

Geopark Naturtejo  
Paisagens e cenários singulares

Isaac Newton  
Nova teoria da luz e das cores

Para memória futura  
A história da Casa das Ciências

REVISTA DE  
CIÊNCIA ELEMENTAR

Volume 3 | Ano 2015

Número 4 | Outubro a Dezembro



## Correio e Agenda

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

## Notícias

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

## Editorial

*Procurando uma solução sustentável para a Casa*.....5

## Divulgação

Paisagens geológicas e cenários singulares.....6

## História da Ciência

Nova teoria da luz e das cores, de *Isaac Newton*.....15

## Para memória futura

Uma pequena história da Casa das Ciências.....23

## BIODIDAC

Um banco de imagens para o ensino da Biologias.....30

## Recursos educativos

Conheça os mais recentes RED na Casa das Ciências.....37

## Fotos e ilustrações

Sugestões de imagens para usar nas suas apresentações.....41

# Revista de Ciência Elementar

ISSN 2183-1270

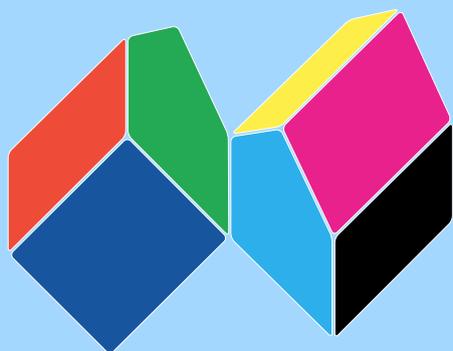
### Corpo editorial

**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 **Apoio Técnico** Diana Raquel de Carvalho e Barbosa

**Imagem de capa** Gafanhoto à chuva de Rubim Silva



casadasciencias.org



## Correio do leitor

Esta revista surgiu a pensar em si e é para nós muito importante conhecer a sua opinião. Envie-nos os seus comentários e sugestões para o endereço [rce@casadasciencias.org](mailto:rce@casadasciencias.org).

*Sou licenciado em Biologia e mestrado em Ensino da Biologia e Geologia no 3º Ciclo e Ensino Secundário. Sou professor do 3º ciclo e secundário desde 2007. Teria muito gosto e interesse em colaborar com a Revista Ciência Elementar, na conceção de artigos de divulgação e ensino das ciências. Julgo que têm feito um trabalho muito sério e meritório na divulgação científica. Será que estão interessados? Em que medida poderia colaborar com vocês?*

*André Rodrigues*

Olá André,

Temos naturalmente muito gosto em receber colaborações para a revista.

Por norma são de dois tipos. No que concerne a artigos de índole científica pura, os artigos são submetidos à [WikiCiências](http://wikiciencias.org) (<http://wikiciencias.org>) depois de registo prévio, e passam pelo crivo do *peer review* e edição antes de serem aprovados e posteriormente publicados.

Para outro tipo de artigos, (por exemplo de divulgação) a aprovação para publicação é da responsabilidade do Corpo Editorial que, por norma, faz uma apreciação aprofundada.

Para mais informação poderá contactar o Secretariado da Casa das Ciências em [secretariado@casadasciencias.org](mailto:secretariado@casadasciencias.org).

A equipa de produção

# Este espaço pode ser seu!

Dê destaque à sua empresa, atividade ou evento junto da comunidade educativa.

Entre em contacto connosco pelo email  
[rce@casadasciencias.org](mailto:rce@casadasciencias.org)

## Agenda

### Sabonetes e sais de banho

Centro Ciência Viva do Algarve

29 de dezembro às 10h00

Oficina de Ciência dirigida a crianças entre os 5 e os 12 anos, que explora a produção, constituição e utilidade de sabonetes e sais de banho.

### Natal em equilíbrio

Museu da Ciência, Univ. de Coimbra

de 22 a 30 de dezembro

O Museu de Ciência da Universidade de Coimbra apresenta, numa sessão destinada a crianças entre os 5 e os 12 anos, diversos instrumentos da coleção de Física Experimental, incentivando à construção e manipulação de réplicas destes instrumentos.



## Sonda japonesa *Akatsuki* chega a Vénus

A sonda japonesa *Akatsuki* já se encontra a orbitar o planeta Vénus, após uma longa viagem e alguns percalços. A sonda orbitava o Sol desde 2010, altura em que teve uma falha no motor, o que a impediu de diminuir a sua velocidade de modo a ser capturada pela gravidade de Vénus.



A sonda irá captar imagens e recolher dados meteorológicos que ajudarão a desvendar as complexas condições climáticas no planeta.

## Encontre fósseis a partir de casa

O portal [fossilfinder.org](http://fossilfinder.org) está à procura de voluntários para identificar fósseis, ferramentas em pedra e classificar rochas a partir de fotos captadas no Lago Turkana, no Quênia. A bacia do Lago Turkana foi já palco de importantes descobertas, desde fósseis de homínídeos a ferramentas em pedra, pelo que é uma área que deve ser explorada.



## *LISA Pathfinder* a caminho do espaço

A missão tem como objetivo testar a tecnologia necessária à observação de ondas gravitacionais.



Descolagem do foguete Vega VV06, na Guiana Francesa, e que leva a bordo a missão *LISA Pathfinder*.

A missão *LISA Pathfinder* foi lançada a 3 de dezembro e tem como objetivo testar a tecnologia envolvida na observação de ondas gravitacionais. A gravidade permanece ainda envolta em grande mistério, pois apesar de ter sido descrita há séculos por Isaac Newton, continuamos sem saber como e por que motivo é gerada. As ondas gravitacionais foram previstas há um século por Albert Einstein, na sua Teoria Geral da

Relatividade, publicada a 2 de dezembro de 1915. De acordo com a teoria de Einstein, estas ondas são emitidas por um corpo maciço em movimento acelerado.

A missão irá levar a cabo uma série de experiências, na tentativa de demonstrar a existência das ondas gravitacionais, incluindo o estudo de movimentos de queda-livre, monitorizados com extrema precisão.



*LISA Pathfinder* em órbita baixa em torno do planeta Terra.

## Filosofia da natureza

José Ferreira Gomes



A compreensão do mundo onde nos é dado viver exige uma reflexão permanente sobre aquilo que podemos observar mas requer também o apoio de quem nos possa transmitir o adquirido pelas gerações precedentes, o professor. Neste nosso tempo de acesso facilitado à informação, o professor não é apenas o transmissor para ser principalmente o motivador, o exemplo o companheiro mais velho que ajuda o aluno a encontrar o seu percurso disciplinada e eficazmente. A função de ensinar não perdeu valor. Apenas se complexificou ao estar mais aberta à crítica, à discussão de outras visões contrastantes. Aprender é assimilar uma nova visão da realidade tornar sua uma visão que lhe era exterior ou confirmar uma visão hipotética que sobrevive à contestação.

*Neste nosso tempo de acesso facilitado à informação, o professor não é apenas o transmissor para ser principalmente o motivador, o exemplo o companheiro mais velho que ajuda o aluno a encontrar o seu percurso disciplinada e eficazmente.*

A Filosofia da Natureza ou Filosofia Natural busca a compreensão das primeiras causas e dos princípios do mundo material. Começou por se basear num processo de reflexão pura mas evoluiu no sentido de incorporar interpretações cada vez mais refinadas do que nos é possível observar. A reflexão primordial é normalmente associada à Academia de Atenas pelo legado documental que nos deixou e que manteve uma profunda influência por mais de dois milénios. A preocupação sistemática com a mediação experimental da crítica aos modelos interpretativos desenvolveu-se nos últimos séculos mas a designação de Filosofia Natural não foi enjeitada até

finais do século XIX, desde a publicação dos Princípios Matemáticos da Filosofia Natural por Newton (1687) até ao Tratado de Filosofia Natural de Lord Kelvin (1867).

Cabe-nos hoje prosseguir esta aventura de filósofos apoiando os alunos que procuram uma educação nas atitudes que lhes permitirão compreender melhor o mundo em que crescem e onde vão competir por uma vida mais feliz e mais realizada. Tal como na Academia de Platão ou no Liceu de Aristóteles, o objetivo da educação é desencadear nos nossos alunos as competências para serem cidadãos mais participantes nos negócios da cidade. A retórica e a ciência são as disciplinas base que permitem apresentar uma boa defesa das suas ideias fundamentada numa profunda compreensão do mundo onde vivemos.

*Cabe-nos hoje prosseguir esta aventura de filósofos apoiando os alunos que procuram uma educação nas atitudes que lhes permitirão compreender melhor o mundo em que crescem e onde vão competir por uma vida mais feliz e mais realizada.*

A Casa das Ciências tem sido desde o primeiro dia um espaço de reforço e apoio dos professores nesta missão de ensinar Ciência. Aqui têm os professores portugueses encontrado um espaço de partilha das suas experiências educativas. Reconhecendo a permanente necessidade de atualizar os métodos para chegar mais perto de cada nova geração de alunos, a publicitação dos pequenos êxitos de cada um são o veículo para o sucesso de toda a comunidade e para uma compreensão do mundo melhor validada pela experiência e a reflexão crítica.

