

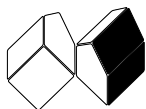
JUNHO 2019

V7/02

REVISTA DE CIÊNCIA ELEMENTAR. CASA DAS CIÊNCIAS



REVISTA DE CIÊNCIA ELEMENTAR



FICHA TÉCNICA

Rev. Ciência Elem., V7(02)

**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

PAGINAÇÃO

Pedro Freitas

IMPRESSÃO E ACABAMENTO

Uniarte Gráfica S.A.

TIRAGEM

3700 exemplares

IMAGEM NA CAPA

Guilherme Martins

Praia do Telheiro

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)

EDITOR CONVIDADO

Paulo Fonseca (UNIVERSIDADE DE LISBOA)

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

Pedro Freitas

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

JUNHO 2019

V7/02

ÍNDICE

- | | | | |
|----|---|----|---|
| 02 | AGENDA | 25 | Mobilidade Partilhada
Carlos Teixeira |
| 03 | NOTÍCIAS | | |
| | EDITORIAL | 28 | Transição e independência
energética
Ricardo Pereira |
| 05 | Modas em Ciências?
...hum...má ideia!
Paulo Fonseca | 31 | A Paisagem
Nuno Pimentel |
| | ARTIGOS | 34 | Um parasita pouco conhecido
Fernanda Rosa |
| 07 | O mundo colorido das
antocianinas
Victor Freitas | 37 | Reativação tectónica
João C. Duarte |
| 10 | Números de Fibonacci
João Nuno Tavares, Ângela Geraldo | | NOTÍCIAS EDUCATIVAS |
| 12 | Impacto do ruído de barcos em
peixes
Paulo J. Fonseca, M. Clara P. Amorim | 40 | 'Story Maps' e Geologia
Helder I. Chaminé, Liliana Freitas,
Maria José Afonso |
| 15 | Introdução à Termodinâmica
Eduardo Lage | | PROJETO DE SUCESSO |
| 19 | O que é um perfil de solo?
Madalena Fonseca | 44 | Aprendizagens STEAM
Hélder Pereira, Júlio Ribeiro |
| 22 | A Interferometria de Base
Muito Longa (VLBI)
Virgílio B. Mendes | | IMAGEM EM DESTAQUE |
| | | 48 | Dominó
Paulo Fonseca, Helena Moita de Deus |

05/09
e 06/09⁽²⁰¹⁹⁾

7º Encontro de Professores de Física e Química

Pretende-se, uma vez mais, aproveitar esta ocasião para discutir alguns temas associados aos programas das disciplinas de Física e Química, realizando duas sessões plenárias, diversas oficinas de trabalho e uma visita de estudo. As oficinas de trabalho incidirão sobre um conjunto de temas distintos e, muitas das quais interdisciplinares, de forma a permitir aos participantes a escolha das que melhor se adequam às suas necessidades formativas. Nelas, os participantes contactarão, de forma prática e interativa, com diversas áreas, contribuindo para aprofundar o seu domínio nessas matérias.

UNIVERSIDADE DE ÉVORA, COLÉGIO LUIS ANTÓNIO VERNEY

[HTTPS://EVENTOS.SPF.PT/7ENPFQ/PT/](https://eventos.spf.pt/7ENPFQ/PT/)



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.

UNIVERSIDADE DE COIMBRA, ESCOLA SECUNDÁRIA AVELAR BROTERO

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



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.

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.

PORTO

Portugal antes do aparecimento de uns “novos Andes”



<https://www.natgeo.pt/ciencia/2019/05/placa-tectonica-ao-largo-de-portugal-pode-estar-em-rutura>

Já nos anos 80 do século passado o Prof. António Ribeiro tinha postulado que uma nova zona de subducção se tinha iniciado sob o território de Portugal Continental. Baseava a sua hipótese essencialmente em algumas evidências encontradas por si e pelo colega João Cabral na falha do Pônsul. Hoje com muitos mais dados e com uma equipa multidisciplinar, João Moedas Duarte e um grupo de Investigação do IDL da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa creem ter encontrado a justificação para sismos de grande magnitude ao largo e no território de Portugal Continental – o início de uma zona de subducção em que a crosta oceânica do Atlântico inicia a sua descida sob o bordo Ocidental da Placa Continental Euro-Asiática. Estas notícias têm recentemente vindo a ser abordadas em órgãos de comunicação social – rádios e televisão – e foram de igual modo notícia na prestigiada revista *National Geographic*. Estes factos levam a que se acredite

estarmos em presença de uma zona suscetível de gerar sismos muito violentos, alguns dos quais geradores de tsunamis, como o que ocorreu a 1 de novembro de 1755.

Parece um donuts, mas não é

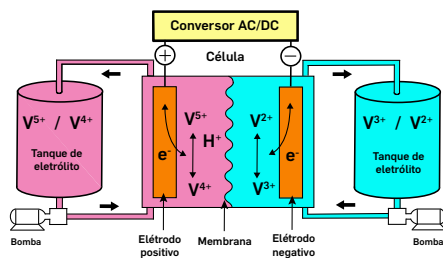


<https://revistagalileu.globo.com/Ciencia/Espaco/noticia/2019/04/foto-de-um-buraco-negro-e-revelada-pela-primeira-vez-na-historia.html>

Como refere a revista *National Geographic*, uma rede internacional de investigadores, engenheiros e astrónomos esteve de plantão durante pelo menos cinco noites consecutivas - entre eles o Astrónomo Vincent Fish do MIT, esteve mesmo 24 horas apenas dormindo pequenos períodos de tempo e com todos os alarmes prontos a soar - até que se conseguisse fotografar um Buraco Negro. A primeira imagem de sempre do famoso buraco gravitacional conhecido como buraco negro foi festivamente comemorada ao som de “Bohemian Rhapsody” dos Queen, e com a abertura de uma garrafa de *whisky* de 50 anos. Apresentada em 1915, a teoria revolucionária de Einstein diz que a matéria deforma ou curva a geometria do espaço-tempo, e a gravidade é a forma de nos percebermos essa distorção. A existência de bu-

racos negros extremamente massivos foi uma das primeiras previsões da teoria de Einstein. E, na prática, para que nos são úteis os buracos Negros? Uma técnica de base espacial o VLBI (*Very-long-baseline interferometry*) permite-nos, com o auxílio de Radiotelescópios apontados precisamente para buracos negros, determinar com uma altíssima precisão a movimentações entre placas tectónicas. Esta é uma das aplicações práticas mais úteis por exemplo em Tectónica.

Pilhas de fluxo: sustentabilidade e armazenamento de energia



Adaptado de *Vanadium Redox-Flow Battery* de Sumitomo Electric Industries

O custo da eletricidade obtida através de fontes renováveis como o sol e o vento tem vindo a tornar-se competitivo em relação ao uso de combustíveis fósseis. Todavia a utilização generalizada das fontes renováveis precisa de ultrapassar a sua intermitência com a utilização de sistemas de

armazenamento de energia a custo competitivo e sustentáveis.

Entre as várias tecnologias de armazenamento em utilização ou desenvolvimento estão as baterias redox de fluxo (RFB-Redox Flow Batteries), em que a energia é armazenada sob a forma química nos eletrólitos. Uma célula de fluxo ou bateria redox é uma célula eletrolítica em que os eletrólitos são bombeados através dos compartimentos do ânodo e do cátodo a partir de tanques de armazenamento. Os dois eletrólitos são separados por uma membrana semipermeável.

A bateria de fluxo mais corrente utiliza Vanádio (ver figura) mas a sua utilização em grande escala está condicionada pelo custo dos eletrólitos e por razões de sustentabilidade. As antraquinonas têm sido objeto de grande atenção com vista a serem utilizadas em RFBs por razões de sustentabilidade e de terem uma cinética redox rápida, mas a sua utilização está condicionada à estabilidade das antraquinonas.

Um artigo recente [*Journal of the American Chemical Society*, 2019; DOI: 10.1021/jacs.8b13295], vem renovar as expectativas de viabilidade do uso das antraquinonas em baterias para armazenamento de energia. No estudo reportado, identifica-se o mecanismo de degradação homogénea da antraquinona responsável pela rápida perda de capacidade da bateria (formação de antrona e sua dimerização) e são propostas condições que permitem atenuar bastante o processo de degradação.

Modas em Ciências? ...hum...má ideia!

A inquietação e o sobressalto do pensamento são dois dos pontos base de quem se dedica ao Ensino e à Investigação. Com uma maior ou menor intensidade quanto à consciência (e cada qual tem a sua, e é das poucas coisas que nunca vai ser padronizada!), não há volta a dar..., periodicamente dou comigo a pensar no assunto que vos trago neste Editorial: "até que ponto as novas descobertas e evoluções no conhecimento – a tal Crista da Onda! – podem e/ou devem ser divulgadas nos meios como o ensino não formal, os museus e centros ciência viva ou mesmo o ensino formal, enquanto estão a ser testados, estudados, divulgados nas universidades e nos centros de investigação?"

Há pouco tempo fui chamado a manifestar-me sobre estes assuntos numa tese de doutoramento que versava, precisamente, este tema. Como é natural, não há consenso! Os vários colegas presentes mostraram visões muito distintas. No entanto alguns tópicos enumerados e postulados por um dos colegas que participava nessas provas que são a meu ver muito importantes: **Bom Senso e Atitude**. Isto porque todos concordámos que muito do sucesso e insucesso destas apresentações muitas vezes "bombásticas" estão fortemente dependentes de "quem" as transmite. Deverá ser uma pessoa com fortes conhecimentos nos assuntos versados, com "bagagem" para mostrar que a Ciência não é imutável e evolui todos os dias, que consiga interligar assuntos de um modo holístico, e finalmente que tenha capacidade de pedagogicamente levar os assuntos versados a bom porto... deixando o bichinho do "e se não é assim?" nos seus ouvintes.

Em minha opinião, e até ao momento, o Bom Senso e a Atitude têm estado presentes na Casa das Ciências. Quer nos nossos encontros, que fazemos periodicamente, quer na nossa revista, no meu modesto entender, o balanço tem sido equilibrado. Mas este equilíbrio muito precário e vulnerável pode ser quebrado a qualquer instante... Basta que apareça a tentação de irmos um bocadinho mais longe e lá se perde o Bom Senso e a Atitude. Mesmo para os colegas dos ensinos básico e secundário este ponto deve ser mantido e considerado como MUITO IMPORTANTE que deve estar sempre presente no espírito de quem contribui para a Casa. Sempre fui muito crítico em relação ao nosso tipo de ensino, e falo principalmente da Geologia. Os assuntos tratados ao longo dos ensinos básico e secundário são uma espiral em passo curto...assim, desde o básico até ao final

do secundário e ao primeiro ano da faculdade, alguns assuntos ligados aos Produtos e Processos Geológicos são ensinados com pequenas alterações e incrementos na complexidade. Esta metodologia provoca nos alunos do 1º ano das licenciaturas em Geologia um sentimento de “oh não...outra vez!?” que os desmotiva bastante.

Esta minha reflexão não tem uma solução imediata, nem era esse o propósito destas linhas. Quero apenas expressar que deveremos todos, na minha modesta opinião, os intervenientes desta aventura da Casa, refrear moderadamente os ímpetos de publicar, referir e propagar assuntos que mesmo entre os especialistas não estão “cimentados” e alicerçados em estudos já testados e creditados, com referências estatisticamente bem ponderadas e principalmente já bem compreendidas por alguém... A fugaz moda ou “tendência de moda” em Ciências pode ser perigosa e contraproducente. Dou para finalizar um exemplo. Não considero que as séries temporais e estatísticas utilizadas hoje em dia (desde o início da Revolução Industrial até à Atualidade) para qualquer dos estudos de tendência climáticos, geológicos e atmosféricos, tenham alguma credibilidade ao nível dos acontecimentos que se fazem sentir no nosso planeta... os aquecimentos globais, etc.. Estes fenómenos fazem-se sentir ao nível do planeta há muitos MILHÕES de anos... basta ter um pouco de conhecimento ao nível dos Ciclos de Carbono e à produção de calcários desde o Paleozoico até à Atualidade... a única grande diferença é que neste “terceiro calhau a contar do Sol”, agora vive um bicho – o Homo “por vezes pouco” sapiens.

Paulo Fonseca

Editor convidado

O mundo colorido das antocianinas

Victor Freitas

REQUIMTE/ LAQV/ DQB/ Universidade do Porto

As antocianinas pertencem a uma classe de compostos naturais conhecidos como flavonoides e constituem o maior grupo de pigmentos hidrossolúveis existentes no reino vegetal estando presentes nos tecidos de plantas superiores, desde folhas, caules, raízes, flores e frutos. São responsáveis por muitas cores naturais atraentes, desde o escarlate ao azul. A cor que estes pigmentos exibem nas plantas depende de vários fatores tais como o pH, a presença de metais pesados e outros compostos incolores que atuam como copigmentos.

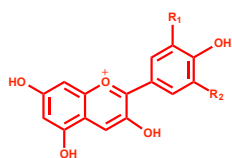
As antocianinas apresentam diversas funções nas plantas, nomeadamente reprodutiva, por atração de insetos envolvidos na polinização, antioxidante, de fotoproteção, de defesa contra certos tipos de agressores, entre muitas outras funções. Estes corantes naturais têm um enorme impacto sobre a cor de certos alimentos, o que é um parâmetro sensorial determinante na aceitabilidade desses alimentos pelo consumidor. Para além disso, após a sua ingestão, as antocianinas podem desempenhar funções biológicas importantes no nosso organismo, nomeadamente na prevenção de doenças neurodegenerativas e cardiovasculares, alguns tipos de cancro, diabetes, alergias, osteoporose, entre outras.

Em geral, a concentração de antocianinas na maioria das frutas e vegetais varia de 0,1 a 1% do peso. Durante o processamento dos alimentos, as antocianinas podem sofrer reações de degradação por efeito da temperatura, variações do pH, efeito da luz, presença de oxigénio e por reação com outras espécies presentes na matriz. Estas reações levam a alteração da cor dos alimentos e das suas propriedades biológicas.

A química das antocianinas

Estruturalmente, as antocianinas são glicósidos de antocianidinas (aglicona, estrutura química dos compostos resultantes da substituição de um ou vários grupos de açúcares por hidrogénios) e pertencem ao grupo dos flavonoides por apresentarem um esqueleto

base constituído por 15 carbonos (C15) distribuídos por vários anéis condensados formando uma estrutura do tipo C6-C3-C6 (FIGURA 1). Na natureza, as seis antocianinas (agliconas) mais comuns diferem entre si pelo grau de hidroxilação e metoxilação dos seus anéis. As antocianinas encontram-se na natureza na forma glicosilada em uma ou mais posições por diferentes tipos de açúcares (glucose, rarnose, xilose, galactose, etc.).



