sismos e dos vulcões na Terra com os diferentes limites de placas tectónicas.				

7. Referências

- Agostinho, J. (1960). Atividade vulcânica nos Açores. *Açoreana*, V(4), 362-478.
- Arruda, L. M. (2014). *Descobrimento científico dos Açores. Do povoamento ao início da erupção dos Capelinhos*. Angra do Heroísmo: Instituto Açoriano de Cultura.
- Bolt, B. (1978). *Earthquakes. A Primer*. New York: W. H. Freeman and Company.
- Bonito, J. (Coord.), Morgado, M., Silva, M., Figueira, D., Serrano, M., Mesquita, J. & Rebelo, H. (2013). *Metas Curriculares, Ensino Básico, Ciências Naturais, 5º, 6º, 7º e 8º anos*. Acedido a 23 de fevereiro de 2017, em <http://www.dge.mec.pt/programas-e-metas-curriculares/ciencias-naturais>.
- Cabral, F. P. (1909). Algumas notas sobre o tremor de terra de 23 de abril. *Brotéria Revista de Sciencias Naturaes do Collegio de S. Fiel*, VIII, 181-190.
- Campos, V., Machado, F. & Garcia, J. A. S. (1962). Relatório da missão técnica do Ministério das Obras Públicas para remediar as primeiras consequências da erupção vulcânica da ilha do Faial. *Memória dos Serviços Geológicos de Portugal*, n.º 9 (Nova série), 35-50.
- Carneiro, A. & Mota, T. S. (2005). Um terramoto para uma vida: Francisco Luiz Pereira de Sousa In A. Araújo *et al* (Orgs.), *O Terramoto de 1755. Impactos Históricos*. Lisboa: Livros Horizonte.
- Carvalho, R. (1987). As interpretações dadas, na época, às causas do terramoto de 1 de Novembro de 1755. *Memórias da Academia das Ciências de Lisboa*, tomo XXVIII, 179-205.
- Custódio, S., Battló, J., Martins, D., Antunes, F., Narciso, J., Carvalho, S., Lima, V., Lopes, F. C., Ribeiro, P., Sleeman, R., Alves, E. I. & Gomes, C. R. (2012). Station COI: dusting off an Old Seismic Station. *Seismological Research Letters, Historical Seismologist*, 83 (5), 863-869.
- Diniz, J. O. F. (1911). Contribuição para o estudo dos tremores de terra em Portugal. O abalo sísmico de 23 de Abril de 1909. *Revista de Obras Públicas e Minas*, tomo XLI, 305-361.
- Ferrão, C., Bezzeghoud, M., Caldeira, B. & Borges, J. F. (2016). The Seismicity of Portugal and Its Adjacent Atlantic Region from 1300 to 2014: Maximum Observed Intensity (MOI) Map. *Seismological Research Letters*, 87(3), 743-750.
- Fonseca, J. D. (2005). *1755 O Terramoto de Lisboa* (2.ª ed.). Lisboa: Argumentum.
- Forjaz, V. H. (Ed.) (1997). *Vulcão dos Capelinhos. Retrospectivas – Vol. I*. Ponta Delgada: Observatório Vulcanológico e Geotérmico dos Açores.
- Lobão, C. (1999). *O ano do Vulcão 1957-1958*. Horta: Clube de Filatelia «O Ilhéu».
- Machado, F. (1960). *Atividade vulcânica da ilha do Faial (1958-58)*. 2ª. Reedição subsidiada pelo Governo Civil da Horta. Angra do Heroísmo.
- Machado, F. (1965). *Elementos de Vulcanologia*. Lisboa: Junta de Investigações do Ultramar.
- Machado, F. (1970). *Curso de Sismologia*. Lisboa: Junta de Investigações do Ultramar.
- Mendonça, J. J. M. de (1758). *Historia Universal dos Terremotos, que tem havido no Mundo, de que ha noticia, desde a sua creação até o seculo presente. Com huma narração individual do Terremoto do primeiro de Novembro de 1755, e noticia*

verdadeira dos seus efeitos em Lisboa, todo Portugal, Algarves, e mais partes da Europa, Africa, América, aonde se estendeu: e hum dissertação phisica sobre as causas geraes dos Terremotos, seus efeitos, differenças, e Prognosticos; e as particulares do ultimo. Lisboa: na Offic. de Antonio Vicente da Silva.

- Quintino, J. (2001). *Estudos de Geotermia e Geofísica e outros Escritos*. Ponta Delgada: Sociedade Afonso Chaves.
- Sousa, F. L. P. (1909). Efeitos do Terremoto de 1755 nas construcções de Lisboa. Conferencia feita na Associação dos Engenheiros Civis Portuguezes em 8 de Maio de 1909. *Revista de Obras Públicas e Minas*, tomo XL, 283-486 (pp.1-215, versão da Imprensa Nacional).
- Sousa, F. L. P. (1919, 1928, 1932). *O Terremoto do 1º de Novembro de 1755 em Portugal e Um estudo demográfico*. Volumes I e II (1919), III (1928) e IV (1932). Lisboa: Serviços Geológicos.
- Sousa, F. L. P. (1931). Reconhecimento Tectónico de Portugal pelo grande Terremoto de 1755. *A Terra*, n.º1 (outubro), 27-29.
- Teves-Costa, P., Batlló, J., Rio, I. & Macià, R. (2005, fevereiro). O sismo de Benavente de 23 de Abril de 1909 – estado da arte. In *4º Simpósio de Meteorologia e Geofísica da Associação Portuguesa de Meteorologia e Geofísica* (44-49). Sesimbra.
- Zbyszewski, G. (1963). L'éruption du volcan de Capelinhos en 1957-58. *Comunicações dos Serviços Geológicos*, XLVII, 189-223.

**O PROJETO “HISTÓRIAS COM CIÊNCIA
NA BIBLIOTECA ESCOLAR”
THE PROJECT “SCIENCE STORIES
IN THE SCHOOL LIBRARY”**

António Andrade¹ 0000-0002-7456-6504

Helmuth Malonek² 0000-0003-0830-3316

Isabel Malaquias³ 0000-0002-3179-0282

José Saro⁴ 0000-0002-3648-6765

Vítor Bonifácio³ 0000-0001-7412-6704

aandrade@ua.pt; hrmalon@ua.pt; imalaquias@ua.pt; joserbe@gmail.com;
vitor.bonifacio@ua.pt

Resumo: A Universidade de Aveiro, através de vários departamentos e unidades de investigação, reuniu esforços com a Rede de Bibliotecas Escolares do Ministério da Educação e sete Agrupamentos de Escolas dos concelhos de Aveiro, Ílhavo e Murtosa, para desenvolver conjuntamente um projeto de divulgação científica junto dos alunos do ensino secundário dos referidos agrupamentos. As dez sessões do Ciclo de

¹ Departamento de Línguas e Culturas/CLLC/Universidade de Aveiro.

² Departamento de Matemática/CIDMA/Universidade de Aveiro.

³ Departamento de Física/CIDTFF/Universidade de Aveiro.

⁴ Rede de Bibliotecas Escolares/Ministério da Educação.

Conferências “Histórias com Ciência na Biblioteca Escolar”, promovidas por um conjunto de docentes e investigadores credenciados, estão subordinadas a temas diversos em áreas como Literatura, Medicina, Química, Astronomia, Matemática, Botânica, Física. Apresenta-se o projeto, presentemente na terceira edição, o qual pretende divulgar a investigação desenvolvida, tendo como sede e suporte de realização e difusão a biblioteca escolar.

Palavras-Chave: História das Ciências, Biblioteca Escolar, Divulgação Científica, Conhecimento Público da Ciência

Abstract: Several departments and research units of Aveiro University joined efforts with the Ministry of Education Library Network and seven School Groups from Aveiro, Ílhavo and Murtosa to develop a science popularization project aimed at secondary students. A conference cycle “Histories of Science in the School Library” of ten different sessions was set up by University professors and researchers. Topics ranged from Literature, Medicine, Chemistry, Astronomy, Mathematics, Botany and Physics. The project simultaneously aims to communicate current research to a school audience while valuing the school libraries. In this paper we intend to make the project, currently in its third edition, known to a wider audience while provisionally assessing it.

Keywords: History of Science, School Library, Science Popularization, Public Understanding of Science

1. Introdução

Existe, atualmente, o consenso de que a literacia científica é uma característica essencial de uma sociedade de cidadãos críticos e

participativos. E refere-se também a necessidade de possuir conhecimento suficiente em ciência e engenharia para se envolverem em discussões públicas sobre assuntos relacionados e serem consumidores cuidadosos de informação científica e tecnológica relacionada com os seus quotidianos (Martins & Mendes, 2017).

Em 1985, um relatório elaborado sob os auspícios da Royal Society de Londres chamou a atenção para o facto de que

Science and Technology play a major role in most aspects of our daily lives both at home and at work. [...] Almost all public policy issues have scientific or technological implications. Everybody, therefore, needs some understanding of science, its accomplishments and its limitations (p. 6).

Entre outras medidas, o relatório propunha a melhoria da educação científica nas escolas e das capacidades de comunicação dos cientistas. Aumentar o que se passou a designar como *Public Understanding of Science* depende, assim, das ações de diferentes intervenientes com responsabilidades quer na educação, quer no desenvolvimento científico e tecnológico (Royal Society, 1985).

Estudos posteriores, realizados pela National Science Foundation dos Estados Unidos, indicaram valores de literacia científica inferiores a 20% nos adultos daquele país (Miller, 2004). Um relatório da OCDE refletia sobre um possível declínio no interesse dos jovens em prosseguir carreiras nas áreas das ciências e tecnologias (OCDE, 2006). Mais recentemente, a comunidade europeia realçou que “[...] developing innovative ways of connecting science to society is a priority under Horizon 2020”, sendo um dos impactos previstos deste programa desenvolver a

scientific citizenship by promoting innovative pedagogies in science education (European Commission, s/data).

A National Science Foundation americana, em 2010, identificou três grandes categorias de conhecimento científico a ter em atenção: o conhecimento de conceitos científicos básicos; o funcionamento da ciência, como raciocinam os cientistas e os padrões de explicação e evidência empírica que guiam essas práticas; e alguma compreensão dos contextos socioculturais da ciência. Para estas três dimensões, a história e filosofia da ciência podem dar um contributo importante (McCain, 2016).

Diversos estudos referem o papel positivo desempenhado pela história da ciência no desenvolvimento da literacia científica, em geral, e da compreensão da natureza do conhecimento científico, em particular. Uma revisão recente da literatura concluiu que, se a história pode potenciar a aprendizagem da natureza da ciência, pode, igualmente, reforçar preconceitos pré-existentes. Neste âmbito, o papel desempenhado pelos professores é fundamental, mas necessita não só de uma melhor definição, como requer especificidades formativas (Boston Working Group, 2013).

O Ministério da Educação português tem contemplado, nos programas do Ensino Secundário dos cursos científico-humanísticos de Biologia e Geologia A e de Física e Química A, preocupações com objetivos e competências que vão ao encontro das três facetas da educação científica numa sociedade científico-tecnológica, especificamente, a educação *em* ciência, *sobre* a ciência e *pela* ciência, com vista à concretização da educação dos jovens para o pleno exercício da cidadania democrática (ME-DES, 2001).

Olhando retrospectivamente, continuam a evidenciar-se as palavras de Charles Percy Snow na conferência proferida, em 1959, no âmbito da Rede Lecture, sobre a necessidade de estabelecer ligação entre “Literary intellectuals at one pole – at the other scientists” (Snow, 1959, p. 4), para o que a história da ciência constitui, pelas suas características, uma ponte natural (Snow, 1961, citado por Agassi, 2008, p. 203).

Neste sentido, a Universidade de Aveiro, através de vários departamentos e unidades de investigação, reuniu esforços com a Rede de Bibliotecas Escolares do Ministério da Educação e sete Agrupamentos de Escolas dos concelhos de Aveiro, de Ílhavo e da Murtosa, no sentido de desenvolver conjuntamente um projeto de divulgação científica junto dos alunos do ensino secundário dos referidos agrupamentos. Neste projeto, participa um conjunto alargado de docentes e investigadores de méritos reconhecidos nas suas áreas de saber e com investigação desenvolvida no quadro dos temas propostos para o Ciclo de Conferências “Histórias com Ciência na Biblioteca Escolar”. Os temas das sessões centram-se no âmbito da História das Ciências e Tecnologia, sendo muito variados, por vezes interdisciplinares, em áreas tão diferenciadas como Literatura, Medicina, Química, Astronomia, Matemática, Botânica, Física.

As bibliotecas escolares, onde decorrem as sessões deste projeto, são uma estrutura privilegiada na escola para o desenvolvimento de competências, não só de acesso à informação, disponível local ou remotamente, mas permitindo que os alunos, com pensamento crítico, transformem informação em conhecimento. Este caráter multifacetado das bibliotecas, articulando ciência e leitura, desempenha um papel importante na formação de leitores e na promoção de hábitos de leitura em todo o tipo de textos, no que é uma ferramenta básica para a aprendizagem ao longo da vida.

Este estudo pretende apresentar o projeto “Histórias com Ciência na Biblioteca Escolar”, presentemente na sua terceira edição, o qual pretende divulgar investigação desenvolvida junto de um público pré-universitário, tendo como sede e suporte de realização e de difusão a própria biblioteca escolar de cada escola participante. Refira-se que, no momento da revisão deste trabalho, tivemos conhecimento do programa “Cientificamente Provável”, uma iniciativa da Secretaria de Estado da Educação e da Secretaria de Estado da Ciência, Tecnologia e Ensino Superior, em articulação com a Agência Nacional Ciência

Viva, que vem desafiar precisamente as Unidades de Investigação a estabelecerem ligações mais estreitas com o ensino básico e secundário, através das Bibliotecas Escolares, disponibilizando ações e atividades, dentro das suas áreas de interesse, para o ano letivo de 2018/19. Embora com um âmbito e abrangência mais reduzidos, o projeto “Histórias com Ciência na Biblioteca Escolar” tem procurado, nos últimos anos, responder aos mesmos desafios, “prossequindo o propósito comum de promoção do conhecimento”, conforme se lê na carta de apresentação do programa “Cientificamente Provável”.