*José Ferreira Gomes*  
 Editor-chefe  
 Revista de Ciência Elementar

# Paisagens geológicas e cenários singulares



# Geopark Naturtejo da Unesco

Ensinar e aprender na Natureza



Joana  
Rodrigues



Carlos  
Neto Carvalho

O Geopark Naturtejo da UNESCO, no Centro de Portugal, é um território hoje com 5000km<sup>2</sup>, que valoriza um importante património geológico, reconhecido internacionalmente, o qual testemunha a evolução do planeta Terra e permite promover o desenvolvimento sustentável da região, através de projectos de conservação, educação e de turismo de Natureza. O recém-criado Programa Geoparques Mundiais da UNESCO, iniciado no passado mês de novembro em Paris, assenta no desenvolvimento sustentável ao nível da geodiversidade, do ambiente, do uso dos recursos naturais, do combate às alterações climáticas, da gestão dos riscos geológicos, do envolvimento das comunidades e da preservação dos patrimónios dos geoparques.

O Geopark Naturtejo é um território de sensibilização, de ensino e aprendizagem para todos: comunidades locais, cientistas, alunos e professores, turistas. A Geodiversidade, traduzida em 600 milhões de anos de histórias que incendeiam a imaginação, é o substrato e o mote para infinitas relações com o património natural e cultural. As paisagens geológicas, os geossítios e os geomonumentos são os cenários do Geopark Naturtejo para promover e aprender com o Património Geológico (Neto de Carvalho & Martins, 2006; Rodrigues & Neto de Carvalho, 2010).

## Monte-Ilha de Monsanto

A Meseta Meridional nesta região está profundamente marcada pelos relevos residuais que vão cortando as vastas superfícies aplanadas, como as montanhas quartzíticas, os *inselberge* (montes-ilha) graníticos ou as formações sedimentares culminantes. O plutão granítico de Penamacor-Monsanto (Neiva & Campos, 1992) é uma destas mais impressionantes estruturas, que aflora numa área de 136 km<sup>2</sup>, apresentando uma disposição elíptica, e que está

alojado em xistos e grauvaques do Grupo das Beiras. Este granito surpreende quando aflora em *inselberge* acastelados: Monsanto, Moreirinha e Alegrios, chegando o de Monsanto aos 758 metros de altitude, erguido mais de 300 metros em relação à peneplanície. A sua instalação remonta há 310 milhões de anos, já no final da Orogenia Varisca, aquando da formação de uma cadeia montanhosa que se estendeu entre os Montes Urais e os Apalaches (América do Norte), quando uma massa gigantesca de material em estado de fusão se acumulou no interior da crosta terrestre, com um volume superior a 100 km<sup>3</sup>, a uma temperatura de cerca de 700° C, e que foi arrefecendo lentamente. Os actuais relevos residuais, que caracterizam a paisagem, surgem de uma longa etapa de intensa e profunda meteorização química do Maciço Ibérico, durante o Mesozóico, seguidos de ciclos de erosão-exumação-sedimentação, durante o Cenozóico, que culminou no presente com a exposição de uma paisagem entretanto fossilizada há 50 milhões de anos (Rodrigues & Neto de Carvalho, 2009).

Monsanto exhibe uma paisagem singular de Barrocal, designação popular para o caos de blocos, um amontoado só aparentemente aleatório de enormes blocos de granito que a erosão foi modelando e arredondando. Estes blocos correspondem a núcleos de rocha sã, menos alterada, de variados tamanhos e formas, deslocados pela gravidade ou simplesmente expostos devido à remoção do manto de alteração pela erosão das vertentes. Ao longo do tempo o Homem foi gerindo a sua relação quase simbiótica com as rochas de Monsanto, aprendendo a aproveitar os espaços deixados entre blocos pela erosão, numa quase fusão entre o natural e o antrópico da qual resulta uma paisagem ciclópica com um toque de inspiração profundamente humana.



Figura 1 O fantástico Monte-Ilha de Monsanto e o povoado transportado por milénios ao ombro deste gigante.

O plutão granítico de Penamacor-Monsanto inclui importantes geossítios onde é possível interpretar a formação das rochas e a génese de paisagens graníticas. O caos de blocos de Monsanto pode ser estudado e contemplado através do percurso pedestre “Rota dos Barrocais”, uma excelente sala de aula natural, onde se combinam harmoniosamente o património geológico e o histórico-cultural. Destaca-se o miradouro geomorfológico do Castelo templário de Monsanto de onde se consegue alcançar com a vista praticamente toda a área territorial do Geopark Naturtejo.

## Morfologias Graníticas da Serra da Gardunha

A poente de Monsanto, próximo da cidade de Castelo Branco, localiza-se a Serra da Gardunha, uma serra pouco conhecida, um colosso de granito, que se ergue abruptamente sobre o vasto plano, onde a água domina, correndo à superfície e infiltrando-se em profundidade (Rodrigues & Neto de Carvalho, 2012). A água segue uma densa rede de fracturas, alterando a estrutura cristalina dos minerais que compõem as rochas através de reacções químicas que afectam as plagioclases cálcicas. Esta alteração química promove uma desagregação lenta das rochas que é responsável pela transformação da fisionomia da serra, que foi ao longo do tempo moldando cada forma granítica. O levantamento da Serra da Gardunha deu-se simultaneamente com o da Serra da Estrela nos últimos 10 milhões de anos.

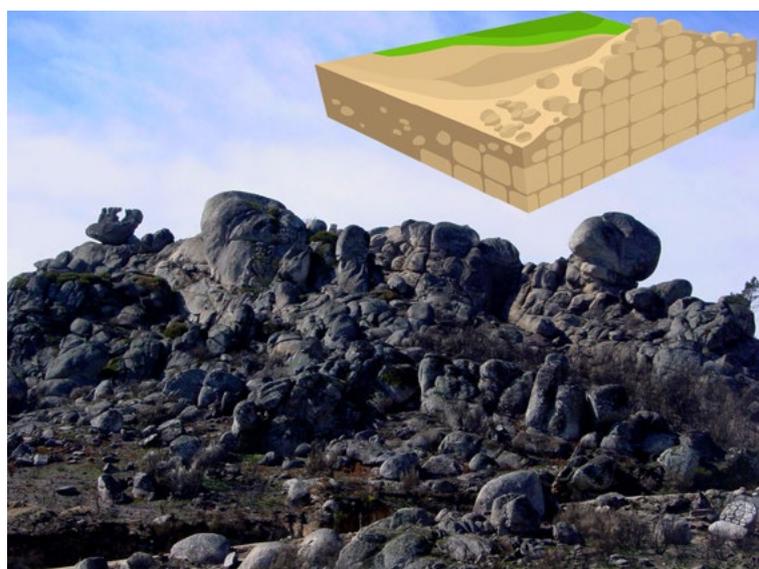


Figura 2 As formas graníticas de Castelo Velho.

No alto da Gardunha a bola granítica com uma fissuração poligonal bem expressiva é uma das rochas mais emblemáticas da serra. As fissuras atingem quase 0,5 m de profundidade, com polígonos bem individualizados numa parede vertical convexa, num fenómeno bastante frequente nesta zona da serra, como se observa também naquilo que

se convencionou denominar de Padaria dos Patrícios. A alteração superficial provoca incisões nas paredes verticais do afloramento rochoso, provocadas por contracção das placas superficiais. A penetração da água nas fissuras mais jovens promove o avanço deste processo. Outra rocha a destacar é o Bloco Fendido, com cerca de 4 m de altura, e com superfícies de fractura planas, pouco alteradas. Uma das partes, a mais pequena, encontra-se tombada, conferindo legibilidade aos processos genéticos, por insustentabilidade gravítica e ruptura ao longo de planos secundários de fracturação. Na área de Castelo Velho é possível observar um grande conjunto de formas associadas à fracturação muito densa (sub-vertical) dos granitos, como os tor, blocos pedunculados, pias, bolas em equilíbrio, entre outras, assim denominadas pelos geomorfólogos, os especialistas na evolução e dinâmica dos relevos.

A Serra da Gardunha é uma área pouco conhecida mas de grande riqueza geológica, biológica e ambiental, classificada como Rede Natura 2000 e, mais recentemente como Paisagem Protegida Regional, que inclui 9 geossítios, a maioria dos quais visitável através do percurso pedestre “Rota da Gardunha”.

