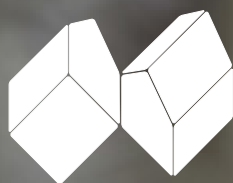


SETEMBRO 2019

V7/03

REVISTA DE CIÊNCIA ELEMENTAR. CASA DAS CIÊNCIAS



REVISTA DE CIÊNCIA ELEMENTAR



FICHA TÉCNICA

Rev. Ciência Elem., V7(03)

**Publicação trimestral
da Casa das Ciências**

ISSN 2183-9697 (versão impressa)

ISSN 2183-1270 (versão online)

rce.casadasciencias.org

DEPÓSITO LEGAL

425200/17

COORDENAÇÃO EDITORIAL

Alexandra Coelho

DESIGN

Rui Mendonça

IMPRESSÃO E ACABAMENTO

Uniarte Gráfica S.A.

TIRAGEM

3600 exemplares

IMAGEM NA CAPA

João Monte

Mosca, família *Calliphoridae*

casadasciencias.org/banco-imagens

© Todo o material publicado nesta revista pode ser reutilizado para fins não comerciais, desde que a fonte seja citada.



PROPRIETÁRIO

Casa das Ciências/ICETA

Faculdade de Ciências,

Universidade do Porto

Rua do Campo Alegre, 687

4169-007 Porto

rce@casadasciencias.org

CORPO EDITORIAL DA REVISTA DE CIÊNCIA ELEMENTAR

EDITOR

José Ferreira Gomes (UNIVERSIDADE DO PORTO)

CONSELHO EDITORIAL

João Lopes dos Santos (UNIVERSIDADE DO PORTO)

Jorge Manuel Canhoto (UNIVERSIDADE DE COIMBRA)

José Francisco Rodrigues (UNIVERSIDADE DE LISBOA)

Luís Vítor Duarte (UNIVERSIDADE DE COIMBRA)

Maria João Ramos (UNIVERSIDADE DO PORTO)

Paulo Fonseca (UNIVERSIDADE DE LISBOA)

Paulo Ribeiro-Claro (UNIVERSIDADE DE AVEIRO)

PRODUÇÃO E SECRETARIADO

Alexandra Coelho

Guilherme Monteiro

NORMAS DE PUBLICAÇÃO NA RCE

A Revista de Ciência Elementar dirige-se a um público alargado de professores do ensino básico e secundário, aos estudantes de todos os níveis de ensino e a todos aqueles que se interessam pela Ciência. Discutirá conceitos numa linguagem elementar, mas sempre com um rigor superior.

INFORMAÇÃO PARA AUTORES E REVISORES

Convidam-se todos os professores e investigadores a apresentarem os conceitos básicos do seu labor diário numa linguagem que a generalidade da população possa ler e compreender.

Para mais informação sobre o processo de submissão de artigos, consulte a página da revista em rce.casadasciencias.org



**CASA DAS
CIÊNCIAS**

EDULOG · FUNDAÇÃO BELMIRO DE AZEVEDO

V7/03

ÍNDICE

- 02 AGENDA
- 03 NOTÍCIAS
- 05 EDITORIAL
Que estudam os nossos jovens
José Ferreira Gomes
- ARTIGOS
- 07 **Reflexões sobre Ciência**
Roberto Salema
- 11 **Pôr na ordem os restos do passado**
Ana Maria Costa
- 13 **Migração assistida numa planta em perigo**
Manuel João Pinto
- 16 **Impermeáveis**
Paulo Ribeiro - Claro
- 20 **Regressão linear simples**
Maria Eugénia Graça Martins
- 23 **Einstein**
Eduardo Lage
- 26 **A respeito de falhas...**
Paulo Fonseca
- NOTÍCIAS EDUCATIVAS
- 29 **Biodiversidade ao microscópio e ao telemóvel**
Helena Moita de Deus
- 32 **2019 Ano Internacional da Tabela Periódica**
Adelino M. Galvão
- 34 **O Eclipse da Relatividade**
Nuno Crato, Luís Tirapicos
- 37 **O *storytelling* e a literacia científica**
André Paiva *et. al.*
- 40 **VI Encontro Internacional da Casa das Ciências**
Manuel Silva Pinto
- AOS OLHOS DA CIÊNCIA
- 43 **Deambulando pela Austrália Ocidental**
L. V. Duarte
- IMAGEM EM DESTAQUE
- 48 **Kambala**
Mário Bismarck, José Pissarra

15/11
e 16/11 (2019)

Encontro de Ensino e Divulgação da
Química 2019

Por iniciativa da Sociedade Portuguesa de
Química, este encontro tem como objetivo juntar
professores e investigadores no que será o
encerramento oficial das comemorações do Ano
Internacional da Tabela Periódica.

ESCOLA SECUNDÁRIA AVELAR BROTERO

[HTTP://EEDQ2019.EVENTOS.CHEMISTRY.PT](http://EEDQ2019.EVENTOS.CHEMISTRY.PT)



05/12
a 08/12 (2019)

Feira Internacional de minerais, gemas
e fósseis

O Museu Nacional de História Natural e da
Ciência organiza uma vez mais a XXXIII Feira
Internacional de Minerais, Gemas e Fósseis, este
ano dedicada ao tema "Os Minerais e a Tabela
Periódica dos elementos químicos".

No espaço do Antigo Picadeiro do Colégio dos
Nobres, poderão ser encontrados e adquiridos
um sem número de minerais, gemas e fósseis de
todos o mundo.

Simultaneamente decorre um programa de
conferências e atividades de divulgação cultural
e científica, destinada a jovens e adultos.

MNHNC, LISBOA

[HTTPS://MUSEUS.LISBOA.PT/PT-PT/FEIRA-DOS-MINERAIS-2019](https://museus.ulisboa.pt/pt-pt/feira-dos-minerais-2019)

02/04
e 03/04 (2020)

II Encontro Temático da Casa das
Ciências

Água, um tema transversal

Na sequência do sucesso do Encontro Temático
realizado em Viana do Castelo em 11-12 de
abril passado, vamos repetir o evento, agora
em Estremoz com um programa semelhante.
Serão dois dias de trabalho seguidos de uma
saída de campo (opcional) no sábado, 4 de
abril. Esperamos vir a acreditar 16 + 8 horas de
formação. O tema permite tratar a água numa
perspetiva multidisciplinar envolvendo a Física
a Química, a Biologia e a Geologia. A saída de
campo também focará estas diferentes visões,
sendo sempre acompanhada.

Abertura de inscrições a 01 de janeiro de 2020.
Esteja atento!

CENTRO DE CIÊNCIA VIVA DE ESTREMOZ

08/07
a 10/07 (2020)

VII Encontro Internacional da Casa das
Ciências

O Encontro Internacional da Casa das Ciências
regressa ao Porto em 2020 num formato próximo
do que já é bem característico da Casa das
Ciências. À componente plenária, juntamos pelo
menos 2/3 do tempo de formação em pequenos
grupos de cerca de 20 pessoas para melhor
contacto com o formador.

Data prevista de abertura de inscrições dia 01 de
fevereiro de 2020.

Esteja atento!

PORTO

500 anos de circum-navegação

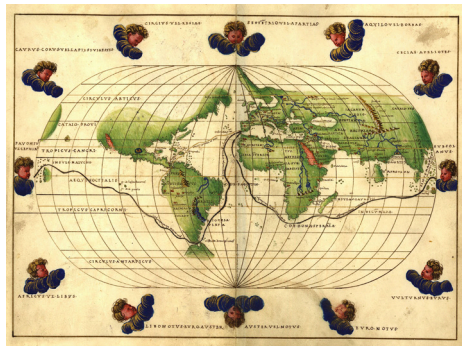


FIGURA 1. Viagem de circum-navegação de Fernão de Magalhães (Mapa de Battista Agnese ca. 1544).

Em 20 de setembro de 1519, Fernão de Magalhães saiu com 5 navios e 256 homens de Sanlúcar de Barrameda, perto de Sevilha, para o que viria a ser a primeira viagem de circum-navegação do globo terrestre. A 6 de setembro de 1522, regressaram a Sevilha 18 homens na única nau que sobreviveu à viagem.

Fernão de Magalhães foi oferecer os seus serviços a Carlos I de Castela (futuro Carlos V do Sacro-Império) na expectativa de que haveria um percurso pelo ocidente para chegar às especiarias e assim entrar no comércio do oriente sem romper com o tratado de Tordesilhas. A primeira dificuldade séria esteve na busca de uma passagem no extremo sul da América, mas a inesperada amplidão do Pacífico tornou o objetivo muito difícil. Para Magalhães, a viagem terminou em tragédia num recontro no que são hoje as Filipinas, região que ele tinha visitado já ao serviço dos portugueses. A partir daí a viagem foi completada, mas com as dificulda-

des adicionais de fugirem ao patrulhamento português do mar e dos seus portos de apoio. O recorde da circum-navegação por mar foi estabelecido em 2017 por um navegador francês que conseguiu completar a viagem num iate de 30 m em 40 dias, 23 horas e 23 minutos.

Como a análise do DNA permitiu a reconstrução da anatomia

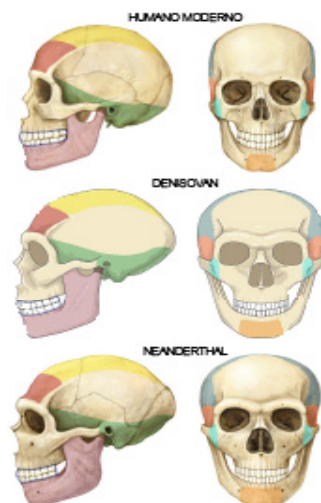


FIGURA 1. Características craneanas. ([https://www.cell.com/cell/pdf/S0092-8674\(19\)30954-7.pdf](https://www.cell.com/cell/pdf/S0092-8674(19)30954-7.pdf)).

Será que é possível reconstruir a anatomia de um organismo baseando-se unicamente numa análise do seu DNA? Esta é a pergunta que um conjunto de investigadores em Israel e Espanha tentaram responder relativamente a fisionomia do Denisovan, um homínido recentemente descoberto e que se pensa existiu entre 300-700 mil anos atrás na região da Sibéria. Com base na sequenciação do DNA extraído de dois espécimes de Denisovans,

de amostras de outro homínido também extinto, o Neanderthal, Humanos modernos e chimpanzé, foi possível prever com um grau de certeza acima de 90% o tipo de anatomia do esqueleto de cada um destes antecessores dos humanos modernos. A técnica utilizada pelos investigadores baseou-se em modificações químicas do DNA que permitem prever o nível de atividade dos genes e assim prever as alterações ao esqueleto que caracterizam cada uma destas espécies. Esta nova técnica permite obter uma visão mais realista da fisionomia de uma espécie já extinta da qual se conhece ainda muito pouco, mas que sabemos contribuiu para a evolução do homem moderno. (DOI:10.1016/j.cell.2019.08.035.)

Retardantes do fogo de base vegetal



FIGURA 1. Avião militar no combate às chamas

Os retardantes do fogo são substâncias muito diversas que, adicionadas a materiais manufaturados como plásticos e têxteis, evitam ou atrasam a propagação do fogo. O seu mecanismo de ação é diverso, desde a degradação endotérmica pelo calor da chama, até

à criação de uma barreira entre o ardido e o material em risco ou a diluição dos gases em combustão. Tem havido queixas de que estas substâncias podem ser prejudiciais para a saúde e os seus lixiviados de aterros podem persistir demasiado tempo no ambiente.

No combate aos fogos florestais é frequentemente usado como retardante uma espuma feita de um fertilizante azotado (fosfato ou sulfato de amónio) com água e outras substâncias. Atua pelo revestimento dos combustíveis que ficam assim sem oxigénio. A adição de um fertilizante ao solo nem sempre tem um valor acrescentado e tem havido queixas da morte de peixes quando, por lapso, é lançado na vizinhança de linhas de água.

De entre o trabalho que está a ser feito para encontrar retardantes inofensivos, há uma proposta muito recente baseada em extratos vegetais que se espera sejam menos tóxicos. Os componentes de base são o ácido gálico (de certas nozes ou folhas de chá) e o ácido 3,5-diidroxibenzoico (de algum trigo); quando tratado com cloreto de fosforilo, obtêm-se ésteres fosfóricos com propriedades retardantes.[B.A Howell, *et. al.* American Chemical Society meeting, 26 de agosto, 2019]

Que estudam os nossos jovens

Nos últimos 20 anos, temos feito um enorme esforço para manter na escola todos os jovens até aos 18 anos. De facto, a taxa de abandono escolar precoce estava próxima dos 50% no início do século e baixou de forma sustentada até perto dos 10%, o alvo proposto para 2020. Isto exigiu um enorme trabalho das escolas e uma notável capacidade de adaptação dos professores. A população escolar é hoje diferente daquela que estava nas escolas e aceita desafios muito diferentes. A insistência na via escolar única, a “liceal”, era rejeitada por muitos que não se sentiam acolhidos e abandonavam a escola. O quadro seguinte apresenta o nível educativo da população de 25 a 29 anos dos diferentes países europeus, segundo o Eurostat com dados dos censos de 2011. (O nível 3-4 corresponde ao secundário e o nível 5-8 ao TeSP, licenciado, mestre e doutorado.)