2. O papel da Universidade de Aveiro



FOTO 1: Cerimónia de assinatura do Memorando (UA, 17-02-2015)]

2.1. O projeto

O projeto “Histórias com Ciência na Biblioteca Escolar” encontra-se presentemente na sua terceira edição, tendo tido início no ano letivo de 2015/2016. As três partes envolvidas, a Universidade de Aveiro, a Rede de Bibliotecas Escolares do Ministério da Educação e os Agrupamentos de Escolas, manifestaram formalmente o seu

interesse em desenvolver conjuntamente o projeto através da assinatura de um Memorando de entendimento. Ao longo do tempo, houve necessidade de dar resposta a novas solicitações, tendo-se procedido, gradualmente, a um alargamento dos agrupamentos envolvidos nesta iniciativa. Assim, aos quatro agrupamentos de escolas do concelho de Aveiro com que se iniciou o projeto na sua primeira edição (Agrupamento de Escolas de Aveiro, Agrupamento de Escolas José Estêvão, Agrupamento de Escolas Dr. Mário Sacramento e Agrupamento de Escolas de Esgueira), vieram juntar-se, na segunda edição, mais dois agrupamentos do concelho de Ílhavo (Agrupamento de Escolas de Ílhavo e Agrupamento de Escolas da Gafanha da Nazaré), acrescendo ainda, na presente edição, um novo agrupamento do concelho da Murtosa (Agrupamento de Escolas da Murtosa). Do mesmo modo, procurou-se também alargar a oferta de sessões disponibilizadas, que passou de sete sessões na primeira edição (2015/2016) para nove sessões na segunda (2016/2017) e para dez sessões na atual (2017/2018).

Neste projeto reuniu-se um conjunto de docentes e investigadores, oriundos das Universidades de Aveiro e de Coimbra, com investigação desenvolvida no quadro dos temas propostos nas sessões do Ciclo de Conferências “Histórias com Ciência na Biblioteca Escolar”. Em vários casos, trata-se de uma forma de divulgação da investigação desenvolvida pelos intervenientes junto de um público pré-universitário, promovendo a reflexão e o gosto dos alunos por temáticas do âmbito da História das Ciências e Tecnologia. Os temas são variados e, por vezes, têm o condão de congregar, em simultâneo, saberes de diversas áreas científicas, mostrando aos alunos, na prática, como o conhecimento científico é um conjunto de vasos comunicantes com representações diferenciadas mas complementares e mutuamente enriquecedoras, em disciplinas aparentemente tão distintas como Literatura, Medicina, Química, Astronomia, Matemática, Botânica, ou Física. Por isso, os temas propostos relacionam-se, com

frequência, não apenas com os conteúdos de uma única disciplina curricular do ensino secundário, mas com os conteúdos de mais do que uma, obrigando, dessa forma, os alunos a procederem a um cruzamento de saberes, manejando muitas vezes, neste saudável exercício, conteúdos já abordados durante as aulas, por exemplo, entre História, Literatura e Botânica ou entre História, Literatura e Medicina ou entre História, Filosofia e Matemática, para citar apenas alguns exemplos. Por outro lado, verificou-se também que as turmas participantes congregaram quer alunos da área científico-tecnológica quer alunos da área de humanidades, estabelecendo-se os diálogos complementares desejados.

2.2. Os oradores e as sessões

Os oradores são docentes e investigadores provenientes da Universidade de Aveiro, embora haja também um investigador da Universidade de Coimbra. A informação sobre os oradores e as sessões disponibilizadas, nomeadamente nota biográfica e resumo da conferência é distribuída no início do ano letivo aos professores bibliotecários dos agrupamentos envolvidos, que têm a função de divulgar a informação junto dos colegas que lecionam as várias disciplinas e de os sensibilizar para o interesse da realização das sessões. Numa segunda fase, procedem à marcação das sessões junto dos coordenadores do projeto, atendendo naturalmente à disponibilidade tanto dos oradores como das turmas envolvidas. Sempre que possível, tendo em conta as condições logísticas oferecidas pelas escolas, procura-se que haja mais do que uma turma a participar nas sessões que decorrem, por vezes, no espaço da própria Biblioteca Escolar.

Apresenta-se, de seguida, a lista das conferências disponibilizadas às escolas (orador, título e resumo):

As plantas na Lírica e na Épica de Camões (Jorge Paiva, Centro de Ecologia Funcional da Universidade de Coimbra)

Abordam-se algumas das plantas mais invulgares ou significativas referidas em *Os Lusíadas* e praticamente todas as citadas na Lírica. Aliás, é em *Os Lusíadas* que o poeta mais plantas menciona (cerca de cinco dezenas), na maioria asiáticas e aromáticas. Na Lírica, refere muito menos espécies de plantas (cerca de três dezenas e meia), maioritariamente, europeias campestres e ornamentais.



FOTO 2: Conferência de Jorge Paiva (Escola Secundária da Gafanha da Nazaré, 12-01-2017)

Astrónomos amadores – paixões sem limites? (Vitor Bonifácio, Universidade de Aveiro – Departamento de Física/Centro de Investigação “Didática e Tecnologia na Formação de Formadores”)

Fascinados pelo Universo os astrónomos amadores constroem telescópios em quintais, efetuam observações, fundam sociedades e publicam artigos. Alguns deslocam-se a cantos remotos do planeta perseguindo fugazes sombras de eclipses ou a passagem de Vénus defronte do Sol. No dia a dia podem ter uma miríade de profissões, músicos, militares, donos de cervejarias e até professores de liceu. No

passado alguns astrónomos famosos não tiveram profissão vivendo apenas dos seus rendimentos. Nesta palestra refletimos sobre o desenvolvimento da astronomia amadora ao longo dos tempos através das vidas de alguns dos seus protagonistas. Por último, apresentamos as atividades desenvolvidas, hoje em dia, por astrónomos amadores e a sua interação com as dos seus colegas profissionais.



FOTO 3: Conferência de Vítor Bonifácio (Escola Secundária Homem Cristo, Aveiro, 11-04-2016]

O unicórnio e o bezoar: entre o mito e a realidade (António Andrade, Universidade de Aveiro – Departamento de Línguas e Culturas/Centro de Línguas, Literaturas e Culturas)

Pedras bezoares e chifres de unicórnio, pelas múltiplas e miraculosas propriedades que lhes foram atribuídas desde tempos muito recuados, granjearam uma fama e um interesse, a todos os títulos extraordinários, sobretudo a partir do século XVI. Amato Lusitano é um autor marcante neste movimento, porquanto aquilo que escreveu sobre estas substâncias nos seus *Comentários* a Dioscórides (Veneza, 1553) marcou um recrudescimento do interesse sobre a origem e as extraordinárias virtudes medicinais atribuídas a estas matérias valiosíssimas.

A partir da análise dos textos de Amato Lusitano, sem excluir o recurso a outras fontes anteriores e posteriores, procuramos definir e comprovar o papel decisivo que o médico albicastrense desempenhou na divulgação, comercialização e aplicação terapêutica da pedra bezoar e do unicórnio, no quadro do contributo decisivo dado pelo Humanismo Português de Quinhentos para a revolução cultural e científica que abriu as portas da Modernidade.

A história da sífilis: o nascimento de uma doença (Carlos de Miguel Mora, Universidade de Aveiro – Departamento de Línguas e Culturas/Centro de Línguas, Literaturas e Culturas)

Na última década do séc. XV surgem inúmeras descrições de uma doença que quase todos, tanto os especialistas como o público geral, consideram ser nova. Trata-se da sífilis, doença que na altura não era conhecida por este nome, mas por muitos outros. A preocupação que gerou na altura ia de mão dada com a quantidade de obras que dela trataram, da sua origem, da forma de contágio, do nome mais adequado e, sobretudo, dos tratamentos mais úteis. Continuava a ser uma praga e motivo de temor no imaginário coletivo até o primeiro quartel do séc. XX. Nesta palestra queremos mostrar como os estudos clássicos, a investigação histórica e as ciências médicas se coordenam e colaboram para tentar resolver um dos mais apaixonantes mistérios da história da medicina.

“Phonographo que no domingo se apresentou constipado e rouco, apresentou-se na segunda feira claro e nítido como nunca” – O fonógrafo e a sua presença no ensino e na popularização da ciência (século XIX). (Isabel Malaquias, Universidade de Aveiro – Departamento de Física/Centro de Investigação “Didática e Tecnologia na Formação de Formadores”)

Vivemos numa época de extrema facilidade de comunicação e reprodutibilidade de sons e imagens pelo que poderá ser interessante

revisitar o início da gravação sonora e percecionar impactos na sociedade e comunicação escrita. Provavelmente o espanto, ainda que diferente, foi semelhante ao que temos hoje ao falar de teleportação quântica. Nesta apresentação, procuramos fazer essa revisitação e, quiçá, aguçar a curiosidade para algumas leituras menos esperadas e património material da ciência e tecnologia.

Livros portugueses de aritmética nos Descobrimentos (Teresa de Jesus Costa Pereira Caracol Clain, Universidade de Aveiro, Grupo de História da Matemática, Centro de Investigação e Desenvolvimento em Matemática e Aplicações)

O primeiro tratado de aritmética mercantil, escrito em português foi o *Tratado da Pratica d'Arismetica* de Gaspar Nicolas. Seguiram-se a *Pratica d'Arismetica* de Ruy Mendes (1540) e o *Tratado da Arte de Arismetica* de Bento Fernandes (1555).

De acordo com o modelo tradicional, os tratados de aritmética publicados em Portugal no século XVI, são textos de matemática com uma vocação prática e com o objetivo de responder às necessidades de formação profissional no mundo mercantil. As aritméticas comerciais tornaram-se também um depósito e um vetor de difusão de um importante conjunto de problemas, que viriam a marcar a história do saber durante séculos.

Nesta sessão apresentamos, de forma sucinta, a *Pratica d'Arismetica* de Ruy Mendes. Analisamos, também, alguns problemas propostos por Bento Fernandes e que nos mostram o lado lúdico do saber matemático da época.

Problemas Reais – Soluções Matemáticas Históricas (Hélder Pinto, Universidade de Aveiro, Grupo de História da Matemática, Centro de Investigação e Desenvolvimento em Matemática e Aplicações)

A Matemática, como é recorrente dizer-se, está presente em tudo desde um simples relógio até à mais avançada nave espacial. A Matemática existente na maioria das aplicações atuais apresenta alguma complexidade e, por esse facto, passa muitas vezes despercebida. No passado, em épocas em que os conhecimentos e a tecnologia eram mais rudimentares, a matemática utilizada para resolver problemas reais era, aos nossos olhos, substancialmente mais simples. Nesta palestra são apresentados alguns problemas históricos de diferentes épocas e o modo como a matemática ajudou a resolvê-los:

- Como medir a distância de um barco à costa (Tales de Mileto);
- Como medir a altura de uma pirâmide (Tales de Mileto);
- Como medir o meridiano da Terra (Eratóstenes);
- Como medir uma montanha inacessível, pelo método das Diferenças Duplas (China);
- Como medir a altura do Sol utilizando o Instrumento de Sombras de Pedro Nunes;
- Apresentação de duas “predecessoras” da atual máquina de calcular: As Varas de Napier e as Varas de Genaille-Lucas (multiplicações).

Mudanças na história vistas de uma perspectiva Química: alguns exemplos de moléculas que mudaram o Mundo (João Oliveira, Universidade de Aveiro – Departamento de Química/Centro de Estudos do Ambiente e do Mar)

O impacto da Química no Mundo moderno é explorado através das ligações entre algumas moléculas específicas, com estruturas químicas semelhantes, e episódios históricos aparentemente não relacionados. Através da história da sua descoberta, dos princípios químicos que permitem explicar as suas propriedades, e da influência que advém da sua utilização, compreende-se como o desenvolvimento da sociedade dependeu de alguns compostos.



FOTO 4: Conferência de João Oliveira (Escola Básica e Secundária Dr. Jaime Magalhães Lima, Esgueira, 27-01-2017)

Loucura, medicina e literatura (a partir da *Arquipatologia* de Filipe Montalto (Joana Mestre Costa, Universidade de Aveiro – Instituto Superior de Contabilidade e Administração/Centro de Línguas, Literaturas e Culturas)

Antes mesmo de conhecerem a precisão do relato e do escrutínio iátrico, as afeções da mente incitaram a criação literária. À voz de um aedo ou à pena de um vate dificilmente se terá furtado qualquer das porvindouras perturbações neuropsiquiátricas elencadas, em 1614, nos dezoito tratados de que se compõe a obra-prima de Filipe Montalto.

E não foi este médico-filólogo, na senda da sua psicopatologia, alheio a essa longuíssima tradição literária, pelo que citações de Hipócrates, Galeno ou Avicena partilham as páginas da *Arquipatologia* com versos de Ovídio ou de Horácio e não poucas narrativas celebrizadas pela memória literária.

Tomando como ponto de partida o texto de Montalto, pretendemos recordar a um público que perdeu essa memória a relação histórica entre literatura e ciência médica e, deste modo, colaborar

na desconstrução de uma excessiva e perversa compartimentação de saberes que a contemporaneidade deixou instalar.

Matemáticos amadores – paixões com limites? Problemas simples, desafios grandes... (Helmuth Malonek, Universidade de Aveiro – Departamento de Matemática/Grupo de História da Matemática, Centro de Investigação e Desenvolvimento em Matemática e Aplicações)

Houve alguma vez matemáticos amadores? Há matemáticos amadores hoje?

Na *Internet* encontramos uma lista de uma centena de pessoas cuja vocação primária não envolveu Matemática, mas que fizeram contribuições ou descobertas notáveis, por vezes importantes, para a Matemática. Entre eles encontram-se Napoleão Bonaparte bem como o vigésimo Presidente dos Estados Unidos, James Garfield, assassinado em 1881, ou B. N. I. Paganini (não o violinista do mesmo nome), mas um rapaz italiano de 16 anos, que descobriu em 1866 o par (1184, 1210) de números amigáveis, não antes conhecido.

Um bom exemplo da aparente simplicidade da formulação de um problema matemático é a conjectura de Goldbach (1742). O desafio da sua demonstração (até hoje ainda desconhecida), é o tema do livro de Apostolos Doxiadis *O Tio Petros e a Conjectura de Goldbach* (Publicações Europa-América), um *bestseller* do ano 2001. Trata-se de um romance cujo verdadeiro protagonista é o jovem sobrinho do famoso tio Petros, que nos fala da vida de um matemático apaixonado e obcecado pelo desafio. O livro é mais um dos muitos livros que nos últimos anos contribuíram para uma melhor divulgação dos desafios da matemática na antiguidade bem como no presente. Naturalmente, é de esperar que entre nós continuem a viver matemáticos amadores.

3. O papel da Biblioteca Escolar

A Biblioteca Escolar não é um local que se dedica à cedência de equipamentos e outros recursos de diverso formato e textura, mas um suporte diferenciado da aprendizagem. Para este objetivo, contribuem os seus atores e ações que tornam o espaço e os serviços numa valência educativa e formativa. À Biblioteca Escolar deve também ser possível: promover a articulação interna com alunos, professores, estruturas e *curricula*; fomentar a relação com a comunidade, outras bibliotecas e projetos lúdicos, culturais, recreativos e científicos. A natureza das suas funções deve nortear-se pelas normas internacionais, promovendo bons serviços que, coordenados com a docência, dotem os seus utilizadores de competências literácicas e agilidade reflexiva, que melhorem os níveis de adaptabilidade aos novos processos de conhecimento. Para o cumprimento destes desígnios, assumem particular importância o estabelecimento de projetos com instituições externas, sendo as universidades parceiros privilegiados.