## Blocos Pedunculados Arez-Alpalhão

Os blocos pedunculados são as geoformas graníticas mais características da área aplanada de Nisa. Correspondem a formas de alteração diferencial, cuja génese se prende com uma desagregação mais acentuada na base dos blocos devido ao contacto com saprólitos (granitos alterados em processo de formação de solo) saturados em água que são responsáveis por este tipo de alteração basal. Numa segunda fase existe a exumação por erosão diferencial do pedúnculo. No Geopark Naturtejo estas formas estão inventariadas não só em Nisa, mas também noutros locais como na Lousa, Escalos de Baixo, Monsanto, Serra da Gardunha e Salgueiro do Campo (Rodrigues & Neto de Carvalho, 2013).



Figura 3 Bloco pedunculado dos Escalos de Baixo no granito de Castelo Branco.

## Escarpa de Falha do Ponsul

A Falha do Ponsul é um acidente tectónico do Maciço Ibérico, uma das mais importantes estruturas geológicas que atravessa o território do Geopark Naturtejo, estendendo-se por cerca de 85km em território português, e que se prolonga por Espanha, atingindo um comprimento total de aproximadamente 120 km (Dias & Cabral, 1989), com orientação geral sudoeste-nordeste. Esta falha teve origem há cerca de 300 milhões de anos, com a colisão de placas litosféricas que terão dado origem à Pangeia, já em fase tardia da Orogenia Varisca, ocorrendo um movimento de desligamento esquerdo, que terá separado regiões até cerca de 1,5km da sua origem, como é o caso do monte de S. Martinho, em Castelo Branco.

Na dança das placas tectónicas, há cerca de 10 milhões de anos, durante a colisão do continente africano com a Península Ibérica, terá ocorrido a sua reactivação dando-se um movimento vertical inverso, com um rejeito que atinge mais de 120 m de altitude na escarpa da Idanha. A sua reactivação é mostrada por contactos por falha entre as rochas antigas do soco e sedimentos com menos de 50 milhões de anos e por dados geomorfológicos – a escarpa de falha, elemento dominante do relevo regional, ainda bem preservada nesta zona, como o atesta as fragas verticais. Daqui resultou um enorme degrau que constituiu uma estrutura de defesa natural, tendo sido a escolha mais óbvia para a construção do Castelo de Idanha-a-Nova, assim como de outras estruturas defensivas, ao longo de toda a escarpa. A falha esboça a primeira subida do planalto da Meseta em direcção à Cordilheira Central, elevando-o da Superfície de aplanção do Alto Alentejo, a Sul, para a Plataforma de Castelo Branco, mais alta, a Norte.



**Figura 4** A evolução da Falha do Ponsul, primeiro como falha do tipo desligamento esquerdo e, mais tarde até aos dias de hoje, reactivada como falha inversa cuja escarpa controla o traçado do rio Ponsul.

## Meandros de rio Zêzere

O majestoso vale do Zêzere, um dos mais belos e caprichosos vales fluviais de Portugal, perturba a monotonia das serranias

xistentas, que abundam a noroeste do Geopark Naturtejo. Percorrer uma das estradas panorâmicas que acompanham o rio Zêzere, ou caminhar ao longo da Grande Rota do Zêzere, em Oleiros, transporta-nos através de um rio que serpenteia profundamente encaixado na paisagem, criando meandros pronunciados. Estes meandros em trincheira (Ribeiro, 1943) têm margens simétricas, ou quase, e derivam dos meandros livres que depois se encaixaram numa única etapa de incisão fluvial. Os meandros, bem como a sua sinuosidade acentuada por fracturas no substrato existente, são produto do abatimento tectónico bordejado por falhas.

## Água: o principal agente modelador da paisagem através dos tempos

A circulação de águas subterrâneas em formações sedimentares detríticas, xistentas, quartzíticas e graníticas, a sua associação com falhas profundas de actividade tectónica recente e o tempo de residência são responsáveis pela emergência de importantes nascentes, na área do Geopark Naturtejo. Quando uma gota de água atinge o solo esta, dependendo das características da superfície, pode infiltrar-se recarregando os aquíferos no subsolo. A infiltração e circulação das águas subterrâneas depende, fundamentalmente, da porosidade e da permeabilidade dos solos e das rochas. A história desta circulação vai ser testemunhada pelas características físico-químicas de cada água, uma assinatura única que pode ser revelada numa prova de águas, para os palatos mais sensíveis! No Geopark Naturtejo propõe-se explorar as relações entre as propriedades químicas das águas, popularmente reconhecidas pelos seus efeitos terapêuticos ao longo de séculos, e os substratos geológicos onde têm origem. Algumas destas nascentes têm tal importância científica, económica e sócio-cultural, que integram o Inventário do Património Geológico e Geomineiro do Geopark Naturtejo da UNESCO (Rodrigues *et al.* 2011).

Quanto a águas termais, as águas de Monfortinho infiltram-se na região de Penha Garcia, nos quartzitos da Formação do Quartzito Armoricano (478 – 468 milhões de anos) e circulam através dos planos de estratificação e das rochas fissuradas, atingindo 600 a 700 metros de profundidade, o que justifica a sua temperatura de 30,5°C (Carvalho, 2001). Ao longo do seu percurso a água vai sendo enriquecida em sílica e outros elementos químicos acessórios, principal constituinte dos quartzitos, por dissolução das rochas. A emergência destas águas à superfície deve-se a falhas geológicas associadas à importante Falha do Ponsul, por onde esta se escapa. Este é um importante recurso usado exclusivamente no balneário termal, pela sua mineralização e temperatura.

Em relação a águas minerais frias, destaque para as Termas da Fadagosa de Nisa. A Fadagosa de Nisa, assim



Figura 5 Os grandes meandros do Rio Zêzere.

designada pelo cheiro típico das águas sulfúreas, é uma água bicarbonatada sódica, fracamente mineralizada, com um substrato em granitos fracturados, cujas fissuras estão preenchidas por argilas resultantes da alteração dos feldspatos e que dificultam a circulação das águas subterrâneas. A Fonte dos Sinos em S. Miguel d'Acha é uma fonte de mergulho com águas de características sulfúreas associadas à lixiviação de filões com sulfuretos de chumbo (galena) e paragénese associada. A Fonte Santa, em Águas, caracteriza-se por uma água mineral sulfúrea que circula no plutonito de Penamacor-Monsanto, condicionada pela Falha da Fonte Santa e usada em balneoterapia. O seu uso popular há séculos baptizou a aldeia em que se encontra. Os Banhos da Horta do Almortão, antigamente associadas aos rituais da famosa Senhora do Almortão, apresentam águas férreas que resultam da circulação nos metapelitos do Grupo das Beiras, nas proximidades da Falha do Ponsul.



Figura 6 Termas de Monfortinho.

Todos estes geossítios se revestem de grande importância geocultural na medida em que as características e qualidades destas águas foram reconhecidas pelas populações e aproveitadas para fins terapêuticos em alguns casos desde, pelo menos, o período Romano.

## O Homem transforma a paisagem: Património Geomineiro

A exploração mineira está bem patente por todo o território

do Geopark Naturtejo, com vestígios desde a Idade do Ferro e 110 concessões estabelecidas entre 1887 e 1958, tendo sido explorado ouro, prata, estanho, volfrâmio, chumbo, zinco, fósforo e barite (Neto de Carvalho et al. 2006, Rodrigues et al. 2011). O património geomineiro revela as especificidades dos contextos geológicos em que ocorrem as mineralizações, mas está intimamente ligado à tecnologia utilizada na sua exploração, nos vestígios de ferramentas e edifícios de preparação e tratamento de minério. Por outro lado, a importância histórica que os minérios foram alcançando, designadamente com a “Febre do volfrâmio” na 2ª Guerra Mundial, o aumento da procura e do preço do volfrâmio nos mercados internacionais fizeram despoletar um sem número de explorações informais, assim como uma panóplia de ilegalidades associadas, como contrabando, espionagem, falsificações, desvios, entre outras, imprimindo uma vertente histórica e sociológica ao património geomineiro deste território.

As minas proto-históricas são comuns no Geopark Naturtejo, ao longo dos quartzitos da Formação do Quartzito Armoricano, tendo sido exploradas mineralizações compostas por óxidos e hidróxidos de ferro (hematite-goethite-limonite) em cavidades subterrâneas típicas, de grande dimensão e com galerias irregularmente distribuídas e de diferentes extensões. São actualmente visíveis vestígios de metalurgia, sendo abundantes as escórias que testemunham a fundição do ferro e pontuais escombrelas de quartzito. Destaca-se o Complexo Mineiro de Monforte da Beira, um geomonumento que inclui cinco 5 minas proto-históricas, mas também os Vieiros de Salvador, em Penamacor, que ilustram este tipo de mineração. Outras minas como a Cova da Moura do Barbaído, a Buraca da Faiopa no Arneiro ou a Buraca da Moura de Chão de Galego, encerram lendas e mitos, que passam de geração em geração. Na página do [Geopark Naturtejo \(www.naturtejo.com\)](http://www.naturtejo.com), na secção Geopark Virtual, existe a aplicação

multimédia “Monforte da Beira na Idade do Ferro”, com uma reconstituição da exploração mineira feita naquelas minas, exemplificando as ferramentas e as técnicas.