Portugal (e Espanha) estava(m) ainda longe da média da União Europeia com um enorme excesso de população não qualificada. Os níveis 3-4 têm de ser reforçados, especialmente

as vias profissionalizantes do secundário. Note-se que países como a Espanha e a França têm uma forte presença do nível 5 (TeSP em Portugal) que explica a alta taxa de qualificação superior. Os perfis educativos com forte componente científica são a base para as qualificações profissionais técnicas que são as mais procuradas no mercado de trabalho ao nível 4 (secundário profissional) ou a um nível superior. A desejada transformação da nossa economia com o reforço da produção de bens transacionáveis (exportações) exige uma melhor qualificação técnica dos mais jovens e uma aproximação entre os seus percursos educativos e os setores mais dinâmicos da economia, especialmente das empresas das suas regiões. Isto traduz-se num esforço adicional das escolas e dos professores para encontrarem os nichos de educação e formação mais relevantes para cada um dos seus alunos.

A diversificação dos percursos educativos, especialmente ao nível secundário exige um esforço adicional para a proposta de estratégias de aprendizagem e dos próprios objetivos na matemática e nas ciências. A tradicional “dificuldade” de muitos alunos pode resultar do desajuste entre os seus objetivos e a proposta dos programas e do professor. Em comparação internacional, temos feito progresso na matemática (em jovens de 15 anos, exercício PISA da OCDE). Na generalidade dos países, os objetivos propostos para o secundário em matemática e ciências variam muito conforme a via escolhida pelos alunos. Entre nós este caminho foi iniciado com perto de 50% dos jovens a escolherem a via mais académica (científico-humanística) que é fortemente regulamentada e merece toda a atenção pública e política. As vias profissionais deveriam merecer a mesma atenção, quer pelos muitos jovens cujo futuro depende do trabalho aí feito, quer pelo impacto social e económico da formação profissionalizante que aí devem receber.

José Ferreira Gomes

Editor

Reflexões sobre ciência

A verdadeira e a fraudulenta

Roberto Salema

Universidade do Porto

Ciência – na feliz definição de Edwin Conklin, antigo Presidente da American Association for the Advancement of Science – é um acervo de conhecimentos organizados. Daqui decorre que a Ciência não é boa, nem má, só verdadeira ou errada – e que é, portanto, amoral. Vem a propósito um conceito, que em Filosofia Científica é corrente referir como o Paradigma do Bem e do Mal, segundo o qual cada novo conhecimento científico e cada avanço tecnológico são uma moeda de duas faces, sendo uma benéfica e a outra contendo malefícios.

Exemplos amplamente citados destas duas faces do conhecimento são a energia nuclear, que pode servir para produzir eletricidade limpa, mas também bombas nucleares que podem destruir cidades inteiras e aniquilar muitos milhares de pessoas; o caso do DDT, que tem permitido salvar milhões de pessoas da morte pela malária e, por outro lado, pode acabar por entrar para as nossas células adiposas, delas podendo ser libertado com resultados funestos; ou ainda os antibióticos, salvadores de incontáveis vidas, mas causadores do perigosíssimo aparecimento de bactérias multirresistentes. Mas analisando racionalmente todos estes casos e muitos outros, fácil é encontrar a culpa no uso que o Homem faz daquilo que vai acrescentando ao seu conhecimento.

A prática da Ciência, ou seja, a procura de respostas a perguntas que podem ser abordadas cientificamente, radica no chamado "Método Científico". Esta atividade, chamada correntemente investigação científica, tem princípios subjacentes que são comuns a todas as áreas de investigação, embora cada uma possa ter as suas técnicas, instrumentação e abordagens próprias. Contudo, em todas essas disciplinas, o conjunto de conhecimentos próprios baseia-se na obtenção de dados, que são depois analisados e interpretados racionalmente, a partir dos conhecimentos já conseguidos anteriormente e pertinentes à

área de estudo. É bem tradutora desta sequência de saberes a frase de Isaac Newton que disse que se conseguiu ver tão longe foi porque se pôs em cima dos ombros de outros que o antecederam.

As origens do trabalho científico costumam ser atribuídas a vários indivíduos de civilizações antigas, como o matemático grego Pitágoras, que propôs, com base nas suas observações sobre o movimento das estrelas, que a Terra era redonda, isto no século V a.C.

Outro contributo importante considera-se dado pelo cientista árabe Alhazen, que no ano de 960 apresentou resultados acerca dos seus estudos de ótica sobre a refração e a visão e que afirmou que uma hipótese deveria ser suportada por experimentação sistemática, capaz de ser repetida, devendo o experimentador manter uma isenção em relação aos resultados que decorreriam da experimentação.

Muitos outros cientistas de épocas passadas poderiam ser acrescentados, mostrando que a abordagem científica acerca de fenómenos do mundo natural esteve presente em muitas culturas, da Pérsia, à China, à Índia, etc.

Para muitos, a época moderna da Investigação Científica começa com a publicação da obra do astrónomo polaco Nicolau Copérnico em 1543 (*De Revolutionibus Orbitum Coelestium*) que, através de cuidadosa observação e descrição das órbitas dos planetas, apresentou a hipótese de o Sol estar no centro do Sistema Solar, indicando a ordem dos planetas e referindo o aumento das suas órbitas relativamente ao afastamento do Sol.

Durante séculos o conhecimento científico foi profundamente influenciado pelos ensinamentos de Aristóteles (380 a.C.) e a sua interpretação da Natureza, conhecida como "método filosófico". Esta abordagem, na interpretação dos fenómenos naturais, recebeu forte contestação com o livro *Novum Organum: New Directions Concerning the Interpretation of Nature* apresentado por Francis Bacon em 1620. Vem a propósito mencionar que o português Garcia de Orta, mais de meio século antes, já combatia esse método filosófico, como claramente está escrito no seu conhecido livro "Colóquio dos Simples e das Drogas", onde confronta Ruano, o personagem por ele criado para representar o pensamento corrente. São bem esclarecedores do seu espírito inquisitivo várias passagens como aquela que aqui se transcreve. No Colóquio sobre a pimenta, Ruano, anti-ego criado por Garcia de Orta, receoso, grita:

"Parece-me que você destrói todos os escritores antigos e modernos, mas preste atenção ao que está fazendo " e começa a recordar as opiniões de Dioscórides, Plínio, Santo Isidoro, Serápio, Mateus Silvático, Sepúlveda, os monges italianos e todos os que tinham escrito livros de farmácia. Orta, permanecendo calmo, comentou *" estou apenas dizendo o que muito bem conheço como testemunha ocular".*

O modo correto de obter conhecimentos científicos recebeu importante impulso com os trabalhos de Galileu, Kepler, Newton e outros, que foram contestando o "método filosófico"

aristotélico, defendendo a primazia da observação, experimentação, objetividade e lógica, fornecendo as bases da metodologia da investigação científica. O Método Científico destina-se a possibilitar aos investigadores fazerem afirmações conclusivas acerca dos seus estudos, com um mínimo de parcialidade. Todos os investigadores devem usar métodos standard para testar as suas hipóteses.

Quando um investigador inicia um determinado estudo recorre a conhecimentos anteriores nessa área para formular a sua “hipótese de trabalho”, muitas vezes designada por “pergunta de trabalho”, que representa a ideia que o leva a fazer a investigação. Segue-se a montagem de trabalho experimental para, com rigor, testar a hipótese de trabalho. Convém ter presente que uma hipótese não pode nunca ser “demonstrada” mas apenas “apoiada”, ou seja, os ensaios experimentais feitos podem contradizer a hipótese e, portanto, provar que ela está errada; ou então, não conseguir mostrar que está errada – e, portanto, a experimentação conferirá suporte à hipótese. Uma afirmação baseada em observações correntes ou senso comum não tem validade científica, por muito bem que seja apresentada de forma convincente e sedutora, pois argumentos lógicos não são substituto aceitável para a experimentação.

O Método Científico destina-se a eliminar – ou diminuir – a influência da opinião que o cientista tem sobre o seu estudo. Muitas vezes são apresentados resultados que se podem considerar apressados, ainda que não haja qualquer intuito de enganar, mas que resultam de pressões de vária ordem, bem traduzidas no conhecido dito de “*publish or perish*” corrente nas Universidades. Para fortalecer as conclusões do investigador é frequentemente necessário recorrer ao apoio da Estatística.

Estatística.

Nas primeiras décadas do século XX não existiam regras claras de aplicação da estatística ao trabalho experimental, ficando o número de ensaios necessários e o tamanho da amostra ao critério de cada cientista. Tudo isto mudou com os trabalhos de Ronald Fisher e Karl Pearson que desenvolveram técnicas estatísticas para análise dos resultados e organização da experimentação. Vem a propósito contar uma pequena história verdadeira, geralmente designada por:

A senhora da chávena de chá.

É sabido que os Ingleses são apreciadores ávidos de chá. A Princesa Portuguesa Catarina de Bragança, devido ao seu casamento com o Rei Carlos II, para além do maior dote de que há memória na história europeia, introduziu na corte inglesa o uso do chá. A bebida acabou por se tornar uma instituição nacional, o famoso “*afternoon tea*”, que muitas vezes é erradamente chamado “*five o'clock tea*”, mas que na realidade se disfruta pelas 4 horas da tarde.

Com a sua tendência para serem diferentes, os ingleses passaram a adicionar leite ao chá, o que veio a criar uma controvérsia intensa nos meios da aristocracia britânica, sobre qual o melhor paladar do chá – se quando o leite era adicionado sobre o chá já na chávena, ou o contrário, deitar primeiro o leite na chávena e só depois o chá sobre ele, para propiciar melhor sabor. Ainda que se aceite que estes dois procedimentos antagónicos possam produzir subtis mudanças de gosto, não é difícil admitir que será preciso umas papilas gustativas muito sensíveis para destrinçar essas ténues diferenças.

Contudo, uma Senhora Inglesa, a Dr.^a Muriel Bristol, afirmava perentoriamente que era perfeitamente capaz de distinguir se o chá tinha sido deitado sobre o leite, ou se o leite fora vertido sobre o chá. Compreensivelmente, surgiram logo duas fações, uns acreditando no fino paladar da Senhora, outros afirmando que tudo não poderia ser mais do que pura sorte. O já referido “pai da estatística” Sir Ronald Fisher foi arrastado para a controvérsia e coube-lhe determinar quantas chávenas de chá e como deveriam ser apresentadas para a prova, de modo que se obtivesse um resultado que não se pudesse atribuir ao acaso.

Fisher analisou a situação e organizou um ensaio experimental que definiu o valor p de 0,05 ainda hoje em uso. Foi explicado à Dr.^a Muriel como decorreria a experiência. Ela teria de provar oito chávenas de chá, quatro preparadas de uma maneira, outras quatro preparadas da outra maneira. As chávenas seriam marcadas com números de um a oito; a fim das chávenas serem oferecidas para prova de modo aleatório, papéis com os mesmos números seriam tirados à sorte de dentro de um chapéu; ela iria provar as oito chávenas e no final indicaria os números das quatro nas quais o chá tinha sido deitado em primeiro lugar. Sem alongar considerações estatísticas, Fisher optou por apenas oito chávenas por os seus cálculos indicarem que só havia 1,3% de probabilidades de uma simples coincidência ao indicar as oito chávenas de modo correto. A Dr.^a Muriel Bristol conseguiu indicar de forma certa as oito chávenas de chá. Sem dúvida fina e espantosa sensibilidade gustativa!

Este curioso incidente muito contribuiu para mostrar que num trabalho científico é necessário ser possível distinguir o que é um efeito real daquilo que não passa de uma coincidência aleatória.

Pôr na ordem os restos do Passado

Ana Maria Costa

LARC/ DGPC/ EnvArch / CIBIO / InBIO/ IDL/ Universidade de Lisboa

A Geoarqueologia surge como disciplina apenas nos finais do século XX e, embora a sua definição não esteja ainda bem estabelecida, pode ser sumariamente descrita como uma disciplina que aplica os conceitos, as metodologias e as técnicas das Geociências à resolução dos problemas decorrentes da investigação arqueológica.

No primeiro trabalho publicado por Pereira da Costa em 1865 após a descoberta dos Concheiros de Muge, em 1863 (FIGURA 1), é descrita a relação estreita entre as disciplinas das Geociências e a Arqueologia. Este autor, seguindo as tendências científicas europeias dos finais do século XIX que tinham como objetivo compreender a antiguidade do Homem, afirma que a sua resolução só podia advir de contextos arqueológicos preservados e integrados em estratigrafias fiáveis e "*que nenhuma scientia póde contribuir tanto como a geologia para a resolução d'este difícil problema*".

Áreas científicas como a estratigrafia, a cronologia, a reconstituição ambiental e dos processos de formação e de alteração do registo arqueológico, entre outros aspetos, têm sido aplicados aos estudos arqueológicos. Voltando aos concheiros do Mesolítico recente em Portugal, salientam-se os trabalhos de investigação de van der Schriek *et. al.* de 2018 ou Costa *et. al.* (*in press*), desenvolvidos com o objetivo de reconstruir a paleomorfologia e a evolução ambiental dos estuários do Tejo e do Sado, ocupados entre *ca.* 8400 e *ca.* 7000 cal BP (cal BP Antes do Presente - significa idade calibrada e indica o número de anos anteriores a 1950) por comunidades de caçadores recoletores. Salientam-se também os trabalhos de Aldeias e Bicho de 2016 e Duarte *et al.*, 2017, que se centram no estudo micromorfológico destes concheiros (depósito orgânico constituído por abundantes conchas e fragmentos de conchas de moluscos associados a outros artefactos e ecofactos acumulados por acção humana) para compreender as atividades humanas aí desenvolvidas e a sua formação.