A complexidade da missão e finalidades da Biblioteca Escolar fundamentam-se no conceito de escola, de busca do saber pela aprendizagem múltipla (a formação integral do aluno) e fragmentada (os diferentes suportes de acesso à informação e o cruzamento dos saberes). Garantida a sua existência, a Biblioteca Escolar tem por missão competir com outros meios de aprendizagem como complemento, estímulo, confronto e serviço às diferentes metodologias. As finalidades da Biblioteca Escolar não são mais o “texto” do estudante, mas o “contexto” do aprendente. Os conceitos de Biblioteca Escolar podem resumir-se a três: espaço físico, a área recreativa e a mediação entre a informação e o conhecimento.

As orientações são claras como refere o documento Quadro estratégico 2014-2020 (ME-GRBE, 2013) que considera as bibliotecas como lugares de conhecimento e inovação, espaços de integração

social, focos difusores do gosto e do prazer de ler. Estas especificidades potenciam o papel de reforço de hábitos de leitura de apoio pedagógico, cruciais ao cumprimento dos objetivos educativos da escola, e são desenvolvidas por profissionais qualificados, redes dinâmicas, sustentadas em práticas consistentes e enraizadas na comunidade.

Sendo este o enquadramento em termos da Rede de Bibliotecas Escolares, do Ministério da Educação, e articulando com a Universidade de Aveiro, surgiu a vontade conjunta, expressa em memorando e já iniciada noutras parcerias, de promover a divulgação científica, designadamente a investigação realizada na Universidade de Aveiro, bem como alargar a cultura científica junto de um público pré-universitário, tendo como centro a Biblioteca de cada escola.

Para além da seleção das temáticas, sem pretender replicar aulas expositivas, mas interações dialogantes, houve que abordar as direções das escolas, motivar os professores curriculares e contar com o comprometimento dos professores bibliotecários. A metodologia de trabalho colaborativo, conquanto nos pareça a todos um processo natural, nem sempre é automática pelo que teve que ser feita com compromissos, uma vez que, aos professores curriculares, haveria que enquadrar este projeto, no momento da sua matéria ou selecionar a sua turma pelo critério da cultura geral e da aceitação da mesma.

A calendarização das sessões, na medida em que se conjugou com diversas variáveis, que vão desde os horários dos professores bibliotecários, passando pelos horários da turma aos dos professores e investigadores envolvidos, tem sido um processo moroso mas que, na maior parte dos casos, se foi resolvendo contando com o interesse dos envolvidos, nomeadamente no ajuste de horário e troca de aulas com outros docentes. Este processo foi sempre feito em três dimensões: a escola, os representantes da Rede de Bibliotecas Escolares e da Universidade de Aveiro na coordenação.

Por fim e não menos decisivo, houve que agilizar todo o processo com as estruturas de decisão da escola entre as quais assumem particular importância a direção e o conselho pedagógico. A institucionalização do projeto “Histórias com Ciência na Biblioteca Escolar” e a valorização, que estes órgãos lhe dedicam, foi um dos nossos objetivos e uma das virtualidades do mesmo. Desta forma, a valência Biblioteca Escolar pode assumir-se, paulatinamente, como um recurso educativo dinâmico, como todos os implicados neste projeto pretendem, não só quanto à variedade das fontes da informação, mas também em relação às metodologias que podem conduzir ao conhecimento.

4. Considerações finais

A função da biblioteca não se resume a guardar tesouros, conservar o livro e emprestá-lo, difundindo a cultura, mas a envolver a comunidade na sua utilização variada. A abertura das bibliotecas escolares e a inclusão progressiva das tecnologias alargou o seu âmbito e reforçou a sua procura. Nela continuam a ter lugar “os ratos de biblioteca”, mas também os internautas temerários, os audaciosos ilustradores e os devoradores dos contos fantásticos. As bibliotecas estão a metamorfosear-se com projetos e com a integração de novos saberes e diferentes formas de os atingir.

Em Portugal, a prática profissional dos sistemas de ensino não direciona a aprendizagem no sentido colaborativo nem as diversas instituições públicas e/ou privadas dão disso exemplo, mas a Rede de Bibliotecas Escolares tem vindo a demonstrar ser possível com este, entre outros, bom exemplo que é o “Histórias com Ciência na Biblioteca Escolar”. Os profissionais desta área, como nos lembra Carneiro (2009, p. 5), têm mudado de atitude para

responder às (novas) necessidades dos seus utilizadores (alunos, docentes e investigadores), além de que, para cumprirem cabalmente a sua missão, têm de expandir o seu conceito, integrar novos recursos de informação e comunicação, para ampliarem a sua função e posição na comunidade académica assumindo-se e transformando-se

em Centros de Recurso para a Aprendizagem e Investigação (CRAI).

A Rede de Bibliotecas Escolares propõe que a Biblioteca Escolar seja o núcleo da escola. Volvidos mais de 20 anos, ainda há algum caminho a percorrer, mas as bases estão criadas. A Biblioteca Escolar tem que existir, como projeto ativo, para que não corramos o risco de falarmos sobre uma biblioteca onde não se experimentam projetos como este que, sustentadamente, tem despertado interesse da comunidade educativa. O número crescente de agrupamentos participantes, dos quatro iniciais para os sete atuais, bem como da área geográfica abrangida pelo projeto, que passou de um concelho para três, leva-nos a concluir pela existência de interesse nas comunidades escolares em iniciativas deste tipo. Assistiu-se, simultaneamente, a um aumento do número de palestrantes envolvidos no projeto, o que permite não só disponibilizar um conjunto de palestras mais diversificado, como ilustra a vontade de os investigadores disseminarem a sua investigação em ações de divulgação científica.

Um espírito de cooperação assinalável entre as entidades participantes neste projeto (UA, RBE e Agrupamentos de Escolas) tem permitido, ao longo das suas três edições, agregar e potenciar valências e competências distintas, por parte dos vários intervenientes, em prol da melhoria da literacia científica e do alargamento de horizontes culturais e científicos dos alunos do ensino secundário por via da história das ciências e tecnologia. Por conseguinte, pretende-se dar continuidade ao projeto nos próximos anos, procedendo a um

eventual alargamento de temas, oradores e escolas abrangidas. De forma complementar, também se deseja editar um livro de divulgação científica, em suporte de papel e digital, direcionado para o público-alvo desta iniciativa, no qual seja possível plasmar, de uma forma consistente e acessível, o conteúdo das sessões oferecidas no Ciclo de Conferências. Por último, equaciona-se, ainda, a realização de um encontro científico de carácter formativo direcionado prioritariamente para os professores bibliotecários dos Agrupamentos de Escolas envolvidos neste projeto, o qual constituirá, decerto, uma excelente ocasião de reflexão conjunta sobre esta iniciativa.

5. Referências

- Agassi, J. (2008). *Science and Its History: A Reassessment of the Historiography of Science*. Springer Science & Business Media.
- Boston Working Group (2013). *How Can History of Science Contribute to Understanding the Nature of Science for Scientific Literacy?: Mapping Research needs*. Report from the Conference on How Can the History and Philosophy of Science Contribute to Contemporary U.S. Science Teaching, Boston University, Boston, MA, Nov. 2012. Acedido a 29 de setembro de 2017, em <http://www.bu.edu/hps-scied/working-group-reports>.
- Carneiro, L. F. V. & Saro, J. A. V. (2009). A Biblioteca como Centro de Recursos para a Aprendizagem e Investigação (CRAI) para apoio às tarefas de ensino e aprendizagem. *A ciência da informação criadora de conhecimento: Actas do IV Encontro Ibérico EDIBCIC*, Vol. 1, 419-430.
- European Commission (s.d.). Horizon 2020. The EU Framework Programme for Research and Innovation. Science Education. Acedido a 29 de setembro de 2017, em <http://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/en/h2020-section/science-education>.
- Martins, I. P. & Mendes, A. (2017). Contextualized Science Teaching and the STS Approach. In L. Leite, L. Dourado, A. S. Afonso *et al.* (Ed.), *Contextualizing Teaching to Improve Learning* (165-181). New York: Nova Science Publishers, Inc.
- McCain, K. (2016). *The Nature of Scientific Knowledge: An Explanatory Approach*. Springer Undergraduate Texts in Philosophy. Springer International Publishing.
- ME-DES, Ministério da Educação – Departamento do Ensino Secundário (2001). *Programas de Biologia e Geologia A (10.º ou 11.º anos) e de Física e Química A (10.º ou 11.º anos)*. Lisboa: Ministério da Educação. Acedido a 10 de outubro de 2017, em http://www.dge.mec.pt/sites/default/files/Secundario/Documentos/Programas/biologia_geologia_10.pdf (Biologia e Geologia A); <http://www.dge>.

mec.pt/sites/default/files/Secundario/Documentos/Programas/fisica_quimica_a_10.pdf (Física e Química A).

ME-GRBE, Ministério da Educação – Gabinete da Rede Bibliotecas Escolares (2013). *Portal RBE: Programa Rede de Bibliotecas Escolares*. Quadro estratégico: 2014-2020. Acedido a 10 de outubro de 2017, em <http://www.rbe.mec.pt/np4/qe.html>.

Miller, J. D. (2004). Public Understanding of, and Attitudes toward, Scientific Research: What We Know and What We Need to Know. *Public Understanding of Science*, 13(3), 273-294.

OCDE (2006). *Evolution of Student Interest in Science and Technology Studies Policy Report. Executive Summary*. Acedido a 29 de setembro de 2017, em <http://www.oecd.org/science/sci-tech/36645825.pdf>.

Royal Society (1985). *The Public Understanding of Science*. London: The Royal Society of London.

Snow, C. P. (1959). *The Two Cultures and the Scientific Revolution. The Rede Lecture 1959*. Cambridge: University Press.

**CURSOS AVANÇADOS DO INSTITUTO
DE EDUCAÇÃO E CIDADANIA PARA O ENSINO
BÁSICO: UMA ESTRATÉGIA APLICADA
À HISTÓRIA DA CIÊNCIA
INSTITUTO DE EDUCAÇÃO E CIDADANIA
ADVANCED COURSES FOR BASIC EDUCATION: A
STRATEGY APPLIED TO THE HISTORY
OF SCIENCE**

Richard Marques¹⁻²⁻³⁻⁴ 0000-0003-2853-1981;

Ana Santos-Carvalho¹⁻⁵ 0000-0003-4718-5666;

Inês Cravo-Roxo¹ 0000-0001-7332-9809;

Nuno Santos¹ 0000-0002-7453-2654;

Sónia Ferreira¹⁻⁵ 0000-0001-6475-5742;

Arsélio Carvalho¹⁻⁵ 0000-0002-4215-3465

E-mail: he.richard.marques@gmail.com

Resumo: Os Cursos Avançados do IEC permitem transmitir conceitos avançados para além do nível de escolaridade dos

¹ Instituto de Educação e Cidadania (IEC), Mamarrosa, Portugal.

² Centro de Física da Universidade de Coimbra, Portugal.

³ Instituto de Investigação Interdisciplinar da Universidade de Coimbra (III-UC), Portugal.

⁴ Universidade de Aveiro, Portugal.

⁵ Centro de Neurociências e Biologia Celular (CNC) da Universidade de Coimbra, Portugal.

alunos. A metodologia ajuda o monitor a organizar o ensino, e o aluno a organizar a aprendizagem.

Neste trabalho, sobre o ensino de História da Ciência, aplicamos o modelo de Cursos Avançados do IEC que tem sido utilizado no ensino das Ciências Experimentais. O modelo permite uma forte interação dos alunos com as matérias lecionadas. Testes e questionários realizados antes e depois dos cursos demonstram que os alunos adquirem conhecimentos novos, e que o processo de aprendizagem é motivante.

Constatamos que esta metodologia é suficientemente versátil para ser utilizada no ensino de outras áreas do conhecimento, como é o caso da História da Ciência.

Palavras-Chave: Educação não formal; Escola Ciência Viva

Abstract: The IEC Advanced Courses transmit, to students, advanced concepts that go beyond what is expected to learn in their school level. This methodology helps the monitors to organize their teaching, and the students to organize their learning.

In this work, we applied the IEC Advanced Courses model, firstly applied to the teaching of Experimental Sciences, to the teaching of History of Science. This model allows a higher interaction of students with the subjects. Tests and questionnaires applied before and after the courses showed that students acquire new knowledge and this methodology is motivating. Thus, we realize that this methodology, is easily adaptable to the teaching of other areas of knowledge, such as History of Science.

Keywords: Non-formal education; Ciência Viva School

1. Introdução

Durante as décadas 60-70 do Século XX, a educação mundial encontrava-se em crise. Os currículos eram desajustados, o desenvolvimento da educação era incapaz de acompanhar o crescimento económico, os empregos nem sempre eram resultado da educação obtida através do sistema educacional, e os países tinham dificuldades políticas e económicas em investir na expansão da educação (Coombs, 1968; Fordham, 1993).

Perante a inércia do sistema educacional, o Banco Mundial introduziu novos conceitos na educação, nomeadamente a divisão da educação em formal, informal e não formal. Ao mesmo tempo, a UNESCO inovou com termos como “educação ao longo da vida” e “sociedade em aprendizagem” (Faure, 1972; Fordham, 1993). Em 1973, foram definidas as três modalidades da educação: formal, informal e não formal (Coombs, 1973).

Educação formal é um sistema educativo hierarquicamente estruturado e cronologicamente graduado, que ocorre desde a escola primária até à universidade, e que inclui uma variedade de programas especializados e instituições para ensino técnico e profissional.

Educação informal consiste num processo educativo que decorre ao longo da vida, através do qual o indivíduo adquire atitudes, valores, habilidades e conhecimentos da experiência do dia-a-dia, bem como do ambiente onde vive, nomeadamente, da interação com a família, os vizinhos, o trabalho, o divertimento, os media, etc..

Educação não formal inclui qualquer atividade educativa organizada fora do sistema educativo formal, que pretende atingir um conjunto de indivíduos que querem aprender, e apresenta objetivos de aprendizagem definidos.

Mais tarde, Fordham (1993) sugeriu que a educação não formal apresenta quatro características diferenciadoras: relevância para as necessidades de grupos desfavorecidos; preocupação com categorias

específicas de pessoas; foco em propósitos bem definidos; e flexibilidade na organização e métodos.

