

A clonagem de plantas
Jorge M. Canhoto

Sítios geológicos do outro mundo
Luís Vítor Duarte

Museu do ISEP
Preservação de uma identidade

REVISTA DE CIÊNCIA ELEMENTAR

Volume 4 | Ano 2016

Número 1 | Janeiro a Março



Agenda

Envie-nos as suas sugestões e conheça as nossas.....3

Notícias

Esteja a par das últimas novidades da Ciência.....4

Editorial

Ciência para todos, de *José Ferreira Gomes*.....5

Opinião

A clonagem de plantas, de *Jorge M. Canhoto*.....6

Sítios geológicos do outro mundo

Deambulando pelo faroeste americano, de *Luís Duarte*.....11

A visitar...

Museu do Instituto Superior de Engenharia do Porto.....15

Gosto de ensinar

Partilha de experiências entre professores.....18

Descobrir Ciência

Deslocalização eletrónica, de *Carlos Corrêa*.....28

Recursos educativos

Conheça os mais recentes RED na Casa das Ciências.....33

Fotos e ilustrações

Sugestões de imagens para usar nas suas apresentações.....37

Revista de Ciência Elementar

ISSN 2183-1270

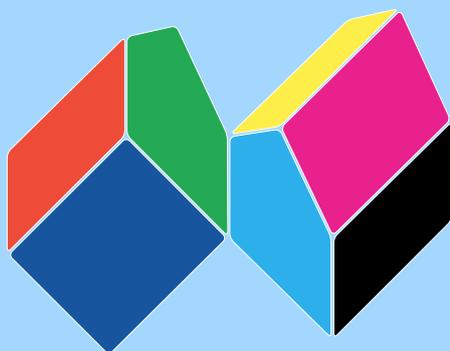
Corpo editorial

Editor-chefe José Alberto Nunes Ferreira Gomes (Dep. Química e Bioquímica - FCUP) **Coordenação Editorial** Maria João Ribeiro Nunes Ramos (Dep. Química e Bioquímica - FCUP) • Pedro Manuel A. Alexandrino Fernandes (Dep. Química e Bioquímica - FCUP) • Alexandre Lopes de Magalhães (Dep. Química e Bioquímica - FCUP) **Comissão Editorial** José Francisco da Silva Costa Rodrigues (Dep. Matemática - FCUL) • João Manuel Borregana Lopes dos Santos (Dep. Física e Astronomia - FCUP) • Jorge Manuel Pataca Leal Canhoto (Dep. Ciências da Vida - FCTUC) • Luís Vitor da Fonseca Pinto Duarte (Dep. Ciências da Terra - FCTUC) • Paulo Emanuel Talhadas Ferreira da Fonseca (Dep. Geologia - FCUL) • Paulo Jorge Almeida Ribeiro-Claro (Dep. Química - UA)

Produção

Diretor de Produção Manuel Luis da Silva Pinto **Conceção e Design** Nuno Miguel da Silva Moura Machado **Suporte Informático** Guilherme de Pinho N. Rietsch Monteiro **Secretariado** Alexandra Maria Silvestre Coelho

Imagem de capa *Árvores e algas* de Rubim Silva



casadasciencias.org

III Encontro Casa das Ciências

O ENSINO DAS CIÊNCIAS PARA A SOCIEDADE
DO CONHECIMENTO

11 a 13 de Julho de 2016 · ISEP – Porto

Lições plenárias · Workshops · Painéis

Comunicações paralelas · Debates

Consulte [aqui](#) o programa.

As inscrições abrem em breve!

5.^a concentração de telescópios em Moimenta da Beira

Estão abertas as inscrições para a 5.^a Concentração de telescópios em Moimenta da Beira, a realizar no dia 7 de maio de 2016. Consulte a página <https://sites.google.com/site/clubedascienciasmb/> para mais informações.

Clube das Ciências

5.^a Concentração de Telescópios em Moimenta da Beira

7 de Maio de 2016

Foto de Cristóvão Cunha – 31.Maio.2014

<https://sites.google.com/site/clubedascienciasmb>

Conferência

"Nomad Talk by National
Geographic Channel -
Crónicas da Atlântida"

Salão Nobre da reitoria da U. Porto

1 de abril de 2016 às 21h00

A Reitoria da U. Porto acolhe a palestra Crónicas da Atlântida, o mais recente projecto documental do fotógrafo da National Geographic António Luís Campos, dedicada aos Açores. Durante dois anos o fotógrafo percorreu o arquipélago captando o pulsar quotidiano das suas gentes numa jornada visual pelas nove ilhas açorianas, tendo a viagem pelo dia-a-dia dos seus habitantes como fio condutor. Continental apaixonado por este território insular, recorre à fotografia, escrita de viagem e multimedia para partilhar uma visão pessoal da diversidade cultural açoriana, focado sobretudo nas pessoas, muito mais do que nas paisagens. Nesta conversa com o público, António Luís Campos exporá outras imagens das suas visitas aos Açores, desvendando os seus bastidores e as estórias que mais o tocaram nas dezenas de viagens que fez ao arquipélago. A entrada é livre.

Plantas, lupas e microscópios

Centro Ciência Viva do Algarve

24 de março de 2016

Atividade que parte à descoberta da magia da Primavera, baseada na utilização de lupas e microscópios para a observação das plantas.

NASA fotografa antigo lago na superfície de Plutão

Uma imagem captada pela sonda *New Horizons* da NASA fotografou o que parece ser um antigo lago de azoto líquido.

Na imagem captada é possível identificar o que parecem ter sido canais formados pela passagem de líquidos à superfície de planeta.

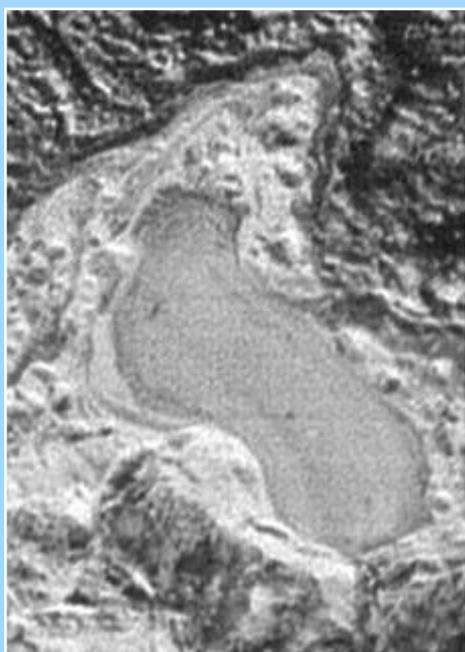


Imagem: NASA/JHUAPL/SwRI

Missão ExoMars a caminho do planeta vermelho

A nave iniciou uma viagem de sete meses e meio a caminho de Marte, com o objetivo de desvendar mistérios relacionados com a atmosfera do planeta.



Descolagem a partir do Cazaquistão do foguete que transporta os dois módulos da missão ExoMars com destino ao planeta Marte (Imagem: ESA).

Ambientalistas querem o encerramento da central nuclear de Almaraz

Várias associações ambientalistas pediram o encerramento da central nuclear de Almaraz, em Espanha, próxima da fronteira com Portugal. A central foi construída tendo em vista um período de 30 anos de atividade, mas já produz energia há 35 anos, razão pela qual é considerada pelos ambientalistas como uma ameaça.

No dia 14 de março de 2016 partiu do Cazaquistão com destino a Marte a primeira das duas missões ExoMars previstas.

A nave é constituída por dois módulos: o primeiro, designado de *Schiaparelli*, e o segundo, designado de *Trace Gas Orbiter*.

O módulo *Schiaparelli* irá demonstrar tecnologia essencial de entrada, descida e aterragem para missões futuras, e irá realizar uma série de estudos ambientais durante uma curta missão à superfície.

O *Trace Gas Orbiter* irá entrar numa

órbita elíptica em torno de Marte, com o objetivo de estudar os gases raros existentes na atmosfera deste planeta. Este instrumento irá ainda captar imagens de partes da superfície de Marte, onde se incluem vulcões, que podem estar relacionadas com a emissão de gases para a atmosfera do planeta.

Dos gases a analisar, é de particular interesse o metano que, no planeta Terra, aponta para processos biológicos ou geológicos ativos.

(Fonte: <http://www.esa.int>)

Ciência para todos

José Ferreira Gomes



A Revista de Ciência Elementar está pensada como veículo de diálogo da comunidade de língua portuguesa interessada na Ciência e no seu ensino ou divulgação. O público alvo é primariamente o conjunto dos professores do ensino básico e secundário e todos os seus alunos, dos zero aos 18 anos!

A Ciência é o sistema de compreensão do mundo. Como tal, fornece as ferramentas de que todos precisamos para compreender, apreciar e usar o ambiente em que nos é dado viver. O conhecimento científico resulta da acumulação do conhecimento que foi sendo adquirido pela observação, pela experimentação, pela crítica, pela identificação e correção de erros. Conhecemos documentação escrita desde 3000 a.C. na Mesopotâmia e desde 1500 a.C. no Rio Amarelo. A nossa civilização atual depende do conhecimento acumulado desde estas primeiras civilizações urbanas onde as mais valias extraídas da agricultura sedentária permitiram o ócio criador de cultura.

Este número permite a troca de experiências muito ricas que devem estimular todos os leitores a ver melhor o mundo que nos rodeia e guiar os outros, especialmente os seus alunos, a criarem hábitos de observação crítica e aberta ao reconhecimento do erro e à sua correção. Jorge Canhoto faz a ligação entre a moderna clonagem de plantas e os métodos antiquíssimos de seleção e melhoramento. Numa linguagem simples mas rigorosa, explica-nos estas técnicas e permite-nos compreender a diferença entre um embrião zigótico e um embrião somático e a razão porque os nossos lavradores usaram estes últimos desde sempre. Luís Vítor Duarte leva-nos ao Faroeste Americano para nos ajudar a ver as paisagens exóticas mais surpreendentes. Nas suas palavras, estes lugares (ou, pelo menos, as suas imagens) satisfazem a nossa ânsia de experienciar sensações e permitem-nos ver a geologia como deve ser vista, “ao vivo e a cores”! Esta ânsia é comum a adultos e a jovens, a professores e a alunos. Todos partilhamos a curiosidade pelo desconhecido, todos nos encantamos com a surpresa. Mas podemos aprender a ir mais longe no encantamento pela beleza da paisagem e temos de aprender a ver mais fundo para apreciar melhor essa beleza. Luís Vítor Duarte

explica-nos como a natureza pode moldar aquelas formas impressionantes. Esta compreensão só pode reforçar o nosso encantamento!

Somos depois levados por Patrícia Costa a uma visita guiada ao Museu da ISEP (Instituto Superior de Engenharia do Instituto Politécnico do Porto), uma escola de engenharia com fortíssimas raízes na história do ensino em Portugal. É herdeira da Escola Industrial do Porto, criada em 1852 por Fontes Pereira de Melo como instrumento para os “melhoramentos materiais” com que quis transformar o país. Tem um espólio valiosíssimo que evidencia o esforço de modernização do país na segunda metade do século XIX. As experiências partilhadas no “Gosto de Ensinar” são particularmente ricas e dão excelentes pistas para o trabalho dos professores que no dia a dia motivam os seus alunos de todas as idades para a forma como a Ciência enriquece a nossa forma de ver o mundo. Hélder Pereira leva-nos a bordo do JOIDES para percebermos o desafio de conhecer o mar numa recriação que se quer mais profissional e determinada mas igualmente bem sucedida das viagens exploratórias do interior africano de Capelo e Ivens no último quartel do século XIX. Manuela Lopes mostra como a paisagem na nossa vizinhança imediata pode servir de laboratório escolar para uma multiplicidade de observações, experimentações e aprendizagens. Cornélia Castro e Paulo Sanches partilham atitudes inovadoras para a sala de aula de Física e Química.

A exploração das competências digitais dos mais jovens põe um desafio de adaptação ao professor que Cornélia Castro discute. A percepção das escalas espaciais e temporais é particularmente difícil e Paulo Sanches sugere uma forma simples de chegar aos mais jovens.

Finalmente, a comprovada competência pedagógica de Carlos Corrêa leva-nos a visitar conceitos de Química cujo uso corrente procura ultrapassar ou evitar a dificuldade conceptual, convidando os professores a uma reflexão mais aprofundada.

José Ferreira Gomes

Editor-chefe

Revista de Ciência Elementar

A clonagem de plantas

Jorge M. Canhoto



Love is only a dirty trick played on us to achieve continuation of the species.

W. Somerset Maugham

Em comparação com os animais, as plantas apresentam um desenvolvimento muito diferente. Esta situação resulta do facto de, nas plantas, a maior parte do desenvolvimento ser pós-embriónico, ou seja ocorrer depois do embrião ter germinado. Nos animais, pelo contrário, os órgãos formam-se durante o desenvolvimento embrionário. Outro aspecto interessante que distingue as plantas dos animais, em termos de desenvolvimento, é que a perda de um órgão num animal é normalmente irreversível, se exceptuarmos alguns animais que apresentam alguma capacidade regenerativa. Pelo contrário, nas plantas, o corte de um ramo, ou a remoção de folhas, não causa danos muito graves e as plantas podem recuperar dessa situação produzindo novos órgãos. Esta capacidade das plantas deve-se à existência de meristemas, locais onde as células, para além de apresentarem uma forte capacidade de proliferação têm também o potencial de formar novos tipos celulares, um processo conhecido como diferenciação. Isto significa que as plantas têm uma capacidade organogénica permanente que vai desde a germinação da semente até à morte da planta.