Conceitos das Ciências da Terra, assim como a história da ocupação do território são

temas abordados desde o 1º Ciclo do Ensino Básico. A estratigrafia, os seus conceitos e princípios são temas curriculares do 7º ano (3º Ciclo do Ensino Básico) integrados nos sub-temas da dinâmica externa da Terra, *i.e.* relacionados com a definição e formação das rochas sedimentares. Do mesmo modo, o estudo das etapas fundamentais do desenvolvimento da humanidade desde as sociedades de caçadores-recolectores até à Idade Média são Aprendizagens Essenciais da disciplina de História do 7º ano (3º Ciclo do Ensino Básico), em que o aluno, entre outras coisas, deve reconhecer a importância da Arqueologia para o estudo das comunidades humanas.



FIGURA 1. Concheiro do Cabeço da Amoreira (Muge) em processo de escavação, durante a saída de campo realizada no âmbito do congresso 150th Muge, em 2013.

Uma atividade prática multidisciplinar desenvolvida em sala de aula, onde seja realizada uma “escavação arqueológica” conduzida numa perspetiva geoarqueológica – *i.e.* tendo em conta conhecimentos prévios sobre os princípios da estratigrafia, da cronologia e de fósil guia/fósil diretor, assim como os conhecimentos adquiridos sobre a história da humanidade – será de extrema utilidade na consolidação dos conceitos adquiridos e na compreensão da estreita relação entre estas disciplinas.

Migração assistida numa planta em perigo

Manuel João Pinto

Universidade de Lisboa

Quando as condicionantes ambientais favoráveis à sobrevivência são limitadas e as espécies se encontram em risco de se extinguirem, uma das estratégias mais importantes para a sua salvaguarda é a migração assistida.

Esta estratégia visa a colonização de áreas com *habitat* adequado, ultrapassando barreiras geográficas e distâncias que seriam inultrapassáveis em tempo útil devido à pequena capacidade dispersiva e reduzida dimensão de algumas populações silvestres. Sem esta ajuda, estas espécies críticas das quais se destaca *Plantago almogravensis*, estariam extintas em breve dada a sua elevada vulnerabilidade.

A migração assistida consiste no movimento intencional de indivíduos de populações selvagens para outros locais adequados mas distantes, cessando esta “ajuda” a partir do momento em que estes organismos são libertos. Nestes novos locais é esperado que a sobrevivência e a regeneração natural da nova população formada superem a mortalidade garantindo longevidade. Uma vez que não prevalecem fatores de domesticação, e reconhecendo as diferenças de habitat que naturalmente sempre se registam entre as duas regiões geográficas, é também esperado que esta nova população que foi assistida na sua dispersão possa contribuir para a diversidade fenotípica e genética dominantes no conjunto de populações da espécie (FIGURA 1).

Plantago almogravensis Franco, é uma planta que atualmente coloniza *habitats* costeiros do sudoeste de Portugal continental de onde é endémica muito restrita, devido à sua diminuta área de distribuição inferior a 1 ha (cerca de um campo de futebol). Esta pequena planta produtora de flores e sementes - espermatófita hermafrodita - ocorria até à década

de setenta do século XX em diversos locais daquela região no Parque Natural do Sudoeste Alentejano e Costa Vicentina. Foi-se extinguindo nestes locais, nomeadamente devido à perda de *habitat* resultante da atividade transformadora humana, até se concentrar numa única zona, também esta sujeita e diversas pressões humanas que nem o estatuto territorial de Área de Proteção Integral tem conseguido suster.



FIGURA 1. Um indivíduo de *Plantago almogravensis* Franco na população-doadora.

Em face da iminente extinção, o Instituto de Conservação da Natureza (ICN) levou a cabo em 2006, uma operação de translocação de 8 indivíduos reprodutores para um novo local situado cerca de 15km a Sul da população-doadora (FIGURA 2). Este novo núcleo tem sido monitorizado, registando-se taxas de crescimento populacional equivalentes ou ligeiramente acima da média.

Conclui-se, portanto, o êxito da operação, sobretudo pelo facto da nova população contribuir estrategicamente para a diversificação de locais colonizados espacialmente disjuntos, reduzindo assim o risco de extinção devido a toda a população ter estado concentrada numa única localidade. Contudo, decorridos 12 anos, mantém-se bastante pequena a dimensão desta população que é suportada pela elevada longevidade dos indivíduos, mas que também revela um lento crescimento demográfico, estando por isso exposta a síndromes prováveis nas pequenas populações, deriva genética, consanguinidade e estocacidade

ambiental e biológica, não sendo verossímil que esta possa constituir uma população mínima viável (MVP). A viabilidade de uma população é um conceito-alvo que normalmente se procura avaliar sobretudo em populações frágeis, resultantes de programas de conservação e salvaguarda. Nas considerações originais do conceito, uma população-MVP deveria garantir uma sobrevivência de pelo menos 80% dos indivíduos no período de 20 anos. Em face do reduzido crescimento e aproximando-se o limiar de longevidade dos indivíduos-fundadores, será provável que o percurso populacional decline paulatinamente nos próximos anos, mesmo que não incidam ações humanas negativas. Questiona-se então que caminho prosseguir? A extinção biológica é um fenómeno que documentadamente tem atravessado milénios e é por isso expectável, mas hoje o Planeta está a perder espécies a um ritmo ímpar e galopante, suscitando grandes preocupações sobre a estabilidade dos elos existentes entre a Biodiversidade e a sustentabilidade ambiental. Por isso o caminho a prosseguir deverá ser indubitavelmente o de evitar a extinção e assegurar a continuidade desta planta, dando continuidade ao programa de migração assistida e usando conhecimentos recentes sobre o *habitat* desta espécie, sugerindo que poderá ser translocada para ambientes severos para a generalidade das plantas e residuais para as sociedades humanas como são as escombreiras mineiras.



FIGURA 2. Panorâmica fotográfica em 2013 do *habitat* da população fundada por migração assistida. Revelam-se em A) os canais de acumulação coluvial que constituem o *habitat* principal da espécie, B) os taludes de encouraçamentos ferruginosos com abundante Fe e Al, C) os matos costeiros.

Na verdade este *plantago* é uma planta metalófila, capaz de tolerar elevadas concentrações de metais no local de enraizamento, cujas concentrações atingem facilmente níveis de toxicidade letais para a generalidade das espécies vegetais, favorecendo o balanço de competitividade ecológica necessário.

Impermeáveis

Paulo Ribeiro - Claro

CICECO/ DQ/ Universidade de Aveiro

ARTIGO

16

A busca de materiais impermeáveis tem uma história longa e exemplifica bem o aproveitamento de materiais naturais desconhecidos na Europa anterior à primeira globalização; mais recentemente, utiliza materiais artificiais, beneficiando do desenvolvimento da Química.

Com a aproximação dos dias de chuva, os casacos impermeáveis voltam a sair dos armários. E com eles, mais um dos confortos que temos a agradecer ao desenvolvimento da química. A sua origem remonta pelo menos ao século XIII, quando os indígenas da América do sul cobriam as roupas com látex para os tornar impermeáveis. A ideia foi importada pelos europeus, mas o sucesso não foi imediato: os primeiros impermeáveis eram pesados, desconfortavelmente rígidos, e sobretudo, bastante malcheirosos. O desenvolvimento da química de polímeros permitiu que os impermeáveis se fossem tornando mais leves, flexíveis, e inodoros. Mas a qualidade mais notável dos impermeáveis modernos é que também permitem a respiração da pele isto é, impedem a entrada da água da chuva, mas permitem a saída do vapor de água libertado pela transpiração.

Voltando ao início: Os tecidos normais absorvem água, ensopam, e são... permeáveis. Para fazer um casaco impermeável é necessário tratar o tecido de forma a não deixar passar a água. Os primeiros tecidos impermeáveis na Europa foram preparados em 1823, pelo escocês Charles Macintosh, que utilizou borracha natural (polímero de origem natural) dissolvida com alcatrão de hulha. O alcatrão de hulha é uma mistura líquida de compostos com cheiro intenso, resultante da queima do carvão, que naquela época era considerado um resíduo. Assim, Macintosh descobriu que essa mistura dissolvia a borracha e que esta podia ser espalhada com um pincel sobre um tecido, tornando-o à prova de água. Contudo, a borracha tornava o tecido pegajoso, e Macintosh resolveu o problema colocando outra camada de tecido por cima, ficando a camada de borracha entre as duas de tecido.

No entanto, os problemas não ficaram completamente resolvidos, pois este material era pesado, tinha um odor desagradável e tinha ainda tendência a enrijecer com o frio e a colar com o calor, pelo que não convenceu a população em geral a usá-lo. Mesmo assim, as for-

ças armadas e a marinha mercante do Reino Unido foram equipadas com ele, pois dadas as circunstâncias climáticas mais extremas a que estavam expostos davam outro valor aos impermeáveis.

Para o desenvolvimento deste novo conceito por Macintosh terão certamente contribuído os conhecimentos que surgiam na Europa sobre as antigas civilizações na América, como os Aztecas, Maias e Incas. O navegador Cristóvão Colombo, no século XV, terá sido dos primeiros europeus a contactar com os povos indígenas americanos, tendo referido o aproveitamento que estes faziam da borracha natural, quer como bolas para jogar, quer na impermeabilização de calçado e de peças de vestuário. A borracha natural iria no entanto permanecer quase três séculos, após a sua descoberta pelos europeus, como uma mera curiosidade, um material sem grande utilização. Esta será “redescoberta” com o advento da Revolução Industrial no século XIX e o despertar do interesse pela industrialização de novas matérias, quer na Europa, quer nos Estados Unidos. Assim, surgem novas invenções que utilizam a borracha, como a de Charles Macintosh, mas outras se seguiram, que permitiram melhorar a sua invenção.

Em 1839, Charles Goodyear, nos Estados Unidos, e em 1842, Thomas Hancock no Reino Unido, descobriram que aquecendo a borracha natural misturada com enxofre obtinham um material mais resistente e quase insensível às variações de temperatura. A esse processo foi dado o nome de vulcanização, como uma homenagem ao deus romano do fogo (Vulcano). (FIGURA 1).

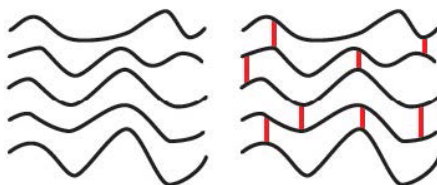


FIGURA 1. Esquema simples da vulcanização: o enxofre cria ligações entre as cadeias de polímero.

A substituição da borracha natural por borracha vulcanizada permitiu a Macintosh, em sociedade com Hancock, a criação de impermeáveis com propriedades mecânicas excepcionais: excelente resistência ao desgaste, flexibilidade e leveza; ao mesmo tempo que se eliminava a necessidade do solvente e, conseqüentemente, dos odores desagradáveis.

No século XX, com o desenvolvimento da tecnologia e da indústria, surgem outros materiais impermeáveis, tendo por base novos polímeros sintéticos e revestimentos que repelem a água. Um dos desenvolvimentos que contribuíram para a popularização dos impermeáveis foi a eliminação do “efeito sauna”: nos tecidos impermeáveis modernos, o vapor de água da transpiração pode sair, apesar de a água líquida não conseguir entrar. Este efeito é obtido através da criação de estruturas com minúsculos poros por onde as gotas de água não entram, mas as moléculas de água isoladas podem passar facilmente. Estes tecidos imper-

meáveis arejados são obtidos com duas camadas de polímeros de propriedades diferentes: uma primeira camada de um polímero microporoso hidrofóbico (ou seja, que repele a água), que fica virado para o exterior; e uma camada de um polímero hidrofílico (ou seja, que atrai a água), que fica do lado de dentro e absorve a humidade que se liberta da pele (FIGURA 2).

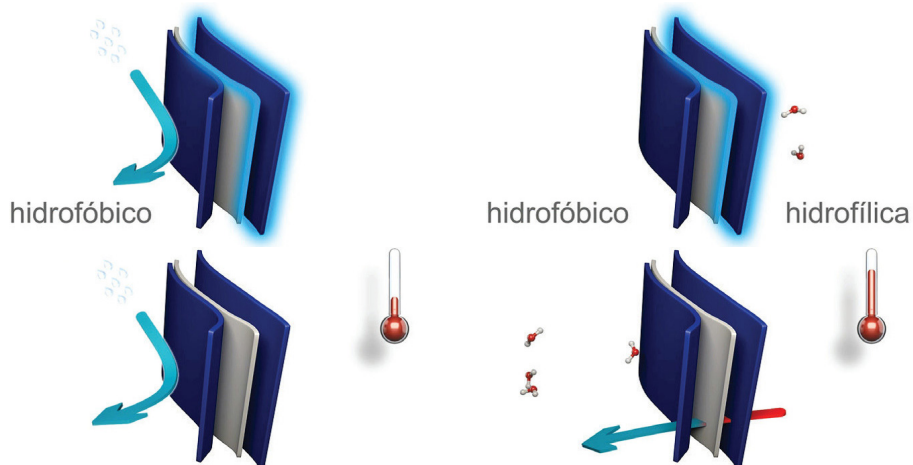


FIGURA 2. Esquema da ação das diferentes camadas do polímero sobre as moléculas de água

Depois entra em acção um pouco de termodinâmica: A diferença de temperatura entre o lado de dentro e o lado de fora cria as condições necessárias para que as moléculas de água absorvidas pelo poliuretano sejam empurradas para o exterior.