Em Portugal, a educação não formal, no âmbito da Ciência, teve como principal impulsionador José Mariano Gago. Durante o seu cargo como Ministro da Ciência e da Tecnologia (1995-2002), criou, em 1996, a Ciência Viva – Agência Nacional para a Cultura Científica e Tecnológica. Passados dois anos, a Ciência Viva adquiriu o estatuto de associação, continuando com a missão de promover a cultura científica e tecnológica na sociedade portuguesa, para todos os públicos, com especial ênfase nas camadas mais jovens e na população escolar. Tem como principais objetivos promover o ensino experimental das ciências no ensino básico e secundário, organizar campanhas de divulgação científica dirigidas ao público em geral, e promover o desenvolvimento regional através dos seus 20 centros ciência viva espalhados pelo país.

Contudo, apesar da criação da Escola Ciência Viva no Pavilhão do Conhecimento, em Lisboa, e da Escola Ciência Viva de Vila Nova da Barquinha, a educação não formal em Portugal, em especial no centro do país, estava ainda pouco desenvolvida. Havia a necessidade de criar oportunidades de interação da comunidade escolar e da população em geral com a Ciência e os cientistas. Atividades estas que deveriam ter um cariz mais prolongado no tempo, de forma a criar laços mais fortes e duradouros (CiênciaViva, 2017). Foi assim que surgiu o Instituto de Educação e Cidadania (IEC), reconhecido também como Escola Ciência Viva.

2. Instituto de Educação e Cidadania

O IEC é uma associação sem fins lucrativos fundada a 24 de novembro de 2005, e localiza-se na vila da Mamarrosa, concelho de Oliveira do Bairro. O IEC apresenta uma localização estratégica,

uma vez que se localiza no centro de um dos mais relevantes núcleos de desenvolvimento científico do País: Universidade de Aveiro, Universidade de Coimbra, e Biocant, em Cantanhede. O IEC centra-se nos desafios da sociedade do Século XXI, e assume-se como uma “Escola Moderna” de Ciências, Tecnologia, Artes, Humanidades, e de divulgação do conhecimento científico e da cultura em geral.

O IEC tem como principais objetivos criar uma comunidade mais informada, incentivar o gosto pelo conhecimento, e promover o nível educacional das populações. O IEC promove o ensino experimental das ciências nas escolas, em colaboração com jovens cientistas. Desta forma, o IEC aproxima as escolas dos institutos de investigação científica e das universidades, criando uma interface que contribui para uma maior autonomia e excelência das escolas.

O IEC estabeleceu uma rede de colaborações entre instituições de ensino superior, institutos de investigação científica, empresas baseadas nas novas tecnologias, escolas, autarquias e outros organismos, nacionais e locais, que fomentam a divulgação científica e cultural. Uma das missões do IEC é inserir a Ciência na cultura geral, isto é, promover uma cultura científica na nossa sociedade.

O IEC promove a educação, a modernização e o desenvolvimento da comunidade através do desenvolvimento de um conjunto alargado e diverso de atividades, que constituem o programa de Estudos Avançados do IEC.

2.1. Estudos Avançados do IEC

Os Estudos Avançados do IEC são um programa amplo onde se desenvolve, regularmente, o ensino intensivo de conceitos avançados em áreas delimitadas do conhecimento. Através dos Estudos Avançados, o IEC promove o contacto entre alunos, professores e investigadores portugueses de sucesso, que partilham o seu per-

curso, mas também o que de melhor se faz na Ciência. Os Estudos Avançados do IEC incluem diversos tipos de atividades de educação não formal, a saber:

- Cursos Avançados, para alunos e professores do 4º ao 12º ano, no IEC e nas escolas da região;
- Cursos de Diálogos com Cientistas, para alunos e professores do 10º ao 12º ano, no IEC e nas escolas da região;
- Cursos de Ciência em Ação, para alunos e professores do 10º ao 12º ano, no IEC e nas escolas da região;
- Ciclos de conferências e seminários em escolas, bibliotecas e no IEC;
- Estágios em laboratórios de investigação científica;
- Visitas a centros de investigação científica;
- Clubes de Ciência.

O conceito de Cursos Avançados não formais foi introduzido, em Portugal, por Nicolau van Uden (1921-1991), no final da década de 1960. De facto, foi em 1969, que este médico de origem holandesa iniciou, no Instituto Gulbenkian de Ciência (IGC), em Oeiras, um programa internacional de cursos monográficos intensivos de pós-graduação, dirigidos, portanto, a jovens licenciados (Marques & Fiolhais, 2017). Um dos docentes que participou num dos cursos lecionados em 1969 foi Arsélio Pato de Carvalho, que viria depois, em meados da década de 1970, a implantar este modelo de ensino na Universidade de Coimbra, onde era professor catedrático, diretor do então Museu e Laboratório Zoológico e secretário-geral do então Centro de Biologia Celular (CBC). Em 2005, quando Arsélio Pato de Carvalho criou o IEC, inovou, ao transpor este modelo educacional para o ensino básico e secundário (Ferreira, Santos-Carvalho, & Carvalho, 2014).

2.1.1. Estrutura dos Cursos Avançados do IEC

Como referido acima, os Cursos Avançados do IEC são dirigidos a alunos e professores do 4º ao 12º ano de escolaridade. Todos os Cursos Avançados são trimestrais, correspondendo aos períodos letivos das escolas, com a duração de 10 semanas. Cada Curso Avançado é constituído por 10 sessões, uma sessão por semana.

Os Cursos Avançados para alunos e professores do 3º ciclo do ensino básico e do ensino secundário são ministrados por jovens cientistas doutorados de sucesso. Cada sessão destes cursos tem a duração de três horas. Os Cursos Avançados para alunos do 4º ao 6º ano são ministrados por monitores com mestrado em várias áreas científicas. Cada sessão destes cursos tem a duração de 90 minutos.

Os Cursos Avançados para alunos do 4º ao 6º ano acontecem dentro do horário letivo dos alunos, em laboratórios equipados para o efeito, na sua própria escola, ou na sede de agrupamento. Atualmente, estes cursos são frequentados por mais de 1250 alunos por ano.

Uma vez que as turmas das escolas portuguesas são constituídas por demasiados alunos para atividades de índole prática, muitas vezes cada turma é dividida em dois grupos de alunos. Isto leva a que, algumas vezes, cada aluno frequente o curso de 15 em 15 dias, assistindo a um total de cinco sessões por curso.

Os Cursos Avançados para alunos do 4º ao 6º ano estão organizados em duas áreas fundamentais: Ciências Experimentais; e História da Ciência. Para cada uma destas áreas foram desenvolvidos cursos em três temas, um curso para cada trimestre ou período letivo. A área das Ciências Experimentais é composta pelos seguintes cursos: Ciências Físicas, Matemática, Terra e Espaço; Ciências Químicas e Transformações; e Ciências da Vida. A área da História da Ciência é composta pelos seguintes cursos: História de Portugal; Evolução Humana; e História da Ciência.

Para cada curso, foi desenvolvido um caderno didático que contém os conceitos teóricos abordados em cada sessão, bem como o material e métodos referentes à parte prática, ou atividade prática, e ainda as questões a responder em cada sessão. Para cada curso, foi também desenvolvido um conjunto de apresentações *PowerPoint* que auxiliam o monitor na explicação dos conceitos teóricos abordados em cada sessão.

2.1.2. Avaliação dos Cursos Avançados do IEC

Os Cursos Avançados do IEC são avaliados através de duas abordagens diferentes: testes de escolha múltipla; e questionários de satisfação. Os testes de escolha múltipla são aplicados antes e depois de cada sessão, e também no início e no final de cada curso. Os questionários de satisfação são aplicados no final de cada curso.

O teste de escolha múltipla para avaliação dos conhecimentos adquiridos durante cada sessão é constituído por quatro questões de escolha múltipla, cada uma com quatro opções de resposta, apenas uma correta. Estas questões servem para avaliar os quatro conceitos base dessa sessão, e também para auxiliar os alunos a concentrar a sua atenção nestes conceitos.

O teste de início e final de curso é construído por uma questão retirada de cada um dos testes aplicados no início e no fim de cada sessão. Ou seja, quando os alunos frequentam 10 sessões, este teste tem 10 perguntas, e quando os alunos frequentam cinco sessões, este teste tem cinco perguntas.

Para além de avaliar a aprendizagem efetuada pelos alunos dos conceitos desenvolvidos em cada sessão, é importante compreender a opinião dos alunos em relação à organização do curso, temas desenvolvidos, e satisfação geral. Para isso, os alunos respondem a um questionário misto, com questões de resposta aberta, e questões

em que se pede aos alunos que indiquem o seu grau de concordância em relação a afirmações feitas sobre os cursos, utilizando a escala de Likert de cinco níveis: 1) discordo totalmente; 2) discordo parcialmente; 3) indiferente; 4) concordo parcialmente; 5) concordo totalmente.

Nas questões abertas do questionário, os alunos indicam aspetos positivos e negativos, e deixam comentários e sugestões. Nas questões fechadas, avaliam a sua concordância em relação ao desempenho dos monitores, estrutura e organização do curso, temas desenvolvidos, apreciação global, etc..

3. Cursos Avançados de História da Ciência

Como mencionado anteriormente, o IEC oferece três Cursos Avançados para alunos do 4º ao 6º ano do ensino básico na área da História da Ciência: História de Portugal; Evolução Humana; e História da Ciência. Estes cursos incluem conceitos para além daqueles normalmente incluídos nos currículos do ensino formal, com os quais os alunos apenas teriam contacto numa fase bastante mais adiantada do seu percurso escolar. Através da estratégia de ensino adotada (apresentada mais adiante), pretende-se que os alunos adquiriram conhecimentos acerca dos assuntos abordados, e também o gosto pela leitura de índole histórico-científica, e desenvolvam capacidades de escrita.

No que tange à História da Ciência, tema do Curso Avançado sobre o qual aqui nos debruçamos de forma mais particular, sabemos que os aspetos históricos da evolução da Ciência não são suficientemente explorados no currículo do ensino formal. Principalmente nos programas formais do 1º ciclo do ensino básico, parece não existir uma contextualização histórica dos grandes desenvolvimentos científicos, que ocorreram ao longo do tempo, e que serviram

de base aos atuais conceitos e teorias científicas nas mais variadas áreas, nem suficientes referências aos nomes dos responsáveis por esses mesmos desenvolvimentos (D.-G. d. Educação, 2018; M. d. Educação, 2014).

Com o Curso Avançado de História da Ciência, pretendemos avaliar se a metodologia aplicada é útil para a transmissão de conhecimentos, relacionados com o tema em causa, a alunos do 4º ano do ensino básico. Um curso ministrado anteriormente aponta nesse sentido, contudo esse curso foi frequentado apenas por cinco alunos do 4º ano do Centro Escolar da Mamarrosa (Marques, Santos-Carvalho, & Ferreira, 2015). Neste estudo, apresentamos os resultados com base numa população mais alargada.

3.1. Metodologia

3.1.1. Estrutura específica do Curso Avançado de História da Ciência

Para cada Curso Avançado de História da Ciência foi desenvolvido material pedagógico (um caderno e apresentações *PowerPoint*), e foi selecionado um livro de apoio ao tema. No Curso Avançado de História da Ciência, aqui referido, foi utilizado o livro *A História da Ciência* (Claybourne, 2014). Na primeira parte de cada sessão, os alunos leram alguns capítulos deste livro. De seguida, o monitor fez uma apresentação *PowerPoint* sobre a matéria lecionada nessa sessão, durante a qual os alunos puderam colocar questões e tirar apontamentos no caderno. Por fim, os alunos responderam, por escrito, no caderno, a algumas questões sobre a matéria lecionada.

As 10 sessões deste curso abordaram as seguintes temáticas: O que é a Ciência?; Geologia; Astronomia; Física; Química; Matemática; Biologia; Evolução e Genética; Zoologia e Etologia; Paleontologia

e Evolução Humana. Em cada sessão, são abordados diversos conceitos (Tabela 1).

A avaliação do Curso Avançado de História da Ciência seguiu a metodologia de avaliação comum à generalidade dos Cursos Avançados do IEC para alunos do 4º ao 6º ano. Ou seja, foram aplicados testes de escolha múltipla (antes e depois de cada sessão, e também no início e no final do cada curso) e um questionário de satisfação.

3.1.2. População

O Curso Avançado de História da Ciência foi lecionado a 11 alunos do Centro Escolar da Mamarrosa, que frequentaram as 10 sessões do curso, uma sessão por semana, durante 10 semanas, e a 37 alunos do Agrupamento de Escolas de Águeda Sul, que frequentaram as cinco primeiras sessões do curso, uma sessão a cada 15 dias, durante 10 semanas, ao longo do 2º trimestre de 2016 (de abril a junho), correspondente ao 3º período letivo.

É de salientar que a implantação deste programa no Agrupamento de Escolas de Águeda Sul decorreu no âmbito do Projeto Estímulo de Melhoria às Aprendizagens (EMA), financiado pela Fundação Calouste Gulbenkian. As sessões foram ministradas na escola sede do Agrupamento, a Escola Secundária Marques de Castilho, para onde os alunos se dirigiam.

3.2. Resultados / Discussão

Os alunos do Centro Escolar da Mamarrosa responderam, no início e no fim do curso, a um teste com 10 questões de escolha múltipla, uma questão relativa a cada uma das sessões do curso. Os

alunos do Agrupamento de Escolas de Águeda Sul responderam, no início e no fim do curso, a um teste com cinco questões de escolha múltipla, uma vez que estes alunos frequentaram apenas as cinco primeiras sessões do curso. Nos dois casos, os alunos responderam, no início e no fim de cada sessão, a um teste com quatro questões de escolha múltipla.

Os testes eram iguais para todos os grupos de alunos. Além disso, relembramos que os testes de início e fim de curso eram compostos por questões retiradas dos testes de início e fim de sessão.

3.2.1. Alunos do Centro Escolar da Mamarrosa

Analisando os resultados dos testes de início e fim de cada uma das 10 sessões lecionadas aos 11 alunos do Centro Escolar da Mamarrosa, é possível constatar que a segunda sessão, dedicada à História da Geologia, é a sessão que apresenta uma menor percentagem de respostas corretas no início da sessão ($27,3 \pm 9,2\%$), enquanto a sexta sessão, sobre a História da Matemática, é a sessão que apresenta uma maior percentagem de respostas corretas no início da sessão ($45,5 \pm 8,8\%$). Por outro lado, a oitava sessão, dedicada à História da Evolução e Genética, é a sessão que apresenta uma menor percentagem de respostas corretas no fim da sessão ($72,5 \pm 5,8\%$), enquanto a quinta sessão, sobre a História da Química, é a sessão que apresenta uma maior percentagem de respostas corretas no fim da sessão ($97,5 \pm 2,5\%$) (Figura 1A).