Nas plantas são comuns dois tipos de reprodução. Um deles, a reprodução sexuada, envolve a formação de gâmetas e respectiva fusão numa célula chamada zigoto, seguida da formação de um embrião e, finalmente, a germinação e o desenvolvimento de uma nova planta. As plantas assim obtidas são geneticamente diferentes dos progenitores, uma consequência do processo de divisão subjacente à formação dos gâmetas, ou seja a meiose. Este tipo de reprodução é uma fonte de variabilidade genética, um aspecto importante não apenas para o potencial de adaptação das espécies a novas condições ambientais, mas também essencial para a obtenção de plantas com novas características de interesse para a agricultura. De facto, as novas variedades que todos os anos chegam ao mercado resultam, em grande parte, de cruzamentos e selecção das características mais interessantes.

No entanto, as plantas apresentam muitos órgãos adaptados

à reprodução assexuada, ou seja a formação de novas plantas sem intervenção de gâmetas e sem que ocorra fecundação. Por exemplo, uma batata é simultaneamente um órgão de reserva e de reprodução assexuada. Na batata existem meristemas que, em condições apropriadas dão origem a novos caules, que numa fase ulterior enraízam formando-se assim novas plantas. Outros órgãos de multiplicação vegetativa são, por exemplo, os estolhos dos morangueiros, ou os bolbos das tulipas. Nestes casos, as plantas obtidas a partir de um destes órgãos são geneticamente iguais entre si e também iguais à planta original. Um conjunto de plantas geneticamente iguais e descendente de um progenitor comum é chamado clone. Desta forma, o termo clone deve ser aplicado a um conjunto de indivíduos e não a uma única planta. O processo de obtenção de clones é chamado clonagem e, nas plantas, como já foi referido, é muito comum. Ao contrário da reprodução sexuada, em que o mecanismo de divisão celular subjacente é a meiose, na reprodução assexuada, muitas vezes designada nas plantas por multiplicação vegetativa, o mecanismo de divisão celular que serve de base à clonagem é a mitose.

Um conjunto de plantas geneticamente iguais e descendente de um progenitor comum é chamado clone. Desta forma, o termo clone deve ser aplicado a um conjunto de indivíduos e não a uma única planta.

Do ponto de vista natural, a clonagem é também importante para as espécies que utilizam este método de propagação, pois podem ocupar rapidamente um determinado habitat,

por se tratar de um método de reprodução muito eficaz. Do ponto de vista da agricultura, a clonagem é também importante. Isso acontece, por exemplo, quando se pretende multiplicar um híbrido que não seja fértil. Um exemplo são algumas variedades de bananeira que são triplóides e que não conseguem produzir gâmetas viáveis o que impede a reprodução sexuada. Assim, a multiplicação destas plantas tem que ser feita necessariamente por métodos de reprodução assexuada. Outra situação em que a clonagem é importante é no caso da multiplicação de espécies que são dioicas, ou seja em que existem plantas masculinas (produtoras de pólen) e plantas femininas. Para os agricultores, as plantas mais interessantes são as femininas, pois são elas que vão formar os frutos. No entanto, num cruzamento entre uma plantas masculina e uma planta feminina a probabilidade de obter plantas masculinas ou femininas é de 50% para qualquer dos casos. Assim, os agricultores recorrem à clonagem para multiplicar as plantas femininas. Desta forma irão obter sempre plantas femininas geneticamente iguais à original.

Desde meados do século XX começaram-se a utilizar outras técnicas de clonagem para além da enxertia e da estacaria. Essas técnicas são realizadas em laboratório, a partir de material vegetal de dimensões mais reduzidas que o utilizado nas técnicas convencionais.

Desde há milhares de anos que se recorre à clonagem de plantas para multiplicar genótipos de interesse. O processo mais simples de clonagem artificial é vulgarmente conhecido por estacaria. Neste método, uma estaca, que não é mais do que uma secção do caule com alguns centímetros de comprimento, é removida da planta que se pretende multiplicar e colocada a enraizar em solo ou num substrato artificial. Se utilizarmos 20 estacas de uma mesma planta iremos obter 20 plantas geneticamente iguais, ou seja um clone. Este método baseia-se em dois mecanismos de desenvolvimento diferentes. Por um lado, ao longo da estaca, na zona de inserção das folhas no caule (zona axilar) existem meristemas, denominados meristemas axilares. Estes meristemas, em condições naturais, estão muitas vezes dormentes devido à inibição causada pelo meristema apical (aquele que se encontra na extremidade de um ramo). Ao seccionarmos um ramo em estacas,

estamos a remover o efeito inibidor do meristema apical o que favorece o desenvolvimento dos meristemas axilares, que assim formam novos ramos. Normalmente, apenas um novo ramo se forma, visto que o meristema que passa a ser o apical começa a exercer um efeito inibidor nos restantes meristemas axilares. O resultado deste processo é a formação de um novo caule. No entanto, para termos uma planta completa é necessário que o caule enraíze. Há espécies em que o enraizamento de estacas é fácil, como acontece com o choupo, por exemplo. Nestas espécies, ao fim de algum tempo no substrato, formam-se várias raízes, chamadas adventícias. No entanto, em espécies como a oliveira ou o eucalipto, o enraizamento é mais difícil e requer a utilização de uma hormona (auxina). Existem actualmente à venda os chamados pós ou géis de enraizamento que incluem uma auxina e que servem para a indução de raízes adventícias em espécies em que a rizogénese é mais complicada.

Outro tipo de técnica de clonagem muito comum é a chamada enxertia. Neste tipo de método de reprodução assexuada o processo é mais complexo e requer técnicos com conhecimentos específicos. Em termos gerais, este método consiste em multiplicar uma planta de interesse (enxerto) numa outra planta que fornece o sistema radicular (porta-enxerto ou cavalo). Trata-se de um tipo de multiplicação vegetativa muito utilizada na videira ou em espécies como as macieiras e os pessegueiros. O caso da videira pode servir de exemplo para ilustrar o interesse desta técnica. Na segunda metade do século XIX uma praga da videira, conhecida como filoxera, chegou à Europa onde causou danos consideráveis com enormes prejuízos nesta fileira. Embora o insecto cause danos em toda a planta, os efeitos são particularmente graves ao nível do sistema radicular devido ao subsequente ataque de fungos. Existem, no entanto, videiras que são menos susceptíveis à filoxera. Entre estas encontra-se a videira americana, resistente ao insecto. Com base nesta resistência, aquilo que se fez para salvar as vinhas europeias foi enxertá-las em porta-enxertos de videira americana resistentes à filoxera. Desta forma, o sistema radicular da planta não é afectado e a parte caulinar continua a produzir uva da espécie de interesse. Deve salientar-se que uma enxertia não origina uma planta híbrida, mas sim uma planta que possui um sistema radicular de uma planta e a parte aérea de outra, sendo esta última aquela que interessa multiplicar. Existem actualmente porta-enxertos específicos para diferentes espécies, pois nem todas as associações entre enxerto e porta-enxerto podem dar os resultados pretendidos.

Desde meados do século XX começaram-se a utilizar outras técnicas de clonagem para além da enxertia e da estacaria. Essas técnicas são realizadas em laboratório, a partir de material vegetal de dimensões mais reduzidas que o utilizado nas técnicas convencionais. Em virtude

desta situação, estas técnicas de clonagem são vulgarmente conhecidas como micropropagação. Além disso, realizam-se em condições assépticas, em recipientes de vidro ou de plástico (Figura 1), contendo meios de cultura apropriados. Trata-se pois de processos de clonagem *in vitro*, daí que vulgarmente também sejam conhecidos como métodos de clonagem *in vitro*.



Figura 1 Medronheiro (*Arbutus unedo*) em fase de multiplicação *in vitro*.

Existem três métodos de clonagem *in vitro*: 1) proliferação de meristemas, 2) organogénese e embriogénese somática. Todos eles permitem a obtenção de um grande número de plantas (clonagem em larga escala), mas a metodologia para obter as plantas é diferente.

(...) uma terceira técnica de clonagem *in vitro* é a embriogénese somática. Este método induz a formação de embriões (Figura 3) a partir de células do corpo (soma) da planta, daí a designação da técnica e dos embriões obtidos – embriões somáticos.

O método mais simples é a proliferação de meristemas. É muito parecido com a estacaria, mas realizado a uma escala laboratorial. Como material de partida (chamado explante) utiliza-se uma parte da planta onde exista um ou mais meristemas. Pode ser, por exemplo, o ápice de um ramo ou um nó do caule onde exista um ou mais meristemas axilares. O explante é colocado num meio gelificado rico em nutrientes minerais e contendo hormonas vegetais, vulgarmente auxinas. Ao fim de algum tempo, o meristema

inicia o seu desenvolvimento e dá origem a um novo caule (Figura 2). Imaginemos que, após um mês de cultura, o explante original dá origem a um caule com 5 nós, ou seja 5 zonas de inserção de folhas. Em cada um desses nós vai existir um meristema axilar que tem a capacidade de iniciar um novo caule. Se cortarmos agora estes 5 nós e os cultivarmos em meio fresco cada um deles vai produzir, ao fim de mais um mês de cultura, 5 novos nós. Ou seja ao fim de um mês teremos 5 nós, ao fim de dois 25 e assim sucessivamente. Ao fim de um ano de ensaios o número potencial de novas plantas seria de 5^{12} . Facilmente se imagina que após um ano de cultura o número potencial de plantas que se pode obter é astronómico; neste caso cerca de 250 milhões. Na prática este número é bastante mais reduzido, pois ocorrem perdas durante o processo e lidar com um número tão grande de plantas coloca problemas logísticos difíceis de ultrapassar. No entanto, estes valores dão uma ideia clara do potencial de clonagem deste método. À semelhança do que foi referido para a estacaria, cada um destes caules tem que ser enraizado para originar uma planta completa. Este é o método mais simples de clonagem *in vitro*, pois inicia-se a partir de meristemas que já existem no explante original. Muitas empresas que se dedicam à clonagem de plantas utilizam este método para multiplicar as mais variadas espécies, desde árvores como o eucalipto ou a oliveira até espécies de interesse ornamental ou agronómico.



Figura 2 Recipiente contendo vários rebentos caulinares de tamarilho (*Solanum betaceum*) obtidos por proliferação de meristemas axilares.

A organogénese é uma técnica diferente da anterior no sentido em que se utilizam explantes que não possuem meristemas. O objectivo neste caso é induzir a formação de novos meristemas caulinares, chamados meristemas adventícios. Para a indução de novos meristemas o explante, por exemplo, um segmento foliar, é cultivado num meio de cultura semelhante ao utilizado na técnica anterior, mas em que se utiliza uma combinação de dois tipos de hormonas:

auxinas e citocininas. Após algum tempo em condições de humidade, temperatura e luminosidade controladas, normalmente 3 a 5 semanas, algumas células do explante dão origem a massas de células, chamadas calos, nos quais, ulteriormente se diferenciam os meristemas. Em casos menos comuns, as próprias células do explante podem formar meristemas sem passagem por uma fase de calo. Estes meristemas originam um segmento caulinar que será depois enraizado para obtenção de uma nova planta. Cada explante pode formar dezenas ou mesmo centenas de meristemas obtendo-se assim, a partir de um único explante, centenas de plantas.

As técnicas de clonagem são actualmente importantes ferramentas ao serviço do melhoramento e do estudo dos mecanismos de desenvolvimento das plantas dada a facilidade com que é possível induzir a formação de órgãos ou de embriões nestes sistemas experimentais.

Finalmente, uma terceira técnica de clonagem *in vitro* é a embriogénese somática. Este método induz a formação de embriões (Figura 3) a partir de células do corpo (soma) da planta, daí a designação da técnica e dos embriões obtidos – embriões somáticos. Os embriões somáticos são muito parecidos com os embriões zigóticos correspondentes. No entanto, enquanto os embriões zigóticos produzidos por uma planta são geneticamente diferentes entre si e distintos da planta mãe, os embriões somáticos vão ser geneticamente iguais à planta dadora do explante. No caso da embriogénese somática, os explantes são cultivados em meios contendo uma auxina. Ao fim de algum tempo, algumas células do explante comportam-se como um zigoto e dão origem a embriões. Num mesmo explante, podem ser formados centenas de embriões somáticos. A vantagem da embriogénese em relação aos outros métodos é que não é necessário induzir raízes adventícias, uma vez que o embrião e uma estrutura bipolar com um pólo caulinar e um pólo radicular que, após germinação vão dar origem,

respectivamente, ao caule e raiz da planta. Para além de ser um excelente método de clonagem, a embriogénese somática permite ainda o estudo da embriogénese de uma maneira mais eficaz, pois a embriogénese zigótica decorre no interior do óvulo, o que dificulta o acesso ao embrião. A indução de embriogénese somática baseia-se numa propriedade que algumas células vegetais apresentam e que é chamada totipotência.



Figura 3 Embriões somáticos de tamarilho (*Solanum betaceum*) em fases precoces de desenvolvimento.

As técnicas de clonagem são actualmente importantes ferramentas ao serviço do melhoramento e do estudo dos mecanismos de desenvolvimento das plantas dada a facilidade com que é possível induzir a formação de órgãos ou de embriões nestes sistemas experimentais.

Bibliografia

1. Canhoto JM (2010). Biotecnologia Vegetal – da Clonagem de Plantas à Transformação Genética. Imprensa da Universidade de Coimbra, Coimbra.
2. Chawla HS (2009). Introduction to Plant Biotechnology. Science Publishers, Enfield.
3. Kyte L, Kleyn J, Scoggins H, Bridgen M (2013) Plants from Test Tubes – an Introduction to Micropropagation (4ª ed). Timber Press, Portland.
4. Smith RH (2001). Plant Cell Culture. In: eLS. John Wiley & Sons Ltd, Chichester. <http://www.els.net> doi: 10.1038/npg.els.0002581.
5. Smith RH (2013). Plant Tissue Culture – Techniques and Experiments (3ª ed). Academic Press, Amsterdam.