Um exemplo destes novos materiais utilizados em vestuário impermeável, é o tecido Gore-Tex® (fabricado pela empresa americana W.L. Gore & Associates, Inc.), no qual uma membrana Gore-Tex® é laminada entre dois tecidos. O exterior é tipicamente de nylon ou poliéster, fibras artificiais mais resistentes e o interior de poliuretano, um material polimérico leve, resistente à abrasão, macio, elástico e flexível, que absorve o vapor de água e permite a sua difusão para o exterior (FIGURA 3).



FIGURA 3. Esquema de funcionamento da membrana Gore-Tex®.

O “segredo” deste impermeável está na membrana Gore-Tex® que é feita a partir de politetrafluoretileno (PTFE) expandido, conhecido comercialmente como Teflon®. Este material apresenta-se como uma camada muito fina e com muitos microporos, sendo cada um deles 20 mil vezes menor do que uma gotícula de água e 700 vezes maior do que uma molécula de água isolada (FIGURA 4). Ou seja, a membrana fornece total impermeabilidade (impede a água exterior de entrar), ao mesmo tempo que permite que o excesso de calor e o vapor da transpiração saiam com facilidade.

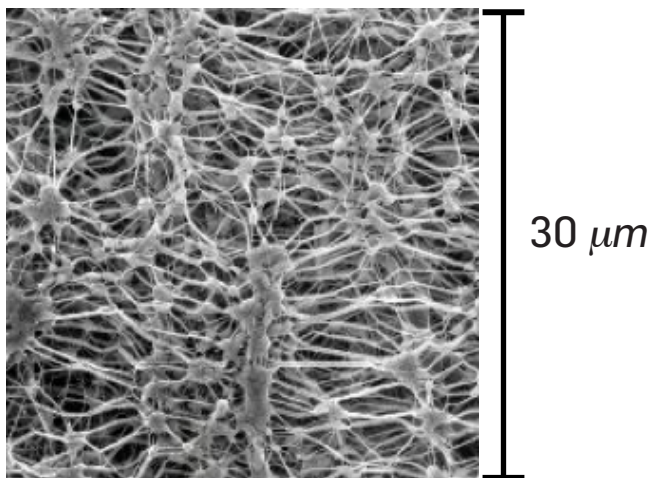


FIGURA 4. A membrana Gore-Tex® vista ao microscópio electrónico.

Assim, um impermeável com esta composição torna-se para além de impermeável, flexível, leve e confortável, também “corta-vento” e, sobretudo, transpirável. Se vestir um impermeável e se sentir como se estivesse numa sauna, então é porque ele ainda não está a tirar partido do desenvolvimento da química dos polímeros.

Regressão linear simples

Maria Eugénia Graça Martins

Universidade de Lisboa

Um modelo de Regressão é um modelo matemático que descreve a relação entre duas ou mais variáveis de tipo quantitativo. Se o estudo incidir unicamente sobre duas variáveis e o modelo matemático for a equação de uma reta, então designa-se por regressão linear simples.

Quando o diagrama de dispersão sugere a existência de uma associação linear entre duas variáveis x e y , é possível resumir através de uma reta a forma como a variável dependente ou *variável resposta* (ou *variável a prever*) y é influenciada pela variável independente ou *variável explanatória* (ou *variável preditora*) x . A esta reta dá-se o nome de **reta de regressão**.

Dado um conjunto de dados bivariados (x_i, y_i) , $i = 1, \dots, n$, do par de variáveis (x, y) , pode ter interesse ajustar uma reta da forma $y = a + bx$, que dê informação sobre como se refletem em y as mudanças processadas em x . Um dos métodos mais conhecidos de ajustar uma reta a um conjunto de dados é o *método dos mínimos quadrados* (FIGURA 1), que consiste em determinar a reta que minimiza a soma dos quadrados dos desvios (ou erros) entre os verdadeiros valores das ordenadas e os obtidos a partir da reta que se pretende ajustar

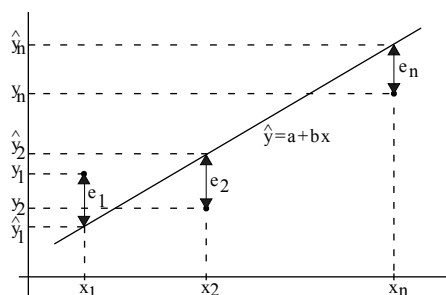


FIGURA 1. No método dos mínimos quadrados, minimiza-se a soma dos quadrados dos erros assinalados aqui pela distância segundo y entre o valor da ordenada do ponto dado e o obtido a partir da reta de regressão.

Esta técnica, embora muito simples, é pouco resistente, já que é muito sensível a dados "estranhos" - valores que se afastam da estrutura da maioria, normalmente designados por *outliers*. Efetivamente, quando se pretende minimizar

$$\sum_{i=1}^n e_i^2 = \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2$$

pode-se mostrar que os estimadores do declive e da ordenada da origem da reta de regressão são, respetivamente:

$$b = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad \text{e} \quad a = \bar{y} - b\bar{x}$$

onde se representa por \bar{x} e \bar{y} as médias dos x_i 's e dos y_i 's. O facto de dependerem da média, que é uma medida não resistente, faz com que a recta de regressão seja também não resistente. Assim, é necessário proceder a uma análise prévia do diagrama de dispersão para ver se não existem alguns *outliers*. À reta de regressão obtida por este processo também se dá o nome de **reta dos mínimos quadrados**.

Pode-se mostrar que $r^2 = 1 - \frac{\sum_{i=0}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}{\sum_{i=0}^n (y_i - \bar{y}_i)^2}$ onde r é o coeficiente de correlação amostral entre x e y .

Esta quantidade r^2 é o **coeficiente de determinação** e é referida como a quantidade de variabilidade dos dados explicada pelo modelo de regressão. Esta medida é normalmente utilizada como uma indicação da adequação do modelo de regressão ao conjunto de pontos inicialmente dado, mas deve ser usada com precaução, pois nem sempre um valor de r^2 grande (próximo de 1) é sinal de que um modelo esteja a ajustar bem os dados. Do mesmo modo, um valor baixo de r^2 , pode ser provocado por um *outlier*, enquanto a maior parte dos dados se ajustam razoavelmente bem a uma reta. Uma visualização prévia dos dados num diagrama de dispersão é fundamental.

Uma forma de verificar se o modelo ajustado é bom é através dos resíduos, isto é, das diferenças entre os valores observados y e os valores ajustados \hat{y} :

$$\text{resíduos} = \text{dados observados} - \text{valores ajustados}$$

pois se estes não se apresentarem muito grandes, nem com nenhum padrão bem determinado, é sintoma de que o modelo que estamos a ajustar é bom.

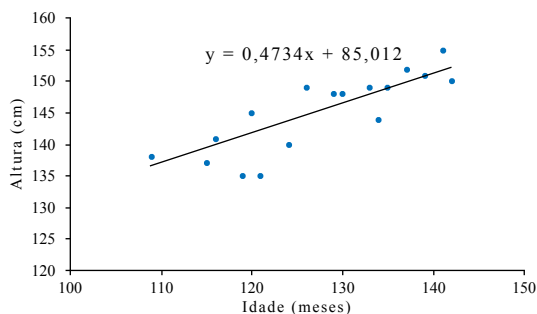
Nota

A reta de regressão é utilizada em predições, isto é, para prever o valor de y , para um dado valor de x . No entanto estas predições não devem contemplar valores de x fora do intervalo dos x_i 's, uma vez que o facto de a reta se ajustar bem aos pontos dados não significa que sirva para fazer *extrapolações*.

Suponha que se recolheu o seguinte conjunto de dados referentes à idade (em meses) e à altura (em centímetros) de 18 crianças de uma escola:

Criança	Idade (meses)	Altura (cm)
1	109	138
2	113	145
3	115	137
4	116	141
5	119	135
6	120	145
7	121	135
8	124	140
9	126	149
10	129	148
11	130	148
12	133	149
13	134	144
14	135	149
15	137	152
16	139	151
17	141	155
18	142	150

O diagrama de dispersão dos dados sugere a existência de uma relação linear entre a idade e a altura, pelo que se vai ajustar aos dados uma reta dos mínimos quadrados, cuja equação está no gráfico seguinte (obtida no Excel):



O coeficiente de correlação é igual a 0,793, donde o coeficiente de determinação vem aproximadamente igual a 63% ($\approx 100 \times 0,793^2$)%, o que significa que a variabilidade que não é explicada pela reta de regressão anda à volta de 37% ($= 100 - 63$)%.

Se se tentar extrapolar a altura de um jovem com cerca de 17 anos (200 meses) obter-se-á uma altura de 180 cm e para um jovem adulto de cerca de 21 anos mais de 2 metros de altura, o que ilustra o problema referido na nota anterior.

Einstein

Eduardo Lage
Universidade do Porto

Albert Einstein nasceu a 14 de março de 1879, em Ulm, numa Alemanha acabada de se unificar (1870). Três anos depois, nasceu sua irmã Maja, sendo estes os únicos filhos de Hermann Einstein e Pauline Koch, uma família judaica que vivia com dificuldades financeiras obrigada a procurar melhores condições em Munique e, mais tarde, em Milão e Pavia, deixando o jovem Albert entregue a amigos enquanto frequentava uma escola que ele detestava quer pela atmosfera prussiana quer pela exigência de cega obediência às autoridades, o que gerou no adolescente uma repulsa a tais atitudes que o marcariam para toda a vida. E é assim que, em 1896, pagou 3 marcos pelo certificado atestando não mais ser alemão, tornando-se, em 1901, cidadão suíço, um ano após ter obtido a licenciatura em Física pela Politécnica de Zurique, tendo alcançado classificações máximas em Física e Matemática.

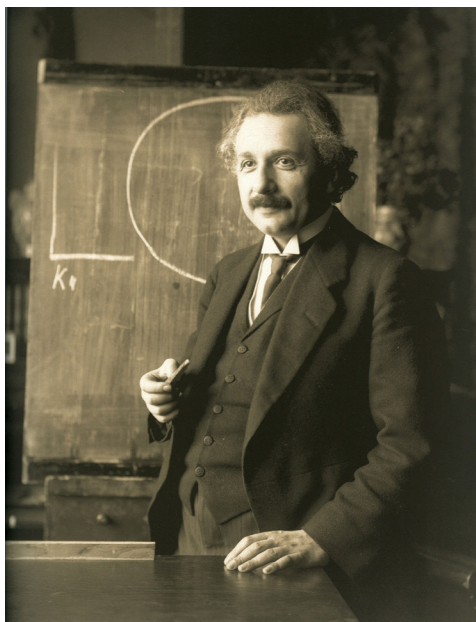


FIGURA 1. Einstein em 1921.

É na Escola Politécnica de Zurique que conhece Mileva Maric, colega de curso, com quem viria a casar em 1903, após o nascimento, em 1902, de uma filha, Lieserl, sobre a qual nada mais se conhece, aventando-se a hipótese de ter sido dada para adoção, face às enormes dificuldades financeiras do casal, mesmo após Albert ter obtido o seu primeiro emprego, como oficial de 2ª classe, no Departamento de Patentes, em Berna. Em 1904, nasce Hans Albert que viria, muitos anos mais tarde, a ser professor de hidráulica numa universidade americana; e, em 1910, nasce Eduard, um filho que, parece, sofria de esquizofrenia. A situação financeira melhora ligeiramente quando Albert obtém, em 1904, uma posição permanente no Departamento de Patentes, e ainda mais quando, em 1909, já estrela de 1ª grandeza na Física, é nomeado professor convidado da Universidade de Zurique; mais tarde, em 1911, é professor titular na Universidade Karl-Ferdinand, em Praga. Não obstante, o casal separa-se em 1914, tendo a família regressado a Zurique enquanto Albert se desloca para Berlim, após Planck e Nernst lhe oferecerem uma posição como investigador, sem obrigações docentes, na Academia Prussiana de Ciências, onde é aceite, em 1913, com 21 votos a favor e um contra. O divórcio é decretado em 1918, nos termos do qual, Albert cede a Mileva o dinheiro, mas não o diploma e medalha, do prémio Nobel que só viria a receber em 1922 (retroativo a 1921). Em 1919, casa com sua prima Elsa Löwenthal, com quem já vivia, tendo o casal emigrado para os Estados Unidos em 1932, onde Albert é nomeado professor no Advanced Study Institute, Princeton, e onde vem a morrer em 18 de abril de 1955, sendo, por sua vontade, cremado no mesmo dia.

Neste sumário da vida de Einstein não foram consideradas as suas contribuições fundamentais para a Física; uma exposição mais detalhada será apresentada a seguir. Se tivéssemos que resumir, em duas palavras, a sua obra científica, essas palavras seriam “Invariâncias” e “Flutuações”, seguindo a feliz síntese de Abraham Pais no seu livro *Subtle is the Lord*, considerada a biografia oficial de Einstein. Realmente, os trabalhos de Einstein sobre o quantum de luz, o movimento Browniano, a opalescência crítica, a emissão estimulada ou a condensação do gás de Bose, definem-se, claramente, como estudos de flutuações; enquanto que as teorias da relatividade, restrita e geral, a cosmologia física, as ondas gravitacionais, ou a teoria do campo unificado, surgem, nitidamente, da sua procura de invariantes. Há outro aspeto a salientar: Einstein, até aos seus 45 anos, é um intuitivo, um inexcedível detetive das questões que tinham que ser respondidas, um impressionante imaginativo das “gedanken-experiments”, *i.e.*, das experiências concetuais que incidem diretamente no âmago dos problemas conduzindo à sua solução; já o Einstein mais velho apresenta-se muito mais formal, procurando equações e abstrações.