Nos estádios finais da cristalização dos granitos no interior da crosta deu-se a injeção de fluidos magmáticos que ao precipitar formaram filões ricos em elementos de grande importância económica como o estanho, o volfrâmio ou o ouro, aclamado desde a Antiguidade na região. No Geopark Naturtejo, o ouro foi explorado em jazigos aluvionares (secundários) resultantes da erosão fluvial dos filões e concentração nos terraços fluviais, principalmente a partir do período romano, com grandes explorações extensivas a céu aberto. O Conhal do Arneiro, uma autêntica exploração industrial que transformou uma área de 70 ha, actualmente preserva as imponentes conheiras, os amontoados cónicos de grandes calhaus rolados (conhos) provenientes do

desmorte das formações arenosas. As técnicas de mineração romanas baseavam-se genericamente no desmorte gravítico dos depósitos detríticos, recorrendo à lavagem dos materiais com sofisticados sistemas hidráulicos. Estas tecnologias romanas estão presentes em minas como a Conheira de Foz do Cobre-Sobral Fernando, no Gorroal da Veiga, em Salvaterra do Extremo e no gigantesco Complexo Mineiro da Presa, em Penamacor, nos terraços fluviais dos rios Tejo, Erges, Ocreza e Ponsul que foram largamente explorados. A mineração de ouro foi sendo feita intermitentemente, ao longo dos tempos, praticamente até à actualidade. No Romaninhal, a “Terra do Ouro”, ainda há memória de se encontrarem pepitas com um peso superior a 1 kg! Hoje em dia, o garimpo de ouro é uma actividade turística e educativa do Geopark Naturtejo que permite experienciar técnicas milenares de exploração dos recursos geológicos.



**Figura 7** O Património geomineiro do Geopark Naturtejo atravessa vários milénios e vários estilos de mineração, em acordo com o tipo e abundância de minério (de cima para baixo e da esquerda para a direita): mina de volfrâmio das Fragas do Cavalo; minas de ferro proto-históricas de Monforte da Beira; extensas explorações de terraços fluviais no Conhal do Arneiro e o método de exploração mais aplicado durante o período romano, vagoneta nas Minas da Mata da Rainha.

Em Segura, durante a instalação dos granitos orogénicos (315-310 milhões de anos) deu-se a circulação de fluidos muito quentes ao longo de fracturas na crosta terrestre, que originaram várias famílias de filões, nomeadamente filões sub-horizontais ricos em cassiterite (estanho), volframite (volfrâmio) e blenda (zinco), assim como filões sub-verticais posteriores ricos em barite (bário) e galena (chumbo). No Couto Mineiro de Segura existiram explorações subterrâneas, em galerias que seguiam os filões mineralizados, mas houve também uma grande exploração à superfície. Durante a Segunda Guerra Mundial, grande

parte da exploração de estanho e volfrâmio era assegurada por “apanhistas”, trabalhadores que se dedicavam por conta própria e vendiam à Empresa o produto do seu trabalho. Na Oficina de Preparação e Beneficiação de Minérios era feita a separação e concentração dos metais, numa instalação que está actualmente integrada na “Rota das Minas”, um percurso pedestre ao longo de antigas explorações mineiras que enquadra os aspectos tecnológicos da sua exploração, o contexto social que se desenvolveu à volta de territórios mineiros e os enquadramentos históricos e económicos em que se inseriram. No ponto de partida do percurso localiza-

se o geomonumento “Canhões Fluviais do Erges”, uma impressionante garganta fluvial, morada de grifos e abutres e o Centro de Interpretação “Terras de Idanha”, uma janela sobre o Parque Natural do Tejo Internacional. Na página de internet do Geopark Naturtejo está disponível uma Visita Virtual às Minas de Segura, com uma experiência próxima da realidade, considerando a integridade patrimonial dos geossítios e a segurança dos visitantes, assegurando uma mais eficiente interpretação.

Nas montanhas xistentas de Oleiros surgem filões de quartzo ricos em volfrâmio, explorados ao longo de duas impressionantes encostas, com mais de 160 m de desnível, mostrando as numerosas galerias das Minas do Cavalo, ainda hoje admiráveis. A fragilidade do subsolo nas galerias de desmonte era compensada com o escoramento em pinho e rochas arrancadas do interior da terra, entivação que ainda mantém algumas galerias desobstruídas. O trabalho de desmonte do filão fazia-se com recurso a barrena e martelo, para a instalação dos cartuchos de dinamite. Mais tarde, a introdução de martelos pneumáticos sem aspersão de água aumentou a incidência de problemas respiratórios entre marteleiros, safreiros e ajudantes, causando doenças como a silicose, pela inalação de partículas de sílica.

As Minas da Mata da Rainha, na fronteira dos concelhos de Penamacor, Idanha-a-Nova e Fundão são um importante testemunho da exploração mineira no contexto da Segunda Guerra Mundial, descritas de forma impressionante por Fernando Namora na sua célebre obra Minas de *San Francisco*. As minas assentam entre o contacto das rochas metassedimentares do Grupo das Beiras e rochas graníticas atravessadas por filões de quartzo ricos em volfrâmio e estanho. Em Sarzedas situam-se a Minas das Gatas, a maior exploração de antimónio durante o séc. XX, em Portugal, onde também se explorou ouro. Os filões explorados correspondem a 2 diques félsicos. Existem no local vestígios de exploração romana, porém o período de maior actividade desta mina foi no século XX, em que só no ano de 1939 se extraíram 400 toneladas de antimónio. Estas e outras minas podem ser visitadas através do percurso pedestre “Caminho do Xisto de Sarzedas”, um percurso que faz uma ponte entre o contexto geológico que possibilitou a actividade mineira, os jazigos minerais e as suas características, entre o substrato geológico e a arquitectura tradicional da Aldeia de Xisto de Sarzedas.

As minas abandonadas constituem um grave problema ambiental e social e uma das formas de reabilitação destes espaços passa pela recuperação e valorização do património geomineiro, com desenvolvimento de parques mineiros e interpretação da actividade mineira, que ainda hoje escasseiam em Portugal.

## Aprender a Geoconservar

O património geológico do Geopark Naturtejo da UNESCO exprime a geodiversidade especial do território, onde existem geossítios com valor didáctico, onde se promove a Educação em Geociências, e especificamente a Educação em Geoconservação. Estes geossítios revelam uma dinâmica natural que decorreu ao longo do tempo geológico, produto das principais etapas geológicas que actuaram na região, constituindo locais de referência, alguns deles incluídos no Inventário do Património Geológico Português e tendo reconhecimento internacional. Considerando que a Educação em Geoconservação abre caminho para um número crescente de cidadãos mais esclarecidos, capazes de formular opiniões e tomar decisões conscientes, o Geopark Naturtejo promove o património geológico junto do público escolar através de Programas Educativos, em temáticas geológicas e ambientais. As características únicas do património geológico do Geopark Naturtejo, no seu enquadramento natural, histórico e cultural diversificado, fazem dele um singular recurso didáctico que permite explorar e interrelacionar uma grande panóplia de temas no âmbito das Geociências, em articulação com áreas como a Biodiversidade ou a Arqueologia, entre outras. Mas, uma vez que a Geodiversidade desperta habitualmente pouco interesse na população e o património geológico é ainda quase totalmente desconhecido, a divulgação é também uma das principais missões dos geoparques. Existem acções dirigidas aos diversos tipos de público, com actividades de divulgação científica e programas turísticos, com abordagens transdisciplinares, que incluem inúmeras vertentes da Geodiversidade, assentando na interpretação das paisagens, na descodificação dos complexos processos geológicos, tornando o conhecimento científico mais acessível e apelativo. Em suma, o Geopark Naturtejo, um Geoparque Mundial da UNESCO, uma forma diferente de aprender na Natureza, um território aberto à criatividade e ao conhecimento.



Figura 8 A “Gandaia do Ouro” é uma actividade muito apreciada no Geopark Naturtejo, sobretudo nos meses quentes do final da primavera-verão.

## Referências

Carvalho, J. M. 2001. A hidrogeologia das águas minerais naturais de Monfortinho. *Geonovas*, 15, 61-70

Dias, R. P. & Cabral, J. 1989. Neogene and Quaternary reactivation of the Ponsulriver fault in Portugal. *Comunicações dos Serviços Geológicos de Portugal*, 75, 3-28.

Neiva, A. M. R. & Campos, T. C. 1992. Genesis of the zoned granitic pluton of Penamacor-Monsanto, central Portugal. *Memórias e Notícias, Publicações do Museu e Laboratório de Mineralogia e Geologia da Universidade de Coimbra*, 114, p. 51-68.