Figura 1 – Os alunos do Centro escolar da Mamarrosa aprenderam novos conceitos no Curso Avançado de História da Ciência. O gráfico A representa a percentagem de respostas corretas no início e no fim de cada uma das 10 sessões do curso. O gráfico B representa a média da percentagem de respostas corretas no início e no fim das 10 sessões. O gráfico B' representa a média da percentagem de respostas corretas no início e no fim do curso. Os resultados representam a média $\pm$ S.E.M. $n=11$. Foi usado o teste estatístico t-test bilateral, **** $p<0.0001$; *** $p<0.001$.

Em média, considerando os resultados dos testes respondidos no início e no fim de cada uma das 10 sessões (Figura 1A), os 11 alunos do Centro Escolar da Mamarrosa responderam de forma correta a $36,4 \pm 1,9\%$ das questões no início das sessões, e a $87,1 \pm 2,4\%$ das questões no fim das sessões (Figura 1B).

Olhando agora para os resultados dos testes de início e fim de curso, tendo em consideração as 10 questões do teste, verifica-se que os alunos do Centro Escolar da Mamarrosa responderam de forma correta a $31,1 \pm 6,6\%$ das questões no início do curso, e a $76,7 \pm 5,0\%$ das questões no fim do curso (Figura 1B').

Com base nestes resultados, concluímos que o fator memória pode ter algumas implicações nos resultados dos testes aplicados

aos alunos do Centro Escolar da Mamarrosa, uma vez que a média de percentagem de respostas corretas no fim das sessões é superior à média de percentagem de respostas corretas no fim do curso.

3.2.2. Alunos do Agrupamento de Escola de Águeda Sul

Relativamente aos 37 alunos do Agrupamento de Escolas de Águeda Sul (Figura 2), analisando os resultados dos testes de início e fim de cada uma das cinco sessões lecionadas a estes alunos (Figura 2A), verifica-se que a primeira sessão, sobre o que é a Ciência, é a sessão que apresenta uma menor percentagem de respostas corretas no início da sessão ($22,1 \pm 3,7\%$), enquanto a terceira sessão, dedicada à História da Astronomia, é a sessão que apresenta uma maior percentagem de respostas corretas no início da sessão ($34,5 \pm 3,7\%$). Por outro lado, a primeira sessão, sobre o que é a Ciência, é também a sessão que apresenta uma menor percentagem de respostas corretas no fim da sessão ($85,0 \pm 3,4\%$), enquanto a quinta sessão, dedicada à História da Química, é a sessão que, mais uma vez, apresenta uma maior percentagem de respostas corretas no fim da sessão ($93,8 \pm 2,3\%$) (Figura 2A).

Figura 2 – Os alunos do Agrupamento de Escolas Águeda Sul aprenderam novos conceitos no Curso Avançado de História da Ciência. O gráfico A representa a percentagem de respostas corretas no início e no fim de cada uma das cinco sessões do curso. O gráfico B representa a média da percentagem de respostas corretas no início e no fim das cinco sessões, e o gráfico B' a média da percentagem de respostas corretas no início e no fim do curso. Os resultados representam a média $\pm$ S.E.M. $n=37$. Foi usado o teste estatístico t-test bilateral, $***p<0.0001$.

Em média, considerando os resultados dos testes respondidos no início e no fim de cada uma das cinco sessões (Figura 2A), os 37 alunos do Agrupamento de Escolas de Águeda Sul responderam de forma correta a $27,9\pm2,0\%$ das questões no início das sessões, e a $89,6\pm1,6\%$ das questões no fim das sessões (Figura 2B).

Olhando agora para os resultados dos testes de início e fim de curso, tendo em consideração as cinco questões do teste, verifica-se que os alunos do Agrupamento de Escolas de Águeda Sul responderam de forma correta a $27,3\pm3,8\%$ das questões no início do curso, e a $88,7\pm0,4\%$ das questões no fim do curso (Figura 2B').

3.2.3. Discussão geral

Os alunos do Agrupamento de Escolas de Águeda Sul apresentam uma menor discrepância entre a média dos resultados dos testes aplicados no fim das sessões ($89,6 \pm 1,6\%$ de respostas corretas) e a média dos resultados dos testes aplicados no fim do curso ($88,7 \pm 0,4\%$ de respostas corretas).

Deste modo, os resultados sugerem que não importa tanto o tempo decorrido (10 semanas nos dois casos), mas mais a quantidade de matéria apreendida nesse tempo: no fim do curso, os alunos do Centro Escolar da Mamarrosa responderam às questões quando tinham apreendido matéria de 10 sessões diferentes, enquanto os alunos do Agrupamento de Escolas de Águeda Sul responderam às questões quando tinham apreendido matéria de apenas cinco sessões diferentes.

Para além disso, não podemos comparar estes dois grupos de alunos, dada a diferença no número de alunos das duas escolas (11 alunos do Centro Escolar da Mamarrosa e 37 alunos do Agrupamento de Escolas de Águeda Sul), bem como o contexto sociocultural em que cada grupo de alunos se insere. De facto, os alunos do Agrupamento de Escolas de Águeda Sul encontram-se inseridos em meios menos rurais do que os alunos do Centro Escolar da Mamarrosa, porque estão mais próximos de centros culturalmente mais favorecidos. Além disso, através de outros dados recolhidos, constata-se que os alunos do Agrupamento de Escolas de Águeda Sul se inserem em meios familiares com maior qualificação académica do que os alunos do Centro Escolar da Mamarrosa.

No questionário de satisfação, preenchido no final do curso, 94,1% dos alunos concordou totalmente (grau cinco numa escala de zero a cinco da escala de Likert) com a afirmação “Eu acho que a matéria foi interessante”; 70,6% dos alunos concordou totalmente com a afirmação “No final da aula, compreendo bem a matéria que foi

ensinada”; 94,1% dos alunos concordou totalmente com a afirmação “Eu acho que os monitores explicam bem a matéria”; também 94,1% dos alunos concordou totalmente com a afirmação “Eu acho que a qualidade dos cadernos é boa”; e 88,2% dos alunos concordou totalmente com a afirmação “Considero as matérias de grande utilidade”.

Entre os comentários deixados pelos alunos, destacamos dois: “Eu gostei muito de saber nomes de homens importantes para a Ciência, são nomes complicados de ler, mas são nomes famosos”; e “Eu adorei este curso, foi muito divertido. Cada vez que estou a caminho da [Escola Secundária] Marques [de Castilho], estou curiosa para saber que matéria vamos dar. As salas são bem arrumadas, e eu gosto das aulas”.

4. Conclusões

De forma geral, concluímos que os alunos que frequentaram o Curso Avançado de História da Ciência não possuíam, antes do curso, grandes conhecimentos acerca da evolução histórica das diferentes matérias abordadas ao longo do curso. Por outro lado, concluímos também que os alunos que frequentaram o Curso Avançado de História da Ciência foram capazes de apreender novos conhecimentos sobre as matérias lecionadas. Além disso, foi possível constatar o interesse genuíno pela leitura de índole histórico-científica, bem como o desenvolvimento de capacidades de escrita.

A metodologia aplicada nos Cursos Avançados do IEC ajuda o monitor a estruturar o ensino, bem como o aluno a estruturar a sua aprendizagem. Este método é eficaz e versátil no ensino de conceitos avançados de diversas áreas do conhecimento, que vão para além do que é norma o aluno aprender neste nível de escolaridade.

Com base nos resultados dos testes de escolha múltipla, e tendo em conta o questionário de satisfação, não podemos deixar

de considerar que este modelo de ensino não formal aumenta os conhecimentos dos alunos, que têm uma grande capacidade de aprendizagem. Intuímos que esta eficácia no ensino, por este método, se deve ao grande envolvimento ativo dos alunos no processo de aprendizagem. Fica evidente que esta estratégia, que surgiu inicialmente para o ensino avançado não formal de Ciências Experimentais, constitui também uma boa ferramenta de ensino da História da Ciência.

5. Referências

- CiênciaViva. (2017). A Ciência Viva. *Sobre*. Retrieved 20-09-2017, 2017
- Claybourne, A. (2014). *A história da ciência*. Alfragide: Texto Editores.
- Coombs, P. H. (1968). *The world educational crisis*. New York: Oxford University Press.
- Coombs, P. H. (1973). New paths to learning for rural children and youth: Nonformal education for rural development. In I. C. f. E. Development (Ed.). New York.
- Educação, D.-G. d. (2018). *Aprendizagens essenciais: Articulação como perfil dos alunos – 4º ano: 1º ciclo do ensino básico – Estudo do Meio*. Lisboa: Direção-Geral de Educação.
- Educação, M. d. (2014). *1º ciclo do ensino básico: Organização curricular e programas* (4ª ed.). Lisboa.
- Faure, E. (1972). *Learning to be: The world of education today and tomorrow*: Unesco.
- Ferreira, S., Santos-Carvalho, A., & Carvalho, A. (2014). Advanced Courses: a novel strategy in the teaching of advanced Science concepts for High School Students and Teachers In P. P. Costa MFM, Dorrio BV (Ed.), *Hands-on Science. Science Education with and for Society* (pp. 348-353): Hands-on Science Network.
- Fordham, P. E. (1993). *Informal, non-formal and formal education programmes' in YMCA George Williams College ICE301 lifelong learning unit 2*. London: YMCA George Williams College.
- Marques, R., & Fiolhais, C. (2017). NICOLAAS VAN UDEN (1921-1991). Retrieved from <http://dererummundi.blogspot.com/2017/10/nicolaas-van-uden-1921-1991.html>
- Marques, R., Santos-Carvalho, A., & Ferreira, S. (2015). O ensino da História da Ciência em contexto de educação não formal: um curso para alunos do 1º ciclo do ensino básico. In I. Rodrigues & A. J. (Eds.), 1º Encontro de História da Ciênciano Ensino: Resumos Alargados. Vila Real: Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro.

Número da sessão	Título da sessão	Conceitos abordados
1	O que é a Ciência?	O que é a Ciência?; Origens da Ciência; Filosofia Natural vs. Ciência; Alguns períodos importantes; O que é um cientista?
2	Geologia	O que é a Geologia?; Como é a Terra?; Aristóteles e Eratóstenes; Steno, Hutton e Lyell; A evolução da Terra
3	Astronomia	O que é a Astronomia?; A origem do Universo; O nosso lugar no Universo; O conhecimento das civilizações clássicas; O modelo de Ptolomeu; Copérnico e Galileu; O Homem no Espaço
4	Física	O que é a Física?; Arquimedes: Eureka!; Newton, a gravidade e o movimento; Einstein e a relatividade
5	Química	O que é a Química?; Alquimia vs. Química; Antoine Lavoisier; Pierre e Marie Curie
6	Matemática	O que é a Matemática?; A origem dos números; Pitágoras, números primos e triângulos; Fibonacci e a sequência
7	Biologia	O que é a Biologia?; Aristóteles e Teofrasto; Robert Hooke e as células; Leeuwenhoek e as algas; Carl Lineu e a nova classificação
8	Evolução e Genética	O que é a Evolução?; Georges Cuvier e os fósseis; Lamarck e as girafas; Darwin, Wallace e a seleção natural; O que é a Genética?; Mendel e as ervilhas; Avery, Watson, Crick e o ADN
9	Zoologia e Etologia	O que é a Zoologia?; O que é a Etologia?; Ivan Pavlov e os cães; Jean-Henri Fabre e as traças; Konrad Lorenz e os gansos; Karl von Frisch e as abelhas; Jane Goodall e os chimpanzés
10	Paleontologia e Evolução Humana	O que é a Paleontologia?; As primeiras descobertas; Richard Owen e os dinossauros; Origem e extinção dos dinossauros; O que é a Evolução Humana?; Os nossos antepassados; As primeiras descobertas; Eugène Dubois; A família Leakey

Tabela 1. Conceitos abordados em cada uma das sessões do Curso Avançado de História da Ciência.

**INFLUÊNCIA DO CURSO AVANÇADO
DE CIÊNCIAS EXPERIMENTAIS NAS PERCEÇÕES
DOS ALUNOS DO 4º ANO SOBRE O TRABALHO
DOS CIENTISTAS: UM ESTUDO DE CASO NUMA
ESCOLA CIÊNCIA VIVA**

**THE INFLUENCE OF ADVANCED COURSES ON
EXPERIMENTAL SCIENCES IN THE PERCEPTION
OF FOURTH-GRADE STUDENTS ON THE WORK
OF SCIENTISTS: 'CIÊNCIA VIVA' SCHOOL
CASE STUDY**

Denise Esteves¹, 0000-0002-9466-4099

Ana Santos-Carvalho² 0000-0003-4718-5666

deniseestes@ces.uc.pt, santoscarvalho@uc.pt

Resumo: É objetivo deste trabalho dar conta dos principais resultados (preliminares) de um estudo qualitativo sobre as percepções sobre ciência e sobre os cientistas de 60 crianças entre os 8-11 anos. Recorremos, para este efeito, ao teste DAST-C (*Draw-a-Scientist Test Checklist*) numa versão alterada, bem como à descrição das figuras desenhadas pelas crianças. Este estudo foi realizado no âmbito da avaliação dos Cursos

¹ Centro de Estudos Sociais da Universidade de Coimbra CES, Portugal.

² Instituto de Educação e Cidadania (IEC), Mamarrosa, Portugal.

Avançados de Ciências Experimentais (CACE) do Instituto de Educação e Cidadania (IEC). Quisemos, com este estudo, compreender melhor quais são as percepções dos alunos portugueses sobre a ciência e como se representam a si próprios enquanto cientistas para, no futuro, desenvolver ferramentas que permitam apoiar crianças e jovens a assumir um papel mais ativo na atividade científica em Portugal.

Palavras-Chave: Draw-a-scientist-Test Checklist (DAST-C), Percepções de crianças sobre ciência, autorrepresentações enquanto cientistas

Abstract: The main goal of this paper is to report the preliminary results of a qualitative study on the representations on science of 60 children between 8-11 years of age. For this purpose, we have used a changed version of the DAST-C test (Draw-a-Scientist Test Checklist), as well as, the description made by the children of their own drawings. This study was carried out within the evaluation process of the Advanced Courses of Experimental Sciences (ACES) carrying out by the Institute of Education and Citizenship (IEC). The main purpose of this study is to better understand what are the perceptions of Portuguese students about science and in what ways do they represent themselves as scientists. We believe that only a deep understanding on this topic will allow teachers, researchers, parents and policy makers developing tools to support children and young people to take a more active role in science in Portugal.

Keywords: Draw-a-scientist-Test Checklist (DAST-C), Children's perceptions about science, Self-representations as scientists

1. Introdução

Está bem documentado o esforço que tem vindo a ser feito para um maior entendimento da perceção da sociedade, em especial de crianças e jovens, sobre a ciência e sobre o trabalho dos cientistas.