Pelargonidin: $R_1 = H, R_2 = H$
 Malvidin: $R_1 = OMe, R_2 = OMe$
 Petunidin: $R_1 = OH, R_2 = OMe$
 Peonidin: $R_1 = OMe, R_2 = H$
 Delphinidin: $R_1 = OH, R_2 = OH$
 Cyanidin: $R_1 = OH, R_2 = H$

FIGURA 1. Estrutura química das seis principais antocianinas (na forma de catião flavílio).

Apesar da sua já complexa química em termos estruturais, o grau de complexidade dessas estruturas em solução aquosa aumenta porque elas estão presentes em diferentes formas de equilíbrio dependendo do pH (FIGURA 2).

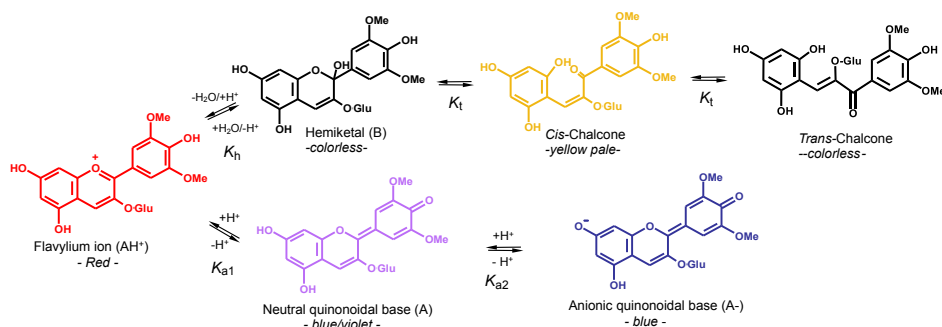


FIGURA 2. Equilíbrio das antocianinas em função de diferentes valores de pH.

De facto, as antocianinas têm a particularidade de apresentar várias estruturas em solução cujo equilíbrio depende do pH do meio. Muito resumidamente, em meio ácido ($pH < 3$) estão presentes sobretudo na sua forma vermelha (catião flavílio ou catião 2-fenilbenzopirílio), a pH ligeiramente ácido e perto na neutralidade estão presentes principalmente na forma incolor (hemiacetal) e para pH neutros ou superiores (meios alcalinos) surgem as formas púrpura e azuis (bases quinoidais). Em conclusão, a absorção de antocianinas no espectro do visível é altamente afetada pelo pH dando origem a uma panóplia de cores muito alargada desde o amarelo ao azul, passando pelo vermelho e violeta e explica, em parte, a grande diversidade de cores que podemos observar na natureza.

Como justificar a cor vermelha e azul das plantas?

Como verificámos anteriormente, as cores vermelha e azul das antocianinas só são predominantes em condições de pH muito ácido (<3) e neutro/alcalino (>7), respetivamente. No entanto, os valores de pH a nível celular ou nos alimentos mais comuns situam-se na gama de valores de 3,5 a 7,0, pouco propícios à estabilidade das formas coradas (flavílio e quinoidais). No entanto, as plantas estão munidas de ferramentas que lhe permitem estabilizar as formas coradas das antocianinas segundo um fenómeno de estabilização da cor denominado de “copigmentação”. Este fenómeno decorre da interação das espécies químicas coradas das antocianinas entre si (auto-associação) ou com outros compostos incolores denominados de copigmentos (e.g. flavanóis, flavonas, metais, ácidos fenólicos e derivados) formando complexos antocianina-copigmento que são corados.

Trata-se de complexos de transferência de carga resultantes das interações hidrofóbicas $\pi - \pi$ entre os anéis aromáticos de ambas as espécies também estabilizados por ligações de hidrogénio. Estes complexos levam à proteção da forma do flavílio (cor vermelha), impedindo a formação da espécie hemiacetal, estabilizando a cor vermelha (hipercromismo), ou então à estabilização das formas aniónicas de cor azul (batocromismo).

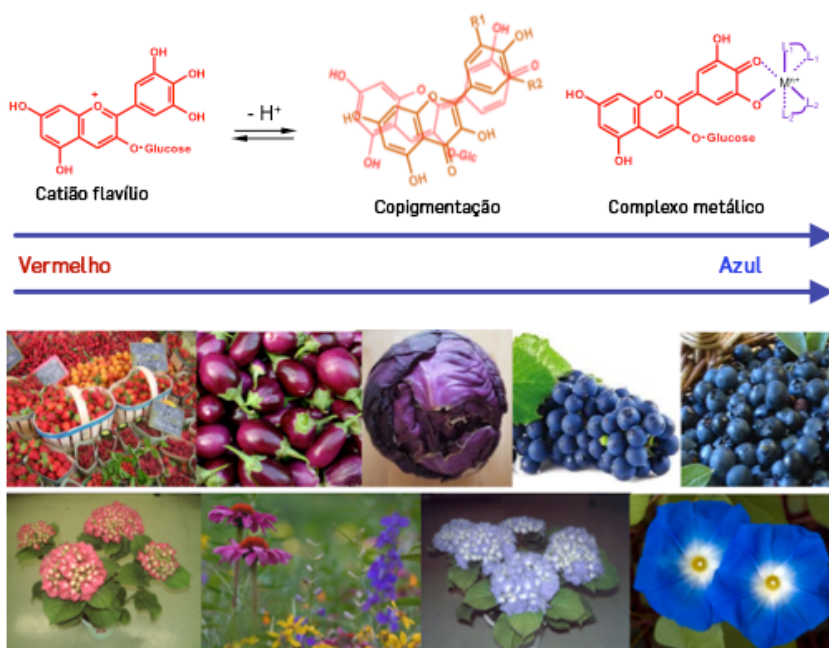


FIGURA 3. Esquema elucidativo do efeito da copigmentação na cor de plantas.

Alguns estudos sobre a estabilidade de cor em plantas, sugerem que as cores azuis resultam da complexação entre antocianinas e alguns metais como Al, Fe, Mg, Cu e Sn, formando metaloantocianinas (FIGURA 3).

Números de Fibonacci

João Nuno Tavares, Ângela Geraldo

CMUP/ Universidade do Porto

Os números de Fibonacci são números inteiros definidos pela fórmula de recorrência seguinte:

$$F(0) = 1, F(1) = 1, F(n + 2) = F(n + 1) + F(n), \quad \forall n = 2, 3, \dots$$

A partir do terceiro, cada número é pois igual à soma dos dois imediatamente anteriores. É interessante notar que a sucessão $\frac{F(n)}{F(n-1)}$ converge para um limite Φ que é o chamado número de ouro.

Foram criados pelo matemático italiano Fibonacci como um modelo simplificado do crescimento de uma população de coelhos.

Neste modelo:

$$F(n) = \text{número total de pares de coelhos no ano } n$$

O processo inicia-se no ano $n = 0$ com um único par de coelhos jovens. Ao fim de cada ano, cada par dá origem a um novo par de descendentes. No entanto, cada par necessita de um ano para procriar o seu par de descendentes.

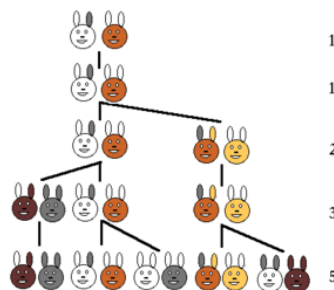


FIGURA 1. Números de Fibonacci.

Fórmula de Binet

É possível mostrar a seguinte fórmula, chamada fórmula de Binet

$$F(n) = \frac{1}{\sqrt{5}} \left(\left(\frac{1+\sqrt{5}}{2} \right)^n - \left(\frac{1-\sqrt{5}}{2} \right)^n \right)$$

Algoritmos em Python

Apresentamos em seguida dois procedimentos em *Python* para a obtenção de qualquer número da sequência de números de Fibonacci, um deles um algoritmo recursivo e o outro um algoritmo iterativo.

Algoritmo recursivo para números de Fibonacci

```
>>> def fibonacci(n):
...     if n<2:
...         return n
...     else:
...         return fibonacci(n-1) + fibonacci(n-2)
```

Algoritmo iterativo para números de Fibonacci

```
>>> def fibonacci(n):
...     a,b = 0,1
...     for i in range(n):
...         a,b = b,a+b
...     return a
```

Depois de uma das funções anteriores estar definida, quer seja a recursiva ou a iterativa, para obtermos, por exemplo, $F(8)$ basta usarmos a instrução `fibonacci(8)`.

No caso de querermos obter uma lista dos números de Fibonacci, e não só números isolados, podemos utilizar o procedimento abaixo descrito (em que o argumento da função `range` representa o número de números da sequência que queremos obter). No exemplo abaixo obtemos os dez primeiros números de *Fibonacci*.

```
>>> for x in range(10):
...     fibonacci(x)
...
0
1
1
2
3
5
8
13
21
34
```

Impacto do ruído de barcos em peixes

Paulo J. Fonseca⁺, M. Clara P. Amorim[†]

⁺DBA/ cE3c/ Universidade de Lisboa

[†]MARE/ ISPA - Instituto Universitário/ DBA/ Universidade de Lisboa

Alterações significativas do ambiente em que os animais vivem, e para o qual se adaptaram por seleção natural ao longo do processo evolutivo, têm frequentemente impacto ao nível da fisiologia e do comportamento das espécies. Estas modificações do ambiente podem ser provocadas pela atividade humana (poluição antropogénica), através de descargas de efluentes nas águas ou emissão de gases para a atmosfera, ou por processos naturais, como a introdução nos ecossistemas de materiais associados a vulcanismo.

Enquanto os efeitos de poluição provocada por produtos químicos tóxicos são imediatamente reconhecidos pelo impacto agudo que causam nas espécies, outras alterações ao ambiente causam alterações mais subtis nos organismos e, por isso, passam mais facilmente despercebidas. Os efeitos nos organismos vivos causados pelo ruído gerado pela atividade humana, hoje considerada uma forma de poluição global legislada por leis nacionais e internacionais, enquadram-se nesta última categoria. Na realidade, a exposição prolongada a ruído pode causar alterações consideráveis nos animais, incluindo na espécie humana. Estas alterações podem ser fisiológicas, devidas a modificações nas hormonas responsáveis pelas reações dos animais ao meio, como seja o cortisol, conhecido como a hormona do stress, e à adrenalina. O ruído pode também provocar alterações comportamentais, por exemplo, dificultando a comunicação acústica entre animais. Ao mascarar sinais acústicos utilizados por muitas espécies para comunicarem entre si, o ruído pode dificultar a localização de parceiros sexuais e, dessa forma, interferir na reprodução, ou dificultar a deteção de

ruídos provocados durante a aproximação de predadores, tornando a presa mais vulnerável.

Enquanto é fácil nos apercebermos dos efeitos nocivos do som em meio aéreo, por exemplo, ruídos gerados por maquinaria numa fábrica, por tráfego automóvel intenso ou por música excessivamente alta durante a noite, é muito menos evidente para nós o impacto que o ruído que geramos pode ter em animais aquáticos, como por exemplo, os peixes ou os cetáceos. Com efeito, muitas espécies de peixes comunicam entre si através de sons.

A nossa investigação sobre comunicação acústica no xaroco (*Halobatrachus didactylus*) mostrou que os machos produzem sons de elevada amplitude (FIGURA 1A) que atraem fêmeas recetivas para depositarem os seus ovos nos ninhos dos machos. Os sons dos machos para atração sexual e provavelmente marcação de território, conhecidos como sirenes (FIGURA 1A), podem ser ouvidos por uma fêmea a cerca de 10-14 m (com uma altura de água de 2 m). Contudo, quando adicionamos ruído de barcos, simulando a passagem de barcos de passageiros a cerca de 50 m ou de outros barcos com motor fora-de-bordo a distâncias menores, a distância de deteção do som do macho pela fêmea reduz-se para pouco mais de metade ou mesmo 1/3. Para além de dificultar a formação de pares sexuais, resultados preliminares apontam para alterações fisiológicas nos embriões sujeitos a ruído de barcos e um aumento de mortalidade.

No caso da corvina (*Argyrosomus regius*), os peixes produzem sons (FIGURA 1B) em cardumes, formando coros durante o período reprodutor e que são provavelmente importantes na sincronização da emissão de gâmetas pelos dois sexos. Neste caso, o som da passagem dos barcos parece dificultar menos a deteção pelos peixes dos sons da sua espécie utilizados nos coros ("long grunts", FIGURA 1B). Contudo, o impacto da passagem de barcos de passageiros é assinalado por uma redução na intensidade dos coros, que poderá ser devida quer a um menor número de peixes a emitir sons quer a uma deslocação do cardume para mais longe dos hidrofones (*i.e.* microfones subaquáticos) que se encontram fixos ao fundo. A razão da redução da amplitude do som ainda está por esclarecer, mas esta observação mostra a existência clara de uma perturbação no comportamento das corvinas.

Noutras espécies ainda, como nalguns dos pequenos góbios de areia que encontramos nas nossas praias (a espécie estudada foi o góbio pintado, *Pomatoschistus pictus*), os machos cortejam as fêmeas utilizando uma "dança" composta por movimentos rápidos e outras exhibições acompanhados com sons (FIGURA 1C) para atraírem a fêmea ao seu ninho para aí colocarem os seus ovos. Nesta espécie de góbios, o som produzido pelos machos durante a corte parece ser um elemento fundamental na decisão da fêmea na escolha de parceiro sexual. Com efeito, quando o ruído ambiente é baixo, as fêmeas reproduzem-se maioritariamente com machos que produzem muitos sons conhecidos como "drums" (FIGURA 1C). Contudo, quando o ruído é artificialmente aumentado, a probabilidade de machos que produzem poucos "drums" se reproduzirem aumenta, o que mostra uma alteração no processo de seleção sexual de parceiro por parte das fêmeas.

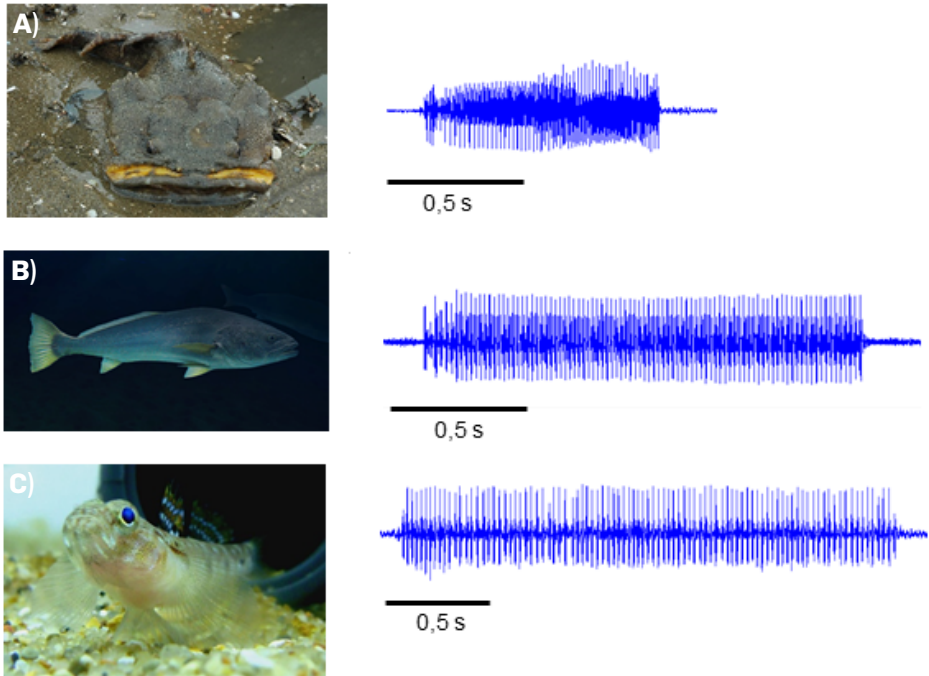


FIGURA 1. Exemplos de peixes vocais e oscilogramas dos seus sons de corte/reprodução. A) xarroco (sirene). B) corvina ('long grunt'). C) Góbio pintado ('drum').