Neto de Carvalho, C. & Martins, P. 2006. *Geopark Naturtejo da Meseta Meridional – 600 Milhões de anos em imagens*. Naturtejo & Câmara Municipal de Idanha-a-Nova, 151p..

Neto de Carvalho, C.; Gouveia, J.; Chambino, E. & Moreira, S. 2006. Geomining heritage in the Naturtejo area: inventory and tourist promotion. *Actas do 3º Simpósio sobre Mineração e Metalurgia Históricas no Sudoeste Europeu*, Porto, 595-606.

Ribeiro, O. 1943. Evolução da falha do Ponsul. *Comunicações dos Serviços Geológicos de Portugal*, 24, 109-123.

Rodrigues, J.C. & Neto de Carvalho, C. 2010. Património geológico no Geopark Naturtejo: base para uma estratégia de geoturismo. *E-Terra*, 18(11), 1-4.

Rodrigues, J.C. & Neto de Carvalho, C. 2012. Património

geomorfológico da vertente meridional da Serra da Gardunha (Castelo Branco): potencialidades e ameaças. *Geomorfologia 2010*. Publicações da Associação Portuguesa de Geomorfólogos, 7, APGEOM, Porto, 61-70.

Rodrigues, J.C., & Neto de Carvalho, C. 2013. Geoformas graníticas do Geopark Naturtejo: blocos pedunculados. *Atas do VI Congresso Nacional de Geomorfologia*, Coimbra: 223-227.

Rodrigues, J.C., Neto de Carvalho, C. & Oliveira, T. 2009. Património Geomorfológico de Monsanto. *Geomorfologia 2008*, Associação Portuguesa de Geomorfólogos, Braga, 6, 243-248.

Rodrigues, J.C., Neto de Carvalho, C. & Chambino, E. 2011. “Há Ouro na Foz!” e outras actividades de divulgação do património geomineiro do Geopark Naturtejo. In: Batata, C. (ed.), *Actas do VI Simpósio sobre Mineração e Metalurgia Históricas no Sudoeste Europeu*. Vila Velha de Ródão, 263-283.

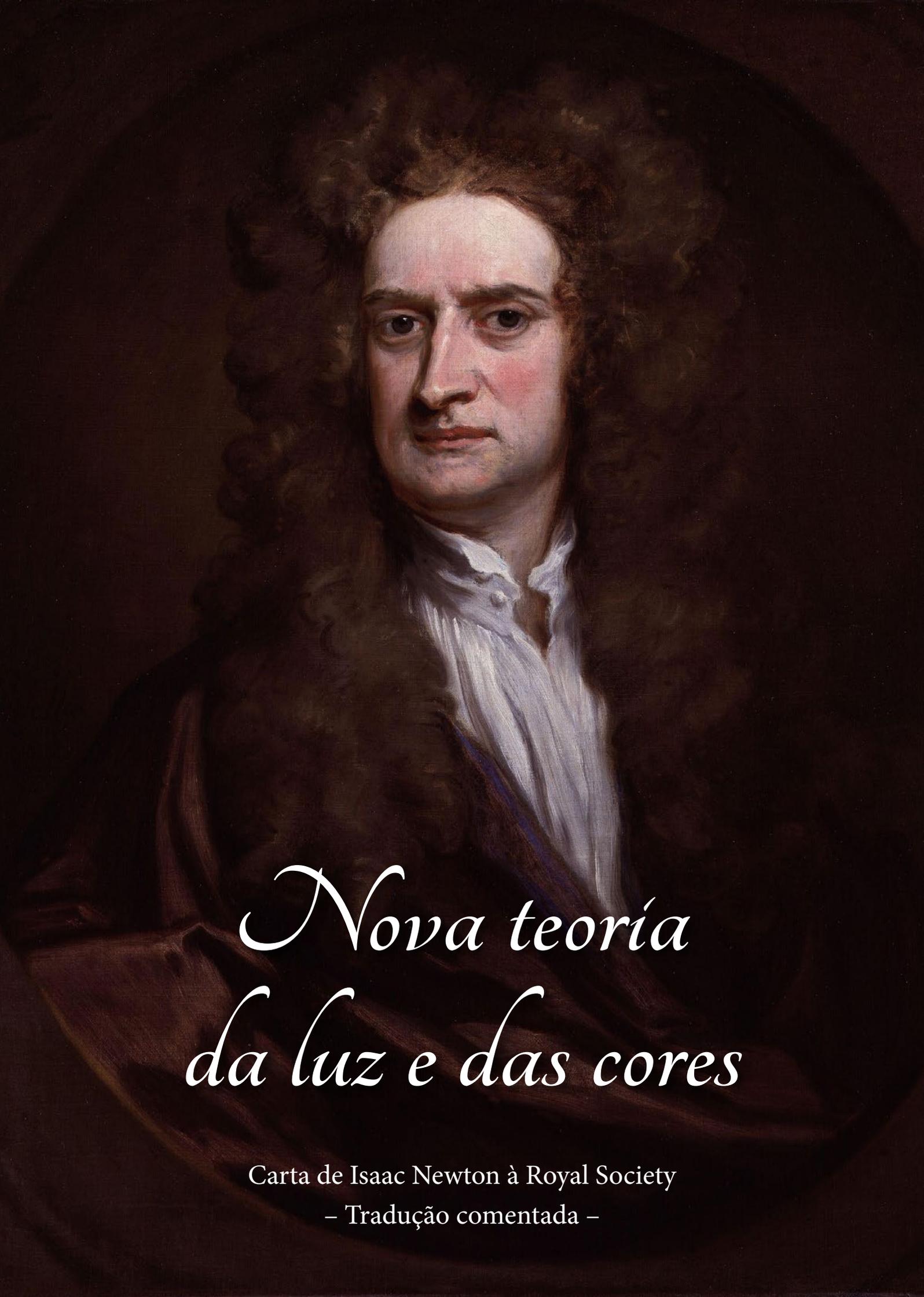
Rodrigues, J., Canilho, S. & Neto de Carvalho, C. 2011. Património Geológico do Geopark naturtejo: aplicações ao ensino de Hidrogeologia e Geoquímica. In: Antunes, I.M.H.R., Almeida, J.P.F. & Albuquerque, M.T.D. (eds), VIII Congresso Ibérico de Geoquímica, Livro de Resumos, Instituto Politécnico de Castelo Branco: pp. 143. In: Antunes, I.M.H.R., Almeida, J.P.F. & Albuquerque, M.T.D. (eds), VIII Congresso Ibérico de Geoquímica, Livro de Actas, Instituto Politécnico de Castelo Branco, 443-448. ■

*Joana Rodrigues e Carlos Neto Carvalho*  
Geopark Naturtejo da Meseta Meridional  
Geoparque Global, reconhecido pela UNESCO

# Este espaço pode ser seu!

Dê destaque à sua empresa, atividade ou evento  
junto da comunidade educativa.

Entre em contacto connosco pelo email  
[rce@casadasciencias.org](mailto:rce@casadasciencias.org)

A portrait of Isaac Newton, showing him from the chest up. He has long, curly brown hair and is wearing a dark brown coat over a white shirt with a ruffled collar. The background is dark and indistinct.

*Nova teoria  
da luz e das cores*

Carta de Isaac Newton à Royal Society  
– Tradução comentada –

Publicamos neste número, e no âmbito da rubrica História da Ciência, uma tradução em português da carta que Sir Isaac Newton enviou para a *Royal Society* sobre a “nova Teoria da Luz e das Cores”, seguindo os procedimentos habituais à época, e que é, sem dúvida, uma peça de inigualável valor e interesse científico.

É um trabalho da autoria de Paulo José Severino Maurício, docente da Escola Superior de Educação de Lisboa, que o produziu no âmbito da sua tese de doutoramento.

Dada a extensão do documento, iremos publicá-lo em duas fases. Neste número da revista a tradução propriamente dita e no próximo, os comentários e considerações do autor sobre o documento e a sua contextualização.

Carta do Sr. Isaac Newton, professor de matemática na Universidade de Cambridge, contendo a sua Nova Teoria sobre Luz e Cores, enviada pelo autor para o editor de Cambridge a 6 de Fevereiro de 1671/72, de modo a ser comunicada à *Royal Society*.

SENHOR,

Para cumprir uma promessa anterior, devo sem mais cerimónias informá-lo que no início do Ano de 1666<sup>1</sup> (altura em que me dediquei a polir vidros Óticos de outras formas que não as *Esféricas*), obtive um Prisma Triangular de vidro, para com ele tentar o celebrado *Fenómeno das Cores*<sup>2</sup>. Para esse fim, tendo escurecido meu quarto e feito um pequeno orifício em minha janela de modo a deixar entrar uma quantidade conveniente de luz do Sol, coloquei o Prisma na sua entrada para que ela pudesse ser assim refratada para a parede oposta. Foi no início um divertimento muito agradável ver as vívidas e intensas cores assim produzidas. Mas após um tempo a considerá-las mais seriamente fiquei surpreendido por vê-las com uma forma *oblonga*, a qual, de acordo com as recebidas leis da Refração, eu esperava que devesse ser *circular*<sup>3</sup>.