Jorge M. Canhoto

Centro de Ecologia Funcional, Departamento de Ciências da Vida da Faculdade de Ciências e Tecnologia Universidade do Coimbra

III Encontro Casa das Ciências

O ENSINO DAS CIÊNCIAS PARA A SOCIEDADE DO CONHECIMENTO

11 a 13 de Julho de 2016 · ISEP – Porto

	Física e Química	Matemática	Biologia e Geologia	Ciência elementar (Ensino Básico)
1.º dia – 11 de julho (segunda-feira)				
9:00	Receção aos participantes			
10:00	Sessão de abertura			
10:30	Conferência de abertura: <i>Manuel Sobrinho Simões + Debate</i>			
14:30	Plenária (PL_A1)	Plenária (PL_B1)	C. paralelas (CP_C1)	Plenária (PL_D1)
16:30	Workshop (WK_A1)	Workshop (WK_B1)	Workshop (WK_C1)	Workshop (WK_D1)
2.º dia – 12 de julho (terça-feira)				
9:00	Painel + debate (PN_AB1)	Painel + debate (PN_AB1)	Painel + debate (PN_C1)	Painel + debate (PN_D1)
11:30	C. paralelas (CP_A1)	C. paralelas (CP_B1)	Plenária (PL_C1)	Plenária (PL_D2)
14:30	Painel + debate (PN_AB2)	Painel + debate (PN_AB2)	Painel + debate (PN_C2)	Painel + debate (PN_D2)
17:00	Workshop (WK_A2)	Workshop (WK_B2)	Workshop (WK_C2)	Workshop (WK_D2)
22:00	Noite cultural			
3.º dia – 13 de julho (quarta-feira)				
9:00	Plenária (PL_A2)	Plenária (PL_B2)	Plenária (PL_C2)	C. paralelas (CP_D1)
11:30	C. paralelas (CP_A2)	C. paralelas (CP_B2)	C. paralelas (CP_C2)	C. paralelas (CP_D2)
14:30	Conclusões c. paralelas	Conclusões c. paralelas	Conclusões c. paralelas	Conclusões c. paralelas
16:00	Conferência de encerramento			
17:30	Sessão de encerramento			
18:30	Registo e entrega de documentação			
19:00	Fecho dos trabalhos			

Consulte o programa alargado em <http://casadasciencias.org>.

As inscrições abrem em breve!



FILM 2 B-2

8

8

7A ↑

SÍTIOS
GEOLÓGICOS
DO
"OUTRO MUNDO"

7

7

FILM 2 B-2

6



6A ↑

6



Luís Vítor
Duarte

2

Faroeste Americano

Inicia-se aqui uma rubrica dedicada a locais singulares da geologia do nosso planeta, de elevado impacto cénico, que dificilmente passam despercebidos aos olhos dos apreciadores das maravilhas da natureza. Amplamente divulgados no infindável mundo da internet, entre sites para todas as preferências, estes lugares conquistaram a nossa visita, na ânsia de experienciar sensações e de ver a geologia como deve ser observada, “ao vivo e a cores”. E assim, melhor perceber os processos geológicos e as modificações das paisagens ao tempo da sua génese. Para este desiderato, a fórmula encontrada foi a de tentar associar tais locais a outras singularidades, como no caso presente, a passagens retratadas em clássicos da indústria de Hollywood.

Neste sentido, nada melhor do que começar esta crónica pelo clássico “Thelma & Louise”, de 1991, considerando o elevado número de magníficas paisagens com que o filme brinda o espetador. Realizado por Ridley Scott, acompanhado pela música do previsível Hans Zimmer, seu habitual parceiro em obras cinematográficas, conta com as prestações únicas das atrizes Susan Sarandon e Geena Davis (ambas nomeadas então para o Óscar de Melhor Atriz). Numa constante fuga da polícia rumo ao México, onde nunca chegarão, Thelma e Louise vagueiam por um conjunto de rotas do sudoeste dos Estados Unidos da América (EUA). Sobressaem e multiplicam-se na pantalha, de forma por vezes algo errante quanto à sua sucessão lógica, magníficas imagens da geologia sedimentar do chamado Faroeste americano! Ora, em 1998 tive o ensejo de deambular por aquelas paisagens secas e, concretamente, palmilhar o local onde foi filmada a fluorescente cena do ciclista, de fâcies jamaicano, fumador, quando encontra um carro da polícia largado numa estrada deserta, em cuja bagageira se encontrava aprisionado o próprio agente da autoridade! Tudo ao som das notas musicais de “*I can see clearly now*”! Simplesmente inenarrável! Estamos a falar do *Arches National Park*, em pleno Estado do Utah, cujo contexto geológico e a moldura da paisagem são tão avassaladores, quanto nos turvam a visão com uma miragem que parece transportar-nos para o mundo incrível da ficção, mas que é mesmo real. Formações sedimentares, siliciclásticas, a perder de vista no horizonte, resultantes de processos erosivos atmosféricos, dos quais resultaram as dezenas de arcos identificados com nome próprio, morfologias que caracterizam este Parque Nacional. A maioria dos arcos

define-se em unidades do Jurássico, pertencentes sobretudo à Formação *Entrada Sandstone*. Uma sucessão sedimentar depositada então numa gigantesca área continental, tal como é fácil subentender a partir das reconstituições paleogeográficas admitidas para o Mesozoico do que é hoje o sudoeste dos Estados Unidos.

É neste tipo de cenário paisagístico sedimentar, onde pontificam ainda os parques *Bryce Canyon* (com as célebres chaminés de fada a rivalizarem com as da Capadócia), *Zion* (com as tradicionais dunas fossilizadas) e o *Capitol Reef* (o mais colorido e com um pouco de tudo a nível geológico), amplamente reproduzidos na sétima arte desde os tempos de John Wayne, que se enquadra o vizinho *Canyonlands*. Porventura, uma das reservas naturais mais espetaculares dos Estados Unidos, dado o impacto da diversidade de morfologias desenhadas na paisagem. Entre as geoformas contam-se *canyons*, mesas, cornijas e arcos, com os primeiros a darem, afinal, o nome ao parque nacional, dominado pela hidrografia do Colorado e do *Green River*. Cursos de água que confluem na porção sul do Parque, seguindo, a partir daí, a mesma trajetória em direção ao imenso *Grand Canyon*, já no Estado do Arizona. São morfologias a esculpirem centenas de estratos sub-horizontais, datados do Carbónico ao Cretácico (contabilizando cerca de 250 milhões da história da Terra), numa multiplicidade de rochas, unidades e ambientes sedimentares. Com uma sedimentação triásica e jurássica, predominantemente clástica, e de origem continental, depositada em ambientes tão áridos como aquele que parece dominar a paisagem atual. É o Princípio do Uniformitarismo a funcionar.

Em matéria geológica, tal como o voo insólito sobre o

Sítios geológicos do "outro mundo"

“abismo”, a película termina numa apoteose de paisagens particularmente arrebatadoras. Na verdade, o suposto *Grand Canyon* de Louise, que Thelma, na sua mais genuína sensibilidade, apelida de um inevitável “*isn't it beautiful?*”, não é mais do que uma das imagens mais deslumbrantes desta região do Utah, o *Dead Horse Point*. Tal como é toda a imensidão sobreposta ao *Island in the Sky*, no coração do *Canyonlands*. Lindo!

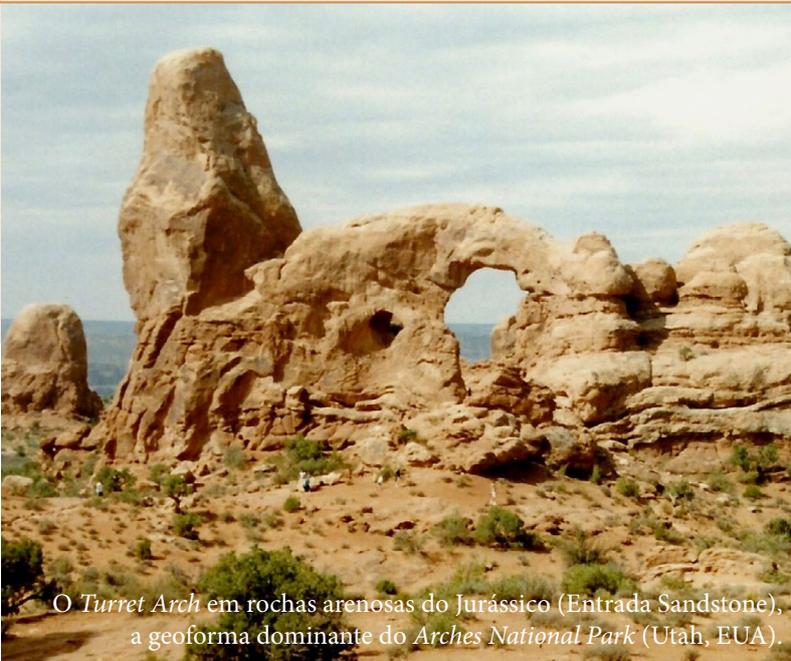
Para dar “un coup d’oeil”:

<http://www.nps.gov/arch>

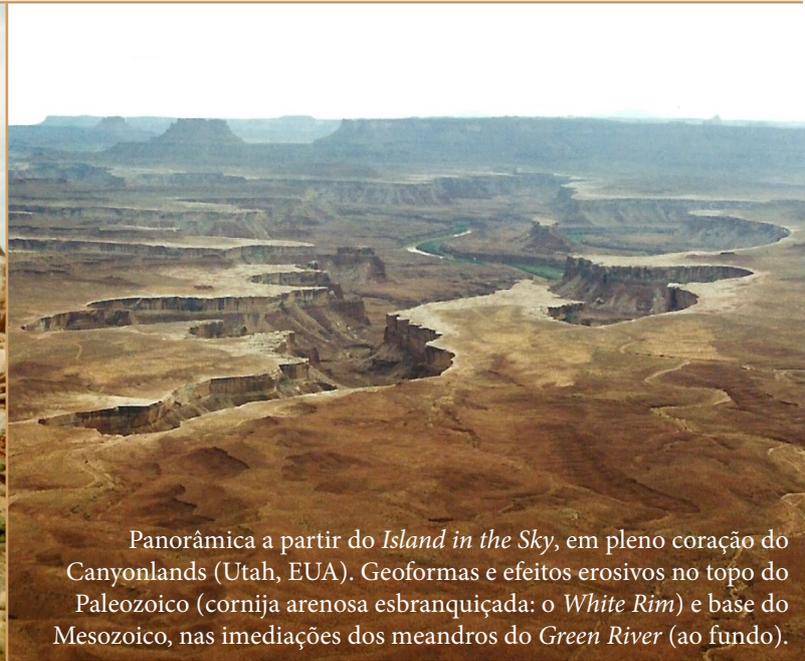
<http://www.nps.gov/cany>

Luís Vítor Duarte

MARE - Departamento de Ciências da Terra da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra



O *Turret Arch* em rochas arenosas do Jurássico (Entrada Sandstone), a geoforma dominante do *Arches National Park* (Utah, EUA).



Panorâmica a partir do *Island in the Sky*, em pleno coração do *Canyonlands* (Utah, EUA). Geoformas e efeitos erosivos no topo do Paleozoico (cornija arenosa esbranquiçada: o *White Rim*) e base do Mesozoico, nas imediações dos meandros do *Green River* (ao fundo).



As *Three Gossips*, *Sheep Rock* e *Tower of Babel*, algumas das morfologias do *Courthouse Towers*, um dos lugares míticos do *Arches National Park* (Utah, EUA), retratado em *Thelma & Louise*.

Partilhe os seus recursos
com a comunidade educativa

Submeta à Casa das Ciências

- ⊙ Apresentações
- ⊙ Vídeos e animações
- ⊙ Simulações
- ⊙ Documentos
- ⊙ Imagens



A visitar...



Museu do Instituto Superior de Engenharia do Porto

Preservação de uma identidade para o futuro

A visitar...

Com uma vasta, fascinante e complexa história como estabelecimento de ensino industrial, o atual Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP) do Politécnico do Porto, é herdeiro de uma importante coleção de instrumentos e modelos científicos, bem como um espólio assinalável de documentação bibliográfica tecnológica e arquivística.

Em 1999, com a tomada de consciência do seu valor científico e patrimonial, a direção da Escola decidiu criar um museu que pudesse, ao mesmo tempo, ilustrar o desenvolvimento tecnológico de século XIX e o percurso da Escola ao longo dos tempos até aos dias de hoje, onde a componente experimental era um elemento fundamental para a formação dos seus estudantes.

Deste modo, o Museu do ISEP é o espelho do ensino técnico em Portugal, onde o saber-fazer era o lema. A este compete defender, preservar e divulgar o espólio do património museológico do Instituto, proceder à sua inventariação e catalogação, apoiar projetos de extensão cultural e investigação histórica, fomentar a promoção do museu ao exterior e executar outros procedimentos inerentes ao âmbito da sua actividade de âmbito nacional ou internacional.

O acervo é muito consistente, diverso e representativo. Toda a coleção tem uma única origem, em que os instrumentos utilizados nos diferentes gabinetes e laboratórios da época no Instituto Industrial do Porto para lecionar a componente prática e experimental dos cursos, com o enfoque principalmente para as denominadas engenharias clássicas.