Devemos, pois, estar atentos aos possíveis impactos que as nossas atividades possam causar no meio natural, mesmo aos mais subtis e difíceis de avaliar, como é o impacto do ruído antropogénico no meio aquático.

Agradecimentos

O estudo do impacto do ruído no xarroco e na corvina estão a ser financiados pela Fundação para a Ciência e a Tecnologia, Portugal (projeto PTDC/BIA-BMA/30517/2017 e PTDC/BIA-BMA/29662/2017).

Introdução à Termodinâmica

Eduardo Lage
Universidade do Porto

A Termodinâmica, a ciência do calor, é um dos mais importantes e mais antigos domínios da Física. Surgiu, inicialmente, da necessidade de estudar os rendimentos de máquinas térmicas, mas rapidamente se tornou num utensílio fundamental para estudar qualquer sistema. Assenta em dois princípios - conservação da energia e o crescimento da entropia em sistemas isolados - com os quais se torna possível definir, com precisão, a temperatura absoluta e outras grandezas termodinâmicas. A fundamentação microscópica da Termodinâmica reside na Física Estatística que, aqui, só será considerada pontualmente.

A aprendizagem da termodinâmica é, habitualmente, áspera, caíndo rapidamente, numa profusão de derivadas e diferenciais, umas exatas e outras não, mais parecendo um capítulo de análise matemática do que de um importante ramo da Física, tão importante que sobreviveu incólume aos terramotos relativista e quântico que marcaram o século passado. Contudo, as suas raízes históricas não podiam ser mais utilitárias, centradas no estudo das trocas de calor em máquinas térmicas, no início da revolução industrial. É justo lembrar aqui as contribuições de Sadi Carnot e os seus ciclos térmicos (1824) e, em meados do séc. XIX, Rudolf Clausius, o criador do conceito de entropia e da 2ª lei da Termodinâmica, bem como William Thomson (Lord Kelvin), que formulou a 1ª lei, e Josiah W. Gibbs, que estendeu (1875) aqueles conceitos aos sistemas abertos e à Química. A interpretação estatística da Termodinâmica que, aqui, só será referida de passagem, iniciar-se-á, ainda naquele século, com as contribuições de J. C. Maxwell, L. Boltzmann e do próprio Gibbs.

A Termodinâmica considera sistemas macroscópicos formados por grande número de partículas (da ordem do número de Avogadro). Essas partículas podem interagir entre si, bem como estar submetidas a forças externas, tais como tensões mecânicas (e.g. a pressão), o peso ou forças eletromagnéticas. É da experiência comum que, se nenhuma força externa variar no tempo, qualquer sistema está em equilíbrio ou evolui para um estado de

equilíbrio termodinâmico. Um tal estado caracteriza-se pela ausência de fluxos no seio do sistema, *i.e.*, não há transporte macroscópico de matéria ou energia no equilíbrio. A Termodinâmica Clássica não trata da evolução para equilíbrio: aceita-o e dele obtém relações entre grandezas mensuráveis sem fazer qualquer apelo à constituição atômica do sistema. É esta a base da sua universalidade, mas, também, dos seus raciocínios mais abstratos. É, também, da experiência comum que se dois sistemas estão em equilíbrio com um terceiro, então também estão em equilíbrio entre si, afirmação conhecida por Princípio Zero da Termodinâmica. Deverá, portanto, haver uma propriedade comum a esses corpos em equilíbrio térmico: essa propriedade é a temperatura e aquele princípio fundamenta toda a termometria, um importante capítulo da Termodinâmica, mas que aqui não será desenvolvido.

<u>École Polytechnique</u>	<u>Glasgow school</u>	<u>Berlin school</u>	<u>Edinburgh school</u>
			
<u>Sadi Carnot</u> (1796-1832)	<u>William Thomson</u> (1824-1907)	<u>Rudolf Clausius</u> (1822-1888)	<u>James Maxwell</u> (1831-1879)
<u>Vienna school</u>	<u>Gibbsian school</u>	<u>Dresden school</u>	<u>Dutch school</u>
			
<u>Ludwig Boltzmann</u> (1844-1906)	<u>Willard Gibbs</u> (1839-1903)	<u>Gustav Zeuner</u> (1828-1907)	<u>Johannes der Waals</u> (1837-1923)

Regressemos ao sistema submetido a forças externas independentes do tempo. Diremos que tal sistema está isolado e a ele atribuiremos um volume V , um número de partículas N e uma energia interna U que se manterá constante no tempo. A nível microscópico, esta energia interna tem várias contribuições: as energias cinéticas das partículas, as energias de interação entre as partículas e as energias de interação com os campos de força estáticos, como assumido. Mas esta interpretação microscópica não interessa à Termodinâmica: a energia interna de um sistema isolado permanece constante, mesmo quando o sistema

evolui para equilíbrio. Temos, assim, que a descrição macroscópica de um sistema isolado se reduz às variáveis U, V, N .

Um dos processos para alterar a energia interna consiste em alterar as grandezas que, no sistema isolado, se mantinham constantes. Esta alteração implica a realização de trabalho sobre o sistema; o exemplo mais comum é:

a) alteração do volume:

$$\delta W = -p dV \quad (1)$$

onde p é a pressão (uniforme) aplicada;

Tem-se, assim:

$$dU = \delta W$$

Mas existe uma outra maneira de variar a energia interna, mesmo quando não há alterações de volume ou dos campos aplicados. Com efeito, imaginemos que o nosso sistema é posto em contacto com outro sistema. Se, antes do contacto, a energia interna de cada um dos sistemas era conhecida, após o contacto, apenas se mantém a soma daquelas energias, tendo, em geral, sido alteradas cada uma delas – houve troca de energia entre os sistemas e é a essa energia trocada que designamos por calor. A sua fundamentação microscópica assenta, precisamente, na energia mecânica das partículas que é modificada pelas colisões das partículas entre os dois sistemas. Com as contribuições do trabalho δW e do calor δQ recebido pelo nosso sistema, fica estabelecido o **1º Princípio da Termodinâmica**:

$$dU = \delta W + \delta Q \quad (2)$$

Quando o sistema evolui, seja pela realização de um trabalho finito, seja pela troca de uma quantidade finita de calor, passa de um estado de equilíbrio inicial para um novo estado de equilíbrio final. A Termodinâmica Clássica nada informa sobre o tempo que demora esta evolução apenas garante que os estados inicial e final são de equilíbrio e, portanto, quer um quer outro têm energias internas bem definidas, *i.e.*, a energia interna é uma função de estado. Se, em cada passo da evolução, o sistema se mantiver em equilíbrio, a evolução diz-se reversível porque podemos recuperar o estado inicial efetuando a evolução inversa, também passo a passo. Por exemplo, um aumento gradual de pressão fará diminuir gradualmente o volume, recuperando-se o volume inicial se a pressão for diminuída lentamente até ao valor inicial. Por contraste, imagine-se um aumento súbito de pressão, atingindo-se um novo volume no equilíbrio; se, agora, reduzirmos a pressão ao valor inicial, o estado final não é o estado de que partimos, um exemplo de uma transformação irrever-

sível. Contudo, podemos sempre realizar, ou imaginar, uma transformação reversível que ligue um estado final obtido irreversivelmente de um estado inicial. Esta observação, que é um teorema de que não se fará a demonstração, é importante porque a transformação reversível permite determinar grandezas que só dependem do estado de equilíbrio, *i.e.*, variáveis de estado, como é, por exemplo, o caso da energia interna. Mas então, dirá o leitor, o que distingue uma transformação irreversível de outra, reversível, quando, afinal, os mesmos dois estados de equilíbrio podem ser realizados? É aqui que entra o fundamental conceito de entropia (notada por S) e o **2º Princípio da Termodinâmica**. Este tem várias formulações equivalentes das quais a mais universal será, talvez, a apresentada por Planck: num sistema isolado, qualquer evolução espontânea que nele ocorra conduz a um aumento de entropia. Há várias observações a fazer:

1ª A entropia é uma função de estado, sendo, pois, definida para estados de equilíbrio: $S(U, V, N)$ e, no caso geral, também dos campos aplicados mas que serão doravante ignorados para simplificar a exposição.

2ª Como, num sistema isolado, a energia interna, volume e número de partículas permanecem constantes, o aumento de entropia tem de ser atribuído ao levantamento de restrições impostas ao sistema, como se verá no exemplo abaixo.

3ª O aumento de entropia, num sistema isolado, está intimamente relacionado com a identificação de um processo irreversível. Com efeito, se um processo levar o sistema de um estado inicial a outro final, o consequente aumento de entropia inibe a passagem inversa do estado final ao inicial porque isso se traduziria por uma diminuição de entropia, proibida pela 2ª Lei, e, portanto, o processo considerado é irreversível.

4ª A entropia, tal como a energia interna, o volume ou o número de partículas, é uma grandeza extensiva, *i.e.*, para dois sistemas independentes ou em equilíbrio, uma grandeza é extensiva se, para o conjunto dos dois sistemas, for a soma dessa mesma grandeza definida para cada um dos sistemas. Assim, a razão, ou derivada, de uma grandeza extensiva em relação a outra grandeza extensiva é uma grandeza intensiva, independente do "tamanho" do sistema.

O que é um perfil de solo?

Madalena Fonseca

CEF/ ISA/ Universidade de Lisboa

A superfície da Terra é formada por diferentes tipos de rochas que estão sujeitas à meteorização (desagregação física e alteração química), que é a principal responsável pela formação de um manto de material não consolidado, o rególito. Pela ação de variados processos físicos, químicos e biológicos que vão acentuar a meteorização, formar novos minerais e adicionar materiais orgânicos à parte mais superficial do rególito, forma-se o solo – um corpo de características únicas que é parte integrante da paisagem e a base dos ecossistemas terrestres e suporte de toda a vida.

O solo é constituído, em diversas proporções, por partículas minerais de dimensões muito variadas e também por matéria orgânica resultante da transformação dos resíduos da vegetação que se instala desde o começo da meteorização da rocha. Estas frações minerais e orgânicas apresentam constituição e propriedades muito variadas e raramente ocorrem isoladas, antes interagindo entre si de modo a formar conjuntos de partículas designadas por agregados. Os espaços vazios existentes entre as partículas elementares ou agregadas constituem os chamados poros do solo, que são preenchidos por água e ar em proporções variáveis e são tão importantes para o funcionamento do solo quanto os respetivos constituintes sólidos.

As características do solo resultam da atuação dos chamados fatores de formação do solo (clima, rocha mãe, vegetação e outros organismos, incluindo os seres humanos, relevo e tempo), cuja influência relativa nos processos de formação do solo varia de local para local e determina a enormíssima variedade de solos existentes.

De um ponto de vista morfológico, os processos de formação do solo traduzem-se geralmente na diferenciação em profundidade de diversas camadas com características distintas, às quais se dá o nome de **horizontes** que, no seu conjunto, constituem o **perfil do solo**. Estes horizontes, que podem ser observados num corte vertical efetuado num solo (FIGURA 1), são camadas sensivelmente paralelas à superfície do terreno, separadas umas

das outras por limites mais ou menos evidentes, que se distinguem umas das outras através de características como a cor, a textura, a estrutura (agregação), a consistência e a densidade das raízes que nelas ocorre.

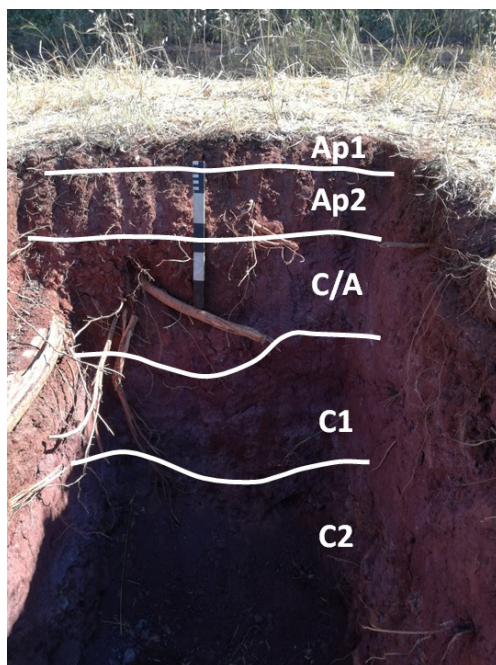


FIGURA 1. Perfil de solo na Tapada da Ajuda.

Sob os horizontes encontra-se geralmente, a partir de maior ou menor profundidade, material ainda não meteorizado que é a rocha mãe do solo, ou seja, a rocha a partir da qual se diferenciaram os horizontes sobrejacentes.

Para uma caracterização completa dos diferentes horizontes e para a sua identificação e designação, são necessários dados laboratoriais. É com base na identificação e caracterização dos horizontes presentes em cada perfil que o solo é classificado de acordo com critérios definidos nos diversos sistemas taxonómicos usados para o efeito.

A nomenclatura dos horizontes (e sub-horizontes) não é uniforme e tem variado ao longo do tempo. No entanto, a mais normalmente utilizada é chamada nomenclatura **ABC**. Neste sistema **A** é o horizonte mineral mais superficial, em geral enriquecido em matéria orgânica, **B** um horizonte sub-superficial resultante da alteração *in-situ* do material originário, da acumulação de materiais translocados de outros horizontes, ou da acumulação residual de constituintes não ou pouco móveis, e **C** o rególito (material rochoso alterado). Entre os horizontes e camadas principais distinguem-se ainda o horizonte **E**, um horizonte forte-

mente empobrecido em argila ou em compostos orgânicos, que foram translocados para um horizonte **B**, e as camadas **R**, que designam a rocha consolidada subjacente.

A observação direta no terreno de um perfil de solo, a análise das suas características e da forma como as mesmas afetam o uso desse mesmo solo, é o caminho mais adequado para ensinar estudantes ou outras pessoas interessadas no domínio da Ciência do Solo, ou Pedologia.