Elas terminavam nos lados em linhas retas, mas nas extremidades, o enfraquecimento da luz era tão gradual que era difícil determinar exatamente qual a forma que tomava, no entanto pareciam *semicirculares*<sup>4</sup>.

Comparando o comprimento deste *Espetro* [*Spectrum*] colorido com a sua largura, encontrei-o cinco vezes maior; uma desproporção tão acentuada que me levou a uma curiosidade acima da normal para examinar de onde poderia advir. Pensei que dificilmente a *Espessura* variável do vidro, ou a terminação com sombra ou escuridão, poderiam ter qualquer influência na luz para produzir tal efeito. Ainda assim pensei não ser fora de propósito examinar primeiro essas circunstâncias, e assim experimentei o que aconteceria transmitindo luz através de partes de vidro de diferente espessura, ou através de orifícios na janela de

diversas grandezas, ou colocando o prisma de tal modo que a luz pudesse passar através dele e fosse refratada, antes de ser limitada pelo orifício. Mas não encontrei que alguma dessas circunstâncias fosse plausível. O aspeto das cores era em todos esses casos a mesma.

Então suspeitei se através de alguma *irregularidade* do vidro ou outra anomalia contingente essas cores pudessem assim ser dilatadas. E para testar isso tomei outro Prisma idêntico ao primeiro e coloquei-o de tal modo que a luz, passando através de ambos, seja refratada de modos contrários e assim, pelo último [prisma], retornar à direção da qual o primeiro a desviou. Pois deste modo pensei que os efeitos *regulares* do primeiro prisma, seriam anulados pelo segundo prisma, mas os efeitos *irregulares* aumentados pela multiplicidade de refrações. O resultado foi que a luz que era difundida pelo primeiro Prisma de forma *oblonga*, era pelo segundo reduzido a uma forma *arredondada* com tanta regularidade como quando não passava através deles. Assim, fosse qual fosse a causa daquele comprimento, não era uma irregularidade contingente.

Então procedi de modo a examinar mais criticamente o que poderia ser afetado pela diferença de incidência de Raios vindos de diferentes partes do Sol, para o que medi as diferentes linhas e ângulos pertencentes à Imagem. A sua distância do orifício ou Prisma era de 22 pés (6,7 m); seu comprimento máximo de 13 1/4 polegadas (33,6 cm); sua largura 2 5/8 polegadas (6,66 cm); o diâmetro do orifício era de 1/4 de polegada (6,35 mm); o ângulo que os Raios que se dirigiam para o meio da imagem, formavam com as linhas que teriam percorrido se não tivesse havido refração era de 44° 56'. E o ângulo vertical do prisma 63° 12'. Também as Refrações em ambos os lados do Prisma, ou seja, dos Raios Incidentes e Emergentes eram tão próximos quanto eu pudesse fazê-los iguais e, conseqüentemente cerca de 54° 45'. E os Raios incidiam perpendicularmente sobre a parede. Agora, subtraindo o diâmetro do orifício do comprimento e largura da Imagem, restam 13 Polegadas (33 cm) de

comprimento e  $2\frac{3}{8}$  (6 cm) de largura, correspondentes àqueles raios que passaram através do centro do orifício e, por conseguinte, o ângulo do orifício correspondente àquela largura era de  $31'$ , compatível com o Diâmetro Solar, enquanto o ângulo subjacente ao comprimento valia mais de 5 vezes tal diâmetro, ou seja,  $2^\circ 49'$ .

Tendo realizado estas observações, primeiro calculei, a partir delas, o poder refrativo do vidro tendo-o encontrado igual à razão dos senos, 20 para  $31^6$ . E então, através daquela razão, calculei as Refrações de dois Raios provenientes de partes opostas do *disco* do Sol, tendo portanto uma diferença de  $31'$  no seu ângulo de incidência, e encontrei que os raios emergentes deveriam ter um ângulo de  $31'$ , como tinham antes de incidir no vidro.

Mas porque este cálculo era baseado na Hipótese da proporcionalidade dos *senos* de Incidência e Refração, a qual por minha própria Experiência eu não poderia imaginar que fosse tão errônea de modo a produzir um Ângulo de  $31'$ , o qual na realidade era de  $2^\circ 49'$ ; novamente a minha curiosidade fez-me retomar o meu Prisma. Tendo-o colocado na minha janela, como antes, observei que rodando-o um pouco em torno do seu *eixo* para um lado e para o outro, de forma a variar a sua obliquidade em relação à luz de 4 ou 5 graus, as Cores não eram desse modo sensivelmente deslocadas do seu lugar na parede e consequentemente por via dessa variação de Incidência, a quantidade de Refração não variava de modo sensível. Portanto por esta Experiência bem como pelos cálculos anteriores, era evidente que a diferença da Incidência dos Raios, oriundos de diversas partes do Sol, não poderia fazê-los após a interseção, divergir em um ângulo tão sensivelmente maior que aquele com o qual convergiram; o que, sendo no máximo de 31 ou 32 minutos, ficava ainda outra causa para ser encontrada de modo a explicar que o ângulo pudesse ser de  $2^\circ 49'$ .

Então comecei a suspeitar se os Raios após atravessarem o Prisma, não se moveriam em linhas curvas e de acordo com a sua maior ou menor curvatura tendessem para partes diferentes da parede. A minha suspeita aumentou quando me recordei de ter visto frequentemente uma bola de Tênis, após um toque oblíquo da Raquete, descrever uma linha curva. Pois, sendo comunicado tanto um movimento circular como linear [à bola] por aquele toque, as suas partes no lado onde os movimentos se adicionam, devem pressionar e bater o Ar contíguo mais violentamente do que a outra [parte], e aí provocar uma resistência e reação do Ar proporcionalmente maior. E pelo mesmo motivo, se os Raios de luz pudessem ser talvez corpos globulares, e pela sua passagem oblíqua de um meio para outro adquirissem um movimento circular<sup>7</sup>, eles deviam sentir uma maior resistência do Éter envolvente nesse lado onde os movimentos se adicionam, e assim serem

continuamente empurrados para o outro. Mas apesar desta base plausível de suspeição, quando eu a examino, não observo tal curvatura neles. E além do mais (o que bastaria para os meus propósitos) eu observei que a diferença entre o comprimento da Imagem e o diâmetro do orifício, através do qual a luz é transmitida, era proporcional à sua distância. A remoção gradual destas suspeitas conduziu-me ao *Experimentum Crucis*, que foi este: Tomei duas placas e coloquei uma delas atrás e perto do Prisma que estava à janela, de tal modo que a luz passasse através de um pequeno orifício feito na placa com esse propósito e incidisse na outra placa que coloquei a cerca de 12 pés (30 cm) de distância, tendo antes feito também um pequeno orifício, para que alguma da luz incidente passasse. Então coloquei um outro Prisma atrás da segunda placa, de tal modo que a luz, passando através das duas placas, também pudesse passar no prisma e fosse assim novamente refratada antes de atingir a parede. Feito isto, peguei no primeiro Prisma e rodei-o lentamente para um lado e para o outro em torno do seu *Eixo*, tantas vezes quanto o necessário para que as diversas partes da Imagem formada na segunda placa passasse através do orifício, de modo a que pudesse observar para que lugares na parede o segundo Prisma a refrataria. E eu vi, pela variação desses lugares, que a luz, tendendo para aquela extremidade da Imagem em direção à qual a refração do primeiro Prisma foi feita, sofreu no segundo Prisma uma Refração consideravelmente maior que a luz tendendo para a outra extremidade. E assim a verdadeira causa do comprimento daquela Imagem foi encontrada como sendo não outra do que a *Luz ser constituída por Raios diferentemente refrangíveis*, os quais sem qualquer diferença nas suas incidências, foram, de acordo com os seus graus de refrangibilidade, transmitidos em direção a diferentes partes da parede.