Desde a Física, com os seus instrumentos de ótica, eletrostática, hidrodinâmica, calor e acústica, passando pela Eletrotécnica, com os aparelhos de medidas elétricas,

telégrafos e motores; a Engenharia de Minas, Mineralogia-Geologia e Metalurgia, com as suas maquetas mineiras, amostras petrográficas-mineralógicas e fornos; a Mecânica, com as máquinas a vapor; a Química, com destaque para as balanças de precisão e diversos equipamentos analíticos de laboratório; os dispositivos de Hidráulica, como as rodas de pás; a Engenharia Civil, onde se destacam maquetas de pontes (Fig. 1) e de outras construções, os modelos de Geometria Descritiva, e ainda os diversos modelos de gesso da Secção de Desenho.

Para além deste espólio, o museu dispõe de uma biblioteca, com mais de dois mil títulos, com algumas raridades bibliográficas, como são os casos da famosa enciclopédia de Diderot e d'Alembert, do precioso livro de física de Pieter van Musschenbroeck, de livros de cristalografia e mineralogia de René Haüy e do livro de arquitetura de Leon Battista Alberti. Além disso, existe um extenso arquivo histórico com variadíssima documentação desde a criação da Escola Industrial do Porto em 1852, como por exemplo a correspondência, os termos de posse dos diretores e as atas.

Numa visita ao Museu do ISEP, com marcação prévia, é proposto um percurso singular pela história dos equipamentos, da documentação, dos materiais pedagógicos dos séculos XIX e XX utilizados nas aulas experimentais. Além disso, é possível a execução de várias experiências científicas para estudantes do 1º ao 3º ciclo, usando-se materiais simples e de fácil acesso. Pretendemos que seja uma experiência lúdica e principalmente enriquecedora, aprendendo ciência de forma rigorosa mas num tom descontraído (fig. 2), com o objetivo de mais jovens compreenderem melhor o mundo que os rodeia e a importância da Engenharia no seu dia-a-dia.



Figura 1 Modelo de ponte de via férrea única, Sala de Civil, Minas e Metalurgia, Museu do ISEP.

Museu do Instituto Superior de Engenharia do Porto

Todos os anos são apresentadas novas atividades. Assim sendo, sempre que nos visitarem têm a oportunidade de aprender algo novo.

O Museu do ISEP tem tido, nos últimos tempos, um reconhecimento a nível nacional. Prova disso foi a credenciação por parte da Rede Portuguesa de Museus, em agosto de 2015, ficando assim confirmada a qualidade técnica do trabalho museológico, a importância e a relevância internacional da colecção com 164 anos.

Patrícia Costa

Responsável da Divisão de Documentação e Cultura
Instituto Superior de Engenharia do Porto

Informações úteis

Museu do ISEP

Rua do Dr. António Bernardino de Almeida, 431
4249-015 Porto

Horário de funcionamento

Segunda a Sexta-feira
9:30h >12:30h // 14:00h >17:00h

Marcação de grupos

Serviços educativos

Tel.: 228340508

Fax: 228321159

Informações

Tel.: +351 228340508

E-mail: museu@isep.ipp.pt

Entrada gratuita



Figura 2 Visitante interagindo com os modelos de transmissão de vapor, Sala de Mecânica, Museu do ISEP.



Figura 3 Exposição de microscópios



Figura 4 Modelo de máquina a vapor horizontal com distribuição Sulzer

Gosto

de

ensinar

Começamos neste primeiro número de 2016 a divulgar o trabalho dos fantásticos professores que temos espalhados pelas nossas escolas.

Apresentamos em seguida quatro relatos de professores com experiências interessantes para contar, procurando assim incentivar à partilha de experiências que podem ser úteis aos restantes professores.

Também quer partilhar as suas experiências?

Envie-nos o seu texto para o email:

rce@casadasciencias.org.

Uma aula a bordo do *JOIDES Resolution*

Hélder Pereira

Professor de Biologia e Geologia



O navio de perfuração JOIDES Resolution (Figura 1) é uma plataforma flexível e multifuncional ao serviço da comunidade científica internacional envolvida no *International Ocean Discovery Program* (IODP). O IODP é um programa internacional de pesquisa científica marinha que envolve 26 países de todo o mundo, incluindo Portugal, e permite obter materiais essenciais para o estudo do nosso planeta.



Figura 1 Navio de perfuração científica JOIDES Resolution (Crédito: William Crawford, IODP).

O novo programa, iniciado em 2013, tem dado continuidade ao *Deep Sea Drilling Project* (1968-1983), ao *Ocean Drilling Program* (1985-2003) e ao *Integrated Ocean Drilling Program* (2003-2013), que estão entre os programas científicos mais produtivos já realizados (Passow *et al.*, 2013). Estes programas têm permitido explorar a história e estrutura da Terra representada nos sedimentos e rochas sob o fundo do oceano.

Para além da ciência, a educação é uma componente

essencial do IODP. Quando em 2009 tive a oportunidade de participar num dos programas educativos dinamizados pelo IODP a bordo do *JR* estava longe de imaginar o impacto que o mesmo teria na minha vida pessoal e profissional. Durante os 15 dias que durou a *School of Rock 2009* tive a possibilidade de juntamente com outros professores de França, Japão e Estados Unidos da América aprender em primeira mão alguns aspetos da ciência por detrás do IODP (Pereira *et al.*, 2010).

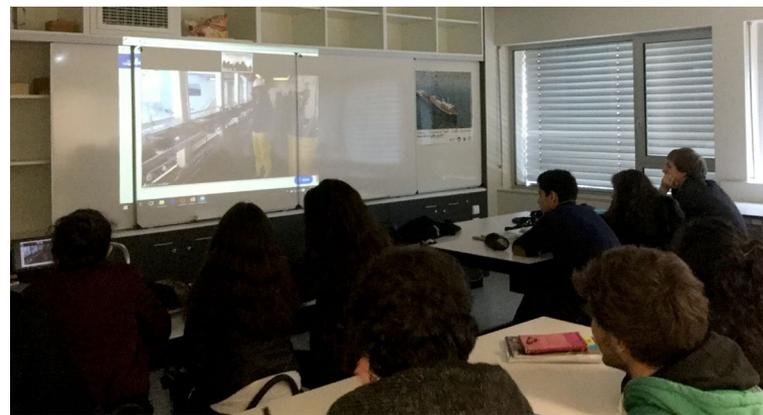


Figura 2 Alunos da Escola Secundária de Loulé a ver e ouvir as explicações da professora Marion Burgio durante a videoconferência realizada em janeiro de 2016 (Crédito: Hélder Pereira).

Dois anos mais tarde voltei a ter oportunidade de participar num outro programa educativo a bordo do *JR*, desta vez como *Education Officer*, durante a Expedição IODP 339 – *Mediterranean Outflow*. O trabalho do Education Officer é bastante diversificado e inclui atividades que vão da dinamização de um [blogue](http://goo.gl/8naW9) na página oficial do navio (<http://goo.gl/8naW9>), passando pela utilização das redes sociais (e.g. Facebook, Twitter), como meio de divulgar o trabalho realizado a bordo do navio. Um dos momentos altos do dia era a realização de videoconferências em direto com escolas, museus de ciência e universidades de várias partes do globo. Ao longo dos dois meses em que estive embarcado tive a oportunidade de dar duas aulas, via videoconferência, aos meus alunos a partir do navio. Durante as videoconferências os alunos puderam ver a torre de perfuração do navio, ouvir os sons e assistir em direto ao trabalho realizado a bordo do *JR* (Pereira, 2012). Em todas as expedições IODP há educadores a bordo, pelo

que desde então tenho continuado a organizar na minha escola videoconferências com os meus alunos. Durante estes eventos é possível explorar não só a ciência por detrás de cada expedição, mas também aspetos relacionados com as várias profissões das pessoas a bordo.

A mais recente destas ligações em direto com o *JR* teve lugar no dia 16 de janeiro de 2016 durante a Expedição IODP 360 – *SW Indian Ridge Lower Crust and Moho*. A nossa anfitriã foi a professora francesa Marion Burgio (Foto 2). Ao longo da visita fomos ainda acompanhados pelo cientista brasileiro Gustavo Viegas com quem, na parte final da videoconferência, os alunos tiveram a oportunidade de realizar uma sessão de perguntas e respostas.

Nesta altura o nosso leitor poderá pensar que estes eventos apenas podem ser organizados por antigos professores a bordo, mas engana-se, pois estão ao alcance de qualquer educador. Para isso basta aceder à [página oficial do navio](http://goo.gl/KoJ35i) (<http://goo.gl/KoJ35i>) preencher um curto formulário e agendar uma videoconferência. Os primeiros a registar-se são os primeiros a ser atendidos. O vídeo disponível em <http://>

goo.gl/shuvOX ilustra bem como funcionam estes eventos.

Em suma, considero que esta é uma boa forma de dar uma aula diferente permitindo que os alunos visitem um navio oceanográfico, que habitualmente surge nos livros de texto do ensino básico e secundário, e percebam como funciona a ciência.

Referências

1. Pereira, H., Peart, L. e Cooper, S. (2010). School of Rock 2009: A Hands-on, Research based Expedition for Earth and Ocean Science Educators aboard the JOIDES Resolution during the IODP 321T Expedition, *e-Terra*, 15, n.º 26.
2. Pereira, H. (2012). Double Live Video Event with the Loulé High School. <http://joidesresolution.org/node/2253>.
3. Passow, M., Pereira, H. e Peart, L. (2013). A brief history of scientific ocean drilling programs / Breve história dos programas científicos de perfuração oceânica, *Terrae Didactica*, 9(2), 65-73.

Hélder Pereira

Professor de Biologia e Geologia
Escola Secundária de Loulé

Ensino em contexto de laboratório escolar da paisagem

Manuela Lopes

Professora de Biologia e Geologia



Os Laboratórios Escolares da Paisagem, definidos como espaços verdes multifacetados de dimensões variáveis e com características favoráveis à investigação escolar e à efetiva interiorização de valores ambientais em contexto real de paisagem (Lopes, 2015), e as Salas-laboratório da Paisagem, apetrechadas para atividades complementares ao trabalho de campo realizado, permitem ações propícias a aprendizagens conducentes a uma plena consciência de cidadania.



Figura 1 Alunos em trabalho de campo, em contexto de Laboratório Escolar da Paisagem.

As atividades seguidamente referidas constituem propostas de trabalho com alunos do oitavo ano de escolaridade no âmbito da temática “Sustentabilidade da Terra”, podendo abranger diferentes metas do currículo da disciplina de Ciências Naturais.

Nesse contexto, o trabalho proposto poderá ser realizado para aplicação de conhecimentos em novas situações num processo de consolidação dos mesmos. Numa primeira fase poderá ser feita uma apresentação multimédia, em sala de aula, de identificação de diferentes problemas ambientais e de compreensão de conceitos inerentes à sustentabilidade ambiental. Numa segunda fase será feita uma saída de campo a uma área na proximidade da escola, preferencialmente a um Laboratório Escolar da Paisagem, onde seja possível desenvolver, com caráter de continuidade, trabalho experimental no âmbito da qualidade do solo, da qualidade do ar, da qualidade da água, da biodiversidade e da qualidade de vida no local ou nas imediações do mesmo. Na figura 1 podem observar-se alunos a realizar um trabalho investigativo em contexto de Laboratório Escolar da Paisagem.



Figura 2 Dois aspetos de maquete de habitação sustentável.

Nesta saída, foram recolhidas amostras (solo, água...) e foi feita a identificação de situações, com recurso a registos escritos, de vídeo ou fotográficos. O trabalho desenvolvido pelos alunos foi orientado por um guião que, de acordo com uma metodologia de Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas (ABRP), permitiu a colocação

de sucessivas questões-problema e forneceu pistas de investigação. Na escola, na Sala-laboratório da paisagem, foi posteriormente feito o estudo laboratorial das amostras recolhidas, com reflexão sobre os resultados das mesmas, e foram tiradas conclusões sobre ameaças à sustentabilidade do local, sendo avaliadas propostas de solução dos problemas diagnosticados. Finalmente, os alunos tiveram oportunidade de planear uma maquete, a realizar, de uma habitação sustentável em ambiente urbano.

Na figura 2 pode visualizar-se a maquete de uma habitação sustentável, podendo observar-se as preocupações de gestão de resíduos (presença do ecoponto), de transportes não poluentes (presença de carro eléctrico), de equilíbrio térmico e sequestro de Carbono (presença de cobertura verde e de jardim vertical) bem como de uma favorável orientação solar, de gestão de águas pluviais excedentes (presença de depósito de águas excedentes na cobertura verde e de energias renováveis (presença de painel fotovoltaico).

Em conclusão, um novo contexto educativo que envolva mais os alunos no “saber fazer” poderá constituir uma solução para alguns problemas de aproveitamento escolar diagnosticados na atualidade.

Referências

1. Lopes, M. M.T.S. (2015). Qualificação da paisagem de parques urbanos ribeirinhos com valorização da sua função educativa - Caso de estudo: O Parque Oriental da cidade do Porto como Laboratório Escolar da Paisagem em meio urbano, Tese de Doutoramento em Arquitetura Paisagista e Ecologia Urbana, Faculdade de Ciências e Tecnologias da Universidade de Coimbra, Coimbra.