No entanto, para que tais observações se possam fazer no terreno, é necessária uma conjugação de fatores tais como a possibilidade de deslocação ao local de observação, ou as condições meteorológicas vigentes. Assim, na impossibilidade de o fazer, podemos, como alternativa, recorrer a um material didático, muito importante no ensino da Pedologia, designado por **monólito** de solo. Trata-se de um perfil de solo, idealmente típico e representativo de solos que ocorrem em determinada região, em tamanho natural, preparado de modo a não se fragmentar facilmente e a mostrar a morfologia natural do solo. Uma coleção de monólitos (pedoteca) é uma coleção de perfis dos solos mais representativos de uma região ou de um país (FIGURA 2).



FIGURA 2. Pedoteca – coleção de monólitos do Instituto Superior de Agronomia.

Para recolha de um perfil de solo utiliza-se um talude ou abre-se uma cova no terreno, com as dimensões pretendidas de forma a obter uma secção vertical que contenha todos os horizontes do solo desde a superfície até à rocha mãe. O perfil é retirado com ajuda de uma caixa de madeira ou metal, na qual o perfil é transportado para o laboratório. A preparação de um monólito de solo envolve numerosas operações, que incluem a sua colheita no terreno, o afeiçoamento e impregnação com resinas da superfície a exhibir. Estas operações são geralmente morosas e dispendiosas, mas resultam muito compensadoras pelo valor acrescido que fornecem no ensino da pedologia uma vez que um monólito permite o contacto visual direto com exemplares de solos colhidos na natureza.

A Interferometria de Base Muito Longa (VLBI)

Virgílio B. Mendes

IDL/ Universidade de Lisboa

Em 1929, na sua obra “A Origem dos Continentes e Oceanos” Alfred Wegener deixava um desafio à Geodesia, que permitiria provar a sua teoria da deriva continental: “Isto deve ser deixado para os geodestas. Não tenho dúvidas de que num futuro não muito distante teremos sucesso em fazer uma medição precisa da deriva da América do Norte em relação à Europa.” Foram necessárias várias décadas, mas essa deriva veio mesmo a ser verificada com base em medições efetuadas pela técnica da Geodesia Espacial denominada Interferometria de Base Muito Longa (VLBI – *Very Long Baseline Interferometry*).

Originalmente desenvolvida para obter informação de quasares, rapidamente se perceberam as suas potencialidades para as Ciências da Terra. As primeiras experiências com VLBI foram levadas a cabo no Canadá e nos EUA, em 1967, e as primeiras medições intercontinentais iniciaram-se um ano depois, entre o Observatório de Haystack, do Massachusetts Institute of Technology (MIT), nos EUA, e o Observatório de Onsala, na Suécia. Em 1986, são publicados os primeiros resultados que confirmavam a teoria de Wegener. Ao longo de mais de meio século de desenvolvimento, medições por VLBI têm proporcionado um conhecimento notável dos mais diversos fenómenos associados à Terra sólida.

A interferometria surge como um processo que permite contornar a limitação da resolução angular de um telescópio, que depende de dois fatores: o diâmetro do telescópio e o comprimento de onda do sinal que pretendemos observar. A observação de comprimentos de onda na banda rádio usados em radioastronomia necessitaria de telescópios com diâmetros de ordem quilométrica, o que constitui um impedimento físico. Com a interferometria, a resolução angular é indiretamente conseguida fazendo observações da mesma

fonte de radiação em duas antenas separadas por uma grande distância. Desta forma, a principal limitação à resolução angular é a distância entre as antenas e não o diâmetro de cada antena.

A VLBI é uma técnica geométrica, que consiste na medição da diferença de tempo que decorre entre a chegada de um sinal de rádio emitido por um quasar a duas antenas terrestres (FIGURA 1). Em cada sessão de observação, previamente programada, cada uma destas antenas regista de forma independente esse sinal. Um relógio atômico de grande exatidão (maser de hidrogénio) fornece uma frequência de referência precisa para os registos de cada radiotelescópio que são gravados em suporte magnético adequado. Dado que não existe uma ligação física entre os dois radiotelescópios, os registos das observações são posteriormente sujeitos a um processo de correlação. Este processo permite obter o atraso de tempo, a partir do qual se estimam vários parâmetros de interesse. As capacidades atuais da VLBI permitem determinar a posição relativa entre as antenas com incerteza de ordem milimétrica.

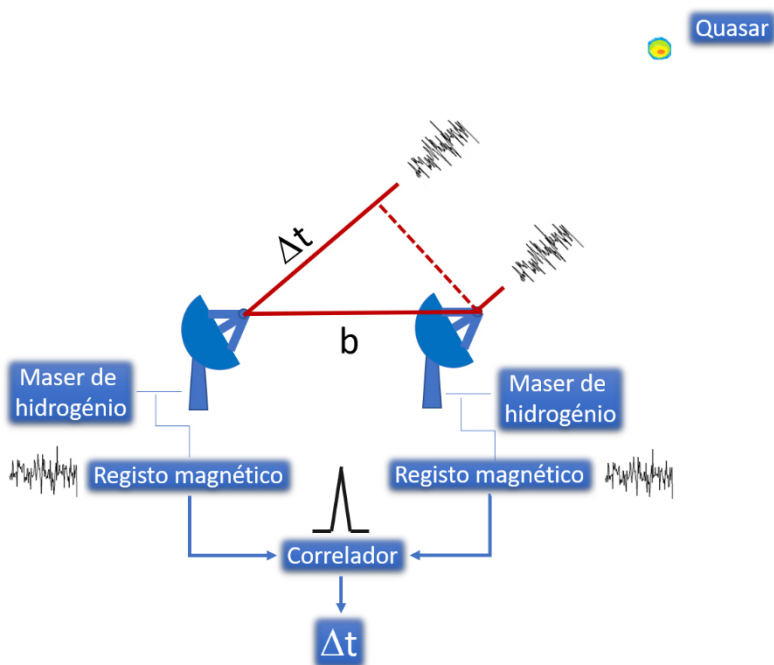


FIGURA 1. Esquema simplificado do princípio de funcionamento da interferometria de base muito longa.

A evolução da VLBI está intrinsecamente ligada à capacidade de registo do sinal de rádio. Nos primórdios da VLBI, uma simples sessão de observação (com duração de apenas alguns minutos!) obrigava à utilização de centenas ou milhares de suportes magnéticos, com taxas de aquisição limitadas a 720 kbps. Durante algumas décadas, o registo das ob-

servações era feito em fitas magnéticas. Os sistemas mais recentes permitem a gravação em discos rígidos, com taxas de aquisição e capacidades de armazenamento extremamente elevadas, permitindo o registo de longas sessões de observação.

A VLBI é uma técnica espacial com características únicas, uma vez que permite definir um referencial inercial e determinar a orientação da Terra nesse referencial, essencial para o estudo da precessão, nutação, movimento do pólo e variação da duração do dia. Por outro lado, uma vez que as antenas estão ligadas à Terra sólida, os deslocamentos relativos entre as antenas permitem o estudo dos mais diversos fenómenos geofísicos, como o movimento das placas tectónicas, a deformação regional ou a resposta elástica da Terra sólida. A VLBI constitui uma técnica essencial no estabelecimento de referenciais terrestres (posições das antenas) e celestes (posições dos quasares).



FIGURA 2. A estação VLBI RAEGE de Santa Maria, Açores. (cedida por José Afonso, CAAUL)

A principal desvantagem da VLBI está relacionada com os custos de operação e manutenção, que tem conduzido à desativação de antenas em países como o Canadá e os EUA. Por outro lado, há países em que se investe nesta tecnologia, como é o caso de Portugal e Espanha, com o desenvolvimento do projeto RAEGE (Rede Atlântica de Estações Geodinâmicas e Espaciais). Com estações localizadas em 3 placas tectónicas distintas (na FIGURA 2, a estação VLBI de Santa Maria, Açores), as observações daquelas estações permitirão, por exemplo, ter um melhor conhecimento da geodinâmica nesta região.

Mobilidade Partilhada

Carlos Teixeira
Universidade de Lisboa

O conceito de partilha de transporte individual privado foi desde sempre adotado de modo informal entre familiares, vizinhos e colegas de trabalho que combinam viagens nas suas viaturas privadas. Com a ajuda de plataformas informáticas, o conceito foi recentemente estendido a virtualmente qualquer viajante no planeta (FIGURA 1A). O novo conceito, designado de *carpooling*, “é um sistema de partilha de um veículo individual, de propriedade de um dos utentes, por mais do que um passageiro, para percorrer o mesmo percurso. Tem grande potencial de crescimento em grandes empresas, universidades e associações. Alguns países já implementaram faixas de tráfego exclusivo ou portagens mais económicas para automóveis que circulem com mais de dois passageiros, para diminuir o tráfego nas grandes cidades fomentando a utilização dos transportes coletivos e a partilha dos automóveis e consequentemente reduzindo os impactes ambientais”.

O uso de transportes públicos coletivos, desde que minimamente bem geridos, é, em termos energéticos e ambientais, mais eficiente que o transporte individual. Contudo, o transporte individual continua a ser indispensável nos trajetos mais curtos e/ou menos utilizados. O restante texto centra-se assim na discussão do transporte individual, com particular destaque nos centros urbanos - onde qualquer problema, ou solução, é sempre mais impactante.

Nos centros urbanos, existem atualmente diversas alternativas de transportes, simples, seguras e saudáveis. A otimização de recursos é desde há muito assegurada por sistemas informáticos e de telecomunicações que gerem semáforos e as diversas linhas e frotas de veículos de transportes públicos. Com a disponibilidade generalizada de serviços *web* e, mais recentemente, de *smartphones*, fornecendo simultaneamente georreferenciação e meios de pagamento simples, quer dos utentes, quer dos veículos, melhorou-se a segurança e a oferta de novos serviços.

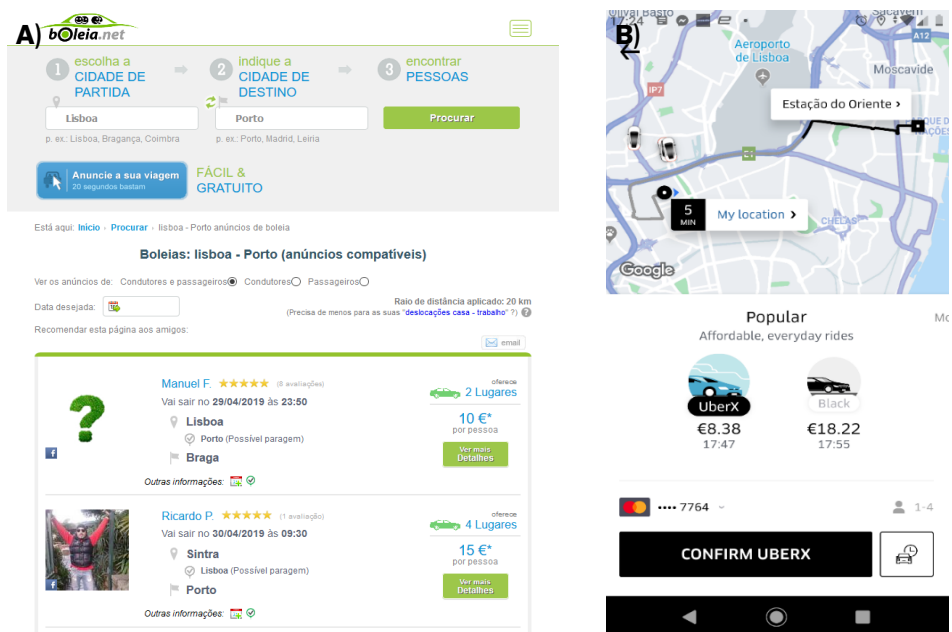


FIGURA 1. Novas soluções da mobilidade: *screenshots* de sistemas de apoio ao transporte individual privado.

O transporte público individual ainda hoje mais utilizado será o táxi. As centrais de táxis utilizam, há vários anos, as vantagens das tecnologias da informática e das telecomunicações para gestão das suas frotas, dos motoristas e dos seus clientes. Com o advento dos *smartphones* surgiram novos operadores com plataformas mais eficazes e seguras, quer para os passageiros, quer para os motoristas (FIGURA 1B). Acrescem ainda mecanismos *online* verdadeiramente eficazes na avaliação dos serviços.

A utilização crescente do smartphone motiva plataformas que permitiram a fusão natural do conceito de transporte público individual e o do aluguer de viaturas. Estas plataformas disponibilizam atualmente, nas zonas mais cosmopolitas do país, viaturas estacionadas na proximidade do potencial passageiro/motorista (FIGURA 2A). Criou-se assim um novo conceito para a mobilidade, designado de *carsharing*. A escolha destas zonas, de grande procura, para o arranque destes serviços, justifica-se pela necessidade de oferecer um número significativo de veículos na proximidade de qualquer potencial utente. Pretende-se assim quebrar hábitos do uso de outras opções e, com o crescimento da procura, alargar estes serviços à maioria das cidades portuguesas. Os diferentes serviços atualmente disponíveis, que incluem viaturas a gasolina e elétricas, permitem ao respetivo utente esquecer, não só a maioria das formalidades iniciais para o uso de uma viatura, bem como as preocupações recorrentes com abastecimentos de combustível, portagens, estacionamento, etc.

Com o advento da condução autónoma, em que se esperam veículos cada vez mais capazes de se deslocarem na rede rodoviária sem qualquer intervenção humana, já se anuncia

a fusão do conceito dos táxis com a de *carsharing*. Nesse cenário, o utente tem uma interação semelhante à do uso do táxi, o qual, neste caso, não tem condutor. Ao pedir um táxi, o sistema de gestão determina o encaminhamento da viatura mais adequada para junto do passageiro. Na viatura, o passageiro poderá ter acesso a interfaces sofisticadas que lhe permitam configurar a viatura, a viagem, o pagamento, etc.

Contudo, nas zonas urbanas, os automóveis apresentam vários inconvenientes face às restantes alternativas. Desde logo as suas dimensões geométricas na ocupação de rodovias e de espaço público para estacionamento. Já os inconvenientes seguintes se aplicam também à maioria dos veículos de duas rodas em circulação: poluição emitida por motores de combustão interna e motorizações com potências exageradíssimas, que, mesmo se cumprissem os limites de velocidade impostos, tornam o seu uso desnecessariamente perigoso em espaços de partilha com peões e com outros veículos menos robustos.