Quando percebi isto deixei de lado os meus trabalhos com Vidros óticos acima mencionados, pois notei que a perfeição dos Telescópios estava até agora limitada, não tanto pela necessidade de vidros devidamente feitos segundo as prescrições dos Autores Óticos (o que todos tinham imaginado até agora), mas porque a luz, ela mesma, é uma *mistura Heterogénea de Raios diferentemente refrangíveis*. Deste modo, onde um vidro tão exatamente feito que reunisse um qualquer tipo de raios em um ponto, não poderia reunir de igual modo aqueles que tendo a mesma Incidência sobre o mesmo Meio são aptos a sofrer diferente refração. Ainda assim me maravilhei que vendo tão grande a diferença de refrangibilidade, como eu achei, os Telescópios chegaram a tal perfeição como os encontramos atualmente. Pois, medindo as refrações em um dos meus Prismas, encontrei que supondo que o *seno* de Incidência sobre um dos seus planos fosse de 44 partes, o seno de refração dos Raios da extremidade vermelha das Cores, saindo do

vidro para o Ar, seria de 68 partes e o *seno* de refração dos raios da outra extremidade seria de 69 partes de tal modo que a diferença é de aproximadamente de 1/24 ou 1/25 partes da refração total. Em consequência a lente objetiva de qualquer Telescópio não pode fazer convergir todos os raios que provêm de um ponto no objeto no seu foco em menos de em espaço circular, cujo diâmetro é a 1/50 parte do Diâmetro da sua Abertura, o que é uma irregularidade algumas centenas de vezes maior do que aquela que uma lente de forma circular, de uma secção tão pequena como são as Objetivas de um longo Telescópio, poderiam causar por deformação na sua forma, fosse a Luz *uniforme*.

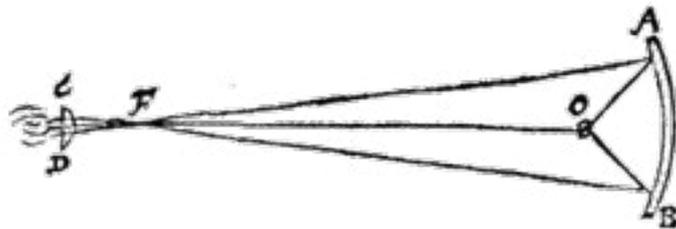
Isto levou-me a considerar as *Reflexões*, e encontrando-a regular, de tal modo que o Ângulo de Reflexão de qualquer espécie de Raios eram iguais aos seus Ângulos de Incidência, entendi que por seu intermédio, instrumentos Óticos poderiam vir a ter qualquer grau de perfeição imaginável, desde que uma substância *Refletora* pudesse ser encontrada a qual pudesse ser polida tão finamente como o Vidro, e reflita tanta luz como o vidro *transmite*, bem como a arte de lhe dar uma figura *parabólica* seja atingida. Mas isso pareciam serem dificuldades muito grandes que quase as pensei insuperáveis, quando além do mais considere que cada irregularidade em superfícies refletoras fazem os raios desviarem-se 5 ou 6 vezes mais do seu devido curso, do que irregularidades semelhantes numa superfície refratora: Então uma muito maior curiosidade seria aqui um requisito do que em fazer vidros para refração.

Entre estes pensamentos, fui forçado a sair de *Cambridge* devido ao Surgimento da Praga, e mais de dois anos passaram antes de eu prosseguir. Mas então tendo pensado sobre um método simples de polimento adequado para metal, pelo qual, como imaginei a forma poderia ser corrigida tanto quanto o necessário, comecei a experimentar o que poderia fazer neste sentido, e gradualmente aperfeiçoei tanto um instrumento (nas suas partes essenciais igual ao que enviei para *Londres*), através do qual pude observar as 4 Acompanhantes de Júpiter, e mostrei-as por diversas vezes a duas pessoas do meu conhecimento. Pude também discernir a fase tipo-Lua de *Vênus* mas não muito distintamente nem sei algum cuidado na disposição do instrumento.

Nessa época fui interrompido até este último Outono, quando fiz o outro [instrumento]. E como este era sensivelmente melhor do que o primeiro (especialmente para Objetos Diurnos), então não duvidei que eles seriam levados a muito maior perfeição pelos esforços daqueles que, como me informou, a isso se dedicam em *Londres*.

Eu pensei por vezes fazer um *Microscópio*, o qual de modo semelhante, deveria ter em lugar de uma objetiva em Vidro, um metal Refletor. E isto espero que eles também tomem em consideração, pois estes Instrumentos parecem tão

suscetíveis de aperfeiçoamento como os *Telescópios*, e talvez mais, pois não mais do que uma peça refletora de metal é necessária, como pode perceber pelo diagrama, onde AB representa a peça de metal, CD o vidro ocular, F o seu Foco comum, e o outro Foco do metal no qual o objeto é colocado.



Mas para voltar desta digressão, digo-vos que a Luz não é idêntica ou homogênea mas consiste em Raios dissemelhantes, alguns dos quais mais refrangíveis do que outros; de tal modo que daqueles que incidem de modo semelhante em algum meio, alguns serão mais refratados do que outros, e isto por nenhuma virtude do vidro ou de outra causa exterior, mas por uma predisposição que cada raio particular tem de sofrer um particular grau de refração. Prosseguirei agora para vos informar de outra e mais notável diferença nos Raios, da qual provêm a *Origem das Cores*. A respeito da qual exporei primeiro a *Doutrina*, e depois, para o seu exame, dar-lhe-ei uma ou duas *experiências*, como amostra do restante.

Encontrará a Doutrina explicada e ilustrada nas seguintes proposições.

1. Assim como os Raios de luz diferem no grau de Refrangibilidade, também diferem na sua faculdade de exhibir esta ou aquela cor em particular. Cores não são *Qualidades da Luz*, devidas a Refrações, ou Reflexões sobre corpos naturais (como é geralmente aceite), mas *propriedades Originais e inatas*, que são diversas em Raios diversos. Alguns Raios dispõem-se a exhibir a cor vermelha, e não outra; alguns outros o amarelo e não outra, alguns o verde e não outra, e assim por diante. Nem há apenas Raios próprios e particulares para as cores mais importantes, mas também para todas as gradações intermédias.

2. Ao mesmo grau de Refrangibilidade corresponde sempre a mesma cor, e à mesma cor corresponde sempre o mesmo grau de Refrangibilidade. Os Raios *menos Refrangíveis* são dispostos a exhibirem a cor *Vermelha*, e reciprocamente aqueles Raios que se dispõem a exhibir a cor *Vermelha*, são todos os menos refrangíveis; Assim os Raios *mais refrangíveis* são todos dispostos a exhibirem uma intensa *Cor Violeta*, e reciprocamente aqueles que são aptos a exhibirem a cor violeta, são todos os mais Refrangíveis. E assim para todas as cores intermédias numa série contínua correspondendo a graus de refrangibilidade intermédios. E esta Analogia entre cores e refrangibilidade é muito precisa

e estrita; os Raios ou sempre concordam em ambos ou discordam proporcionalmente de ambos.

3. A espécie de cor e grau de Refrangibilidade próprio a alguma espécie particular de Raios, não muda com a Refração nem por Reflexão sobre corpos naturais, nem por qualquer outra causa que eu pudesse ter observado. Quando um qualquer tipo de Raios for bem separado de outros de outro tipo ele retém depois, obstinadamente, a sua cor, malgrado os meus maiores esforços para a alterar. Eu refratei-o com Prismas, e refleti-o com Corpos que na luz do Dia eram de outras cores; eu intercetei-o com filmes coloridos de Ar entre duas lâminas de vidro. Foi transmitido através de Meios coloridos e através de Meios irradiados por outros tipos de Raios e confinei-os de formas diversas, e ainda assim nunca obtive nenhuma nova cor da precedente. Contraíndo ou dilatando tornava-se mas viva ou mais ténue, e pela perda de muitos Raios, em muitos casos muito obscuro e escuro, mas nunca consegui ver uma mudança em *espécie*.

[4.] Podemos obter ainda assim uma aparente transmutação de Cores, onde há uma mistura de diversas espécies de Raios. Pois nessas misturas as cores componentes não aparecem, mas, aliando-se mutuamente, constituem uma cor intermédia. E por conseguinte, se por refração ou por qualquer das causas anteriormente mencionadas, os diversos raios latentes em tal mistura forem separados, surgirão cores diferentes da cor da composição. Estas cores não são geradas de Novo, mas apenas tornadas Visíveis por separação; pois sendo de novo inteiramente misturadas elas irão novamente compor a cor que havia antes da separação. E pela mesma razão, Transmutações feitas por convergência de diversas cores não são reais, pois quando os diversos Raios forem novamente separados exibirão as mesmas cores que exibiam antes de entrarem na mistura. Como vê, pós *Azul* e *Amarelo*, quando bem misturados, aparece ao olho nu como *Verde*, e ainda assim as Cores dos corpúsculos Componentes não são por isso realmente transmutadas mas apenas misturadas. Pois quando visto com um bom Microscópio, eles ainda aparecem como *Azul* e *Amarelo* independentemente.

5. Há portanto dois tipos de Cores. Uma originais e simples, outras compostas destas. As cores Originais ou primárias são *Vermelho*, *Amarelo*, *Verde*, *Azul* e *Violeta-púrpura*, juntamente com *Laranja* e *Índigo*, e uma variedade indefinida de gradações Intermédias.