O primeiro Einstein é um dos principais arquitetos da, então, emergente e confusa teoria quântica; o segundo Einstein afasta-se decisivamente da “interpretação de *Copenhaga*” da Mecânica Quântica, desenvolvida por Heisenberg, Pauli, Dirac, Born, sob a tutela de Bohr, embora reconhecendo-lhe méritos, e com esse alheamento acaba por se afastar dos novos desenvolvi-

mentos da Física, passando a ser, como ele próprio dizia, uma espécie de fóssil vivo. As discussões entre Einstein e Bohr, que nunca mancharam a estima e admiração mútuas, iniciadas no 5º Congresso Solvay (1927), sobre realismo e localidade em Física, constituem uma admirável crítica dos fundamentos, princípios e alcance da Física, e marcam, definitivamente, o fim da era clássica, determinista, objetiva e previsível, de que Einstein foi um dos maiores expoentes, e o surgimento da incerteza, da complementaridade e das limitações ao conhecimento, conforme argumentava Bohr, um dos maiores intérpretes da Física moderna.

Mas vejamos, agora, com algum detalhe, os principais trabalhos de Einstein, quase todos publicados nos *Annalen der Physik*, a principal revista científica até à 2ª Guerra Mundial.

1902 a 1904: Artigos sobre as definições de temperatura e entropia, irreversibilidade e flutuações, interpretadas à luz da relação de Boltzmann entre a entropia termodinâmica e o número de estados microscópicos acessíveis a um sistema isolado; também, artigos sobre capilaridade e tensão superficial.

1905: É o *annus mirabilis* que vem revolucionar a Física.

março: Introdz o quantum de luz como hipótese da sua análise das flutuações de energia na radiação originada por um corpo negro, obtendo, dessa forma, a explicação do efeito fotoelétrico. Einstein considerou este ser o seu único artigo revolucionário e seria ele a justificar o prémio Nobel.

abril: Tese de doutoramento, na Universidade de Zurique, onde apresenta uma nova estimativa das dimensões moleculares através de uma fórmula, por si desenvolvida, que relaciona a alteração na viscosidade de um fluido quando nele se dissolvem pequenas partículas (e.g., açúcar).

maio: Explicação do movimento Browniano, obtendo a relação entre o desvio médio quadrático da posição de uma partícula (e.g., grão de pólen) sujeita a choques erráticos, e o coeficiente de difusão definido, a nível macroscópico, pela lei de Ficke.

junho: Teoria da relatividade restrita, baseada em dois postulados - a velocidade da luz (no vazio) e as leis da Física devem ser as mesmas para todos os observadores em movimento relativo uniforme e retilíneo. Este artigo permanece com absoluta atualidade e veio revolucionar o conceito de simultaneidade e deduziu a transformação de Lorentz como uma relação cinemática entre as coordenadas espaço-temporais dos observadores em movimento, daí resultando que um relógio em movimento bate mais lentamente que um relógio igual parado e que uma régua em movimento é mais curta que uma régua igual parada.

novembro: $E = mc^2$, talvez a fórmula mais famosa da Física.

dezembro: Teoria completa do movimento Browniano.

A respeito de falhas...

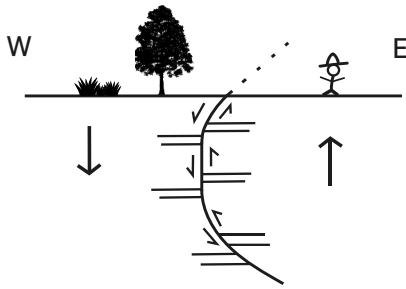
Paulo Fonseca

DG/ Universidade de Lisboa

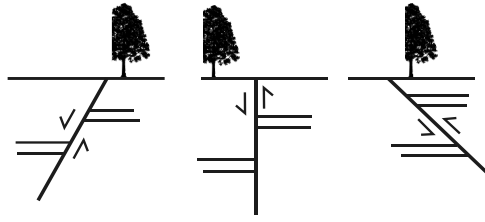
Geradoras de sismos, as falhas são um dos elementos mais importantes das movimentações que se verificam à superfície da Terra. Na grande maioria das vezes reportamos a estes movimentos como ocorrendo em regime frágil, *i.e.*, rompem ou partem quando não suportam mais tensão acumulada. Nestes casos, a resposta do material é libertar toda a energia acumulada, movimentando-se a falha e gerando um terramoto. As falhas diferem das fraturas por possuírem movimentações relativas entre os blocos ou bordos da falha. As fraturas ou diaclases são apenas superfícies de anisotropia que separam dois blocos não ocorrendo movimentação entre estes.

Uma falha pode ser estruturada por 3 tipos distintos de classificação: *a) quanto à geometria; b) quanto à cinemática; c) quanto à dinâmica*. Se excluirmos desta aproximação a análise dinâmica, mais complexa e que integra outros postulados menos simples, vamos abordar em conjunto, nesta fase, a **Geometria** e a **Cinemática**.

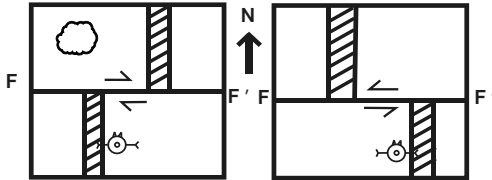
Se refletirmos, desde já, um pouco, chegamos à conclusão que as superfícies de falha raramente são superfícies planas e contínuas por grandes extensões. As superfícies de falha são, assim, no geral superfícies curvas, com ondulosos suaves ou mesmo muito acentuados. Quer com isto dizer que muitas vezes a geometria condiciona a cinemática de uma falha. No ESQUEMA 1 pode observar-se que nesta superfície de falha hipotética, e que apenas deseja demonstrar o que agora se escreve, uma falha (no seu estudo vertical), com a subida do bloco E em relação à descida relativa do bloco W, pode ser simultaneamente: falha normal, falha vertical com a subida do bloco E em relação ao bloco W, e falha cavalgante ou inversa. Esta classificação prende-se com os estudos simples e elementares que classificam as falhas quanto às suas geometrias e cinemáticas nestas 3 possibilidades enumeradas e representadas no ESQUEMA 2 (respetivamente da esquerda para a direita, normal, vertical e inversa).



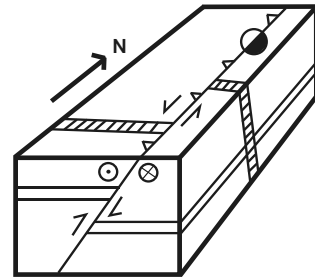
Esquema 1



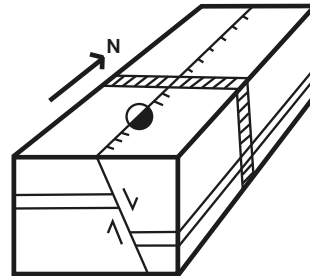
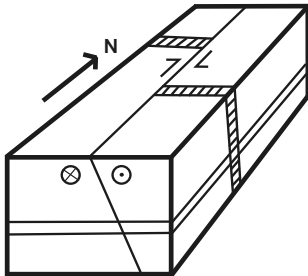
Esquema 2



Esquema 3



Esquema 4



Esquema 5

Quanto às várias possibilidades nas componentes de movimentações horizontais faz-se apelo a um texto anteriormente editado, nesta revista, em que foi explicado numa representação muito simples “o Pancho”. É um boneco de traços simples que possui para além de um chapéu de abas largas e uns botins de borracha, a capacidade de se poder “colocar” em vários locais para se orientar quer em **plantas**, quer em **perfis** ou **cortes**. Deste modo, e para a utilização deste referencial nas componentes de movimentação horizontais, o

ESQUEMA 3 é ilustrativo dos tipos de desligamento direito e esquerdo (respetivamente), quando o bloco que se encontra em frente àquele onde se encontra o boneco se desloca respetivamente para a sua direita ou para a sua esquerda.

Resta nesta fase da explicação referir que do ponto de vista geométrico e cinemático existem os nossos referenciais (**os marcadores cinemáticos**, estruturas como as estratificações ou corpos filonianos) onde raramente vemos apenas uma das componentes – ou a horizontal ou a vertical –, sendo que na maioria das vezes o somatório da separação vertical e horizontal comporta uma componente oblíqua, como se pode observar no ESQUEMA 4, onde se regista uma falha cavalgante ou inversa para E, com um desligamento esquerdo associado.

Quando uma das componentes de movimento não ocorre diz-se que a componente que se observa é: um desligamento direito puro (quando não existe componente vertical associado) ou uma falha normal pura (quando não se regista movimentação horizontal) ESQUEMA 5.

A restante simbologia, para além das setas que indicam os sentidos de movimentação, é igualmente de simples representação: nas representações das movimentações horizontais, as circunferências com ponto indicam que o sentido do movimento vem de encontro a nós e as circunferências com x que se deslocam no sentido para longe de nós. A analogia encontrada é a das setas no lançamento das setas para um alvo – ou vemos a seta vir direita a nós, ou vemos a seta com as “penas” a afastar-se de nós.

Já na movimentação vertical é utilizada sempre uma circunferência que abarca os dois blocos da falha, pintando-se a negro o bloco que abate e ficando a branco o bloco subido. Acresce o desenhar um “pente” com os dentes no sentido da descida nas falhas normais, e uma sobrecarga de pequenos triângulos no bloco que cavalga sobre o bloco cavalgado nas falhas inversas.

Biodiversidade ao microscópio e ao telemóvel

Helena Moita de Deus

Agrupamento de Escolas Ruy Belo e LabGExp

O estudo da biodiversidade é transversal aos currículos de ciências, começando no pré-escolar e prolongando-se ao longo dos vários ciclos de escolaridade. As referências à utilização do microscópio ótico composto começam também nos primeiros anos de escolaridade e, nos anos subsequentes, espera-se que os alunos conheçam este instrumento e vão dominando a sua utilização. Porém, as aulas de microscopia encerram alguns desafios que podem por à prova a determinação e a criatividade dos professores.

Chegados ao terceiro ciclo do ensino básico, os alunos de ciências são confrontados com o estudo de fenómenos que implicam a dilatação das escalas de tempo e de espaço. Por exemplo, o estudarem a História da Vida na Terra terão de integrar os factos científicos em intervalos de tempo que podem ser instantâneos (como a queda do asteroide que terá iniciado a extinção dos dinossáurios) ou que poderão ter demorado milhões de anos (como o intervalo de sobrevivência das trilobites). Ainda dentro do mesmo tema curricular, espera-se que os alunos compreendam a evolução da vida, começando à escala molecular (com as moléculas do caldo nutritivo), passando para a escala celular (com as primeiras células procarióticas e depois com as primeiras células eucarióticas) e, finalmente, para a multicelularidade (que pode surgir às escalas microscópica e macroscópica). A dilatação destas escalas exige um elevado grau de abstração por parte dos alunos, exigindo ao professor particular atenção para que as aprendizagens sejam rigorosas e significativas.

As aulas de microscopia são uma forma muito eficaz para responder ao desafio da dilatação da escala espacial. De facto, ao longo destas aulas os alunos são confrontados com a necessidade constante de atribuírem uma dimensão (ainda que relativa) aos seus

objetos de estudo. Isto é conseguido de diversas formas: quando se exige que os desenhos desses objetos contenham sempre a referência da ampliação total utilizada para realizar tal observação; quando os alunos têm de experimentar várias ampliações para escolherem aquela que melhor permite observar o seu objeto de estudo; quando os alunos discutem com os seus colegas e professor os resultados das suas observações e respetivos registos.

Contudo, as aulas de microscopia encerram um desafio adicional para o professor: o tempo real de aula não dilata e durante 45 ou 50 minutos (consoante a escola) é necessário contextualizar a investigação, montar os microscópios, distribuir os materiais a observar, fazer as observações e respetivos registos, discutir o que se observou, relacionando-o com a investigação em curso, desmontar os instrumentos e arrumar a sala. Ora, se é possível fazer a contextualização da investigação na aula anterior e a discussão de síntese na aula seguinte, os registos e a respetiva discussão devem ser feitos na própria aula, quando o material biológico está disponível para observação. É neste momento que a utilização do telemóvel para a recolha de imagens se torna fundamental.

O recurso ao telemóvel, durante a aula de microscopia, altera bastante o ambiente de aprendizagem, com evidentes vantagens. Do ponto de vista técnico, o telemóvel capta imagens estáticas (fotografias) e em movimento (filme), sendo estas últimas muito úteis para a observação de preparações frescas de infusões (por exemplo). Neste caso, os alunos podem estudar os movimentos dos organismos que estão a observar, focando a sua atenção nas estruturas celulares responsáveis pelo movimento ou nas interações (tróficas ou reprodutoras) estabelecidas entre os microrganismos. Por outro lado, as fotografias permitem complementar os desenhos feitos ao microscópio (FIGURA 1A). Uma vez que a câmara do telemóvel permite fazer a ampliação das fotografias, podem observar-se com maior detalhe as estruturas em estudo. A sequência de fotografias tiradas com diferentes ampliações também permite compreender melhor as relações espaciais horizontais entre as várias componentes de uma preparação. Já a sequência de fotografias de um objeto com a mesma ampliação, mas com diferentes focagens, permite perceber melhor as relações espaciais verticais, *i.e.*, a profundidade do campo.