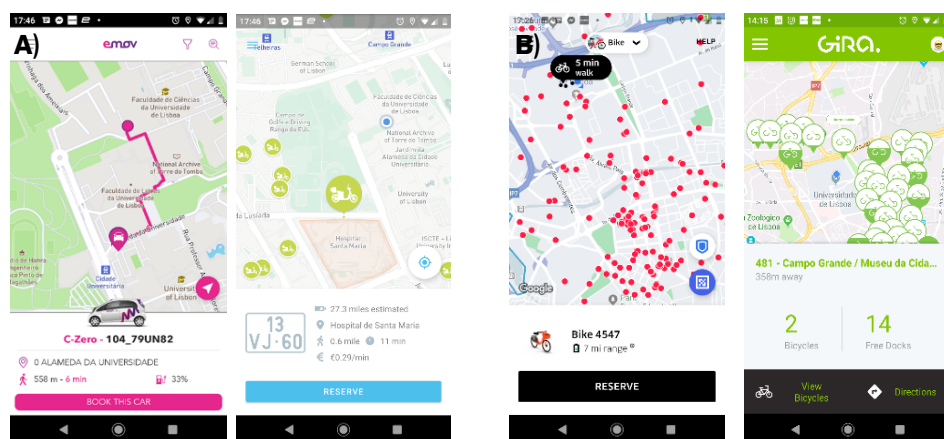


FIGURA 2. Novas soluções da mobilidade: *screenshots* de aplicações de *smartphone* para sistemas de partilha de veículos em Lisboa (Emov, eCooltra, Jump e Gira).

A criação de ciclovias e a disponibilidade de veículos partilhados adequados à sua utilização (FIGURA 2B), em combinação com a restante oferta de transportes coletivos faz parte da política de infraestruturas urbanas contemporânea em todo o mundo. Além disso pode funcionar como uma via para incentivar e implantar eficazmente novos hábitos que permitam alterar significativamente, não só o paradigma da mobilidade, como eventualmente outros ainda mais abrangentes, no sentido de melhorar efetivamente a saúde pública, quer pelo decréscimo de poluição, quer por via da designada mobilidade ativa, quer mesmo alterar outros hábitos que impeçam a já anunciada catástrofe ambiental.

Transição e independência energética

Ricardo Pereira

IDL/ Universidade de Lisboa

Numa época pautada pela urgência de ação face às consequências previstas das alterações climáticas, Portugal procura um modelo de desenvolvimento económico que suporte justiça social e que providencie conforto e bem-estar, aspeto que está intrinsecamente alicerçado na forma como acedemos e distribuimos os recursos energéticos. No entanto, a nível europeu, Portugal surge como um dos piores classificados no indicador de Pobreza Energética (*Energy Access Outlook 2017, International Energy Agency*), resultado da efetiva incapacidade das famílias terem condições financeiras suficientes para um acesso a energia que permita conforto térmico nas suas casas. A Pobreza Energética afeta mais de 20% da população nacional, com maior incidência nos escalões etários acima dos 65 anos. Este indicador está fortemente condicionado pelo custo da energia que se reflete nos orçamentos de famílias e empresas, o que em última instância prejudica fortemente a coesão social e competitividade económica.

Os últimos dados públicos disponibilizados pela Direção Geral de Energia e Geologia (DGEG, Balanço Energético Sintético, 2017) referentes à evolução do consumo de energia primária (aquela que pode ser convertida ou transformada em outra forma energética, como eletricidade ou calor) (FIGURA 1), indicam que esta é originária principalmente a partir de carvão (14%), petróleo (40%) e gás natural (24%). A restante porção tem contribuição de fontes energéticas secundárias como geração de eletricidade a partir de fontes hidroelétrica, eólica e fotovoltaica (7%) ou biomassa (13%). Os setores económicos que mais contribuem para o consumo energético nacional são a Indústria (42%) e Agricultura-Pescas (38%), enquanto que Famílias e Transportes contribuem apenas com 15% da utilização energética nacional, sendo os restantes 5% consumidos no setor de Serviços.

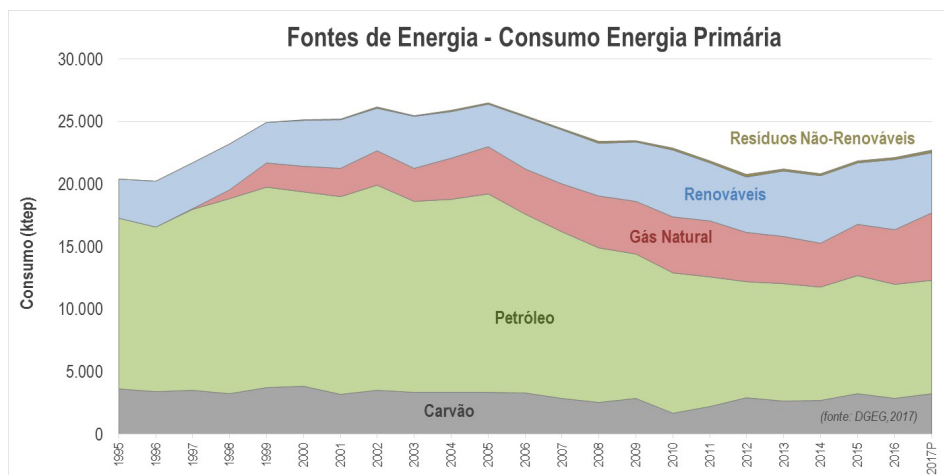


FIGURA 1. Evolução das fontes de energia primária consumida em Portugal. (Valores de 2017 são provisórios)

No panorama europeu, dados do Eurostat mostram que Portugal, apesar de melhorias resultantes do investimento em novas fontes de energia renováveis (principalmente fotovoltaica e eólica), ocupa o 8º lugar no ranking dos países com maior importação de energia, ou seja, com elevada dependência energética. Embora este indicador tenha descido de forma positiva e gradual desde meados da década de 90, os últimos dados mostram uma dependência energética próxima de 80%, o valor mais elevado e numa preocupante trajetória crescente desde 2014 (*Indicadores Energéticos, DGE G 2017*). Não obstante as medidas de transição energética, em 2030 seremos ainda altamente dependentes da importação de energia, que se estima seja de 65% (*Plano Nacional Energia-Clima, PNEC 2030*).

Em grande medida este problema está associado à total dependência de importação de combustíveis fósseis (carvão, petróleo e gás). Da importação de carvão dependemos principalmente da Colômbia, África do Sul e Estados Unidos da América, combustível que é queimado para produzir eletricidade que consumimos no dia a dia, para conforto térmico, iluminação ou carregar carros elétricos. No caso dos hidrocarbonetos, a dependência é ainda mais crítica, com acrescida vulnerabilidade associada ao panorama geopolítico internacional volátil. Considerando valores de 2017 (*BP Review of World Energy*), mostram que em Portugal consumimos diariamente cerca de 256 mil barris de petróleo, oriundos fundamentalmente de Angola, Arábia Saudita, Azerbaijão ou Guiné Equatorial. Para importação de gás, dependemos de países como Argélia, Nigéria e Qatar. As *Estatísticas da Fatura Energética Portuguesa* (DGE G), salientam que "em 2018, o Saldo Importador de produtos energéticos foi de 4 927 milhões de Euros, representando, face a 2017, um aumento de 28,2%", com forte transferência de divisas para estes mesmos países. Há ainda um custo adicional, que advém da importação de hidrocarbonetos e que tem de ser contabilizado nas emissões de

gases de efeito de estufa resultantes do transporte destes mesmos produtos.

Com este panorama, a fundamental questão que se coloca atualmente é como poderemos enfrentar os desafios colocados pelas alterações climáticas e diminuir a dependência de importação de combustíveis fósseis? Será exclusivamente através da redução do consumo ou deverá ser também através da prospeção de recursos em território nacional, com vista à diminuição da dependência? E é sobre este segundo ponto que não se quer estabelecer ou comunicar estratégias sólidas e claras, de como mitigar tamanha dependência internacional para importação de energia. Com a planeada eliminação da queima de carvão, qual o papel dos hidrocarbonetos (mas principalmente gás), no mix energético durante a transição?

É sabido que em território português existe potencial para descobertas económicas de petróleo e/ou gás. Desde o final do século XIX que está provado existirem condições geológicas para a formação e acumulação de hidrocarbonetos. Aliás, e contra a retórica ou descrença geral, ou a rábula “Há petróleo no Beato”, Portugal já produziu petróleo de forma económica. Foi na Mina do Azeche (Praia da Vitória, Leiria), entre 1844 e 1931, que foi extraído asfalto que entre várias aplicações, foi fundamental para a indústria naval e construção do caminho de ferro que partia de Lisboa para norte. Curiosamente, e ligado à conjectura da sua época, terá cessado atividade por falta de mercado e tecnologia para utilização deste produto. Mas o reconhecimento de potencial não implica que este exista, sendo, portanto, fundamental que um país que almeje ser soberano em termos energéticos, tenha consequentemente de apostar de forma estratégica no conhecimento dos seus recursos.

A única solução para caminhar a estrada do progresso social, tecnológico e económico, através da progressiva independência energética é o investimento em políticas de prospeção, que visam identificar qual o verdadeiro potencial de um determinado recurso mineral, seja ele lítio, terras raras, hidrocarbonetos ou cobre. Para esta enorme tarefa têm de ser chamados os organismos estatais, mas acima de tudo as universidades que detêm já grande parte do conhecimento. Apenas depois deste esforço, pode o Estado planear estratégias sólidas, tecer leis modernas e estabelecer metas credíveis rumo à transição energética socialmente sustentável.

Deverá o país apoiar ou negar a prospeção de petróleo e gás em território português, se a sua dependência de importação destes recursos é absoluta? Qual o possível retorno económico para o país caso fosse feita uma descoberta? E se esta descoberta fosse significativa, onde aplicaria o Estado as verbas... educação, saúde, transição energética? Apostando numa nova matriz energética baseada na progressiva redução de utilização de combustíveis fósseis em favor de maior componente de energia elétrica renovável, estará a rede nacional capacitada para novos e elevados níveis de potência requeridos e que consiga acolher o carregamento de veículos elétricos ou as especificações de uma sociedade digital? É urgente um debate esclarecido sobre os problemas da dependência e da pobreza energética, sob pena de comprometermos o futuro e errar o caminho da sustentabilidade social e ambiental.

A Paisagem

Um diálogo entre o Arquiteto e o Escultor

Nuno Pimentel

IDL/ Universidade de Lisboa

O que é uma Paisagem? Desde miúdos, estamos habituados a passear, a ir a lugares diferentes, a olhar para paisagens, umas mais urbanas, outras mais naturais, mas sempre interessantes... Já mais crescidos, começámos nós a procurar as nossas próprias paisagens, aquelas que nos atraem, as que nos surpreendem ou nos encantam. E agora, estamos talvez em condições de levar os nossos filhos ou os nossos alunos a esses lugares e dizer-lhes – olhem que bela paisagem! Mas como podemos nós aproveitar tudo isto, para falar de Geologia?

Uma paisagem é antes de mais um conjunto de formas do relevo, uma fina superfície do nosso planeta, coberta ora por solo e alguma (ou muita) vegetação, ora por algumas rochas que se salientam e nos deixam entrever a geologia subjacente. Mas não são só essas rochas que nos falam de Geologia, a própria paisagem é ela mesmo um elemento geológico... se a soubermos ler. A leitura da paisagem pode e deve ser uma das primeiras ferramentas a ser aplicada na iniciação dos alunos à Geologia, ou à iniciação à geologia de um qualquer lugar.

Para tal, é necessário entender e transmitir alguns conceitos básicos acerca de Geomorfologia e Morfogénese. Não no sentido geográfico ou descritivo dos termos, nem tão-pouco no sentido dos conteúdos clássicos dos livros de texto. Pelo contrário, o que é fundamental é transmitir a essência da génese de uma paisagem, como se formou, porque existe, porque é única no seu lugar e no seu tempo.

Uma Paisagem é como uma fotografia, uma imagem estática de algo que se vem desenvolvendo desde há muito tempo, desde há milhões de anos, e do qual temos agora uma visão “congelada” e instantânea. Este é o primeiro conceito a ser transmitido, o do Tempo, que é longo, muito longo, linear e unidirecional, sem qualquer desvio, hesitação ou bifurcação. Foi esse Tempo que permitiu o desenvolvimento de todos os processos naturais que moldaram a Paisagem, é nesse Tempo que se inscreve o momento presente em que nos encontramos... e é esse Tempo que continuará a fluir, muito para além da nossa existência terrena.

Por outro lado, será importante evidenciar que a paisagem corresponde tão-somente à su-

perfície de um planeta enorme, gigantesco na sua tridimensionalidade (mais de 13 000 km de diâmetro) e do qual apenas estamos a ver a sua finíssima “casca” (algumas dezenas a centenas de metros... ou milhares, no máximo). Porém é nessa superfície que se encontram, confrontam ou harmonizam, dialogam ou bailam, as duas grandes forças que atuam no nosso planeta: a força interior da Terra e a força exterior do Sol.

À primeira, costumamos chamar Geodinâmica Interna, por fazer mexer as rochas e por ter a sua fonte de energia no interior do planeta. Essa força corresponde principalmente à muita da que ainda resta da energia inicial e primordial, quando este “terceiro calhau a contar do Sol” se formou no seio do Sistema Solar, há mais de 4600 milhões de anos. Desse tempo permanece o calor interno da Terra, de que temos sinais pontuais através dos vulcões, mas também através das diversas manifestações relacionadas com a tectónica de placas, como é o caso dos sismos. Tudo isso nos mostra que o planeta tem ainda muita energia interna que se continua a transmitir até à superfície, moldando-a constantemente. A estas forças eu chamaria o Arquitecto da paisagem, pois são elas que constroem, movimentam, elevam, soerguem a superfície terrestre, criando novos relevos ou avivando os que estavam a desaparecer...



FIGURA 1. Paisagem na Serra de Montejunto, 2 km a NW de Cabanas de Torres (vista para NW). Observa-se uma sucessão de camadas calcárias, formadas em ambiente marinho há cerca de 160 milhões de anos, posteriormente trazidas à superfície e fortemente dobradas por ação das forças tectónicas, possivelmente relacionadas com a orogenia alpina (há cerca de 10 milhões de anos?). A meteorização recente, aproveitando acidentes tectónicos orientados NNE-SSW, promove o entalhe de pequenos cursos de água que removem os fragmentos de rocha calcária, visíveis nesses valeiros. Na linha do horizonte observa-se uma crista de colinas onduladas, com alguns moinhos históricos, correspondente a uma costeira com erosão diferencial em calcários mais resistentes.