Manuela Lopes

Professora de Biologia e Geologia

Escola Augusto Gil

Agrupamento de Escolas Aurélia de Sousa

Utilização do Powtoon® em FQ: relato de uma experiência

Cornélia Castro

Professora de Física e Química



Existe alguma dificuldade em os professores aceitarem novas tendências ou novas ideias de práticas no processo de ensinar e aprender, desde logo porque subsiste uma grande distância entre o que é estabelecido e prescrito pela tutela e o que é possível acontecer na prática letiva. A integração da tecnologia no processo de ensinar e aprender requer tempo de formação e aprendizagem por parte dos professores o

que colide com o cumprimento de metas curriculares muito ambiciosas em extensão. Esta realidade não concorre para o incremento (ou mesmo manutenção) da motivação do professor que quer tentar outras abordagens que não as mais tradicionais em que o aluno é pouco envolvido, mas e, no entanto, há que ser persistente.

A disciplina de Física e Química é uma das disciplinas à qual

é apontado o epíteto de “difícil”, logo desde o 3.º ciclo, sendo muitas vezes esse o alibi para que os alunos não se envolvam ou não sejam muito envolvidos no trabalho de sala de aula. No entanto, para demonstrar que a par do empenho e trabalho que a disciplina exige, a motivação tem de estar presente, é possível apresentar aos alunos situações que lhes permitam ser criadores de recursos e assim aprender de forma mais envolvida.

A tecnologia tem vindo a transformar, quer o trabalho em sala de aula, quer a forma como alunos e professores trabalham em casa, o que é confirmado por estudos nacionais e internacionais. Em Portugal essa transformação também ocorreu e, mais recentemente a adesão, por parte de todos os agentes educativos à utilização de dispositivos móveis veio tornar o uso da tecnologia mais ubíquo.

Se os alunos do século XXI são considerados como tendo alguma *expertise* na utilização da tecnologia, o que a prática demonstra é que essa perícia não existe quando se refere a aplicação educativa.

Competirá, assim, ao professor estimular os alunos para colocarem a potencialidade dos seus dispositivos móveis ao serviço da aprendizagem. Se numa grande parte das escolas, a utilização do telemóvel, *smartphone* ou *tablet* está interdita em situação de sala de aula, isso não deverá constituir, no entanto, impedimento para que o recurso à tecnologia no processo de ensinar e aprender ocorra.

Nesse sentido, foi proposto a alunos de 7.º e de 8.º ano a elaboração de vídeos com a ferramenta gratuita da *web 2.0* Powtoon® para aprendizagem dos conteúdos *Importância da água para a vida e Tipos de reações químicas e Velocidade das reações químicas* no 7.º e no 8.º ano, respetivamente. Foi objetivo ensaiar-se uma diferente abordagem dos temas

referidos como alternativa a aulas mais expositivas ou à elaboração de trabalhos escritos em suporte papel ou *ppt*, habitualmente mais estáticos.

O Powtoon® é considerado uma excelente ferramenta¹ de criação de vídeos (ou apresentações) animados por ser uma das mais completas no que respeita às ilustrações, imagens animadas, música ou transições animadas que permite. A versão utilizada foi a versão grátis individual, mas existe a possibilidade de subscrever uma conta educação que pode ser utilizada por todos os alunos da turma.²

Se, no início os alunos demonstraram alguma relutância no recurso a essa ferramenta e alguma perplexidade e dificuldade em perceber o seu funcionamento, com a imersão na ferramenta foi possível satisfazer o solicitado.

Para que o produto final apresentasse rigor científico e valor pedagógico, foi proposto que os alunos escrevessem primeiramente um guião sobre como o tema seria desenvolvido na ferramenta *web 2.0*. No entanto, verificou-se uma certa tendência em não cumprir este requisito bem como o da revisão final antes da publicação do recurso criado – vídeo – na web. Terá de ser feito um maior esforço por parte do docente no sentido de convencer os alunos de que o produto final, porque pode ficar acessível a todos, deverá apresentar-se cientificamente correto.

Apresentam-se capturas de ecrã dos recursos desenvolvidos no 7.º ano (Figura 1) e no 8.º ano (Figura 2), que revelam algumas das opções dos alunos na construção dos seus vídeos.

Esta forma de aprender foi considerada interessante e divertida pelos alunos que a ela se dedicaram e que por ela optaram.

Há, no entanto, ainda muito trabalho a fazer para colmatar dificuldades encontradas (relutância em fazer mais um “TPC”), resistência no recurso ao computador e nítida



Figura 1 Capturas de ecrã de recursos de 7.º ano.

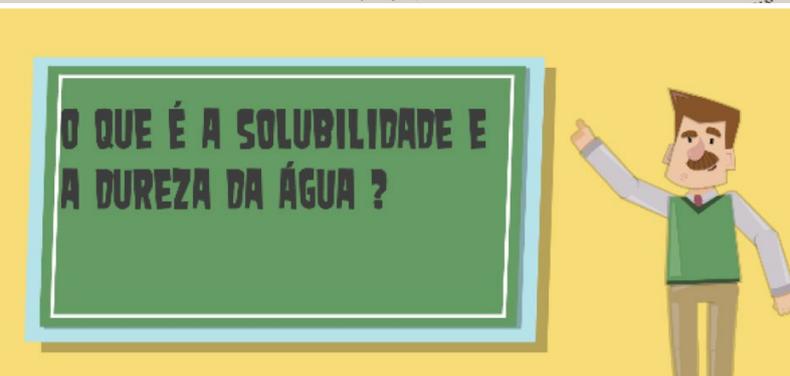
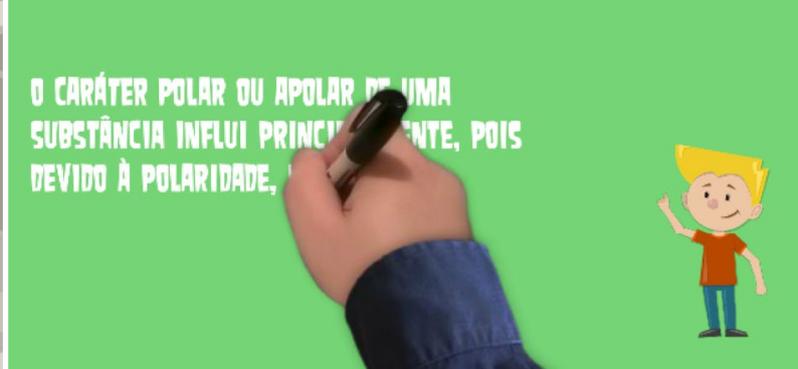


Figura 2 Capturas de ecrã de recursos de 8.º ano.

preferência pela utilização de *app* em dispositivo móvel (a indisponibilidade de uma *app* para os sistemas operativos dos dispositivos móveis dos alunos, foi invocada para a não elaboração do recurso).

A integração da tecnologia na sala de aula continua a ser uma tendência em educação de acordo com o documento *Trends Shaping Education 2016*³. Também de acordo com o relatório *Efforts to increase students' interest in pursuing science, technology, engineering and mathematics studies and careers National Measures taken by 30 Countries – 2015 Report*,⁴ todos os países participantes – entre os quais Portugal – priorizam iniciativas de integração das TIC na educação pelo que o tipo de abordagem pedagógica por nós descrita parece estar em linha com estas tendências.

Por conseguinte, pensamos ser premente a facilitação de condições que permitam ao professor de Física e Química

envolver mais os alunos em atividades práticas de integração da tecnologia no processo de ensinar e aprender.

Notas da autora

1. <http://pablolopez.org/2013/11/05/herramientas-para-hacer-videos-animados-gratis/>
2. <https://www.powtoon.com/edu-home/>
3. http://www.oecd-ilibrary.org/education/trends-shaping-education-2016_trends_edu-2016-en
4. <http://www.etag.ee/wp-content/uploads/2014/10/2016-NationalMeasures-30-countries-2015-Executive-Summary.pdf>

Cornélia Castro

Professora de Física e Química

Escola Secundária Almeida Garrett, Vila Nova de Gaia

Exploração do nosso Sistema Solar – tamanhos e distâncias

Paulo Sanches

Professor de Física e Química



Na maioria das nossas Escolas, existem Modelos do Sistema Solar, que apesar de nos ajudarem a explicar determinados conceitos de Astronomia, apresentam uma escala incorreta do nosso Sistema Solar, o que pode levar a algumas conceções erradas na cabeça dos nossos alunos no que respeita aos tamanhos e distâncias dos planetas.

Assim, irei apresentar algumas sugestões de atividades

práticas e lúdicas que podemos realizar com os nossos alunos, de forma a explorar melhor esta temática.

Comparação do tamanho do Sol e da Terra

Utilizando uma bola de Basquetebol, como sendo o nosso Sol, e várias bolinhas pequenas, podemos pedir aos alunos que estimem qual das bolinhas representaria o tamanho da Terra.



Figura 1 Comparação entre o tamanho do Sol e da Terra.

A maioria dos alunos não acerta na proporção correta dos tamanhos Sol-Terra, escolhendo quase sempre as primeiras opções (bolinhas A, B, C, D e E). Quando confrontados com a opção correta (bolinha H), mostram alguma admiração e espanto.

Com esta pequena atividade podemos ainda explorar as proporções matemáticas dos tamanhos relativos, levando os alunos a determinarem, por exemplo: o diâmetro do Sol sabendo o diâmetro da Terra, ou vice versa; quantas “Terras” alinhadas seriam precisas para “ocuparem” todo o diâmetro do Sol (resposta: cerca de 109 “Terras”); quantas “Terras” seriam precisas para “ocuparem” todo o volume do Sol, caso este fosse oco (resposta: cerca de 1 300 000 “Terras”); etc.

Comparação do tamanho da Terra e da Lua

Utilizando um globo Terrestre, como sendo a nossa Terra, e várias bolinhas pequenas, podemos pedir aos alunos que estimem qual das bolinhas representaria o tamanho da Lua. Também aqui, alguns dos alunos ainda não acertam na proporção correta dos tamanhos Terra-Lua, escolhendo quase sempre as opções intermédias (bolinhas C, D e E). Quando confrontados com a opção correta (bolinha A), voltam a mostrar alguma admiração.

Nesta atividade é mais fácil mostrar que o tamanho da Lua é cerca de $\frac{1}{4}$ do tamanho da Terra, pois poderemos

aproximar a bolinha A do globo Terrestre e verificar que seriam precisas cerca de 4 bolinhas A para ter o diâmetro do globo Terrestre, ao nível do eixo N-S (2 para o hemisfério Norte e 2 para o hemisfério Sul).



Figura 2 Comparação entre o tamanho da Terra e da Lua.

Podemos ainda voltar a explorar algumas das proporções matemáticas dos tamanhos relativos, e também introduzir a exploração da distância Terra-Lua...

Para esta escala do modelo utilizado, e sabendo que a Lua se encontra a uma distância média de 384 400 km, basta arranjar um fio com 780 cm e pedir a um aluno (com uma ponta do fio presa à bolinha A) que se vá afastando do nosso globo Terrestre (onde deve estar presa a outra ponta do fio), e irão ter a surpresa que esse “afastamento” Terra-Lua poderá não caber dentro da sala de aula.

Construção de uma Régua Astronómica Humana e um Sistema Solar Humano

Partindo da definição da Unidade Astronómica (UA), e utilizando várias cordas, cada uma representando 1 UA, e várias bolsas plásticas, contendo a numeração da escala da régua e os dados de cada planeta, presas com “fitas de pescoço”, podemos envolver uma turma inteira nesta construção.

Basta consultar uma tabela das distâncias no nosso Sistema Solar, em UA, e no recinto exterior da sala de aula

Gosto de ensinar

organizar a atividade proposta. Parte dos alunos formam a Régua Astronómica, segurando as extremidades de duas cordas, com as mão juntas, e tendo ao pescoço a respetiva numeração da escala. Outro grupo de alunos representam os planetas, e têm de se colocar nas posições corretas na Régua. (Nas fotos apresentadas apenas foi feita a simulação desde o Sol até Saturno)

e distâncias relativas); - A constituição interna e/ou a constituição da Atmosfera dos Planetas; - Exploração Espacial aos Planetas; - Etc...



Figura 3 Régua astronómica humana e Sistema Solar humano.

Esta atividade motiva bastante os alunos, pois além de ficarem com uma melhor noção das distâncias corretas no nosso Sistema Solar, eles próprios se “fiscalizam” uns aos outros nas respetivas posições.

Simulação online de um Sistema Solar à Escala

Com recurso à internet, é possível simular um Sistema Solar à escala, quer em termos de tamanhos e/ou distâncias. Apresento, como exemplo, a seguinte simulação elaborada para a minha Escola (Escola Básica e Secundária de Moimenta da Beira), com recurso ao “[Solar System Scale Model Calculator](http://thinkzone.wlonk.com/SS/SolarSystemModel.php)” (figura 4).