A dinâmica da aula de microscopia também é afetada pelo uso do telemóvel uma vez que a captura de imagens ao microscópio permite a respetiva discussão espontânea entre os alunos (FIGURA 1B), libertando o professor para melhor orientar os trabalhos em curso. Assim, neste tipo de aulas é comum ver grupos de alunos, cada um com o seu telemóvel, a comparar imagens, a discutir o seu conteúdo, a legendar as imagens diretamente no telemóvel e a partilhar as suas imagens com os colegas e até com os seus familiares e amigos. De repente, a aula de microscopia extravasa a sala de aula e é tema de conversa nos corredores e pátios da escola, nas redes sociais e até mesmo no seio das famílias dos nossos alunos. Quanto aos alunos que não têm telemóvel, ou cujo telemóvel não permite fotografar, tem-se verificado uma enorme solidariedade entre colegas, emprestando os

seus telemóveis para que os seus colegas aprendam a fotografar ao microscópio, o que resulta no estreitamento dos laços entre os alunos envolvidos.

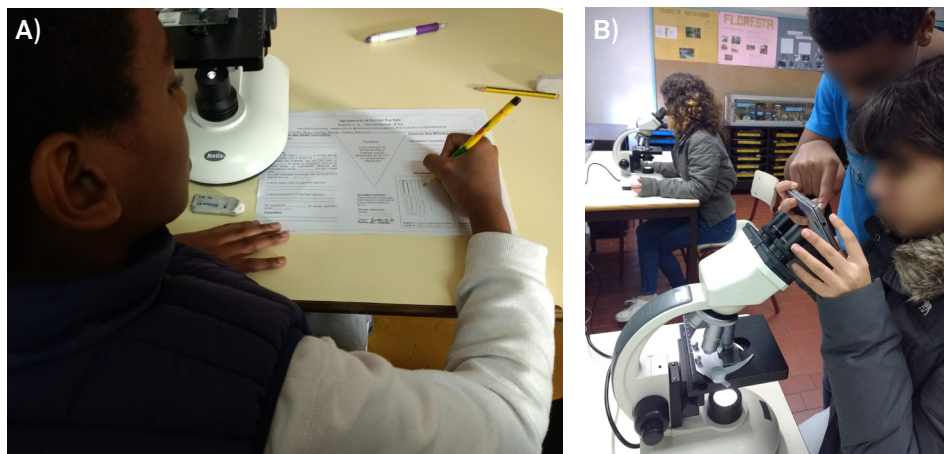


FIGURA 1. A) Aluno desenhando, ao microscópio, um tecido vegetal, B) Discussão entre alunos sobre as imagens obtidas no telemóvel.

Na aula seguinte é possível fazer a discussão do conteúdo das fotografias enviadas pelos alunos para o professor. Todos ficam orgulhosos de ver projetadas as suas fotografias, devidamente identificadas. Os relatórios podem ser ilustrados com os desenhos e com as imagens recolhidas durante as aulas de microscopia e até os testes podem incluir uma ou outra fotografia tiradas na aula. Cria-se assim um ambiente de pertença, no qual o objeto de estudo foi recolhido pelos próprios alunos que, deste modo, vivenciam o processo de recolha, tratamento e discussão de dados científicos.

Relembrando que as aulas de microscopia servem para enriquecer os conhecimentos que os alunos têm sobre a biodiversidade, verifica-se que, aos poucos, o mundo dos microrganismos vai despertando a curiosidade dos alunos, que depressa compreendem que estes seres vivos não são apenas causadores de doenças. Nestas aulas, os alunos vêm (por vezes pela primeira vez) seres unicelulares em movimento, em busca de alimento ou em processos de divisão celular, confirmando assim que há vida invisível aos nossos olhos! Não admira que, no final de cada período letivo, as aulas de microscopia sejam sempre referidas como sendo as preferidas pela maioria.

2019 Ano Internacional da Tabela Periódica

Adelino M. Galvão

Secretário-Geral Sociedade Portuguesa de Química

O conceito de átomo (do grego indivisível) introduzido por Demócrito (ca. 460 a.C. – ca. 370 a.C.) é talvez uma das mais brilhantes formulações científicas da Humanidade. No entanto, no atomismo de Demócrito, os “átomos” diferiam apenas em forma e tamanho e foi apenas com Dalton (1808) que se atribuiu a cada substância elementar um tipo de átomo diferente. À medida que novos átomos iam sendo descobertos e se acumulava informação sobre as suas propriedades começaram a identificar-se “famílias” de átomos com comportamentos químicos semelhantes. As tríades de Dobereiner (1817) (eg. lítio, sódio e potássio ou cloro, bromo e iodo), a hélice de Chancourtois (1862) ou a lei das oitavas de Newlands (1863) são disso exemplo. No entanto, o pai da tabela periódica, no sentido da classificação sistemática de todos os elementos conhecidos (63 à data de 1869), foi o russo Dmitri Ivanovich Mendeleev, que publicou no jornal da Sociedade Russa de Química e republicou o resumo em alemão na *Zeitschrift für Chemie* (12, 405-406 1869). A classificação de Mendeleev era extraordinária, não só pela sua natureza sistematizante mas também pelo carácter preditivo: com base nos vazios da sua classificação periódica (baseada na massa atómica) previu a existência de dez novos elementos dos quais sete viriam a ser descobertos. Para melhor situarmos o carácter visionário de Mendeleev temos de nos recordar que em 1869 não se conhecia o eletrão (Thomson 1897), o próton (Moseley 1913) ou o neutrão (Chadwick 1932).

Em 2019 passam 150 anos desta extraordinária criação do génio humano e a Assembleia Geral das Nações Unidas proclamou o ano de 2019 como Ano Internacional da Tabela Periódica. A Tabela Periódica, enquanto ícone da Química, representa o carácter central desta ciência nas suas interfaces com as restantes áreas do conhecimento científico e

das tecnologias. A celebração decretada pelas Nações Unidas é uma oportunidade para mostrar a centralidade da Química e o seu papel na resolução dos grandes problemas da humanidade, numa ótica de desenvolvimento sustentável, nas áreas do ambiente, energia, alimentação ou saúde. As celebrações devem também servir para promover a consciencialização da sociedade para o papel da Química enquanto ciência promotora do desenvolvimento e bem-estar e motivar as novas gerações para carreiras nas áreas das ciências e tecnologias.

A Sociedade Portuguesa de Química assumiu a responsabilidade de liderar este esforço em Portugal, encontrando eco em instituições científicas e de divulgação do conhecimento e em personalidades de vários setores da sociedade civil. Os eventos promovidos, para além de celebrar a Tabela Periódica, tiveram como objetivo alertar os nossos jovens e a sociedade em geral para os grandes desafios societais: A igualdade de género (“Global Women Breakfast”), as alterações climáticas (“Dia do Carbono – plantar uma árvore”), os novos materiais (“Colóquio AITP2019 – Ordem dos Engenheiros”), a sustentabilidade dos recursos geológicos e os minerais de conflito (“Tabela Periódica da sustentabilidade”), os elementos da vida e os desafios energéticos (“XXVI ENSPQ – 150 Anos para 118 elementos”) são alguns exemplos representativos. Também não foi descurada a importância das artes e da sua relação com a ciência sendo disso exemplo os inúmeros concertos realizados no mês dos metais e a produção e encenação da peça “O Bairro da Tabela Periódica” que foi levada à cena em Lisboa, Porto e Coimbra. Note-se que as sessões dedicadas às escolas esgotaram. Mais de 2000 alunos tiveram a sua primeira experiência num teatro e não esquecerão mais a emoção vivida. Esta última, não só faz a ligação entre a ciência e a arte (ou através da arte) como, de forma integrada, toca cirurgicamente os desafios do mundo atual e o papel insubstituível da ciência para a sua resolução. As celebrações encerram em novembro com o Encontro de Ensino e Divulgação da Química 2019. As sementes lançadas na comunidade educativa e na sociedade em geral farão perdurar e projetar o espírito IYPT2019.

O BAIRRO DA TABELA PERIÓDICA
DE **Manuel João Monte**

Ta Be La

Local	Datas
CARNAXIDE Auditório Ruy de Carvalho	19 e 20 de Setembro
COIMBRA TAGV	26 e 27 de Setembro
PORTO Teatro Helena Sá e Costa	3, 4 e 5 de Outubro

O Eclipse da Relatividade

A Importância e o Impacto das Observações de Príncipe e de Sobral

Nuno Crato⁺ e Luís Tirapicos[†]

⁺ISEG/ Universidade de Lisboa

[†]Ciências/Universidade de Lisboa

Há na história da ciência algumas datas que marcam revoluções no nosso conhecimento do Universo. O ano de 1666 constitui, certamente, uma dessas datas. Foi então que Isaac Newton, na altura com 23 anos, criou o cálculo integral e diferencial, a teoria da gravitação universal e a teoria das cores. O ano de 1905, em que Einstein publicou quatro trabalhos revolucionários, constitui uma outra dessas datas-chave. E deve-se a este físico ainda uma outra data-chave: o ano de 1915, em que formulou a teoria da relatividade geral, por vezes considerada a criação científica mais fabulosa da mente humana.

Os historiadores da ciência apontam essas datas, que são as datas das descobertas e das criações. Mas os avanços científicos são feitos de progressos parciais e demoram tempo a conquistar a comunidade científica. Durante décadas, as teorias de Einstein geraram controvérsia e demoraram a ser aceites pela generalidade dos físicos.

Max Planck (1858-1947), amigo de Einstein e ele próprio um dos pioneiros da revolução científica do século XX, disse-o de forma amarga: «Uma nova verdade científica não triunfa convencendo os seus oponentes e iluminando-os, triunfa, sim, porque os seus oponentes acabam por morrer e porque cresce uma nova geração, familiarizada com essa nova verdade científica.» Por vezes, sintetiza-se esta frase de Planck de forma ainda mais crua: «A ciência avança um funeral de cada vez.»



FIGURA 1 - Marcos comemorativos da presença de Arthur Eddington na Roça Sundy, na ilha do Príncipe em 1919.

O exemplo de Einstein é muitas vezes referido para mostrar esta resistência às novidades científicas. Mas a resistência é um fenómeno natural dos avanços no conhecimento. Muitas vezes, constitui apenas um saudável ceticismo, e no caso de Einstein a resistência foi proporcional à estranheza das novas ideias.

A relatividade geral de Einstein fornece uma visão radicalmente nova do Universo. O tempo e o espaço deixam de ser absolutos, estabelece-se uma equivalência entre a gravidade e o movimento uniformemente acelerado, o espaço é curvo e essa curvatura corresponde à atração gravítica entre os corpos.

Algumas das previsões da relatividade tiveram de esperar dezenas de anos para serem confirmadas. Outras, como uma anomalia na órbita do planeta Mercúrio, foram imediatamente verificadas. A história do sucesso da relatividade estendeu-se até ao século seguinte: só em 2015, cem anos depois da formulação da teoria, se conseguiu verificar a existência das ondas gravitacionais.

De entre todas as confirmações da teoria de Einstein, aquela que mais fez para o estabelecimento da teoria e para a celebridade do seu autor ocorreu em 1919, na observação de um eclipse total do Sol, em Sobral, no Brasil, e no Príncipe (FIGURA 1), na atual República Democrática de São Tomé e Príncipe. Mas esse sucesso apareceu depois de uma longa progressão, em que as conclusões de Einstein foram paulatinamente ganhando força.

Em 1905, no seu *annus mirabilis*, Albert Einstein era um obscuro técnico do serviço de patentes de Berna. Logo no ano seguinte, começou a ser conhecido da comunidade científica pelo apreço e surpresa que as suas publicações causaram entre os maiores físicos da época. Em 1919, quando o referido eclipse foi observado, já o cientista alemão era bastante conhecido e suficientemente considerado para muitos astrónomos e físicos seguirem com atenção o que ele propunha e os resultados dos testes às suas teorias.

Mas foi em Novembro de 1919, quando os resultados da observação do eclipse se tornaram conhecidos, numa épica sessão conjunta da Royal Society e da Royal Astronomy Society, em Londres, que Albert Einstein se tornou, de um dia para o outro, no cientista mais famoso do século.

Em *O Eclipse de Einstein* narra-se esta história, que o historiador britânico Paul Johnson considerou mais importante do que o ano de 1900 ou do que a Primeira Guerra Mundial para marcar a «era moderna». Como foi possível que um eclipse fosse usado para testar uma teoria físico-matemática tão abstrata e surpreendente como a relatividade geral? Como foram planeadas as expedições ao eclipse, envolvendo astrónomos ingleses, com algum apoio do Observatório Astronómico de Lisboa, e de astrónomos brasileiros? Quais foram as dificuldades que as expedições científicas encontraram? E como foram divulgadas as conclusões das expedições, tornando Albert Einstein num herói da ciência tão ou mais conhecido do que as estrelas de cinema e do que os políticos mais influentes?

O *storytelling* e a literacia científica

André Paiva, Adelina Gomes,

Vânia Silva, Isabel Machado, Rui Dias

Centro de Ciência Viva de Estremoz

37

Na Escola Ciência Viva do Centro Viva de Estremoz [CCVEstremoz] utiliza-se a literatura - e a leitura - como veículo da divulgação do saber científico, de apelo à cooperação e de crescimento autónomo do aluno, ao nível do “saber” e do “saber-fazer”. É através da leitura de um conto-manual que se fomenta uma aprendizagem diferente, onde se interrelacionam os conhecimentos de Estudo do Meio, Matemática, Língua Portuguesa, Expressões Artísticas e Físico Motoras, salvaguardando-se a utilização do método científico na resolução de problemas. É intenção futura estudar o impacto de mais três contos-manual, cada qual, à semelhança daquele já produzido, dirigido a um ano de escolaridade - e, numa fase ulterior, expandir o raio de ação do projeto.