À segunda força, a do Sol, podemos atribuir todos os processos da designada Geodinâmica Externa, por corresponder àquilo que se desenrola fora da nossa esfera sólida terrestre, mas que a molda lentamente. É ao Sol que devemos a existência das chuvas, ao promover a evaporação dos mares, lagos e rios e a acumulação de vapor de água nas nuvens, das quais acaba por provir a precipitação. É também o Sol que aquece mais ou menos o ar, que assim se torna menos ou mais denso, daí resultando a conseqüente busca de equilíbrio dinâmico entre essas massas de ar distintas, a que chamamos vento. Finalmente, é ao Sol que (quase) toda a biosfera vai buscar a sua energia para viver, contribuindo para a existência dos solos que se desenvolvem na superfície terrestre. Em suma, o Sol é a fonte de energia de toda a interação entre a Geosfera, a Hidrosfera, a Atmosfera e a Biosfera, sendo responsável pela lenta e continuada alteração das rochas e, conseqüentemente, pela erosão e transporte dos materiais alterados, processos que paulatinamente vão moldando a superfície terrestre. A esta força eu chamaria o Escultor da paisagem, pois é com base nela que a Natureza vai escavando, modelando e “desenhando” as diversas formas do relevo terrestre.

Chegados aqui, podemos então olhar para a paisagem como um “instantâneo” no longo fio do tempo, um momento em que observamos o estado atual desse longuíssimo bailado entre o Arquiteto e o Escultor, naquele lugar, também ele único. O relevo que observamos, torna-se assim um testemunho singular da influência relativa e da interação entre estas duas forças, entre estas duas entidades geológicas que pacientemente foram atuando ao longo dos tempos, sem diálogo aparente, cada um com a sua lógica e regras: o Arquiteto, impulsionado pela energia interna, movendo e soerguendo a superfície terrestre, criando novos relevos, montanhas, cristas e ermos; e o Escultor, impulsionado pela energia do Sol, meteorizando as rochas assim expostas, erodindo-as e moldando encostas, vales e litorais. Olhemos então para a Paisagem...

Onde estão os sinais da Geodinâmica Interna, do grande Arquiteto? Estão nos granitos que se formaram a uma dezena de quilômetros de profundidade e hoje estão à superfície... estão nos xistos que foram enterrados e metamorfizados a alguns quilômetros de profundidade e hoje afloram... ou estão nos calcários que se formaram em ambiente marinho e hoje se encontram em terra e soerguidos umas centenas ou milhares de metros...

E onde estão os sinais da Geodinâmica Externa, do grande Escultor? Estão nos solos que resultaram da degradação das rochas... estão nas encostas com formas onduladas pela erosão... estão nos vales escavados pela força dos rios... ou estão nas arribas talhadas pelo mar e nas praias moldadas pelas ondas...

“O essencial é invisível aos olhos”, o essencial é apenas visível à mente de quem olha, porque nela estão os instrumentos de leitura e de interpretação da realidade. Olhar uma paisagem não é, portanto, apenas descrevê-la e caracterizá-la. É, ou deve ser, saber procurar e encontrar nela os sinais dos processos geológicos que constantemente e desde sempre atuam no interior e no exterior da Terra. Assim compreenderemos melhor o planeta em que vivemos e também o modo como nele vivemos o tempo presente, em lugares com paisagens únicas e irrepetíveis.

Um parasita pouco conhecido

Fernanda Rosa

ISA/ CESAM/ Universidade de Lisboa

Quando pensamos em parasitas – seres vivos que vivem à custa de outros, prejudicando-os - pensamos nas lombrigas, nas ténias, nos piolhos, nas pulgas e nas carraças; contudo, existem muitos outros com ciclos de vida bem distintos, mais ou menos complexos e com necessidade de utilizarem diversos hospedeiros para sobreviverem. Os trematódeos (filo Platyhelminthes) são um grupo de parasitas com um ciclo de vida indireto, necessitando de dois hospedeiros: um vertebrado - hospedeiro definitivo (HD), onde o parasita atinge a maturidade sexual - e um invertebrado - hospedeiro intermediário (HI), no qual o parasita se multiplica assexuadamente, originando um número exponencial de formas infetantes para o HD.

Os esquistossomas (Trematoda, Schistosomatidae) são os únicos parasitas dioicos deste grupo, com a designação genérica de *Schistosoma* e cujas principais características morfológicas são:

- macho com um corpo foliáceo dobrado sobre si mesmo, formando um canal, o canal ginecóforo, onde a fêmea, filiforme, se aloja (FIGURA 1A);
- ovos fusiformes com um esporão bem evidente, em posição terminal (FIGURA 1B e C) ou lateral, na maior parte das espécies.

Conhecem-se 21 espécies em todo o mundo que ocorrem principalmente em regiões tropicais e subtropicais, nomeadamente África, Ásia e no sul da América e da Europa. Estão associadas a coleções de água, onde os moluscos gastrópodes dulçaquícolas, potenciais HI (FIGURA 2A), existem. Provocam doenças no HD, homem e/ou animais, mais ou menos graves, de acordo com a localização dos parasitas adultos (FIGURA 2B), sendo as formas urogenital e intestinal, as mais frequentes em pacientes humanos. Estas doenças são consideradas pela

Organização Mundial de Saúde, como negligenciadas, uma vez que os sintomas são muitas vezes insipientes e inespecíficos e a evolução da doença ocorre normalmente de forma crónica. Por outro lado, os países, onde estas doenças são endémicas, possuem um sistema de saúde muito fragilizado por dificuldades em recursos humanos, técnicos e financeiros.

Em contacto com a água, os hospedeiros vertebrados (primatas, ruminantes domésticos e silvestres, pequenos roedores, entre outros) infetados eliminam os ovos embrionados com as fezes ou com a urina (FIGURA 1B e C).

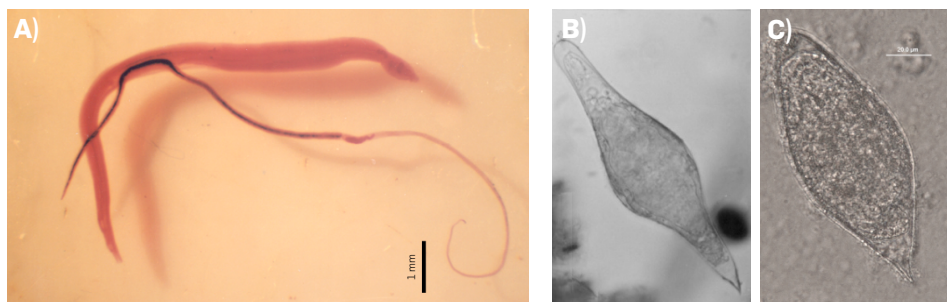


FIGURA 1. A) *Schistosoma bovis* (bovino; Guiné-Bissau, 1990): macho e fêmea emparelhados. Coloração com Carmim-alcoólico-clorídrico. Barra: 1mm. B) Ovos de *Schistosoma bovis* nas fezes de bovinos (Ilha de Santiago, Cabo Verde, 1997). C) Ovos de *S. haematobium* na urina de crianças (Guiné-Bissau, 2010).

Na água, o embrião, denominado miracídio, eclode do ovo e nada ativamente à procura de um molusco aquático suscetível. Depois de penetrar o molusco, sofre várias modificações morfológicas e fisiológicas, dando origem a várias gerações de esporocistos, onde irão desenvolver-se as cercárias, ou seja, as formas infetantes para o HD. Quando estas cercárias atingirem a maturidade, elas abandonam o molusco e nadam à procura de um HD, penetrando-o através da pele. Esta penetração é acompanhada por outras modificações morfológicas e fisiológicas, originando-se a esquistossómula, a qual entra na circulação venosa e migra para o coração, pulmões e fígado do hospedeiro vertebrado infetado. Neste último órgão dá-se o emparelhamento do macho e da fêmea (FIGURA 1A) e o casal segue então para a sua morada final, os vasos sanguíneos da bexiga ou do mesentério (intestino).

O único foco de esquistossomose humana, na Europa, por *S. haematobium*, foi identificado e estudado no Algarve, por Carlos França, em 1921, e foi considerado extinto por Fraga de Azevedo e seus colaboradores, em 1948.

Na Europa, descreveram-se ainda focos de esquistossomose animal por *S. bovis* em ruminantes domésticos e nos moluscos HI, nas regiões da Córsega (França), Sardenha e Sicília (Itália) - Brumpton, em 1929 e 1930 -, e na região de Salamanca (Espanha) - Ramajo-Martin e colaboradores, nas décadas de 70 e 80.

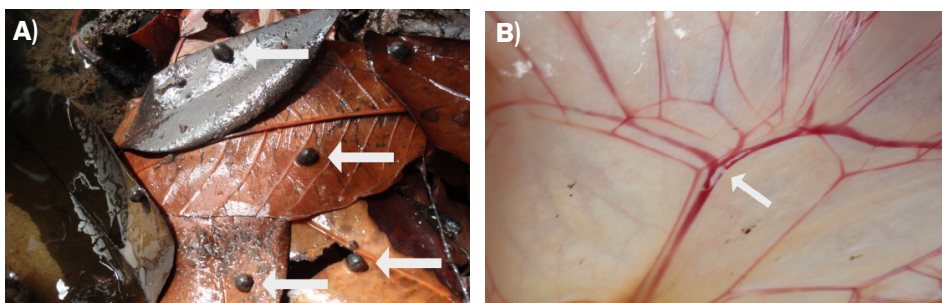


FIGURA 2. A) *Bulinus globosus* (setas brancas) na página inferior de folhas em decomposição na água do rio Geba (Cafíá, Guiné-Bissau, 2010). B) *Schistosoma bovis* (HD, bovino, Guiné-Bissau, 2010) (seta branca): Localização nos vasos sanguíneos do mesentério, macho e fêmea emparelhados.

Recentemente, o diagnóstico desta doença em pacientes humanos, que tinham passado férias na região da Córsega e se tinham banhado no rio Cavu, em 2013, permitiu reconhecer um novo foco de esquistossomose humana, que tem vindo a ser estudado por vários investigadores e que tem levantado muita preocupação em saúde pública. Este foco caracterizou-se pelo facto da maioria dos pacientes se encontrarem infetados por híbridos entre *S. bovis*, espécie autóctone, e *S. haematobium*, espécie que se suspeita ter sido recentemente introduzida, provavelmente devido ao fluxo de migrantes sul-norte que a Europa e, em particular, aquela zona tem sofrido.

Acresce mencionar que existe pouca informação sobre os antigos focos de esquistossomose animal, na Europa, sendo esta, associada à infeção humana no rio Cavu (Córsega), a mais recente. É possível que, nas regiões onde os focos anteriores foram identificados, o ciclo de vida deste parasita persista com valores de prevalência baixos.

Salienta-se que, em vários ecossistemas dulçaquícolas do continente africano, estes dois parasitas utilizam os mesmos moluscos como HI. A fauna malacológica dulçaquícola de Portugal, Espanha, Córsega (França), Sardenha e Sicília (Itália) possui moluscos diferentes dos africanos, mas capazes de assegurar a sobrevivência destes parasitas.

Os novos dados obtidos, com o estudo do foco de esquistossomose humana e animal na Córsega, sugerem que estas doenças poderão regressar e instalar-se na Europa, com a grande probabilidade do aparecimento de novos casos e o risco de aumento da incidência nos países mediterrâneos. Esta previsão é corroborada:

1. Por flutuações climáticas que têm acontecido nos últimos anos, em que se tem registado, entre outras ocorrências, um aumento das temperaturas máximas que são mais adequadas ao desenvolvimento destes parasitas;
2. Pelo fluxo migratório sul-norte, de migrantes da África subsahariana, onde a esquistossomose humana é endémica, em particular a forma urogenital por *S. haematobium*;
3. E pela presença de moluscos aquáticos capazes de assegurar a sobrevivência deste parasita, nos países do sul da Europa, nomeadamente Portugal, Espanha, França e Itália.

Reativação tectónica

Da margem Portuguesa no tempo da Tectónica de Placas

João C. Duarte

IDL/ Universidade de Lisboa

A tectónica de placas é a teoria unificadora das ciências da Terra sólida. Assim como a mecânica do Newton e a evolução do Darwin formam as bases da física e da biologia, a tectónica de placas é uma estrutura conceptual sobre a qual se desenvolvem as diversas disciplinas da geologia. Segundo a teoria da tectónica de placas, a camada externa da Terra sólida encontra-se fragmentada em diversas placas (tectónicas) rígidas que se deslocam umas em relação às outras. Estas placas contêm a crosta e uma parte do manto superior. Ao conjunto destas duas camadas chama-se litosfera. As placas litosféricas movem-se sobre uma camada mais dúctil chamada astenosfera. As placas podem divergir, convergir ou mover-se lateralmente, sendo que nos limites divergentes é criado novo material de placa e nos limites convergentes as placas são destruídas (em zonas de subducção). É nas zonas de limites de placas que ocorrem uma grande parte dos processos geológicos, entre os quais a maioria da atividade sísmica, de processos vulcânicos e de processos de formação de depósitos minerais.

A teoria da tectónica de placas foi desenvolvida entre os anos 60 e 70 do século XX por cientistas como Tuzo Wilson, Jason Morgan, Dan Mckenzie e Xavier Le Pichon. Desde o seu início que se percebeu que algumas margens dos continentes correspondiam a zonas de fronteira de placas, como no caso do Pacífico (onde há grandes sismos com elevada regularidade). Estas denominam-se de **margens ativas**. No entanto, no caso do Oceano Atlântico as margens dos continentes não correspondem em geral a zonas de fronteiras de placas e são por isso denominadas de **margens passivas**, não revelando atividade sísmica significativa. O artigo no qual estes dois tipos de margens foram definidos foi publicado

em 1969 pelo geólogo Inglês John Dewey, da Universidade de Cambridge no Reino Unido. No entanto, precisamente nesse ano, um sismo de elevada magnitude (7.9) ocorreu ao largo da margem Atlântica do Sudoeste da Ibéria.

O sismo de 1969 não foi o único sismo de grande magnitude a ocorrer nesta região. Terá também sido aqui, a Sudoeste do Cabo de São Vicente, que foi gerado o Grande Sismo de Lisboa de 1755. Logo nesse ano, os “pais” da tectónica de placas perceberam que algo de único poderia estar a ocorrer nesta zona. Os geocientistas Yoshio Fukao e Michael Purdy, na altura jovens investigadores em Cambridge, dedicaram-se a estudar esta área em detalhe e concluíram que neste local poderia estar a ocorrer um processo de início de subducção. O processo estaria relacionado com a existência da zona de fronteira de placas transformante Açores-Gibraltar, ao longo da qual a placa Africana poderia estar a começar a mergulhar sob a placa Euroasiática, visto que neste local as placas estão a convergir. Anos mais tarde, o Professor António Ribeiro da Universidade de Lisboa propôs que esta zona de convergência incipiente estaria a propagar-se ao longo da margem Oeste Portuguesa, local onde a margem passiva se estaria a transformar numa margem ativa.