Para terminar, gostaria de referir, que todas estas atividades podem ser melhoradas e adaptadas. E também, sugerir outras explorações no nosso Sistema Solar, que poderão ser feitas em trabalhos de pesquisa pelos alunos: - Porque é que a Lua consegue eclipsar o Sol? (comparando tamanhos

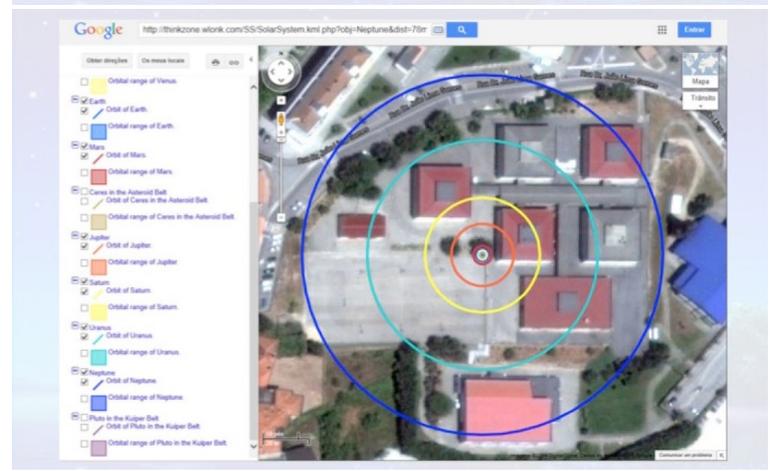
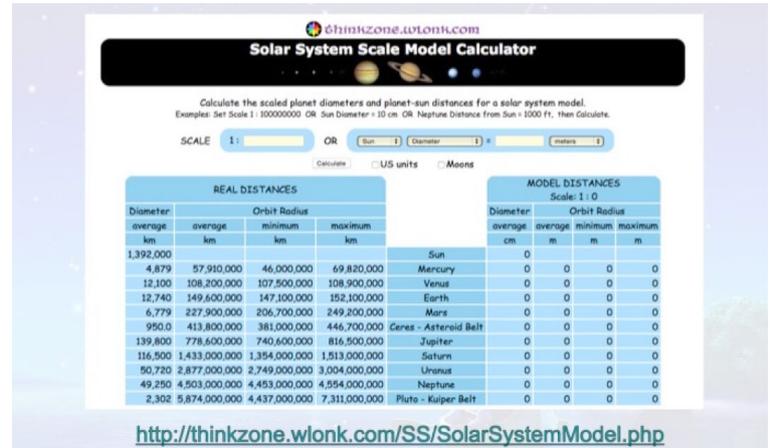


Figura 4 Simulação online de um Sistema Solar centrado na Escola Básica e Secundária de Moimenta da Beira.

Sugestões de links (vídeos) para exploração complementar

1. [To Scale: The Solar System;](#)
2. [Solar System Body Scale;](#)
3. [Distâncias do Sol até à Terra e da Terra até à Lua.](#)

Paulo Sanches

Professor de Física e Química
Coordenador do Clube das Ciências
Agrupamento de Escolas de Moimenta da Beira

Quer partilhar as suas experiências?

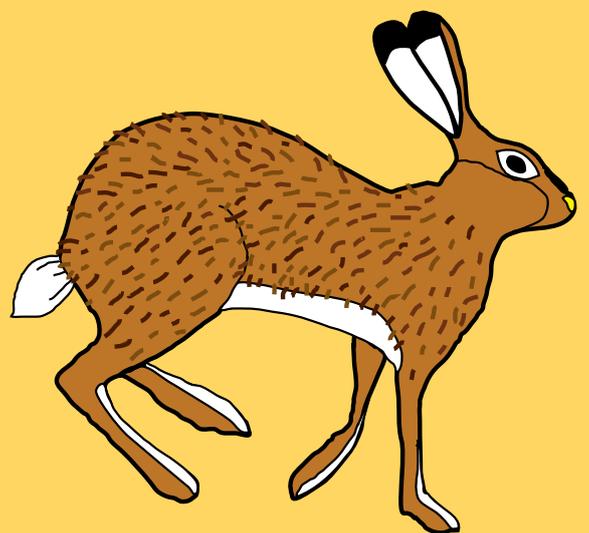
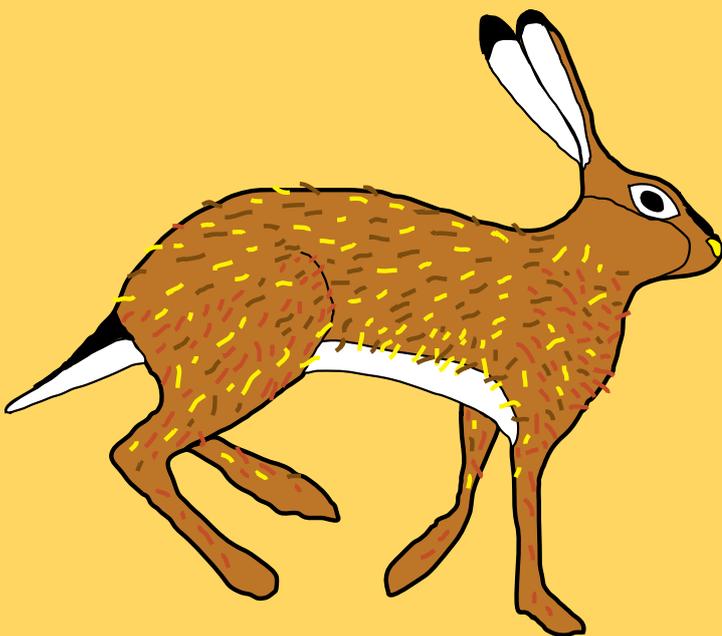
Envie-nos o seu texto para o email:

rce@casadasciencias.org.

Clique
para descarregar
gratuitamente!

LEBRES FANTASMAS

A Evolução das Lebres na Península Ibérica





Descobrir Ciência

Deslocalização eletrónica



Carlos Corrêa

O professor Carlos Corrêa, habituou-nos a uma lógica de tornar simples aquilo que não parece ser, de uma forma objetiva e clara.

No texto que se segue, e que nos orgulhamos de publicar, o professor Carlos Corrêa aborda a temática da **deslocalização eletrónica**.

1. Ressonância ou mesomerismo.

Em certos casos não é possível representar corretamente a estrutura de um composto por uma única fórmula de estrutura de Lewis, tendo de se recorrer a várias fórmulas que, no seu conjunto, segundo a **teoria da ligação de valência**, representam a verdadeira estrutura da molécula. É o caso do ozono (Figura 1), formado por 3 átomos de oxigénio, com geometria angular e comprimentos de ligação de 128 pm, intermédio entre os comprimentos da ligação dupla O=O (121 pm) e da ligação simples O-O (148 pm). Os dois oxigénio extremos apresentam igual carga negativa (cerca de -0,1) e o átomo central uma carga positiva próxima de +0,2.

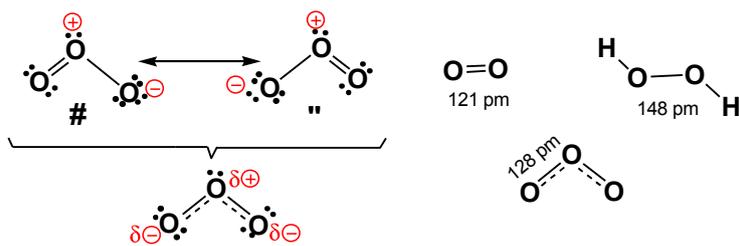


Figura 1 Estruturas contribuintes do ozono. Comprimentos de ligação O-O.

Se utilizássemos uma só fórmula de estrutura (A ou B) para representar o ozono, as duas ligações O-O teriam comprimentos diferentes, o que não se verifica

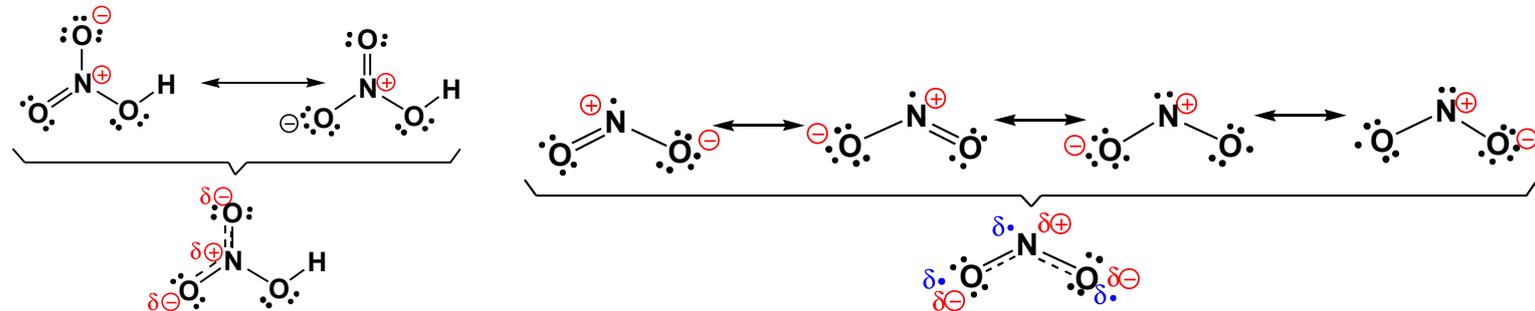


Figura 2 Estruturas contribuintes do ácido nítrico e dióxido de azoto.

Em todos estes exemplos há eletrões que se distribuem sobre vários átomos em vez de se localizarem num único átomo. Esses eletrões dizem-se deslocalizados e o fenómeno designa-se por **deslocalização eletrónica**. A deslocalização eletrónica é muito importante em Química, pois os sistemas em que ela ocorre apresentam maior estabilidade, o que tem consequências sobre a reatividade das partículas.

2. O Catião alilo.

O catião alilo, $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2^+$, é um híbrido de ressonância com as seguintes estruturas contribuintes (Figura 3):

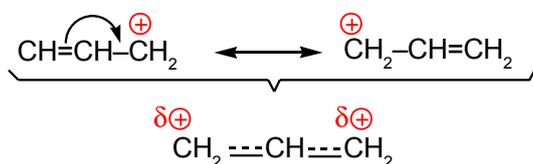


Figura 3 Estruturas contribuintes para o catião alilo.

experimentalmente. Analogamente, dadas as cargas formais representadas, a carga δ^- devia localizar-se no átomo de oxigénio terminal da ligação dupla e não distribuir-se igualmente pelos dois oxigénios terminais.

O ozono tem características de A e de B mas não é A nem B. A primeira ligação O-O não é dupla (como indica A) nem simples, como indica B. Tem carácter intermédio entre ligação dupla e ligação simples, digamos de ordem 1,5, como mostra a fórmula debaixo da chaveta na figura 1. As fórmulas de estrutura de Lewis, com eletrões localizados, não permitem representar adequadamente o composto. De acordo com a **teoria da ligação de valência**, a verdadeira estrutura tem, assim, de ser representada pelo conjunto de fórmulas de estrutura A e B.

Diz-se que estamos perante um **híbrido de ressonância**; as fórmulas A e B denominam-se **estruturas contribuintes**, e unem-se pelo sinal \longleftrightarrow , que não traduz equilíbrio mas sim **mesomerismo** ou **ressonância**.

O ácido nítrico, o dióxido de azoto e muitos outros, constituem casos semelhantes (Figura 2). No dióxido de azoto, NO_2 , as estruturas contribuintes mostram que as cargas se distribuem sobre os átomos de azoto e de oxigénio e o eletrão desemparelhado (o composto é um radical livre) se associa aos átomos de azoto e de oxigénio. Analogamente, o carácter “radical” estende-se pelos 3 átomos.

O catião é algo semelhante ao que está representado sob a chaveta. Não há ligações simples e duplas entre os átomos de carbono mas antes ligações intermédias, isto é, a ordem das ligações é 1,5. De igual modo, a carga não se localiza num carbono terminal mas antes nos dois carbonos terminais, igualmente distribuída.

Note-se que as estruturas contribuintes representam diferentes distribuições eletrónicas sobre um mesmo esqueleto molecular que se mantém inalterado (os núcleos dos diferentes átomos mantêm a mesma posição).

3. Orbitais moleculares.

A deslocalização eletrónica pode também ser tratado pela **teoria das orbitais moleculares**. Recorde-se que as orbitais moleculares (OM) se formam pela combinação linear de orbitais atómicas (AO); a partir de n AO obtêm-se n OM.

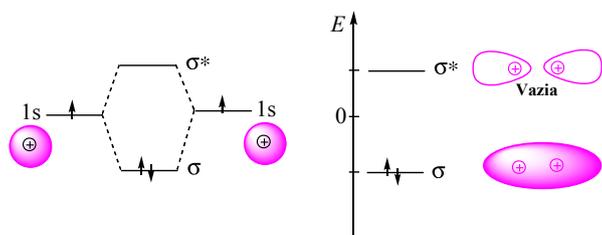


Figura 4 Orbitais atômicos e moleculares da molécula H₂.

Recordemos que a partir de duas orbitais atômicas do hidrogênio (Figura 4) se obtêm duas orbitais moleculares da molécula H₂, uma OM ligante e outra antiligante (σ e σ^*). Os elétrons da ligação σ estão localizados, isto é, envolvem somente dois núcleos.

No catião alilo os elétrons deslocalizados são elétrons da ligação dupla, ou seja elétrons π . A ligação dupla C=C é constituída por uma ligação simples σ e por uma ligação π , obtida a partir de AO p_z dos carbonos, como se mostra para o propeno (Figura 5).

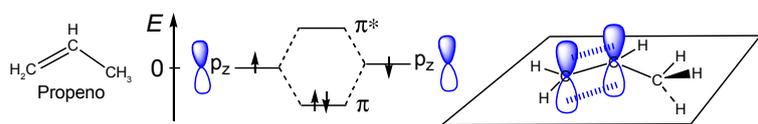


Figura 5 Formação de orbitais moleculares π do propeno.

O catião alilo pode derivar-se do propeno por remoção de hidreto do grupo metilo. Neste caso, além das duas AO p_z dos carbonos 1 e 2, temos no carbono 3 uma nova AO p_z para entrar no jogo. Da combinação das três orbitais atômicas p_z resultam três orbitais moleculares π , de energias diferentes (Figura 6). A de energia mais baixa é a OM ligante, OML, que está totalmente preenchida. A orbital de energia mais alta é uma OM antiligante, OMAL, e de energia intermédia é a OM não ligante, OMNL, ambas vazias.