O ensino, e não exclusivamente nos primeiros anos escolares, enfrenta uma miríada de desafios, seguramente exigindo dos professores uma “nova criatividade”. Ainda assim, pensando nas franjas etárias mais novas, é sabido que a partir de um substrato narrativo adequado – o tão em voga contar de histórias ou *storytelling* – se elaboram ligações mais fortes entre os fenómenos do dia-a-dia e as atividades desempenhadas na sala de aula, num processo mais holístico e efetivo. O contar de histórias em ambiente de sala de aula permite aos alunos desenvolver diferentes realidades imaginativas, sendo que a literatura infantil acaba por constituir, quase sempre, um contexto mais palpável de explicação dos fenómenos, inclusive dos mais complexos. No caso do CCVEstremoz, a fusão entre as artes literárias e os domínios científicos em projetos internos remonta ao ano de 2008, tendo as suas raízes no projeto Contos, Lendas e outras Lengalengas com Ciência. Gratuita e mensal, a atividade experimental que se oferece, dinamizada pelos Comunicadores de Ciência do CCVEstremoz, é sempre precedida da leitura de uma peça literária, ou trecho de obra maior selecionada, usualmente do Plano Nacional de Leitura, que contenha a ciência a ser discutida.



FIGURA 1 - Atividade com alunos: "A Terra no Sistema Solar".

Foi por causa da experiência prévia, e consistente, em projetos desta índole, que se decidiu traçar um plano de atividades a partir de um conto-manual. A escrita do conto-manual em vigor – “O moinho da meia porta e o casaco da cor da lua” – obedeceu a um estudo e seleção pormenorizados dos conteúdos programáticos das diferentes áreas disciplinares para o 1.º ano de escolaridade. De modo a que esses conteúdos pudessem ser tratados de forma integral, foi então definido, a partir da narrativa, um tema-central – “A Terra no Sistema Solar” (FIGURA 1)– e ainda um “tema-projeto”, relacionado com o fabrico de lã e as suas aplicações: *Sabias que as estrelas formam desenhos no céu? Chamam-se a esses desenhos «constelações»!* (cap. V, p. 20); *Sei o nome de alguns materiais – sei o que é a «madeira», o «metal», a «lã» e o «algodão»* (cap. I, p.4). Trata-se de um conto infantil suportado pelo imaginário da noite, das cores e do sonho, que narra as aventuras de uma traça da roupa que não gosta de viver no seu roupeiro. Pese embora que todas as personagens existam antropomorficamente, e a obra siga os cânones do conto infantil, a narrativa assenta sobre uma série de critérios científicos, descrevendo-se todos os fenómenos naturais de acordo com a realidade.

Delineadas a partir do conto-manual e dinamizadas pelos comunicadores de ciência do CCVEstremoz em parceria com os professores das turmas intervenientes, a Escola Ciência Viva do CCVEstremoz propõe aos alunos do 1.º Ciclo de Ensino Básico um conjunto de atividades do tipo *hands-on activities*, a decorrer dentro de um espaço próprio, de feições semelhantes às da sala de aula “clássica” mas munido de elementos próprios (maquetes de astros do sistema solar, teares, um “teatro de sombras”, luzes e projetores de diferentes formatos, um planetário insuflável, uma “estação meteorológica”, etc.). Os alunos trabalham em grupos, sendo que cada um recebe um “caderno de atividades” – suporte de

registro da atividade que serve ainda de veículo de recolha de dados para avaliação.

Para cada um dos dias está reservada a leitura (ou escuta de audiolivro) dos três primeiros capítulos do conto-manual. Das atividades protocoladas para a Escola Ciência Viva do CCVEstremoz destaca-se a que se repete diariamente – a atividade “Oíço, Leio e Aprendo” – e as atividades “Ver no Escuro”, “Terra no Espaço” e “Tinturaria”, propostas para o 1º, 2º e 3º dias de atividade, respetivamente.

Os professores acompanhantes são incentivados a dar continuidade ao projeto, ou pelo menos à leitura do conto-manual em sala de aula, como complemento à matéria lecionada. Por questões logísticas, no ano letivo 2018-2019 só foi possível dar início às atividades a partir do segundo período. Envolvida a participação dos alunos 2º, 3º e 4º anos de escolaridade, inclusive de turmas mistas, delineou-se também um leque de atividades que pudessem ser expandidas a partir dos segmentos do conto-manual em vigor. É objetivo do CCVEstremoz desenvolver atividades específicas para alunos do 2º, 3º e 4º anos de escolaridade a partir de três outros contos-manuais, com linguagens e narrativas distintas, em graus crescentes de complexidade – e nesse sentido, prevêem-se mais três anos experimentais. Neste ano letivo, as turmas do 1º ano realizarão as atividades do conto-manual já editado, ao passo que com as turmas mistas e dos 2º, 3º e 4º se trabalhará o novo conto-manual, já produzido (e “dedicado” ao 2º ano de escolaridade). A partir do quinto ano do projeto cada ano de escolaridade trabalhará o manual correspondente (com exceção das turmas mistas, cuja gestão será feita de modo ligeiramente diferente).

Durante o ano letivo transato, o projeto recebeu um total de 353 alunos. Inspirados noutras pedagogias, procurou-se avaliar parâmetros como “é o suporte narrativo uma ferramenta de ensino?”, “sentiram-se os alunos “participantes” da história?” e “como é que os professores e alunos responderam ao contexto em que a narrativa, e as subsequentes atividades experimentais, tomaram lugar?” Dessa avaliação, salientam-se duas percentagens: 95 % – alunos que, no primeiro dia de atividades, sentiram que “ouvir o início da história lhes fazia querer ler o resto”; 94% – professores que classificaram o projeto como uma mais-valia no desenvolvimento de estratégias de integração de conteúdos pluridisciplinares.

Conhecem-se as limitações dos estudos deste cariz, sobretudo por tomar lugar num contexto muito específico e a escala reduzida, mas está em curso nova recolha pedagógica.

VI Encontro Internacional da Casa das Ciências

Manuel Silva Pinto

Casa das Ciências

O mês de julho está já estabelecido como a época do maior encontro de ensino das ciências. Este ano, foi a 10, 11 e 12 de julho, na Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa onde esteve mais de um milhar de professores de todo o país (e não só) e de todos os níveis de ensino. Foram três dias de uma enorme vivência, em torno do tema Ensino das Ciências e a Sociedade Moderna. A procura foi tão intensa, que a organização se viu obrigada a encerrar as inscrições ainda antes da data prevista, pois o espaço físico estava completamente lotado (FIGURA 1).



FIGURA 1 - Sessão plenária, com Artindo Oliveira.

Na opinião da generalidade dos participantes, permitiu uma abordagem cuidada, de extrema qualidade e enriquecedora, sob vários pontos de vista, configurando uma componente formativa que é raro encontrar nos nossos dias. Deve também apresentar-se aqui uma chamada de atenção para o extraordinário trabalho que a equipa da FCUL (professores e alunos) desenvolveram ao longo dos três dias e na preparação deste evento.

Como já vem sendo hábito, uma das grandes mais valias do encontro foi a realização de mais de cento e vinte (127) oficinas operacionais que procuraram dar aos professores ideias para eles levarem diretamente para a sua sala de aula. Há sempre a preocupação de que o trabalho proposto seja replicável na sala de aula (FIGURA 2).

O enquadramento inicial do tema foi feito a partir de uma mesa redonda de discussão da flexibilidade curricular, onde foram apresentadas visões contrastantes. Vítor Leite, diretor da Escola Secundária de Penafiel como “agente” no terreno, Adelino Galvão do Instituto Superior Técnico, como um dos agentes da conceção do processo e Maria João Horta, Subdiretora da Direção Geral de Educação em nome da tutela, foram as vozes que corporizarem este debate.



FIGURA 2 - Workshop.

A tarde do segundo dia teve o seu ponto alto no painel subordinado ao tema “O porquê de ensinarmos Ciências a TODOS no ensino básico e secundário” que contou com três referências da nossa Ciência, Educação e Cultura - Eduardo Marçal Grilo, Henrique Leitão e Manuel Sobrinho Simões - que presentearam a enorme plateia com um debate extraordinário que será recordado por muito tempo como uma referência para quem ensina ciência em língua portuguesa (FIGURA 3), merecem destaque as duas conferências maiores de abertura e encerramento. A primeira, pelo Professor Arlindo Oliveira, Presidente do Instituto Superior Técnico (Universidade de Lisboa) , abordou “A importância do ensino

da ciência e da tecnologia para o futuro da humanidade” de uma forma que entusiasmou os presentes e surpreendeu pela sua visão abrangente do passado, do presente e do futuro; da evolução da tecnologia como solução para os problemas que se vão colocando na história da humanidade. O encerramento foi feito pelo Professor Carlos Fiolhais da Universidade de Coimbra que, como seria espetável neste Ano Internacional da Tabela Periódica, falou sobre os limites da Tabela Periódica, explorando a organização da Tabela e fazendo algumas considerações sobre o que a Física permite prever para o futuro.



FIGURA 3 - Painel com Manuel Sobrinho Simões, José Ferreira Gomes, Eduardo Marçal Grilo e Henrique Leitão.

Completaram as mais de 500 horas de formação que foram disponibilizadas neste encontro, os habituais espaços dedicados à apresentação de comunicações e em sessões de apresentação de projetos que ocuparam parte significativa da última tarde. Foram apresentadas algumas iniciativas editoriais, nomeadamente, o “Bairro da Tabela Periódica” de Manuel João Monte e o “Eclipse de Einstein” de Nuno Crato e Luís Tirapicos.

O site do evento, <https://www.casadasciencias.org/6encontrointernacional/>, permite rever as fotografias e vídeos que foram obtidos durante os trabalhos. Em 2020 regressamos ao Porto com o VII Encontro.

Fica desde já o convite, mas as inscrições só abrirão no princípio de fevereiro.

Deambulando pela Austrália Ocidental

Curiosidades do Quaternário da região de Perth

L. V. Duarte

MARE/DCT/Universidade de Coimbra

43

A Austrália é um sonho para todos os amantes da natureza. Seja qual for o reino de eleição. O menor dos continentes ou a maior das ilhas da Terra – é uma porção de terra que está inserida na placa indo-australiana, bordejada tanto por zonas de criação como de destruição de placa litosférica.

É o território dos cangurus - e dos seus primos wallabies -, dos dingos e dos coalas, de uma vegetação com os conhecidos predicados e de uma geologia com imensos expoentes em termos globais. Desde logo, a Grande Barreira Recifal, a maior de todas observada nos mares tropicais atuais. Quase no centro da ilha, no coração do povo aborígene, o legítimo proprietário deste chão ocre, que se perde no horizonte, o inigualável Ayers Rock. Mais conhecido nestas paragens por Uluru, monólito que parece emergir das profundezas. No lado oeste da grande ilha, orlada pelo Oceano Índico, a incomensurável região da Austrália Ocidental. Cujas zonas costeiras são o objeto desta primeira abordagem sobre a geologia da Austrália. O que era um sonho converteu-se em realidade. E a realidade é muito maior, incontestavelmente mais interessante e reconfortante, do que o somatório de todas as imagens que podemos acumular no mundo digital. O circuito tem início na grande e moderna capital do Estado, a cidade de Perth, localizada na extremidade sudoeste da Austrália. A ideia é subir na latitude e chegar à lendária Shark Bay. Que, no nosso imaginário, esteve sempre como um lugar longínquo. Uma zona costeira, aparentemente menos publicitada mas, em termos geológicos, ao nível da importância da Grande Barreira Recifal, sendo um dos principais motivos desta viagem. Para lá iremos, embora seja necessário percorrer, por terra, quase um milhar de quilómetros. Por uma Austrália pouco habitada, em termos humanos, a roçar o Outback do Uluru, e aparentemente pouco atraente. Mas puro engano, já que seremos presenteados por uma geologia de exceção e única, considerando a sua singularidade à escala global. Na presente incursão nem sairemos do Quaternário.

Banhada pelo Rio Swan, onde não faltam os cisnes que lhe dão o nome, uns sempre amigáveis golfinhos e uma curiosa população de medusas (em ambiente estuarino!), Perth destaca-se pelo contraste entre arranha-céus de bom gosto estético e o verde que domina em várias zonas da cidade. Sendo uma urbe moderna, e ainda mais num “novo mundo”, particularmente evoluído, o ordenamento do território é levado muito a sério. Nesta arquitetura, configurada em planta, a régua e esquadro, desponta uma outra, ligeiramente mais antiga, pois, por estas bandas, a dita civilização está na flor da idade. E aqui captamos o motivo para a primeira lição de geologia. Basta centrar-nos em vários dos ícones arquitetónicos da cidade, como são os casos de Perth (Royal) Mint, do Winthrop Hall ou da Catedral da Imaculada Conceição (FIGURA 1A e 1B) para alcançarmos a importância das rochas da região na construção destes edifícios históricos.



FIGURA 1. Os eolianitos da Formação de Tamala na construção de alguns ícones arquitectónicos históricos da região de Perth. A) A Perth Mint, tendo em primeiro plano a recriação da atividade mineira associada à exploração de ouro (Perth); B) Winthrop Hall da Universidade de Austrália Ocidental (Perth).