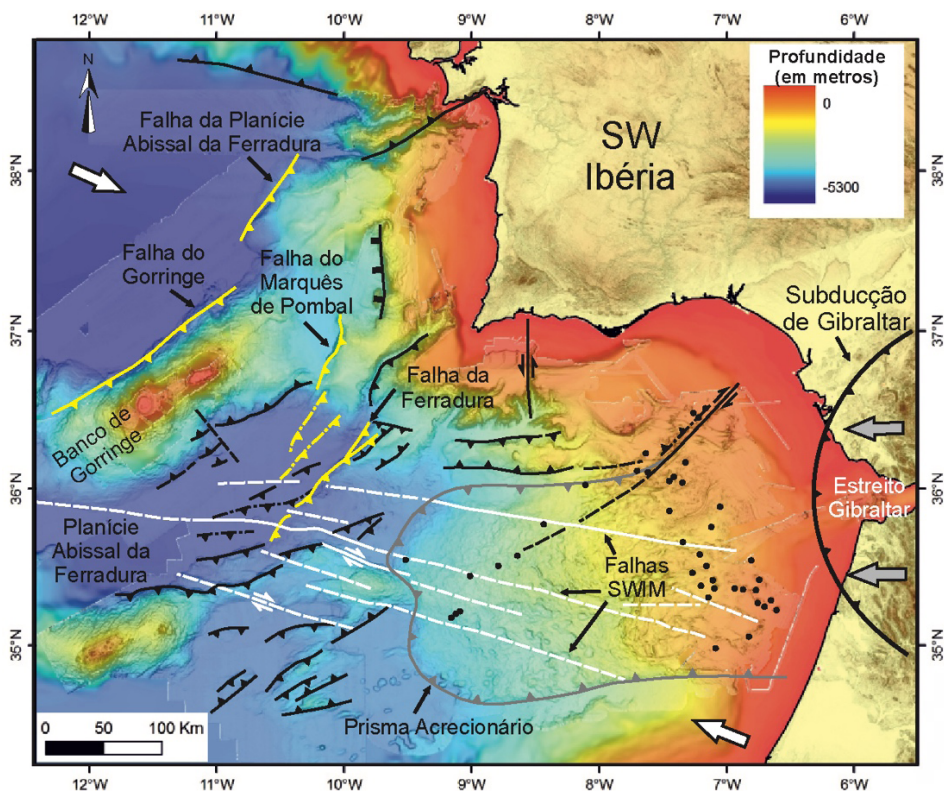


FIGURA 1. Mapa tectónico da margem sudoeste Ibérica (adaptado de Duarte *et al.*, 2013).

O processo de reativação de margens passivas tem um papel fundamental na teoria da tectónica de placas, em particular no conceito de ciclo de Wilson, segundo o qual os oceanos nascem, crescem e morrem. Os oceanos nascem a partir da fraturação de supercontinentes, crescem como resultado do alastramento oceânico, mas a determinado momento a litosfera oceânica torna-se demasiado pesada e tem a propensão para afundar no manto, gerando novas zonas de subducção que irão acabar por consumir o oceano. No entanto, o processo de início de subducção é ainda mal compreendido. Isto porque para que tal aconteça as placas oceânicas têm de se fraturar e estas à medida que arrefecem tornam-se também mais densas e muito rígidas, e, portanto, difíceis de fraturar. Identificar uma possível zona de subducção incipiente na qual o processo estaria a ocorrer neste preciso momento (geológico) ajudar-nos-ia a compreender este passo fundamental da teoria da tectónica de placas.

Nos últimos anos, foi feito um grande esforço por parte da comunidade científica nacional e internacional no sentido de recolher dados geofísicos e de geologia marinha desta zona. Hoje temos uma imagem muito detalhada da morfologia do fundo marinho bem como da estrutura da crosta e das falhas aí existentes. Novos dados de tomografia revelaram também que haverá nesta zona uma grande estrutura profunda que poderá corresponder a um pedaço de placa que já se encontra a afundar no manto. Os novos dados são promissores e novas ideias estão a surgir. Os próximos anos serão de intenso trabalho na procura de uma melhor compreensão da zona. Tal irá certamente ajudar-nos a compreender alguns destes processos fundamentais da teoria da tectónica de placas, bem como dos processos sismológicos associados.

Agradecimentos

O autor agradece um contrato de Investigador FCT e o projeto exploratório associado com referência IF/00702/2015, bem como o projeto FCT UID/GEO/50019/2013 - Instituto Dom Luiz.

‘Story Maps’ e Geologia

Uma ferramenta digital em Ciência

Helder I. Chaminé, Liliana Freitas, Maria José Afonso

LABCARGA/ DEG/ Instituto Superior de Engenharia do Porto, P.Porto

A ferramenta digital ‘Story Maps’ desenvolvida pelo Environmental Systems Research Institute (ESRI) é uma aplicação da internet, gratuita, baseada em mapas e outros conteúdos multimédia. Esta pode ser utilizada em Ciências, Engenharia, Ambiente, Economia, Humanidades, Artes, entre outras. É, de facto, uma efetiva ferramenta digital multidisciplinar e transdisciplinar para apoiar uma rigorosa narrativa científica apoiada em cartografia, Sistemas de Informação Geográfica (SIG) e técnicas de geovisualização. Nesta breve nota apresentam-se os principais traços desta poderosa ferramenta virtual e das suas reais potencialidades no ensino das Geociências nos vários ciclos de estudos (básico, secundário e superior). Além disso, esta ferramenta tem uma componente de interatividade, conectividade, flexibilidade e complexidade que poderá ser ajustada em função da narrativa científica que o utilizador pretende alcançar. A ferramenta ‘Story Maps’ pode ser utilizada em sala de aula e/ou no campo, apoiada por dispositivos multimédia tipo smartphone, iPad ou notebook. Será esta ferramenta digital capaz de revolucionar a forma de transmitir e comunicar Ciência?

‘Story Maps’: uma narrativa cartográfica

Desde sempre o Homem teve necessidade de comunicar com o seu semelhante. Esta comunicação tomou diversas formas do ponto de vista antropológico, desde a expressão mística, religiosa e artística até à utilitária do quotidiano. Para o efeito, criou e desenvolveu várias estratégias, como por exemplo, o recurso a sons, que mais tarde veio dar origem às diversas linguagens faladas e à linguagem gráfica. Estão reconhecidas representações de animais, em pontos afastados e recônditos de algumas cavernas, lapas ou até mesmo em nichos, que seriam áreas de caça pelo Homem pré-histórico. Talvez muitas dessas representações em rocha (petróglifos) sejam o início de uma “Cartografia”

ou representação das áreas geográficas ou elementos notáveis do terreno onde existiam animais para caça, pontos de água potável, cursos de água, vegetação, ou mesmo o tipo de paisagem geológica.

A antropologia assinala que muitos dos povos atuais (*e.g.*, aborígenes da Papua-Nova Guiné, habitantes das Ilhas Marshall, esquimós) demonstram uma capacidade e habilidade para traçar e desenhar “mapas”. Esses povos, quando questionados sobre a localização de áreas por eles conhecidas, têm a habilidade de desenhar no solo com um ramo ou uma pedra, um esquema do caminho. Podem enriquecer esse traçado com folhas, pedaços de paus e/ou pedras, conchas, ossos, dando-lhe assim uma maior quantidade de informação sobre pontos de referência singulares. Qualquer que seja o resultado final, resulta um verdadeiro “mapa” com escala e com um ponto de observação do terreno visto de cima. Logo, a aptidão para elaborar “mapas” é, de certa forma, inata à espécie Humana.

Há registos de várias civilizações, desde a Antiguidade Clássica com a forte influência dos Gregos, Fenícios e Romanos até aos povos da bacia mediterrânica (incluindo Babilónia, Egito), Ásia (China) e América (Aztecas e Índios Norte-Americanos), nas quais se vislumbra o desenvolvimento da cartografia e utilização de mapas para múltiplos fins. No presente, com a implementação de novas tecnologias computacionais e diversas plataformas digitais, os SIG e as técnicas de geovisualização conquistaram, em particular, um importante papel na sociedade.

Nos últimos anos emergiu uma interessante abordagem na comunicação científica com recurso à fusão de imagens (fotografias, vídeos, etc.) e escrita. Ambas encerram processos similares que beneficiam igualmente do rigor, da clareza e da assertividade. À semelhança da escrita, esta abordagem é mais convincente com uma narrativa forte. Este princípio também se aplica ao acompanhamento de figuras com legendas concisas. As estórias têm, em regra, a capacidade de encantar, de surpreender, de estimular a criatividade e a comunicação. De facto, estas estabelecem significativas conexões entre dados, análise e ideias. Logo, há um entrelaçar do processo narrativo baseado em imagens (especialmente, mapas) e uma escrita rigorosa e assertiva.

‘Story Maps’ é uma ferramenta digital de geovisualização, com interface amigável, na qual o utilizador (docente, aluno, ou público em geral) beneficia do acesso a dados do mundo real e a modelos interativos. É, por isso, uma ferramenta chave de aprendizagem baseada em conteúdos digitais. Por outro lado, a forma sintética de apresentação é particularmente atraente e eficaz para comunicar e visualizar ideias e/ou grandes quantidades de informação organizada, sendo direcionada para o público em geral ou, em contexto de sala de aula, para alunos de diferentes ciclos de estudos.

A ESRI, através da sua plataforma interativa ArcGIS Online e da App ESRI Story Maps possibilitou a todos os utilizadores de SIG a criação, o desenvolvimento e a publicação, numa interface muito amigável, da aplicação “Story Maps”. Esta não é mais do que uma narrativa cartográfica, apoiada por técnicas de geovisualização, vocacionada para múltiplos propósi-

tos, sejam ambientais, geológicos, biológicos, químicos, hidrológicos, históricos, artísticos ou outros. De destacar três extraordinárias aulas com recurso a esta ferramenta digital, “Motion of Tectonic Plates”, “Welcome to Anthropocene” e “Water and Climate Resilience”. Pode-se ainda aceder a outras cativantes publicações e ao tutorial no “Story Map Journal” da ESRI.

Exemplo de aplicação: “Um percurso pela hidrogeologia urbana de Viana do Castelo: cidades inteligentes, sustentabilidade e água subterrânea”

O impacto do desenvolvimento urbano nas águas subterrâneas é internacionalmente reconhecido desde os inícios do séc. XX. Contudo, foi apenas em meados desse século que a hidrogeologia urbana se tornou um domínio científico. Em Portugal, os primeiros estudos científicos de hidrogeologia urbana foram publicados no virar do séc. XX na área metropolitana do Porto. Em áreas urbanas, paralelamente aos estudos geológicos e geomorfológicos e à cartografia hidrogeológica, os inventários hidro-históricos, hidrotponímicos, hidrogeológicos e hidrogeoambientais constituem uma ferramenta básica que fornece excelentes resultados na caracterização e avaliação dos recursos hídricos subterrâneos.

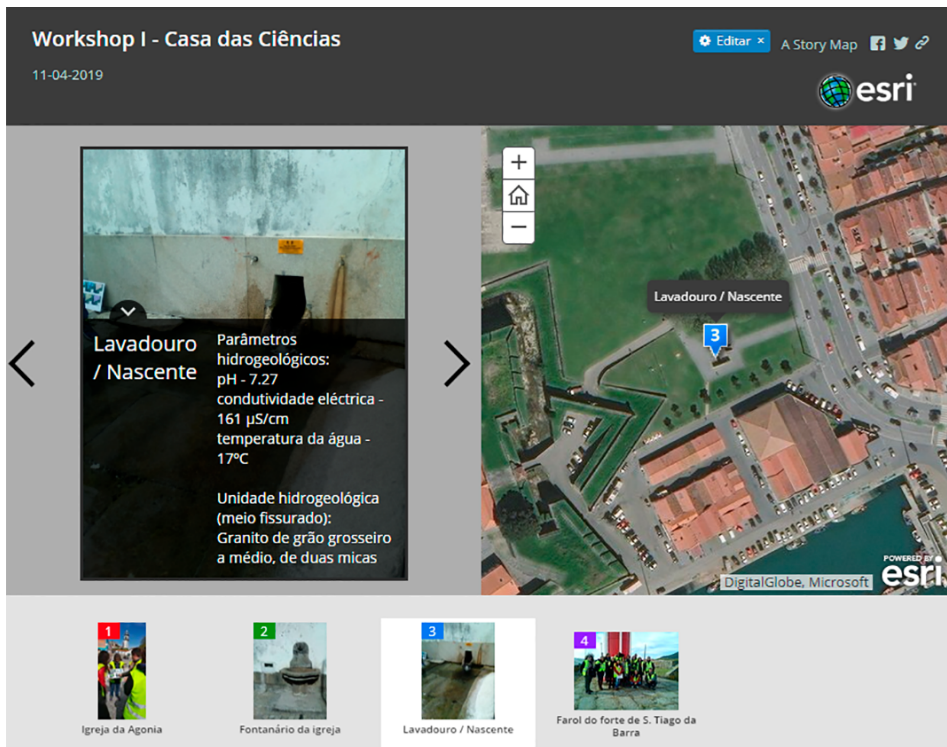


FIGURA 1. Exemplo da construção do 'Story Maps': Um percurso pela hidrogeologia urbana de Viana do Castelo, durante os Workshops integrados no I Encontro Temático da Casa das Ciências (Água) realizado em Viana do Castelo, em abril de 2019.

Neste âmbito, foi desenvolvida uma atividade mista (campo e sala de aula) de construção e desenvolvimento de uma narrativa cartográfica em hidrogeologia urbana usando a ferramenta digital “Story Maps”. No centro histórico de Viana do Castelo existe um conjunto de fontanários, chafarizes e lavadouros, alguns dos quais abastecidos por águas subterrâneas. Assim, foi realizado um percurso pedestre, onde se recolheram informações geológico-geomorfológicas, hidrogeológicas, hidrogeoquímicas, hidrotponímicas e geoambientais, assim como se localizaram e georreferenciaram os pontos de água da cidade de Viana do Castelo.

A ferramenta digital permitiu combinar mapas com uma narrativa científica, imagens e conteúdos multimédia com informação científica vária. Esta facilita, assim, o aproveitamento da capacidade dos mapas para contar a história de uma dada área urbana, na lógica do paradigma das cidades inteligentes e das geociências em meios urbanos (FIGURA 1).

Aprendizagens STEAM

Através de atividades de “caça” ao fóssil em contexto urbano

Hélder Pereira, Júlio Ribeiro

Escola Secundária de Loulé

A metodologia de ensino STEM é uma abordagem pedagógica que utiliza as Ciências, a Tecnologia, a Engenharia e a Matemática de forma integrada, com o objetivo de estimular a curiosidade, incentivar o trabalho de equipa e o desenvolvimento do pensamento crítico dos alunos. No entanto, nos últimos anos tem-se assistido a um incremento da incorporação das Artes nesta abordagem, o que conduziu à modificação do acrónimo STEM para STEAM.

Vários autores têm demonstrado que a observação das rochas usadas na construção das fachadas dos edifícios, dos monumentos e pavimentos de uma cidade constitui uma forma simples e agradável de explorar a Geologia e a Paleontologia. Neste trabalho, partilhamos um exemplo de um projeto interdisciplinar, baseado em atividades de “caça” ao fóssil em contexto urbano, que poderá ser adaptado e replicado noutras escolas.