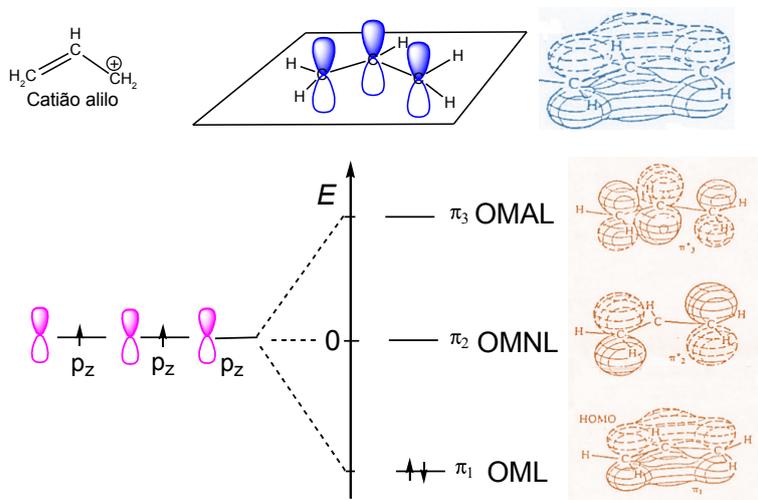


Figura 6 Orbitais moleculares do catião alilo.

A orbital molecular ligante, de energia mínima, completamente preenchida, permite verificar que os

dois elétrons π se deslocalizam sobre os três núcleos dos átomos de carbono. Além disso, a energia dos dois elétrons diminuiu, quer dizer, o sistema deslocalizado é mais estável que o não deslocalizado. É possível calcular as densidades eletrônicas nos diferentes átomos de carbono e verificar que a carga positiva se distribui igualmente sobre os dois carbonos extremos, como era descrito pelo tratamento por ressonância.

Neste carbocátion, a OM π_2 está vazia; se contiver um elétron, tem-se o radical alilo e se estiver completamente preenchida obtém-se o carbanião alilo.

4. Estabilização por deslocalização eletrônica

A estabilidade dos carbocátions, dos carbanions e dos radicais livres aumenta apreciavelmente quando há deslocalização eletrônica, o que vai ter importantes consequências na reatividade destes intermediários.

A diminuição da energia de dissociação heterolítica (Figura 7, a vermelho) para formar carbocátions quando se passa do propano para o propeno e do metilciclo-hexano para o tolueno resulta da maior estabilização dos carbocátions formados. O mesmo se passa com a energia de dissociação para formar radicais (a azul) e acidez, de acordo com a maior estabilização dos radicais e dos carbanions produzidos.

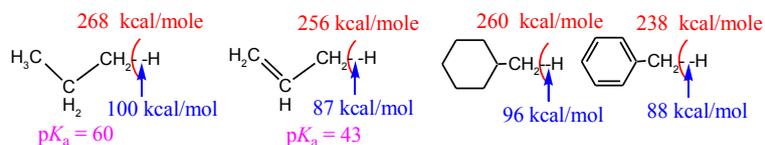


Figura 7 Comparação das energias de dissociação heterolítica e homolítica e acidez em compostos semelhantes.

A fraca acidez dos hidrocarbonetos (pK_a da ordem de meia centena) é aumentada por muitas potências de 10 quando há possibilidade de deslocalização da carga negativa do anião resultante da protólise (Figura 8). Por isso o ciclopentadieno é muitíssimo mais ácido que o ciclopentano e a acidez do tolueno vai aumentando à medida que se aumenta o número de anéis ligados ao carbono alifático.

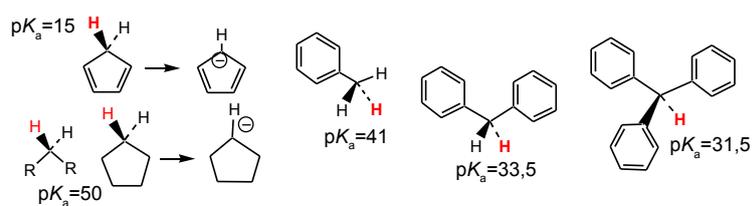


Figura 8 Efeito da deslocalização eletrônica na acidez de compostos semelhantes.

Os alcenos conjugados são mais estáveis do que os que têm as ligações duplas afastadas. Consideremos um hidrocarboneto com duas ligações duplas afastadas entre si, por exemplo o penta-1,5-dieno, CH₂=CH-CH₂-CH=CH₂

(Figura 9). Se hydrogenarmos o composto, o calor de reação será duplo do calor de hidrogenação de um alceno terminal, cerca de 2×30 kJ/mol. No entanto, se as ligações duplas estiverem conjugadas, o calor de hidrogenação é inferior devido à estabilização $\Delta\Delta H$ resultante da deslocalização eletrônica. Em termos de ressonância, as estruturas contribuintes mostram uma deslocalização eletrônica que confere caráter duplo à ligação entre os carbonos 2 e 3 e não mostra uma distribuição assimétrica de carga, de acordo com as propriedades do composto.

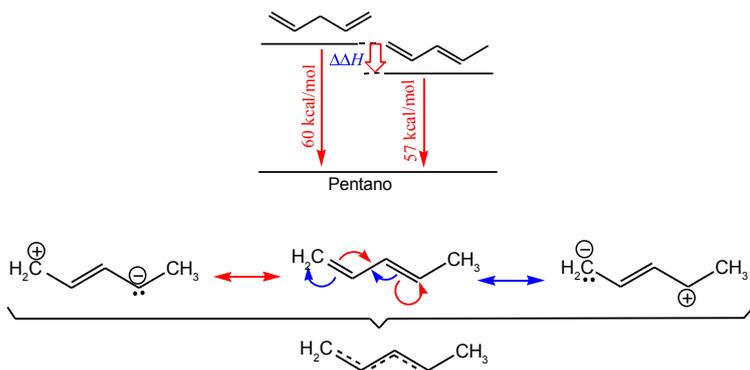


Figura 9 Energias de hidrogenação e estruturas contribuintes do penta-1,3-dieno.

Em termos de orbitais moleculares, as quatro OA p_z combinam-se e originam quatro OM Ψ_1 , Ψ_2 , Ψ_3 e Ψ_4 de diferentes energias (Figura 10). Os quatro elétrons π ocupam as duas OM de energia mais baixa e estendem-se sobre os quatro átomos de carbono, o que se traduz numa extensa deslocalização eletrônica. As ligações C_2-C_3 passaram a ter um certo caráter duplo (2 elétrons π para três ligações CC), enquanto as ligações C_1-C_2 e C_3-C_4 perderam um pouco desse caráter (2 elétrons π para duas ligações CC). Note-se que a energia do sistema π agora é menor, ou seja, a deslocalização eletrônica estabilizou o sistema.

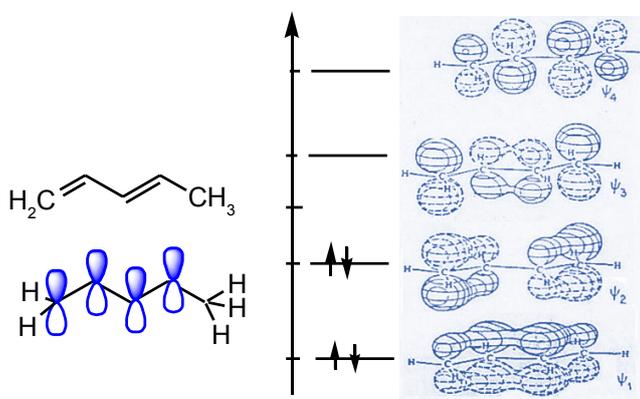


Figura 10 Orbitais moleculares do penta-1,3-dieno.

5. Benzeno. Aromaticidade.

A estabilização decorrente da deslocalização eletrônica pode ser evidenciada de várias formas, nomeadamente por comparação das energias de hidrogenação dos compostos, como se viu já.

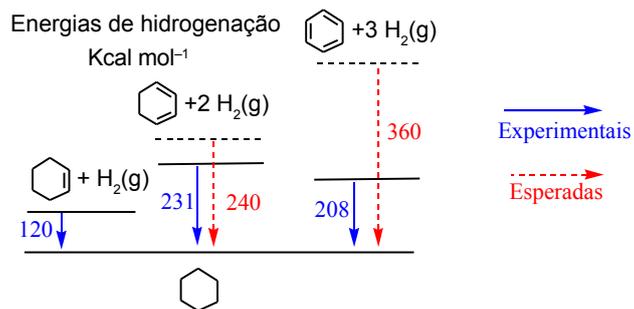


Figura 11 Energias de hidrogenação de uma, duas e três ligações duplas.

A energia de hidrogenação do ciclo-hexadieno (com duas ligações duplas) deveria ser aproximadamente o dobro da correspondente energia do ciclo-hexeno (uma só ligação dupla) se não fosse a estabilização devido à conjugação (Figura 11). Na realidade, esta energia, aparte o sinal, vale 231 kcal/mol em vez de 2×120 kcal/mole, revelando uma estabilização de cerca de 9 kcal/mol. A energia de hidrogenação do benzeno, supostamente com três ligações duplas, dada a deslocalização eletrônica, deveria ser inferior a 3×120 kcal/mole, mas verifica-se que é muitíssimo inferior (208 kcal/mol) devido à excecional estabilização do benzeno. Esta extensa estabilização ocorre em sistemas ditos **aromáticos**, como o benzeno, que se caracterizam por conter $4n + 2$ elétrons π (2, 6, 10, 14, etc.) deslocalizados num ou mais anéis. Como vimos, o anião ciclopentadienilo (Figura 12), base conjugada do ciclopentadieno, deve a sua elevada estabilidade à **aromaticidade** que exhibe (6 elétrons π deslocalizados num anel).

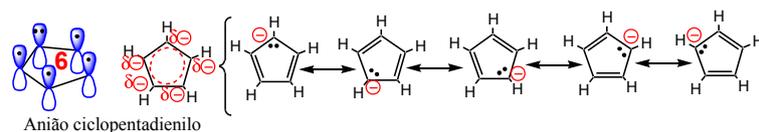


Figura 12 Anião ciclopentadienilo. Elétrons π e estruturas contribuintes.

Além dos hidrocarbonetos aromáticos polinucleares comuns, como o naftaleno, o antraceno e o fenantreno, existem outros compostos e iões que apresentam aromaticidade (Figura 13).

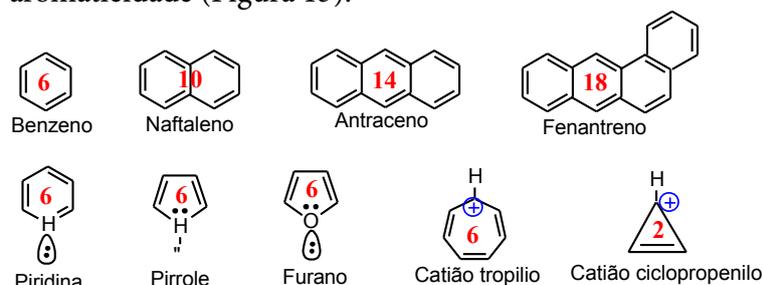


Figura 13 Sistemas aromáticos, com indicação do número de elétrons π .

Carlos Corrêa

Departamento de Química e Bioquímica
Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

Recursos educativos

Para que as suas aulas sejam ainda mais ricas e interativas, sugerimos um conjunto de recursos que nos parecem úteis e que podem ser descarregados gratuitamente a partir do portal da Casa das Ciências. Estes recursos foram validados científica e pedagogicamente e são apenas um pequeno exemplo da grande variedade de Recursos Educativos Digitais que pode encontrar no nosso portal.



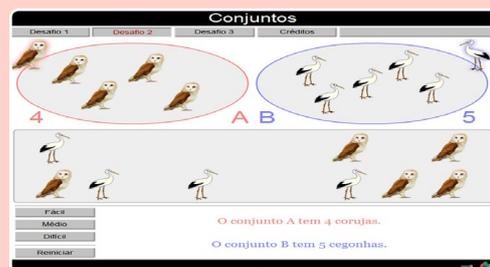
Pré
escolar

Conjuntos

Descrição: Aplicação que permite agrupar elementos em diferentes conjuntos e foca aspetos como interseção e reunião de dois conjuntos.

Tema: Conjuntos

Autor: Nuno Machado



1.º
ciclo

Tabuada dos animais

Descrição: Jogo que procura motivar os alunos na aprendizagem da tabuada. Permite aos alunos descobrir diferentes animais à medida que acertam nos cálculos.

Tema: Multiplicação e divisão

Autor: Nuno Machado



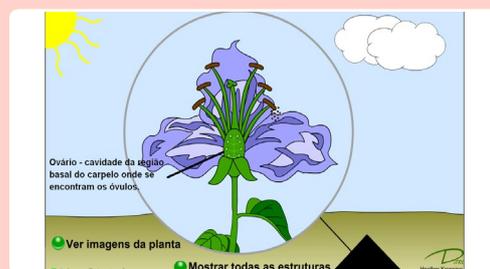
2.º
ciclo

As partes das plantas

Descrição: Aplicação que permite explorar as várias partes de uma planta. Possui muitas ilustrações e imagens para facilitar a compreensão do tema.

Tema: Diversidade de seres vivos

Autor: Bio-DiTRL



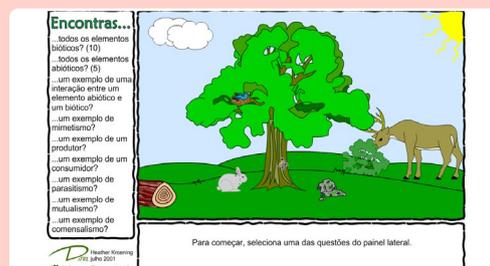
3.º
ciclo

Ecosistema

Descrição: Aplicação que permite observar e analisar um ecossistema, respondendo a várias perguntas sobre os seus componentes e as interações que nele ocorrem.