Desde finais da década de 1950, que se tem verificado um crescente interesse por parte da comunidade científica (especialmente nas áreas da educação e dos estudos sociais da ciência) em perceber de forma sistemática e aprofundada quais são as perceções de crianças e jovens em diferentes idades escolares sobre a ciência e sobre os cientistas. Como se formam as imagens dos cientistas e as perceções da ciência? Quais são os fatores externos que mais influenciam a imagem pública da ciência? Quem tem (e de que forma) contribuído para a criação destas imagens?

O trabalho de Mead and Metraux (1957) é uma referência incontornável nesta área de estudos e é pioneiro neste processo de investigação. Os autores propuseram a 35000 alunos de 145 escolas do ensino secundário nos EUA que escrevessem um pequeno texto sobre os cientistas e o trabalho científico. O estudo pretendeu perceber quais as conceções dos alunos acerca da ciência e do trabalho dos cientistas. De forma sintética, o estudo identificou que a imagem da ciência entre os alunos do ensino secundário é muito positiva, sempre que não há um envolvimento pessoal ou familiar com a ciência. Ou seja, nas situações em que há um contacto pessoal como, por exemplo, quando envolve a escolha pessoal ou de um familiar próximo pela carreira científica, a imagem é negativa. Para além disso, os alunos inquiridos **identificaram os cientistas como sendo homens de meia-idade que usam uma bata branca e óculos, e trabalham num laboratório, local onde se manuseiam reagentes considerados perigosos (Mead & Metraux, 1957). Esta passou a ser a imagem estereotipada clássica do cientista (Finson, 2002). Sessenta anos passados desde a publicação do artigo “Image of the scientist**

among high-school students” e apesar de o estudo se focar em alunos do ensino secundário, as recomendações das autoras permanecem muito atuais e pertinentes mostrando que, quer a comunicação social, quer a escola desempenham uma influência determinante na construção, mas também na desconstrução de imagens estereotipadas dos cientistas e da atividade científica junto de públicos infantis e juvenis. As autoras sugerem que a comunicação social deve enfatizar o facto de a atividade científica estar ancorada nas atividades quotidianas dos cientistas (trabalho em colaboração com outros e outras profissionais de diversos contextos culturais e geográficos), ao invés de enfatizar uma representação individualizada (e idealizada) da mesma (por exemplo, através da representação do cientista como um génio solitário que trabalha quase exclusivamente em laboratório).

Outro estudo seminal é o de Chambers (1983) que constrói e utiliza pela primeira vez o teste DAST (Draw-a-Scientist-Test), ferramenta que se tornou amplamente utilizada nesta área de estudos. Chambers (1983) analisa quais os estereótipos por detrás das figuras desenhadas, com base na presença de sete dimensões: a utilização da bata branca, os óculos, a barba, a presença de símbolos de investigação (instrumentos e equipamento científico), símbolos de conhecimento (livros, cadernos, arquivos), tecnologia e a utilização de expressões de descoberta ou de espanto que parecem estar associadas às atividades científicas (por exemplo, a expressão Eureka) (Chambers, 1983) (ver Tabela 1). Outros estudos têm utilizado o teste de Chambers (Draw-a-scientist-test) e o DAST-C (Draw-a-scientist-Test Checklist) desenvolvido por Finson et al. (1995), especialmente na avaliação dos efeitos de programas específicos na alteração dos estereótipos de alunos (Schibeci, 2006; Walls, 2012). O DAST-C incorpora elementos dos estudos anteriores de Chambers (1983) e Mead e Metraux (1957) e acrescenta elementos identificados nestes estudos, mas que não haviam sido utilizados até então como, por exemplo, o género e a raça (Finson, Beaver, & Cramond, 1995) (ver

Tabela 1). Alguns estudos mais recentes focam-se em algumas das dimensões propostas por Chambers, com o objetivo de perceber quais são as características estereotipadas mais prevalentes no sentido de alterar esta percepção em estudantes de diferentes idades e em diferentes níveis escolares (Buldu, 2006; Finson, 2002; Schibeci, 2006; Türkmen, 2008).

Entre as limitações do DAST são algumas vezes referidas a relativa capacidade para medir percepções individuais dos alunos sobre o que é a ciência e o que fazem os cientistas, para além dos estereótipos da sociedade sobre a ciência. Por este motivo, alguns autores sugerem métodos complementares de análise como a realização de entrevistas (Symington & Spurling, 1990) ou abordagens alternativas como a construída por Palmer (1997) – ROSA (Relevance of Scientists Approach) – através da qual o autor demonstra que as imagens dos estudantes diferem dos estereótipos que haviam sido reportados em estudos anteriores. Contudo, e apesar das críticas, são amplamente reconhecidas as vantagens da utilização do DAST. O facto de não requerer linguagem verbal, diminuir as respostas socialmente desejáveis, e requerer pouco tempo para a sua aplicação são algumas das vantagens mais vezes identificadas (Schibeci, 2006; Schibeci & Sorensen, 1983). Uma grande parte dos estudos sobre representações da ciência entre crianças e jovens tem vindo a destacar que as crianças tendem a representar imagens estereotipadas da ciência e dos seus cientistas (Beardslee & O'dowd, 1961; Ehrlén, 2009; Finson, 2002; Finson et al., 1995). Autores como Finson, Hammrich, Reis e Rosário referem mesmo que crianças e jovens, especialmente as crianças e jovens do género feminino e pertencentes a grupos (sociais e étnicos) minoritários, com uma percepção negativa da ciência, raramente aspiram seguir um percurso académico ou profissional relacionado com a ciência (Finson et al., 1995; Hammrich, 1997; Reis, Rodrigues, & Santos, 2006; Rosário et al., 2014). Os mesmos estudos sublinham a relação entre a percepção da ciência e dos seus

cientistas e as atitudes perante a ciência no decurso da vida pessoal, profissional ou académica. Por outro lado, as percepções negativas da ciência tendem a perdurar ao longo da vida e a cristalizar ideias, nem sempre verdadeiras, sobre as práticas científicas. Falamos, por exemplo, do cientista como um profissional solitário, genial e com uma vida social limitada, e do trabalho científico como sendo uma prática que requer pouca cooperação com os outros (Finson, 2002). A criação destas imagens dificulta por um lado, a compreensão da diversidade do mundo real e da amplitude da prática científica. Por outro lado, embora imagens estereotipadas de cientistas possam atrair alguns alunos, muitos outros poderão sentir-se intimidados, desinteressados ou mesmo desencorajados na prossecução de uma carreira científica (Kirch & Amoroso, 2016; Schibeci, 2006). Além destes efeitos, Reis et al. (2006) referem ainda que, por se apresentar o conhecimento científico como um conjunto de conhecimentos não negociáveis e não acessíveis, porque limitado a um grupo restrito de especialistas, muito se tem contribuído para a dependência intelectual destes alunos relativamente a terceiros, aumentando a percepção de assimetria de poder (Reis & Galvão, 2006). Kirch and Amoroso (2016) acrescentam ao argumento de Reis et al. (2006) que estas diretivas *top-down* muito dificilmente encontram eco nas motivações dos alunos que, por sua vez, raramente percebem a importância de aprender métodos e normas da produção de conhecimento científico. Além disso, os autores referem (tal como Mead and Metraux (1957)), que a noção de cientista transmitida quer nas escolas, quer através da comunicação social, muito pouco real, de um cientista isolado, em contextos austeros de produção científica e que, muitas vezes, está associada à imagem do “génio cientista” com uma “mente brilhante”. Outra ideia que concorre para criar distanciamento da carreira científica, é o facto de se considerar que apenas alguns têm as características exigidas pela profissão, portanto, apenas os mais talentosos ou dotados são chamados para pertencer a um

grupo restrito que partilha das mesmas capacidades e ambições. Finalmente, para Kirch and Amoroso (2016) raramente os alunos são colocados em posições de pesquisa científica real. Para responder a estas lacunas do ensino científico, as autoras propõem fazer uma reflexão através de uma perspetiva que se centra no aluno e não no conteúdo científico, tendo desenvolvido o modelo intitulado *Being and Becoming Scientists Today* (BBST) para o ensino das ciências. Este modelo distancia-se do tradicional modelo de ensino das ciências por se centrar na perspetiva dos alunos e não na disciplina. Assim, quer ao nível dos métodos e processos desenvolvidos, quer ao nível da natureza do conhecimento científico (aspetos centrais da ciência), esta abordagem é centrada na perspetiva do aluno, no sentido de perceber de que formas podem os alunos contribuir para o conhecimento científico.

Tal como no caso de Kirch and Amoroso (2016), outros estudos focam-se no trabalho desenvolvido junto dos professores no sentido de desenvolver abordagens pedagógicas centradas nos alunos que encorajem o seu envolvimento ativo em atividades científicas (Chin, 2013; Katsampoxaki-Hodgetts, Fouskaki, Siakavara, Moschochoritou, & Chaniotakis, 2015). Embora se utilizem diferentes aparelhos metodológicos e instrumentos de recolha de dados, na sua generalidade, estes estudos pretendem obter um maior entendimento das perceções, conceções e representações das crianças sobre o método científico, sobre fenómenos científicos e suas explicações, e sobre os cientistas. Com isto, os referidos estudos pretenderam fornecer instrumentos pedagógicos e abordagens baseadas em investigação aos professores que permitissem envolver os alunos de forma mais sistemática em matérias relacionadas com as áreas das ciências naturais e aumentar o seu conhecimento sobre o trabalho científico.

Tal como no estudo de Margaret Mead e Metraux, a maioria dos trabalhos nesta área envolve, além da aplicação de inquéritos por questionário, a análise de informação escrita e a análise

de informação visual através de desenhos de cientistas produzidos por crianças e jovens. Na sua generalidade, as crianças em idade escolar, especialmente crianças do 1º ciclo (6-9 anos) expressam-se de forma mais criativa por outros meios que não a escrita, como a oralidade, ou mesmo o desenho, sendo este último uma prática fundamental do processo de aprendizagem e de apreensão da realidade (Finson et al., 1995; Katz, 2017; Losh, Wilke, & Pop, 2008; Schibeci, 2006).

Em alguns estudos, estes desenhos são acompanhados de uma descrição escrita das figuras desenhadas (Chambers, 1983; Fort & Varney, 1989). De facto, a utilização do desenho, enquanto ferramenta analítica tem também sido bastante explorada neste campo de estudos (Chambers, 1983; Finson, 2002; Finson et al., 1995; Hsieh & Tsai, 2017). Escolher, quer informação escrita (através de entrevistas), quer informação visual (através de desenhos), como método para obter informações precisas sobre as autorrepresentações das crianças tem sido apontado como sendo uma ferramenta não só válida, como também útil do ponto de vista analítico (Schibeci, 2006). À medida que as crianças se desenhavam, estão também a construir a sua própria imagem, a reconstruir os seus ideais e a posicionarem-se como agentes ativos no mundo.

Outros estudos optam pela realização de entrevistas individuais (Kane, 2016) ou pela realização de grupos focais como metodologia de pesquisa, como no caso de Archer e colaboradores (Archer et al., 2010). Outros estudos complementam a análise de desenhos produzidos pelos alunos com a realização de entrevistas às crianças, a aplicação de inquéritos por questionário (Ehrlén, 2009; Taiwo, Ray, Motswiri, & Masene, 1999) ou mesmo a análise e discussão de histórias de ficção científica elaboradas pelos alunos (Reis & Galvão, 2006). Na sua maioria, os estudos confirmam a prevalência e persistência de imagens estereotipadas de cientistas e da Ciência (McDuffie Jr, 2001; Schibeci, 2006).

Com algumas exceções (Bohrmann & Akerson, 2001; Buldu, 2006; Kane, 2016; Kirch & Amoroso, 2016; Walls, 2012), poucos estudos se têm debruçado sobre a autorrepresentação de crianças e jovens enquanto cientistas utilizando o desenho como ferramenta de trabalho. Como se percebem as crianças enquanto cientistas? Este estudo pretende contribuir para responder a esta questão, tentando colmatar essa lacuna dentro do corpo de pesquisa na área de estudos da educação científica em Portugal.

2. Objetivos

Com este trabalho damos conta dos principais estudos nacionais e internacionais sobre o tema das representações da ciência e do trabalho dos seus cientistas de professores e alunos em diferentes idades escolares. Para isso, fazemos uma revisão da literatura especializada sobre o tema. É ainda objetivo deste trabalho avaliar qual o efeito dos cursos avançados de ciências experimentais (CACE) nas representações de 60 crianças entre os 8-11 anos (4º ano, 1º ciclo do Ensino Básico) sobre Ciência e sobre o trabalho dos cientistas. Acreditamos que compreender quais são as percepções dos alunos sobre a Ciência nos permita desenvolver ferramentas para que crianças e jovens possam ter um papel mais ativo na Ciência.

3. Metodologia

Os alunos foram convidados a avaliar o curso avançado de ciências experimentais (CACE) no qual participaram, através de um questionário. Através do inquérito por questionário pretendemos avaliar: a) as expectativas sobre o CACE; b) opiniões se o curso corresponde às expectativas criadas; c) qual é a percepção dos alunos

sobre Ciência e qual a percepção que têm de si próprios como cientistas depois de participar no curso avançado de ciências experimentais.

O questionário foi entregue após a conclusão do curso. Preencheram o questionário 60 alunos com idades compreendidas entre os 8 e os 11 anos que frequentam o 4º ano de escolaridade. O questionário foi fornecido pelo professor e entregue à nossa equipa na mesma semana. Todos os professores relataram que os alunos completaram a tarefa em 20/30 minutos. Foram fornecidas informações detalhadas pelo professor, para que os alunos pudessem cumprir com precisão a tarefa.

Para cumprir com os objetivos propostos, o questionário apresentou a seguinte estrutura: a) Informação pessoal e familiar; b) Expectativas sobre o curso e sentimentos para com a ciência; c) Palavras relacionadas com ciência; d) Desenho: “Sou um cientista a fazer uma experiência no laboratório”; e) Avaliação do curso.

3.1. Justificação da utilização e adaptação do DAST-C

Para analisar a informação obtida através do desenho, utilizamos uma variação do Draw-a-Scientist Test Checklist (DAST-C) desenvolvido por Finson et al. (1995), acompanhado da descrição das figuras desenhadas. Este teste foi realizado no âmbito da avaliação dos cursos avançados de ciências experimentais (CACE) do Instituto de Educação e Cidadania (IEC). O teste foi aplicado às crianças depois da realização do curso. Este curso durou dez semanas, tem um cariz laboratorial e ocorreu nos laboratórios de quatro escolas de dois concelhos do centro do país.