Ciência [S]

A Escola Secundária de Loulé foi recentemente modernizada e na construção dos novos edifícios foram usadas pedras naturais, ricas em fósseis, comercializadas sob a designação “Vidraço de Atafja” e “Crema Marfil”. Assim, numa primeira etapa, os alunos, divididos em pequenos grupos, pesquisaram qual a proveniência e as características dessas rochas.

Os alunos descobriram que o “Vidraço de Atafja” é um calcário, datado do Jurássico Médio (ca. 170 Ma), que é extraído em pedreiras do Maciço Calcário Estremenho (FIGURA 1A), e apresenta fósseis de vários grupos de organismos marinhos, tais como bivalves, equinoides, crinoides, gastrópodes, corais, braquiópodes, belemnites e amo-

nites. Os alunos descobriram ainda que o “Crema Marfil”, apesar de ser comercializado como sendo um mármore, na realidade é um calcário de idade paleogénica (ca. 50 Ma), extraído em pedreiras localizadas na província de Alicante (Espanha) (FIGURA 1B), que ostenta fósseis de organismos marinhos, tais como grandes foraminíferos bentónicos, algas vermelhas formando rodólitos e fragmentos de bivalves, equinodermes e gastrópodes. Graças ao conteúdo fóssilífero destas rochas sedimentares, os alunos puderam vislumbrar retalhos da vida de antigos oceanos e explorar as suas implicações paleoclimáticas e paleogeográficas.

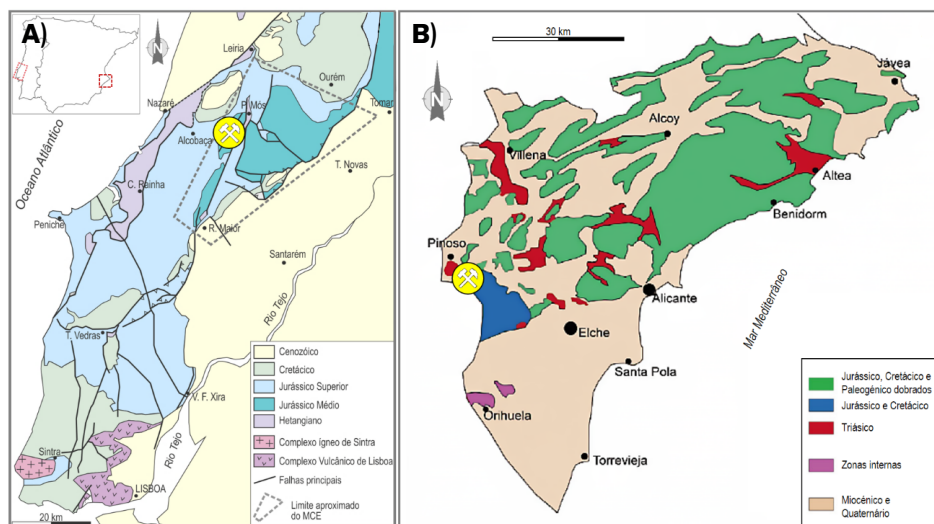


FIGURA 1. A) Mapa geológico simplificado da região sul da Bacia Lusitaniana; B) mapa geológico simplificado da província de Alicante.

Os alunos analisaram ainda as propriedades físico-mecânicas daquelas rochas, relacionando-as com a sua utilização em pavimentos e no revestimento de paredes.

Tecnologia [T] e Engenharia [E]

Na segunda etapa do projeto, os alunos pesquisaram sobre os métodos usados na exploração e extração das rochas ornamentais identificadas anteriormente. De entre as várias soluções técnicas, existentes no mercado de equipamentos usados na exploração destes georrecursos, os alunos apuraram que, atualmente, as máquinas de corte com fio diamantado são uma das ferramentas mais importantes usadas nas pedreiras. No bloco de rocha a extrair fazem-se dois furos, um vertical e outro horizontal, perpendiculares entre si. Depois, o fio de diamante é enfiado, através destes furos, em torno da roda motriz da máquina de corte e as duas extremidades do fio são unidas. O corte por fio diamantado é

conseguido por abrasão entre a pedra e a ferramenta, constituída por pérolas diamantadas montadas num cabo de aço, que é movido através da roda motriz assente num sistema de carris. Durante as operações de corte é realizada a lubrificação com água, de forma a baixar a temperatura da superfície da rocha e da ferramenta de corte e ainda como meio de remoção de partículas residuais.

Os alunos verificaram ainda que até se obter um produto final, os blocos rochosos extraídos nas pedreiras passam por um conjunto de processos de transformação da rocha ornamental que dependem da utilização a que se destina. A serragem em chapas é uma dessas etapas, durante a qual são usadas máquinas de corte designadas engenhos multilâmina. A etapa seguinte consiste no corte das chapas, com discos diamantados, de modo a obter o produto com as dimensões finais. Por fim, em função da sua aplicação, é realizado o tratamento superficial da rocha (e.g. amaciado, bujardado, flamejado, polido).

Arte [A]

A terceira etapa do projeto, surgiu no seguimento da dificuldade manifestada por alguns alunos em compreender a morfologia dos fósseis, cujas secções tiveram a oportunidade de observar nas rochas usadas nos pavimentos e revestimento das paredes da escola. Assim, com o objetivo de obviar esta situação, alguns alunos do curso de artes visuais foram convidados a associarem-se ao projeto. Após um par de sessões de “caça” ao fóssil e alguma pesquisa bibliográfica, estes alunos fotografaram os fósseis e elaboraram um conjunto de ilustrações com a indicação dos planos de corte (ver exemplos na FIGURA 2), que vieram facilitar significativamente a interpretação do que se pode observar nas rochas em estudo.

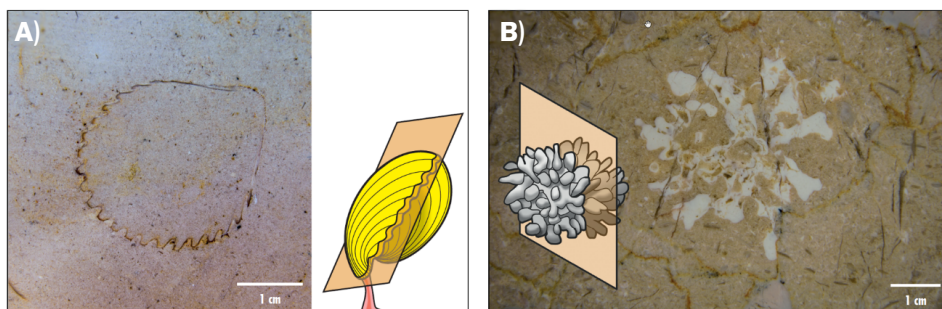


FIGURA 2. A) Secção longitudinal da valva peduncular de um braquiópode no calcário “Vidraço de Ataija”, B) secção axial do talo de uma alga vermelha coralina no calcário “Crema Marfil”.

Alguns alunos estão ainda a desenvolver modelos digitais que permitirão tirar proveito da tecnologia de impressão 3D para criar modelos tangíveis e tácteis dos organismos que estão fossilizados nas rochas anteriormente mencionadas. Estes modelos poderão ser úteis para a inclusão de alunos com deficiência visual em futuras atividades de “caça” ao fóssil.

Matemática [M]

Na derradeira etapa deste projeto, alguns alunos analisaram os mais recentes dados relativos à indústria extrativa em Portugal e concluíram que o nosso país apresenta um potencial considerável em termos da exploração de recursos minerais, em particular no que diz respeito à produção e exportação de rochas ornamentais.

Há ainda alunos que, com base no preço por metro quadrado do corte à medida das peças que foram aplicadas nos pavimentos e no revestimento de paredes, irão efetuar uma estimativa dos custos associados à utilização destas rochas ornamentais na requalificação das infraestruturas da escola.

Considerações finais

Os materiais rochosos encontrados nas paredes e pavimentos dos edifícios escolares oferecem uma boa oportunidade para explorar a geodiversidade através da realização de atividades de “caça” ao fóssil num contexto urbano.

As atividades descritas foram essencialmente desenvolvidas no recinto escolar, com o objetivo de promover as aprendizagens nas áreas STEAM. Porém, podem ser acompanhadas por outras atividades ao ar livre que forneçam uma base para o incremento do sucesso educativo, através da descoberta e exploração interdisciplinar da geodiversidade das cidades onde as escolas estão localizadas.

Dominó

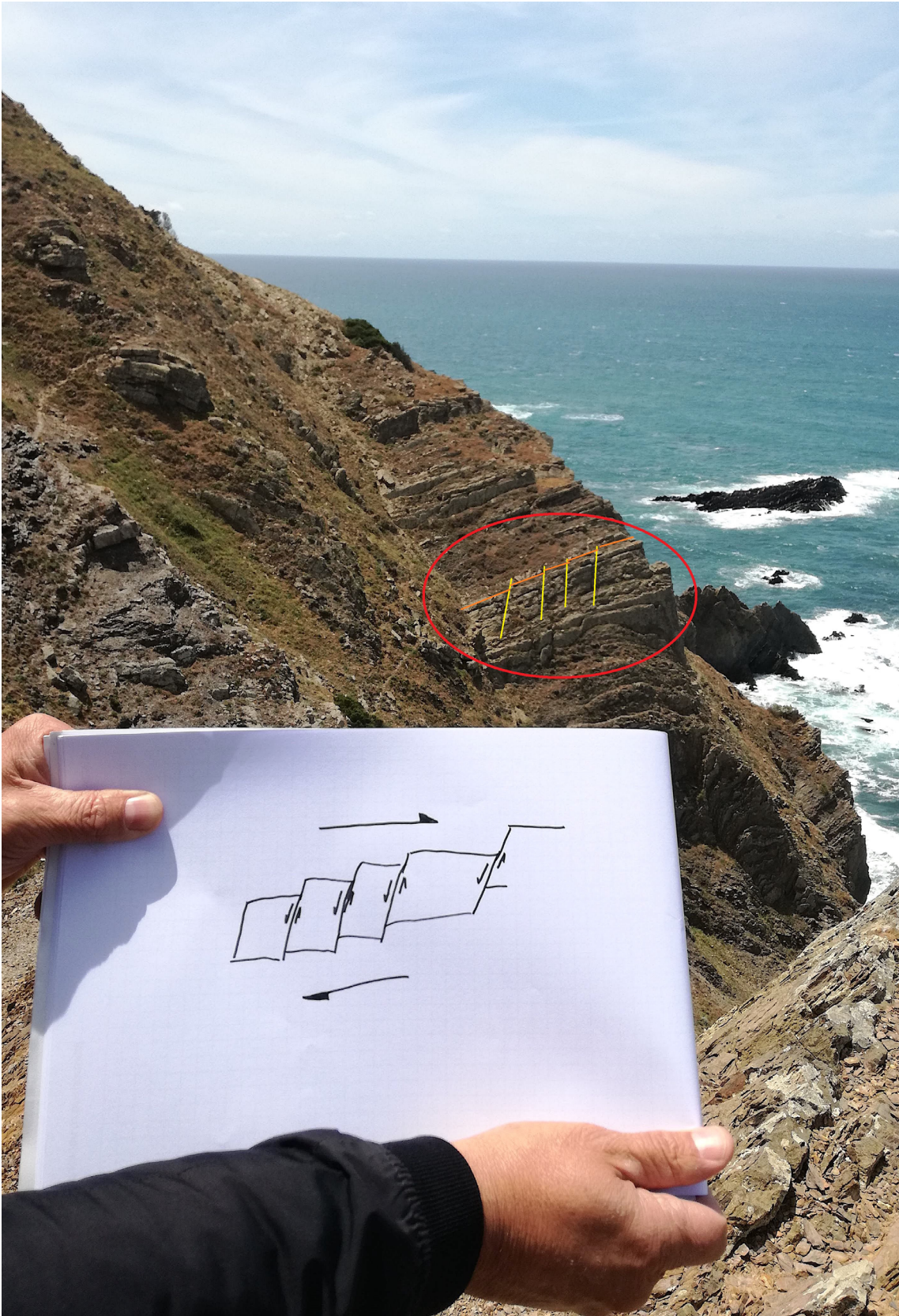
in casadasciencias.org/banco-imagens

Por ser uma imagem muito clara e de fácil explicação é muitas vezes apresentada aos alunos, quando se visita a Arrifana, no Grupo de *Flysch* do Baixo Alentejo, Unidade de Brejeira. A estrutura apresentada, com a “leitura estrutural” desenhada no bloco em primeiro plano e a imagem geológica ao fundo, representa uma movimentação de rotação em regime frágil, de topo para o lado direito da imagem, ao longo de superfícies horizontalizadas, enquanto os blocos rígidos internos evidenciam falhas de componente vertical de tipo normal com o abatimento dos blocos para a esquerda da foto. Esta estrutura em dominó (ou *bookshelf*) é característica quando em regime frágil a semi-frágil se exibem rotações internas que estão envolvidas por materiais mais dúcteis e de maior plasticidade. Os blocos que exibem estas rotações, como o que se observa numa prateleira de livros empurrados com o topo para a direita, são formados por grauvaques a quartzoaques e os seus envolventes mais dúcteis são formados por argilitos/xistos, as duas litologias que formam a fácies *flysch* das unidades presentes na Costa Vicentina da Zona Sul Portuguesa.


O valor didático desta imagem reside, sobretudo, na forma como ilustra a relação privilegiada entre o estudo dos fenómenos geológicos e a sua representação gráfica. De facto, a maioria das pessoas usa as suas capacidades visuais para compreender melhor o mundo à sua volta. Para tal, criam imagens mentais que poderão concretizar-se em desenhos e esquemas nos quais podem acrescentar mais ou menos detalhes. Para um aluno, as representações gráficas podem ser uma forma de ancorar um conceito que se está a formar na sua mente; mas, para um professor, essa mesma representação gráfica pode dar-lhe acesso ao pensamento do seu aluno, permitindo-lhe avaliar se o conceito foi apreendido de um modo correto. Deste modo, as representações gráficas permitem traduzir ideias abstratas, *a priori* não visualizáveis, numa forma concreta, passível de ser discutida e corrigida, se necessário. O recurso às representações gráficas torna-se ainda mais fundamental uma vez que se sabe que há alunos que, não dominando a linguagem escrita, se expressam muito melhor através do grafismo.

Paulo Fonseca
Universidade de Lisboa

Helena Moita de Deus
Agrupamento de Escolas Ruy Belo



VI ENCONTRO
INTERNACIONAL
DA CASA
DAS CIÊNCIAS



**ENSINO
DAS CIÊNCIAS
E A SOCIEDADE
MODERNA**

10 A 12
JULHO
2019

LISBOA
FACULDADE
DE CIÊNCIAS
DA UNIVERSIDADE
DE LISBOA

www.casadasciencias.org



U
LISBOA