Tema: Ecossistemas

Autor: Bio-DiTRL



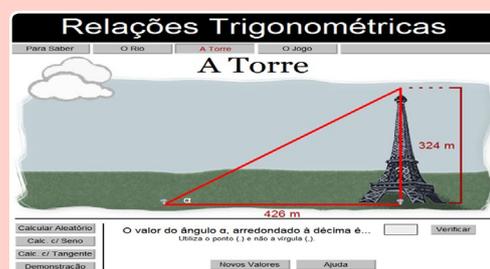
3.º
ciclo

Relações trigonométricas

Descrição: Aplicação que permite interagir com as figuras e desafia o aluno a calcular os ângulos internos ou os lados de um triângulo retângulo.

Tema: Trigonometria do triângulo retângulo

Autor: Nuno Machado



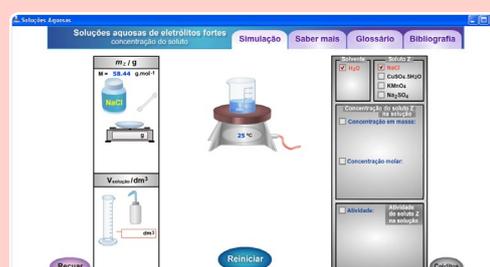
3.º
ciclo

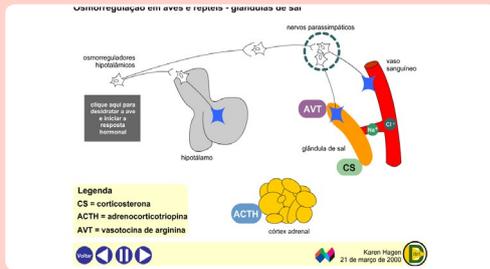
Simulação de soluções aquosas

Descrição: Aplicação que permite a preparação de uma solução, e que indica o valor da concentração molar e da concentração mássica.

Tema: Soluções

Autor: C. Alves, C. Morais, J. Paiva e M. Silva





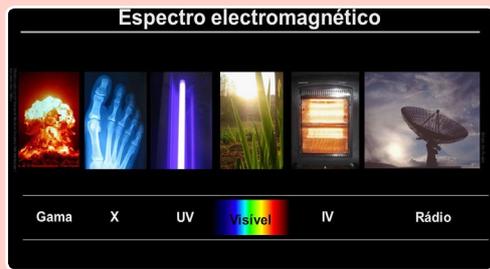
Osmoregulação em aves e répteis

Descrição: Aplicação que mostra de uma forma clara o processo de osmoregulação através das glândulas em aves e répteis, explicando os mecanismos.

Tema: Termorregulação e osmoregulação nos animais

Autor: Bio-DiTRL

10.^o
ano



De que são feitas as estrelas?

Descrição: Apresentação em *powerpoint* sobre a importância dos espectros de emissão/absorção dos diferentes elementos na determinação da constituição das estrelas.

Tema: Espectros e substâncias

Autor: Carla Ribeiro

10.^o
ano



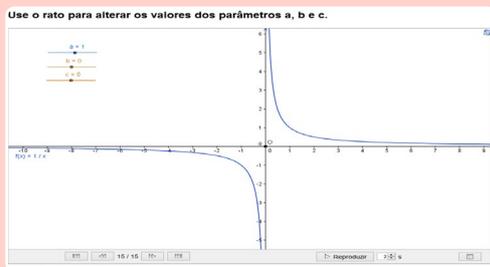
Movimento de um paraquedista

Descrição: Animação que analisa o movimento de um paraquedista sob o efeito das forças gravítica e de resistência do ar.

Tema: Movimento de um paraquedista

Autor: Carlos Portela

11.^o
ano



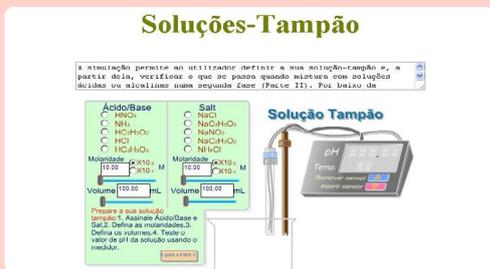
Gráficos de funções racionais

Descrição: Conjunto de folhas de trabalho dinâmicas criadas a partir do GeoGebra, onde se estuda o comportamento dos gráficos de classes de funções racionais.

Tema: Introdução ao cálculo diferencial I

Autor: João Gomes

11.^o
ano



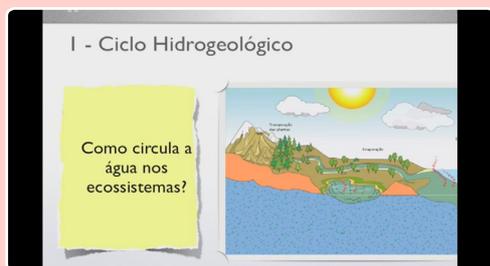
Soluções tampão

Descrição: Simulação que permite definir uma solução-tampão e, a partir dela, verificar o que ocorre quando se mistura com soluções ácidas ou alcalinas.

Tema: Soluções-tampão

Autor: Tom Greenbowe

12.^o
ano



Hidrogeologia

Descrição: Conjunto de recursos, incluindo um vídeo, sobre a exploração e contaminação de águas superficiais e subterrâneas.

Tema: Exploração e contaminação de águas

Autor: Jacinta Moreira

12.^o
ano



Mais de **1500 imagens** com licença *Creative Commons* para as suas apresentações

Astronomia Biologia Física Geologia Introdução às Ciências Matemática Química

Visite-nos em:

imagem.casadasciencias.org

Wikiciências

A SUA ENCICLOPÉDIA EM CIÊNCIA



A Wikiciências conta com **mais de 800 entradas** em diversas áreas

Biologia Física Geologia História da Ciência Informática Matemática Química

A Wikiciências é dirigida a todos os **professores e estudantes** de ciências

Inclui os termos que fazem parte do glossário básico dos programas do Básico e Secundário



A Wikiciências aposta na **fiabilidade e rigor científico** dos seus conteúdos

Artigos escritos por professores e investigadores e sujeitos a avaliação científica prévia

Visite-nos em:

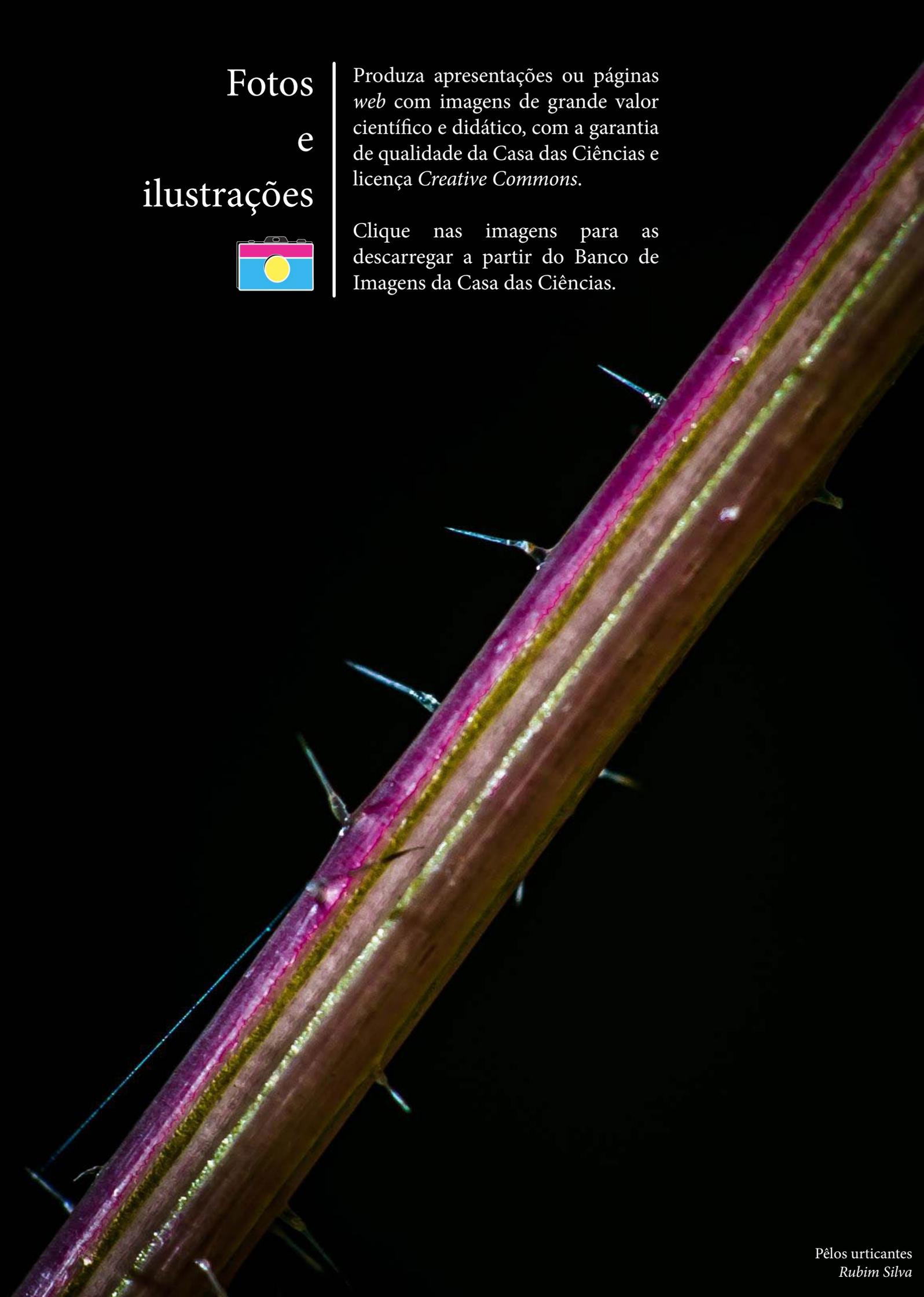
wikiciencias.casadasciencias.org

Fotos e ilustrações



Produza apresentações ou páginas *web* com imagens de grande valor científico e didático, com a garantia de qualidade da Casa das Ciências e licença *Creative Commons*.

Clique nas imagens para as descarregar a partir do Banco de Imagens da Casa das Ciências.





Cogumelo
Gisela Castro



Mocho-galego
Artur Vaz Oliveira



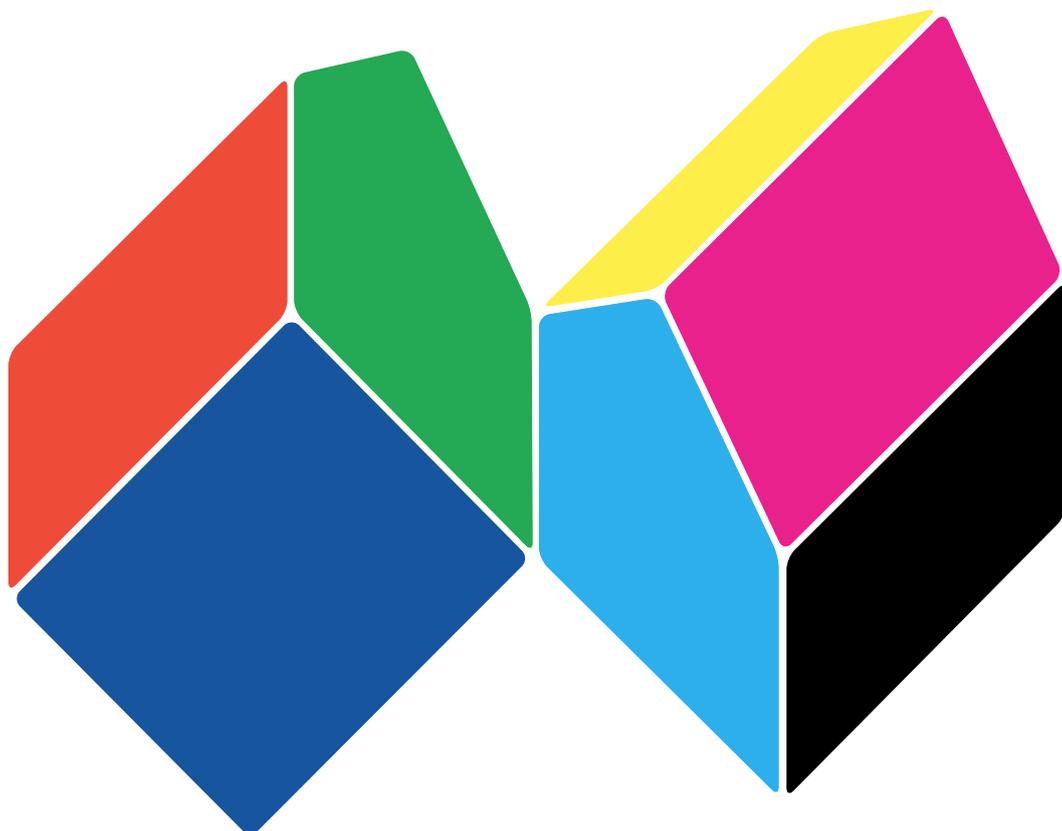
Ilha das Pombas
Francisco Félix



Marcas de escorrência marinha
Francisco Félix



Estalactites calcárias
Manuela Lopes



Casa das Ciências

RECURSOS DIGITAIS PARA PROFESSORES