No primeiro caso, uma espécie de Casa da Moeda, onde se faz uma verdadeira apologia (museológica) do ouro (FIGURA 1A), em virtude da vasta tradição mineira da região, onde não faltam várias explorações do top dos metais. O segundo edifício, uma espécie de Sala dos Capelos da Universidade de Coimbra, da distinta University of Western Australia (FIGURA 1B). Apesar das diferenças de idade entre as duas instituições, as tradições por aqui também são muito vividas pela comunidade universitária. Tal como a construção destes edifícios nobres e antigos, da cidade de Perth, que se fez essencialmente a partir dos calcarenitos da Formação de Tamala, uma unidade datada do Plistocénico, e que domina em toda a região. Formadas à custa da ação eólica, vulgarmente conhecidas como eolianitos, estas rochas exibem (quase em todos os blocos), magníficas estruturas entrecruzadas oblíquas. Apesar da elevada porosidade, ainda mais sendo uma rocha de origem muito recente, o processo de cimentação carbonatada terá sido intenso, o que configura uma rocha com grande importância ornamental. Estas rochas são facilmente discerníveis nas arribas, que

emergem nas margens mais escarpadas do Rio Swan, a caminho da vizinha Fremantle. Esta última, é uma cidade costeira e portuária com imensos atrativos e alguma história. A começar na sua célebre prisão, Património da Humanidade, edificada igualmente nos mesmos calcarenitos plistocénicos.

Entretanto, deixamos Perth, com objetivos geológicos muito bem definidos. Sempre na esperança de podermos dar “de caras” com uns cangurus ou com outros exemplares distintivos da fauna e flora australiana. A segunda motivação geológica são os mui singulares Pinnacles, no Parque Nacional Nambung, situado a pouco mais de duas centenas de quilómetros da capital do Estado. Um conjunto de cúpulas afiladas (os designados pináculos), de natureza calcária, que se dispõem de forma totalmente irregular e sobressaem num manto de areia de um amarelo bem torrado. Com as devidas diferenças, até porque não tem qualquer relação, a fazer lembrar algo de construção megalítica, como o famoso registo pré-histórico de Carnac, na Bretanha. Mas estes pináculos não foram erguidos pelos humanos, sendo um fenómeno puramente geológico. Estamos perante um prodígio dos efeitos da carsificação, mera consequência da erosão química de rochas carbonatadas. Que aqui terá sido particularmente intensa, quase não deixando rocha à vista. Um fenómeno de tal modo violento, que este processo é extraordinariamente recente. Tão recente (apenas alguns milhares de anos), pois a rocha original é a mesma, ou pelo menos da mesma idade (Plistocénico), das que compõem o Perth Mint e a antiga prisão de Fremantle. Uma particularidade faciológica da mesma Formação de Tamala, de origem eólica, possivelmente menos cimentada e que terá sido sujeita a processos de carsificação particularmente intensos e onde a vegetação teve um papel catalisador. Outro aspeto relevante na paisagem são as próprias formações eólicas ativas (as dunas), atuais, de cor esbranquiçada, que se sobrepõem aos calcarenitos plistocénicos (FIGURA 2). Uma característica de que a ação do vento tem sido preponderante na história geológica mais recente do sudoeste da Austrália Ocidental.

Concluídas as observações nos Pinnacles, em poucos minutos chegamos a um pequeno povoado costeiro, com designação hispânica, Cervantes. Mas só de nome, já que a pretensa embarcação que aqui terá naufragado no século XIX, e que terá originado a denominação da povoação posteriormente aqui fundada, nada tinha a ver com nuestros hermanos, que, segundo a história, não terão navegado por estas águas. Ao contrário das lagostas, que são muito apreciadas nesta porção do Índico, constituindo o principal *ex-libris* da cidade homónima do romancista criador de D. Quixote de La Mancha. Para quem cultiva os bons paladares, o repasto é garantido e certificado (!). Mas, para os geólogos, o verdadeiro “manjar” está no Lago Thetis, uma designação coincidente com o grande Mar, que na história da Terra dividiu a Pangea nos supercontinentes Laurasia e Gondwana – este último, a englobar o que é hoje o território australiano. Trata-se de uma pequeníssima lagoa hipersalina e alcalina, onde é possível observar a formação, atual, de estromatólitos (FIGURA 3).



FIGURA 2. Contraste estratigráfico entre os pináculos carbonatados plistocénicos, envolvidos por areia de cor amarelada, e as dunas holocénicas de cor branca que se lhes sobrepõem (Deserto de Pináculos, Cervantes).

Concluídas as observações nos Pinnacles, em poucos minutos chegamos a um pequeno povoado costeiro, com designação hispânica, Cervantes. Mas só de nome, já que a pretensa embarcação que aqui terá naufragado no século XIX, e que terá originado a denominação da povoação posteriormente aqui fundada, nada tinha a ver com nuestros hermanos, que, segundo a história, não terão navegado por estas águas. Ao contrário das lagostas, que são muito apreciadas nesta porção do Índico, constituindo o principal *ex-libris* da cidade homónima do romancista criador de D. Quixote de La Mancha. Para quem cultiva os bons paladares, o repasto é garantido e certificado (!). Mas, para os geólogos, o verdadeiro “manjar” está no Lago Thetis, uma designação coincidente com o grande Mar, que na história da Terra dividiu a Pangea nos supercontinentes Laurasia e Gondwana – este último, a englobar o que é hoje o território australiano. Trata-se de uma pequeníssima lagoa hipersalina e alcalina, onde é possível observar a formação, atual, de estromatólitos (FIGURA 3).

As típicas estruturas biosedimentares, de origem microbiana, que ajudam a precipitar carbonato de cálcio e que aqui se desenvolvem em espetaculares estruturas em domo. A este respeito, o melhor estará ainda para vir, em Shark Bay. Mas as imagens perfeitas, que se observam neste ambiente lacustre, completam o olhar de qualquer sedimentólogo, que está habituado a ver e a estudar estruturas desta natureza no registo sedimentar antigo, como as do Proterozoico da Serra da Leba. O exercício do Princípio do Uniformitarismo (ou do Atualismo) a funcionar, mas agora, no sentido inverso, ou seja, do recente para o antigo. Embora as cúpulas estromatolíticas de Angola sejam claramente de origem marinha, o que carece de um outro possível análogo explicativo, diferente do ambiente lacustre do

Thetis de Cervantes. Que, e não será pelo acaso, já esteve mais longe de descortinar.



FIGURA 3. Imagem clássica das construções microbianas em forma de domo presentes no lago Thetis.

Preenchidos por estas fantásticas e reais imagens geológicas, finalizamos esta primeira incursão pela Austrália Ocidental na Hutt Lagoon, já bem a norte da terceira cidade do Estado, Geraldton, junto à vila piscatória de Port Gregory. Deparamo-nos com mais um bom exemplo dos efeitos da forte salinidade desta porção do Oceano Índico que, em mar alto, chega a exibir uma concentração superior a 36‰. Efeitos sentidos no Lago Thetis (bastante acima destes valores) e nos solos das múltiplas clareiras, entre a vegetação rasa, que se observam ao longo da Indian Ocean Drive. Mas a laguna do Rio Hutt, mesmo juntinho ao Oceano, não é assim tão comum fora do universo australiano ocidental. Exibe uma cor rosa, mais ou menos intensa, dependendo da estação do ano e dos efeitos da luz solar. Como resultado da forte evaporação desenvolvem-se microalgas, a *Dunaliella salina*, com elevadas concentrações de betacaroteno, pigmento antioxidante e que é uma importante fonte de vitamina A para os seres humanos. Na verdade, para além da particularidade da cor do manto de água, esta laguna corresponde a uma das maiores produções mundiais destas microalgas. Facto que não será assim tão pouco relevante! O mesmo nível de relevância que tem o *sunset* que brilha sobre as falésias que se desenvolvem a norte da laguna, já perto de Kalbarri. Será uma incursão por terrenos bem mais antigos, paleozoicos, mas que terá de ficar para próximo capítulo.

Kambala

Quantas interpretações tem uma imagem? Pouco sei do que esta imagem representa. A única coisa que sei é que é uma imagem microscópica de um caule. Mas eu vejo-a - por (de)formação profissional - não como uma imagem ilustrativa da ciência (com uma função de informar e de transmitir conhecimento) mas como uma imagem *per si*, isto é, sem outros referenciais que não as suas características como imagem: o seu “desenho”, a sua composição, a distribuição e jogo dos elementos “gráficos” (linhas e manchas) na superfície de um suporte. A imagem transforma-se numa composição visual e plástica, com uma lógica de relações internas, polisémica (aberta a várias interpretações), ao contrário da ilustração em ciência que pretende que a imagem seja unissémica (isto é, que tenha uma única possibilidade de interpretação).

Uma imagem é sempre isto: uma fonte inesgotável de interpretações, tantas quanto os seus espectadores. É esta uma das suas “virtudes” mas também um dos seus “vícios”.

Mário Bismarck

FBAUP/Universidade do Porto

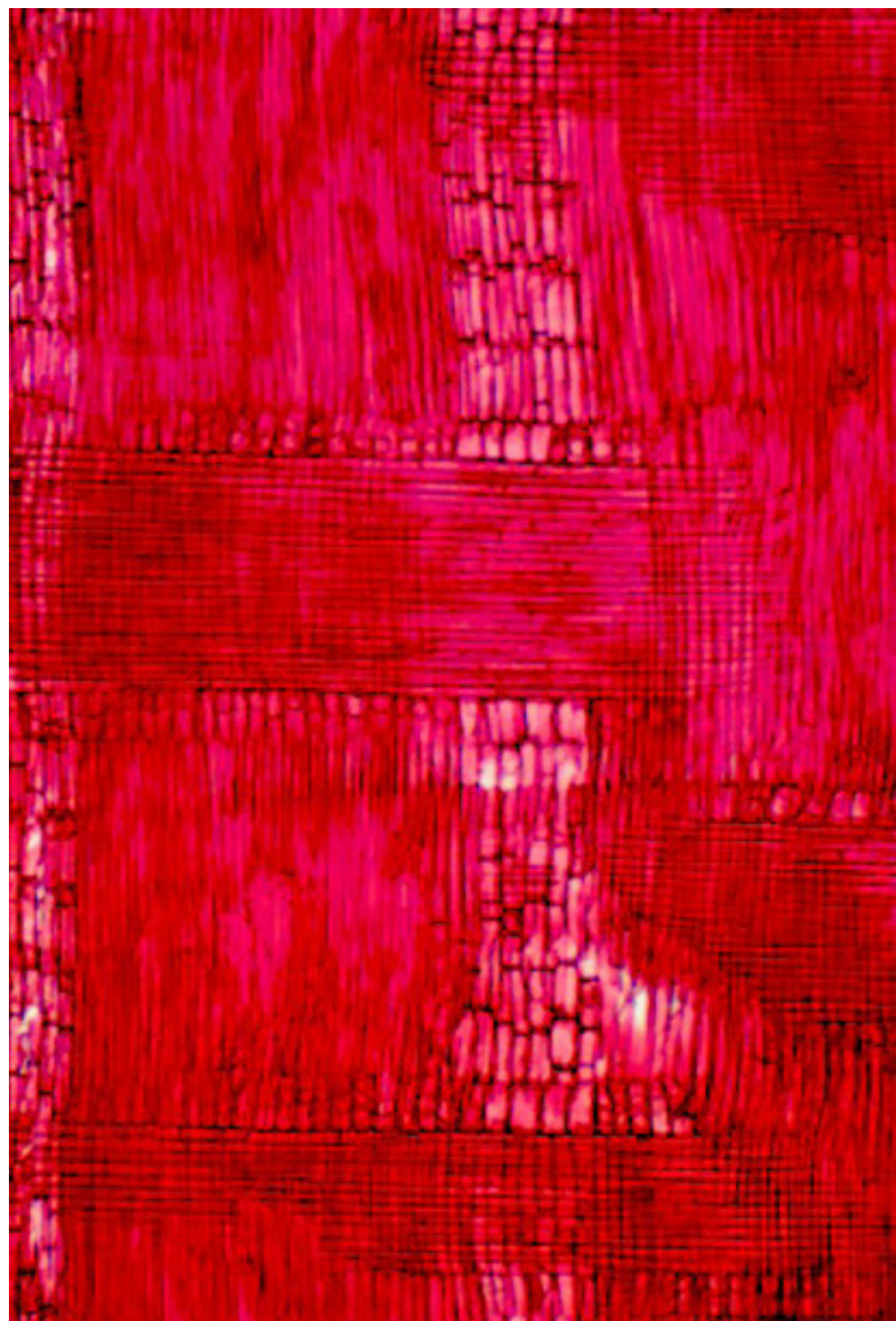
Madeira de Kambala (*Milicia* sp.) em secção radial, vista ao microscópio ótico.

São evidentes os dois sistemas de células que constituem o xilema secundário, tecido que comumente conhecemos com madeira e que desempenha fundamentalmente funções estruturais e de condução de água no corpo das plantas. Integrando o sistema axial observam-se fibras e colunas mais claras de parênquima xilémico longitudinal. Em disposição cruzada sobressaem os elementos do sistema radial - os raios ou parênquima xilémico radial. Estes raios são do tipo heterocelular porquanto é possível observar células procumbentes (deitadas) no corpo dos raios, e células eretas e/ou quadradas nas suas margens.

Coloração com Safranina.

José Pissarra

Ciências/Universidade do Porto



Casa das Ciências Prémios



2019

A Casa das Ciências premeia os melhores recursos educativos e imagens submetidos ao portal durante o ano de 2018 e distingue o Professor do Ano.

Junte-se a nós no dia 19 de dezembro, pelas 14h15, na UPTEC, Porto. Na cerimónia de entrega dos **Prémios Casa das Ciências**, conheceremos também o Professor do Ano.

Conheça os candidatos em **casadasciencias.org**.