A literatura tem demonstrado as vantagens deste teste na análise de desenhos relacionados com a percepção de crianças e jovens sobre os cientistas e a ciência (Finson et al., 1995). A utilização do DAST-C permite aumentar a objetividade e a fiabilidade da análise dos dese-

nhos analisados. A utilização de uma *checklist* permite identificar os elementos estereotipados que foram previamente identificados em pesquisas como as realizadas por Mead e Metraux (1957) e Chambers (1983), assim como permite introduzir elementos identificados e sugeridos por Finson et al. (1995) que não seriam identificados devido aos próprios preconceitos de quem analisa e interpreta “livremente” os desenhos. Este processo torna a identificação destes elementos estereotipados mais fácil, sendo a administração do teste muito fácil, rápida e sem necessidade de recorrer a outros materiais específicos. Entre outras vantagens, o DAST-C é particularmente fácil de usar; incorpora mais elementos do que o DAST; e é útil para avaliar o desenho dos alunos em relação às suas premissas de ciência e do trabalho dos cientistas, sendo os padrões de resposta facilmente identificados.

A razão pela qual utilizamos uma variação do DAST-C prende-se com o facto de não termos pedido às crianças que desenhassem um cientista qualquer. Ao invés, pedimos que elas se desenhassem a si próprias como cientistas. Além disso, não usamos todas as categorias propostas pelo teste DAST-C (apenas 8 das 16, Tabela 1) e adicionamos algumas categorias diferentes para fins de análise (Tabela 2).

Uma vez que a tarefa consistiu em desenhar-se enquanto cientista, não foram consideradas as características físicas incorporadas por Finson et al. (1995). A utilização de óculos, a presença de pelos na face, a idade, o género ou a etnia foram excluídos da nossa análise. A categoria “tecnologia” foi integrada nos “símbolos de conhecimento” e “indicações de secretismo” passou a integrar a categoria “estereótipos místicos”. Embora tenha sido considerada a categoria “presença de lâmpadas” para efeitos de análise, esta não aparece representada em nenhum dos desenhos analisados.

Tabela 1. Categorias de Finson et al. (1995), categorias consideradas para análise.

Categorias Finson et al. (1995)	Descrição das categorias de Finson et al. (1995) avaliadas
Bata de laboratório	Utilização de bata branca no laboratório.
Óculos	Não analisada.
Pelos na face	Não analisada.
Símbolos de investigação	Símbolos de investigação (instrumentos de trabalho laboratorial, equipamentos de laboratório; materiais descartáveis, matérias de vidro e reagentes).
Símbolos de conhecimento	Símbolos de conhecimento (livros, cadernos, protocolos, estantes, tecnologia – inclui computadores e quadros interativos).
Tecnologia	
Frases relevantes	Expressões e/ou frases livres: interjeições de espanto; símbolos de exclamação e/ou interrogação e a expressão “Eureka” (Exs: Ups!; Eureka; ?; UAU! Que experiência incrível!!!; Vamos fazer uma experiência!).
Gênero	Não analisada.
Caucasiano	Não analisada.
Indicações de perigo	Indicações de perigo (explosões, portas de pânico, sinais de perigo).
Presença de lâmpadas	Presença de elementos relacionados com luz (lâmpadas e iluminação).
Estereótipos místicos	Estereótipos místicos (elementos mágicos como poções, feitiços e poderes sobrenaturais).
Indicações de secretismo	
Cientistas em espaços fechados	Cientistas a trabalhar em espaços fechados (cientistas a trabalhar em espaço laboratorial ou em contexto de sala de aula).
Cientista de média idade ou idoso	Não analisada.
Comentários	Não analisada.

Tabela 2. Novas categorias introduzidas para análise.

Novas categorias introduzidas para análise	Descrição das novas categorias introduzidas
Emoções relacionadas com a ciência	Sentimentos expressos através de expressões faciais (sorriso, tristeza, sem expressão facial).
Trabalho colaborativo durante as experiências	Cientistas a trabalharem em conjunto durante as experiências laboratoriais.
Trabalho prático	Representação da aprendizagem científica através da execução de experiências.
Rigor científico	Descrição detalhada e rigorosa dos processos científicos e nomenclatura correta. O rigor científico foi testado através da análise da precisão com que os materiais e reagentes foram nomeados; como os objetos foram rotulados; quão preciso foi o desenho dos objetos referidos (mesmo quando os objetos foram desenhados erradamente, analisaram-se também as legendas quando estas existiam).

3.2. Cursos avançados de ciências experimentais

Os cursos avançados de ciências experimentais (CACE) para alunos do quarto ano do ensino básico são cursos de cariz prático através dos quais crianças aprendem conceitos de Ciências da Vida que vão para além do currículo formal. Estes cursos experimentais têm a duração de dez semanas, em sessões de 60-90 minutos por semana.

Os cursos avançados de ciências experimentais são frequentados, em simultâneo, por grupos de 12-13 alunos, dentro do horário escolar.

Participaram neste estudo os alunos de uma turma do quarto ano da escola de Vera Cruz, uma escola básica do concelho de Aveiro e alunos do quarto ano de três escolas do concelho de Águeda: Óis da Ribeira, Barrô e Travassô. O curso decorreu na escola de Vera Cruz, que apresenta as condições necessárias para a sua execução

(laboratório de Ciências bem equipado), e na Escola Secundária Marques de Castilho, uma vez que as escolas de Óis da Ribeira, Barrô e Travassô não têm laboratório.

Os alunos destas escolas foram divididos em grupos 12-13 alunos, dois grupos por turma, fazendo com que cada aluno tivesse uma sessão a cada duas semanas, num total de cinco sessões por curso.

Durante o curso, os alunos tiveram contacto com diversos conceitos de Biologia, em particular o conceito de célula, tendo tomado contacto com diferentes tipos de células e de tecidos (Tabela 3).

Estes cursos são lecionados por jovens monitores com Mestrado em áreas científicas variadas. Cada curso é acompanhado por um caderno didático, que contém os conceitos teóricos abordados em cada sessão, bem como o material e métodos referentes à parte prática, ou atividade prática, e ainda as questões a responder em cada sessão. Os cursos são gratuitos.

Esta edição do CACE ocorreu entre abril e junho de 2016. Cada sessão dos CACE é dividida em cinco partes:

- a. No início da sessão, os alunos respondem a um teste de escolha múltipla com quatro questões que avaliam os temas principais abordados nessa sessão;
- b. Apresentação dos conceitos teóricos utilizando meios audiovisuais;
- c. Atividade prática desenvolvida pelos alunos;
- d. Análise e discussão dos resultados e resposta às questões apresentadas no livro de protocolos;
- e. No final da sessão, os alunos voltam a responder ao mesmo teste que responderam no início da sessão.

Tabela 3. Sessões do Curso Avançado de Ciências Experimentais

Sessão	Título da experiência desenvolvida
1	A Ciência do Iogurte
2	Bactérias
3	Leveduras
4	Protistas
5	Células animais e vegetais

4. Resultados

Na sua globalidade, os principais resultados deste estudo preliminar relativamente à estereotipização, quer da atividade científica, quer dos cientistas são consistentes com as pesquisas referidas na introdução.

O questionário foi estruturado em dois blocos diferentes, sendo que para termos da análise que se pretende fazer para este capítulo, interessa-nos sobretudo focar na segunda parte deste questionário. Assim, foi pedido aos alunos que completassem a tarefa de ilustrar o tema: “Sou um cientista a fazer uma experiência no laboratório”. Entre os sessenta desenhos avaliados, a maioria (96,7%), completou a tarefa que lhes foi proposta (Fig. 1). Dois alunos desenharam um laboratório vazio, sem a presença de nenhum investigador.

4.1. Análise global

Todos os desenhos analisados representam experiências executadas no interior de um laboratório (100% dos desenhos), onde a maioria dos cientistas (62%) utilizam bata branca.

Nos desenhos analisados, o trabalho científico envolve, essencialmente: a preparação de poções (8,3%, Fig. 2A, 2B e 2C); a observação ao microscópio (28,3%, Fig. 2D e 2E); a realização de experiências e manuseamento de produtos químicos (perigosos) (8,3%, Fig. 2F e 2G), entre muitas outras representações de manuseamento de material de laboratório, como gobelés, provetas e tubos de ensaio.

Em relação à representação de experiências executadas no CACE, 38,3% dos alunos representou-se a desenvolver uma experiência que havia sido realizada no âmbito do CACE: preparação de células – células animais, vegetais e bactérias – para observação ao microscópio e produção de dióxido de carbono por leveduras, entre outras (Fig. 1A e 1B). Contudo, 38,3% representaram-se a fazer experiências que não foram executadas no curso, nomeadamente: o vulcão em erupção e explosão com mentos e coca-cola (Fig.3A e 3B).

4.2. Análise das características selecionadas do DAST-C

Entre as 16 características que se encontram listadas na DAST-C, selecionamos oito que consideramos adequadas ao estudo em causa. Ao avaliar estas características, apercebemo-nos que 62% dos alunos se desenharam como cientistas que vestem bata durante a execução das experiências (Fig. 1). A Figura 4A mostra uma nuvem de palavras que representa os 25 símbolos de investigação mais vezes desenhados. O tamanho da palavra é tanto maior, quanto mais vezes foi representado pelos alunos. A figura 4B é um exemplo dos símbolos de investigação representados e que são utilizados durante as experiências do curso, nomeadamente: iogurte, leveduras, bactérias, células, infusão, etc..

Para além dos símbolos de investigação, 11,7% dos alunos também representaram símbolos de conhecimento nos seus desenhos tais

como, livros, cadernos, estante de livros (Fig. 1B), quadros interativos (Fig. 4B), computadores, entre outros.

Outra característica do DAST-C analisada foi a presença de indicações de perigo. Cerca de 8,3% dos alunos desenharam pontos de exclamação, objetos a serem projetados, escreveram explosão, representaram fumo, radiações ou vapores (Fig. 2B, 2F, 2G).

Os estereótipos místicos também não foram esquecidos pelos alunos (Fig. 5). Cerca de 10% dos desenhos apresentam algum tipo de indicação de misticismo, seja através de feitiços (Fig. 5A), capas de invisibilidade (Fig. 5B), máquinas de transformação (Fig. 5C) ou robots (Fig. 5D).

Em contrapartida, todos os desenhos são representações de trabalho realizado dentro de um laboratório, espelhando a realidade vivida durante os CACE. Entre os comentários e frases que acompanharam os desenhos, destacam-se apenas pontos de interrogação (Fig. 2F) e a frase “Eureka” (Fig. 2A).

4.3. Análise das características complementares ao DAST-C

Em 92% dos desenhos, o cientista encontra-se a trabalhar sozinho no laboratório, tendo sido encontradas apenas duas exceções que representam mais fielmente o trabalho em grupo realizado nos CACE. Mais de 83% dos cientistas desenhados encontram-se a sorrir enquanto desenvolvem as experiências no laboratório (Fig. 1).

83% dos alunos representaram-se como agentes ativos no laboratório, i.e., executam algum tipo de experiência (*hands-on experience*). 28,3% dos alunos desenharam e legendaram com rigor científico o material de laboratório, as experiências e os reagentes.

5. Discussão

A imaginação individual e as imagens veiculadas em grande escala pelos meios de comunicação social, bem como a escola estão entre os principais fatores que afetam, implícita e explicitamente, a construção de imagens sobre os cientistas (Matthews & Davies, 1999; Millar, Leach, & Osborn, 2010; Reis, 2004). O estudo preliminar que aqui se apresenta, confirma precisamente o efeito das influências externas na construção de imagens sobre a ciência. A criação de robots e a criação de artefactos capazes de conferir poderes sobrenaturais (ex. capa da invisibilidade) foram alguns dos desenhos que os alunos escolheram fazer. Os robots, e os super-heróis fazem parte de um imaginário que estes meios de comunicação social ajudam a criar e que os alunos transportam para dentro dos cursos e das salas de aula. Por outro lado, experiências desenvolvidas na escola foram representadas por vários alunos. O vulcão em erupção e a experiência da explosão causada pela mistura de *Mentos* com *Coca-cola* (Fig.3A e 3B) estão, de facto, entre as experiências mais representadas. Podemos ainda inferir que também a participação no CACE produz um efeito sobre a forma como os alunos constroem uma ideia do que é um cientista. Muitos dos alunos optaram por representar símbolos de investigação e de conhecimento a que tiveram acesso pela primeira vez durante o curso. Células animais e vegetais, leveduras e bactérias, como as encontradas no iogurte foram os elementos escolhidos por alguns alunos. Microscópio, quadros interativos e caderno de protocolos foram também os elementos selecionados para figurar no desenho, sendo que os alunos tiveram contacto pela primeira vez com estes materiais durante o curso (manuseamento, preparação de amostra, focagem).

Ao contrário do que estaríamos à espera, apenas 2 dos 60 desenhos analisados representam situações de trabalho colaborativo entre os cientistas. Todos os outros desenhos mostram o cientista

a trabalhar sozinho no laboratório (Miele, 2014), apesar de não ter sido esta a prática durante o CACE.

Por outro lado, e uma vez que o CACE ocorre integralmente dentro do laboratório e dada a tarefa colocada aos alunos, não seria realista esperar que estes se representassem noutro contexto que não o laboratório. Esta é uma das limitações do CACE que compromete o seu objetivo de desconstruir os estereótipos do cientista. Integrar trabalho laboratorial com saídas de campo, ou criar mais situações de trabalho em contexto real será uma alternativa a implementar no futuro.

A grande incidência da bata branca nos desenhos é o reflexo de um procedimento de segurança implementado pelo CACE. Além disso, a utilização da bata é, em si mesmo, um ato performativo e ritual que simbolicamente permite a transformação de um aluno, num potencial cientista. Os alunos aderem rapidamente e de forma entusiasmada a este ato performativo. O facto de os alunos irem para um contexto de aprendizagem diferente da sala de aula (laboratório) e executarem procedimentos fora das suas rotinas habituais (por exemplo, vestir a bata) cria a excecionalidade da experiência que rompe com as rotinas escolares. Por este motivo, não era expectável que os alunos se desenhassem sem a bata ou fora do laboratório.

Além do seu carácter excecional, o trabalho laboratorial é entendido como uma prática prazerosa (83% dos alunos, desenharam-se a sorrir).

Sendo o CACE eminentemente um curso prático, os alunos tiveram a oportunidade de executar as experiências, em vez de observar outros a fazê-lo, não sendo de estranhar que os alunos se tenham desenhado a executar uma ação e não apenas a observar experiências em laboratório.

Por fim, o rigor científico (i.e. descrição detalhada e rigorosa dos processos científicos e nomenclatura correta) apresentado é indicador de que os alunos aprenderam conceitos científicos, desenvolvem

vocabulário científico e identificaram corretamente procedimentos executados durante o curso. Deste modo, o CACE cumpriu parte dos seus objetivos, tornando os cursos numa experiência de aprendizagem científica.

6. Considerações finais e pistas para trabalhos futuros

Se quisermos contribuir para construir uma ciência mais inclusiva e transformadora devemos dar ferramentas aos alunos para questionar a importância da ciência nas sociedades contemporâneas (Steinberg & Kincheloe, 1998). Acreditamos que a educação científica pode e deve contribuir de forma valiosa nesta missão, permitindo a crianças e jovens adquirir capacidades e atitudes indispensáveis à compreensão e análise crítica de factos científicos quotidianos, de notícias científicas e tecnológicas divulgadas, muitas vezes, de forma errada, acrítica e/ou parcial. É essencial desafiar o conhecimento científico ao escrutínio público informado. Esta missão, pela sua amplitude, não deve ficar unicamente a cargo dos professores. Os meios de comunicação social e a escola têm também um papel importante neste processo. Criar ambientes de aprendizagem onde, informalmente e fora da sala de aula, se contacte com cientistas; dar oportunidade aos alunos de ver e experimentar; “fazer ciência” a partir das suas atividades diárias e discutir ciência em contexto de sala de aula serão contributos válidos e desejáveis na construção de uma ideia mais ampla da atividade científica.

Com este estudo pretendemos perceber qual a imagem que os alunos têm de si próprios enquanto cientistas. Os resultados obtidos corroboram estudos nacionais e internacionais sobre o tema. A imagem dos alunos que participaram neste estudo apresenta características estereotipadas que são veiculadas por experiências dentro

e fora da escola. A este respeito, e para as dimensões do DAST-C identificadas, os cursos não conseguiram desconstruir estereótipos enraizados. Os cientistas são desenhados com bata de laboratório, em espaços fechados, a trabalhar de forma solitária e rodeado de indicações de secretismo e misticismo. (Colocar dados do estudo que corroboram esta ideia)

Para que uma mudança aconteça, será necessária não só incrementar alterações nos cursos, como também desenvolver uma estratégia articulada com os professores, no sentido de implementar uma mudança efetiva de práticas relacionadas com a Ciência.

As dimensões complementares ao DAST-C, introduzidas neste estudo, mostraram ser úteis na análise das autorrepresentações dos alunos enquanto cientistas.

Um estudo mais aprofundado e com uma população maior, bem como a aplicação do questionário aos alunos antes e depois do curso, serão essenciais para se perceber melhor o efeito da participação nos CACE na desconstrução da imagem do cientista.

7. Referências

- Archer, L., DeWitt, J., Osborne, J., Dillon, J., Willis, B. & Wong, B. (2010). "Doing" science versus "being" a scientist: Examining 10/11 year old schoolchildren's constructions of science through the lens of identity. *Science education*, 94 (4), 617-639.
- Beardslee, D. C. & O'dowd, D. D. (1961). The college-student image of the scientist. *Science*, 133 (3457), 997-1001.
- Bohrmann, M. L. & Akerson, V. L. (2001). A teacher's reflections on her actions to improve her female students' self-efficacy toward science. *Journal of Elementary Science Education*, 13 (2), 41-55.
- Buldu, M. (2006). Young children's perceptionsof scientists: a preliminary study. *Educational Research*, 48 (1), 121-132.
- Chambers, D. W. (1983). Stereotypic images of the scientist: The Draw-a-Scientist Test. *Science education*, 67 (2), 255-265
- Chin, C. (2013). *Improving water cycle education through water cycle role-play*. Paper presented at the Fifth International Conference on Science and Mathematics Education CoSMEd 2013, Penang, Malaysia.

- Ehrlén, K. (2009). Drawings as representations of children's conceptions. *International Journal of Science Education*, 31 (1), 41-57.
- Finson, K. D. (2002). Drawing a scientist: What we do and do not know after fifty years of drawings. *School Science and Mathematics*, 102(7), 335-345.
- Finson, K. D., Beaver, J. B., & Cramond, B. L. (1995). Development and field test of a checklist for the Draw-A-Scientist Test. *School Science and Mathematics*, 95(4), 195-205.
- Fort, D. C., & Varney, H. L. (1989). How students see scientists: Mostly male, mostly white, and mostly benevolent. *Science and children*, 26(8), 8-13.
- Hammrich, P. L. (1997). Yes, Daughter, You Can. *Science and children*, 34(4), 20-24.
- Hsieh, W.-M., & Tsai, C.-C. (2017). Exploring students' conceptions of science learning via drawing: a cross-sectional analysis. *International Journal of Science Education*, 39(3), 274-298.
- Kane, J. M. (2016). Young African American boys narrating identities in science. *Journal of Research in Science Teaching*, 53(1), 95-118.
- Katsampoxaki-Hodgetts, K., Fouskaki, M., Siakavara, K., Moschochoritou, R., & Chaniotakis, N. (2015). Student and teacher perceptions of inquiry based science education in secondary education in Greece. *American Journal of Educational Research*, 3(8), 968-976.
- Katz, P. (2017). Introduction: Drawing and Science are Inseparable *Drawing for Science Education* (pp. 1-8): Springer.
- Kirch, S. A., & Amoroso, M. (2016). *Being and Becoming Scientists Today: Reconstructing Assumptions about Science and Science Education to Reclaim a Learner-Scientist Perspective*: Springer.
- Losh, S. C., Wilke, R., & Pop, M. (2008). Some methodological issues with "Draw a Scientist Tests" among young children. *International Journal of Science Education*, 30 (6), 773-792.
- Matthews, B., & Davies, D. (1999). Changing Children's Images of Scientists: Can Teachers Make a Difference? *School Science Review*, 80(293), 79-85.
- McDuffie Jr, T. E. (2001). Scientists--geeks & nerds? *Science and children*, 38 (8), 16.
- Mead, M., & Metraux, R. (1957). Image of the scientist among high-school students. *Science*, 126 (3270), 384-390.
- Miele, E. (2014). Using the draw-a-scientist test for inquiry and evaluation. *Journal of College Science Teaching*, 43 (4), 36-40.
- Millar, R., Leach, J., & Osborn, J. (2010). Good Practice in Science Teaching, What Research Has to Say (pp. 238): Open University Press, pg.238
- Palmer, D. H. (1997). Investigating students' private perceptions of scientists and their work. *Research in Science & Technological Education*, 15 (2), 173-183.
- Reis, P. (2004). Controvérsias sócio-científicas: discutir ou não discutir?: percursos de aprendizagem na disciplina de ciências da Terra e da vida.
- Reis, P., & Galvão, C. (2006). O diagnóstico de concepções sobre os cientistas através da análise e discussão de histórias de ficção científica redigidas pelos alunos. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 213-234.

- Reis, P., Rodrigues, S., & Santos, F. (2006). Concepções sobre os cientistas em alunos do 1º ciclo do Ensino Básico: “Poções, máquinas, monstros, invenções e outras coisas malucas”. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 51-74.
- Rosário, P., Núñez, J. C., Azevedo, R., Cunha, J., Pereira, A., & Mourão, R. (2014). Understanding gypsy children's conceptions of learning: A phenomenographic study. *School Psychology International*, 35 (2), 152-166.
- Schibeci, R. (2006). Student images of scientists: What are they? Do they matter? *Teaching Science*, 52 (2), 12-17.
- Schibeci, R., & Sorensen, I. (1983). Elementary school children's perceptions of scientists. *School Science and Mathematics*, 83 (1), 14-20.
- Steinberg, S. R., & Kincheloe, J. L. (1998). *Students as researchers: Creating classrooms that matter* (V 15): Psychology Press, pg.18
- Symington, D., & Spurling, H. (1990). The 'Draw a Scientist Test': interpreting the data. *Research in Science & Technological Education*, 8 (1), 75-77.
- Taiwo, A., Ray, H., Motswiri, M., & Masene, R. (1999). Perceptions of the water cycle among primary school children in Botswana. *International Journal of Science Education*, 21 (4), 413-429.
- Türkmen, H. (2008). Turkish primary students' perceptions about scientist and what factors affecting the image of the scientists. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 4 (1), 55-61.
- Walls, L. (2012). Third grade African American students' views of the nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 49 (1), 1-37.

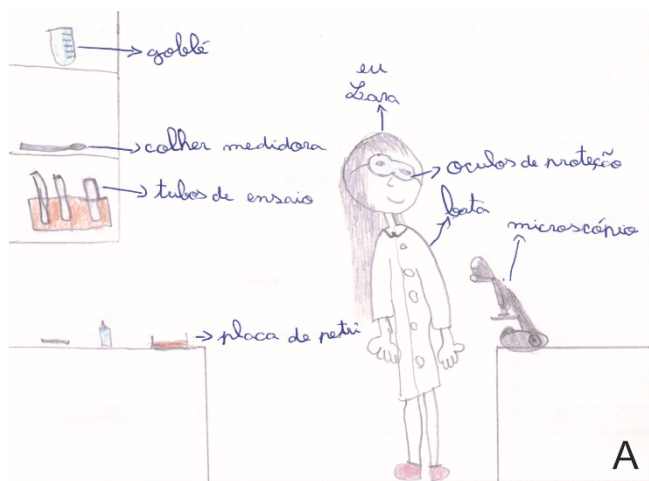


Figura 1. Exemplos de desenhos realizados pelos alunos sobre o tema: “Sou um cientista a fazer uma experiência no laboratório”. (A) Desenho realizado por uma aluna, 9 anos, Escola básica de Barrô. (B) Desenho realizado por um aluno, 9 anos, Escola básica de Barrô.

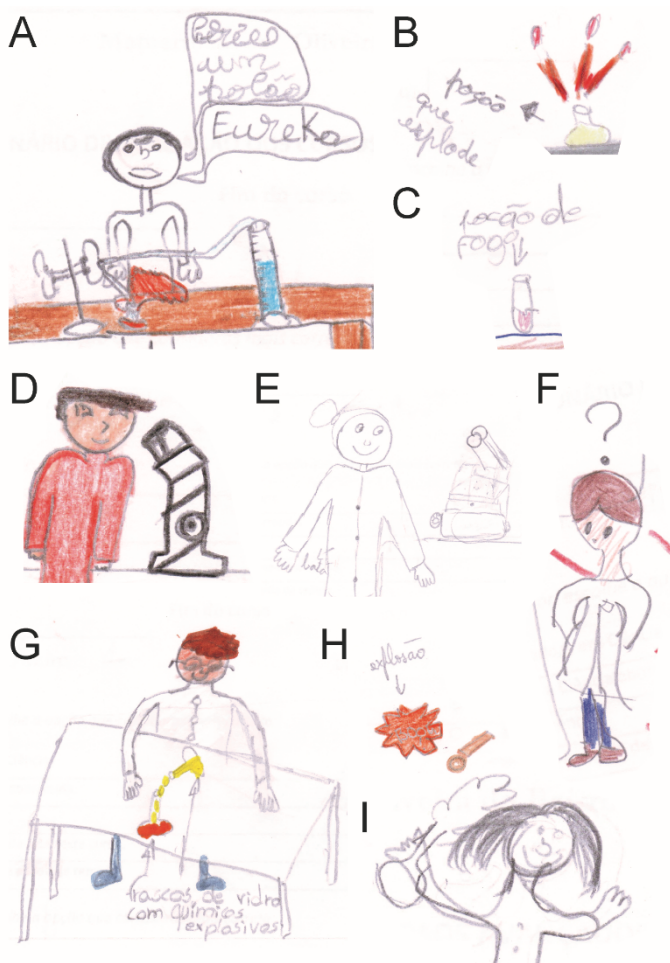


Figura 2. Recortes dos desenhos dos alunos onde se encontram representados cientistas a preparar poções (A, B e C), a fazer observações ao microscópio (D e E), com dúvidas (F), a manusear produtos químicos perigosos (G, H e I). Na figura A, pode ler-se “Criei uma poção” e “Eureka”; na figura B lê-se “Poção que explode”, na figura C, encontra-se legendado “Poção de fogo” e, finalmente, na figura G pode ler-se “Frascos de vidro com químicos explosivos”.

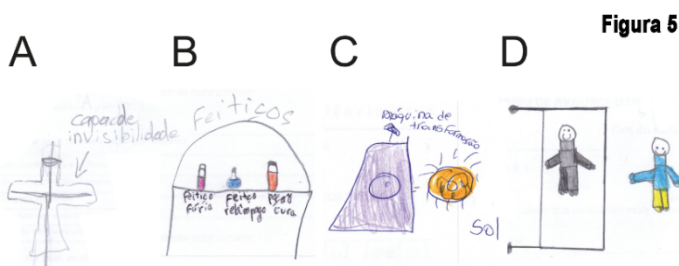
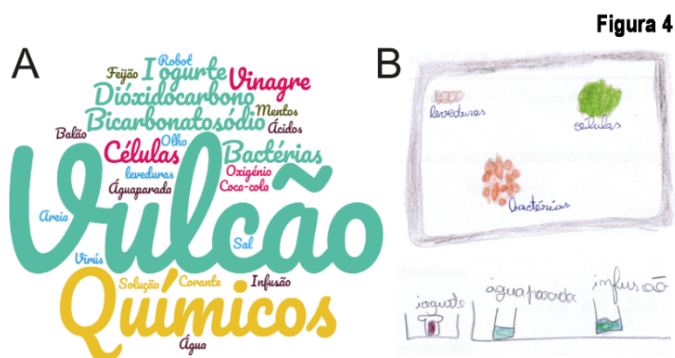
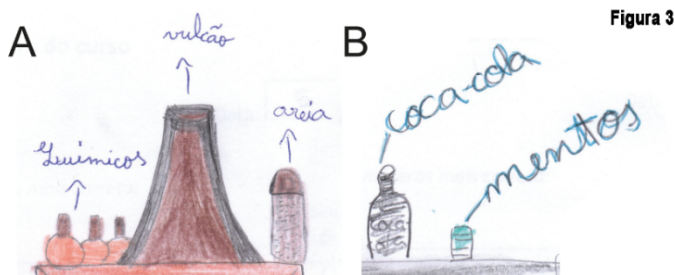


Figura 3. Recortes dos desenhos dos alunos onde se encontram representadas experiências que não foram executadas no curso Avançado de Ciências Experimentais: vulcão em erupção (A) e explosão com *coca-cola* e *mentos* (B).

Figura 4. (A) Nuvem de palavras que reúne os 25 símbolos de investigação mais vezes representados pelos alunos. (B) Símbolos de investigação desenhados pelos alunos e que foram utilizados nas aulas do curso.

Figura 5. Recortes retirados dos desenhos dos alunos onde são representados estereótipos místicos, tais como: capa invisibilidade (A), feitiços (B), máquina de transformação (C) cientista a construir um robot (D).