6. As cores da mesma *Espécie* das Primárias podem também ser produzidas por composição: Pois uma mistura de *Amarelo* e *Azul* faz *Verde*; de *Vermelho* e *Amarelo* faz *Laranja*; de *Laranja* e *Verde amarelado* faz *amarelo*. E em geral, se cada duas Cores é misturada, que não estejam, na série de cores gerada pelo Prisma, muito distantes uma da outra, elas, pela mistura gerada, compõem a cor que na

referida série fica a meio caminho das duas. Mas aquelas que estão situadas muito distantes não fazem isso. *Laranja* e *Índigo* não produzem o intermédio Verde, nem Escarlate e Verde o intermédio amarelo.

7. Mas a mais surpreendente e bela composição foi aquela da *Brancura*. Não há nenhuma espécie de Raios que, só, a possa exibir. Ela é sempre composta, e para a sua composição são necessárias todas as já mencionadas Cores primárias, misturadas na devida proporção. Frequentemente tenho contemplado com Admiração que, feitas convergir todas as Cores do Prisma e assim voltarem a estar misturadas como antes estavam na luz que foi Incidente no Prisma, é reproduzida luz completa e perfeitamente branca, e de modo algum diferindo sensivelmente da Luz *direta* do Sol, a não ser que os vidros usados não fossem suficientemente claros, pois então eles tenderiam ligeiramente [a luz] para as suas cores.

8. Daqui portanto vem que a *Brancura* é a cor usual da Luz. Pois a Luz é um agregado desordenado de Raios de todas as espécies de Cores à medida que eles são enviados das várias partes dos corpos luminosos. E de tal agregado confuso, como disse, é gerada a Brancura se houver uma adequada proporção de Ingredientes. Mas se algum deles predominar a luz deve tender para aquela cor, como acontece na chama Azul do Enxofre, na chama amarela da Vela; e nas várias cores das estrelas Fixas.

9. Uma vez consideradas estas coisas, o *modo* como são produzidas as cores pelo Prisma é evidente. Pois dos Raios constituindo a luz incidente, e uma vez que aqueles que diferem em cor diferem proporcionalmente em refrangibilidade, *eles* devido às suas refrações desiguais devem ser separados e dispersados numa forma oblonga numa sucessão ordenada do menos refratado Escarlate para o mais refratado Violeta. É a mesma razão pela qual os objetos, quando vistos através de um Prisma, aparecem coloridos. Pois os diferentes Raios, pelas suas Refrações desiguais, são feitos divergir em direção a várias partes da *Retina*, e aí exibem a Imagem das coisas [de maneira] colorida, como no caso anterior eles fizeram à Imagem do Sol sobre a parede. E por esta desigualdade de refrações elas tornam-se não apenas coloridas mas também muito confusas e indistintas.

10. Porque as Cores do *Arco-íris* aparecem em gotas da Chuva é também daqui evidente. Pois, essas gotas que refratam os Raios dispostos a aparecerem púrpura em maior quantidade aos olhos dos observadores, refratam os raios de outras espécies muito menos, de modo a fazê-los passar ao lado; e essas são as gotas no interior do *Arco Primário* e no exterior do *Secundário* ou Exterior. E essas gotas que refratam em grande quantidade os Raios dispostos a aparecerem vermelho em direção aos olhos dos Observadores, refratam os raios de outras espécies muito

mais, de modo a fazê-los passar ao lado; e essas são as gotas na parte exterior do arco *Primário* e na parte interior do *Arco Secundário*.

11. Os Fenómenos curiosos de uma infusão de *Lignum Nephriticum*, *Folha de Ouro*, *Fragmentos de vidros coloridos*, e alguns outros corpos transparentes coloridos, surgindo numa posição com uma cor, e em outra [posição] com outra [cor] já não são, por estes motivos, enigmas. Pois essas são substâncias aptas a refletir uma espécie de luz e a transmitir outra; como pode ser observado numa sala escura, iluminando-as com luz similar ou não composta. Pois então elas aparecem apenas de aquela cor com a qual são iluminadas, mas numa posição, mais vívida e luminosa do que noutra, de acordo com a sua disposição maior ou menor para refletir ou transmitir a cor incidente.

12. Daqui é também clara a razão de uma Experiência inesperada que o Sr. Hook relata na sua *Micrographia* ter efetuado com dois recipientes transparentes em forma de cunha, cheio de uma solução vermelha, um, e azul o outro: a saber, ainda que separadamente eles eram suficientemente transparentes, ainda assim, juntos tornavam-se opacos. Pois se um transmite apenas vermelho, e o outro apenas azul, nenhum raio podia passar através de ambos.

13. Eu podia adicionar mais exemplos desta natureza, mas concluirei com esta de caráter geral, a saber, que as Cores de todos os Corpos naturais, não têm outra origem a não ser esta; que eles estão diferentemente qualificados para refletir uma espécie de luz em maior quantidade que outra. E isso eu experimentei numa Sala escura iluminando esses corpos com luz não composta de diversas cores. Pois através deste meio qualquer corpo pode ser feito aparecer de qualquer cor. Eles não têm ali qualquer cor própria, surgindo sempre com a cor da luz projetada sobre eles, mas contudo com esta diferença: que eles são mais brilhantes e vívidos na luz da cor que exibem à luz do dia. *Minium* apareceu lá em qualquer cor indiferentemente da qual o iluminou, mas ainda assim mais luminoso no vermelho; e da mesma forma *Bise* apareceu indiferentemente da cor com o qual foi ilustrado, mas ainda assim mais luminoso no azul. E portanto *Minium* reflete Raios de qualquer cor, mas mais abundantemente aqueles ligados ao vermelho; e conseqüentemente quando iluminados com luz do dia, ou seja, com todas as espécies de Raios bem misturados, aqueles qualificados com vermelho abundarão mais na luz refletida, e pela sua preponderância provoca que apareça dessa cor. E pela mesma razão, *Bise*, refletindo azul mais abundantemente, deverá aparecer azul pelo excesso desses Raios na sua luz refletida; e o mesmo para os outros corpos. E que isto é a completa e adequada causa das suas cores é manifesto, porque eles não têm poder para mudar ou alterar a cor de qualquer tipo de Raios incidentes separadamente, mas tomam todas as cores indiferentemente, com as quais

são iluminados.

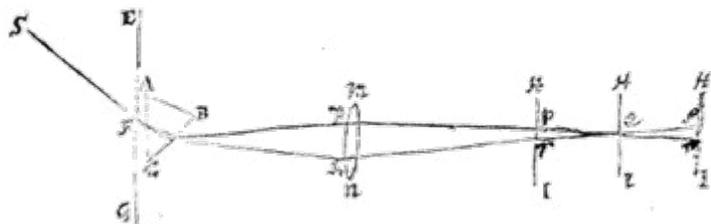
Estas coisas sendo assim, não pode ser mais contestado, nem se há cores no escuro, nem se elas são qualidades dos objetos que vemos, nem talvez se a Luz é um Corpo. Pois uma vez que Cores são *qualidades da Luz*, tendo os seus Raios como sujeitos completos e imediatos, como pudemos pensar esses Raios como *qualidades* também, a não ser que uma qualidade seja sujeito de uma e sustentáculo de outra; o que de facto é chamá-la de *Substância*. Nós não poderíamos conhecer os Corpos por substâncias não fossem as suas qualidades sensíveis, e a Principal das quais sendo agora encontrado ser devido a uma outra coisa, temos boa razão para acreditar que seja uma Substancia também.

Além disso, quem alguma vez pensou qualquer qualidade como sendo um agregado *heterogéneo*, como se descobriu que é a Luz [?]. Mas para determinar mais completamente o que a Luz é, de que modo refrata, e por que modos ou ações ela produz na nossa mente as Sensações das cores, não é tão fácil. E eu não misturarei conjecturas com certezas.

Revedo o que escrevi, vejo que o próprio discurso conduz a diversas Experiências suficientes para o seu exame: E portanto não o incomodarei mais, a não ser para descrever uma delas, a qual eu já dei a entender.

Em uma Sala escurecida faça um orifício numa janela, cujo diâmetro pode com conveniência ser de cerca de uma terça parte de uma polegada [0,8 cm], de modo a deixar entrar uma quantidade conveniente de luz do Sol: aí coloque um Prisma transparente e sem cor para refratar a luz que entra em direção ao lado mais distante da Sala, que, como eu disse, será assim difundida numa Imagem oblonga e colorida. Então coloque uma lente de cerca de três pés [7,6 cm] de raio (suponhamos uma lente Objetiva de um Telescópio de 3 pés), a uma distância de quatro ou cinco pés [10 ou 13 cm], através da qual essas cores possam ser transmitidas, e pela sua Refração feitas convergir a uma distância de cerca de 10 ou 12 pés [25 ou 30 cm]. Se a essa distância interceptar essa luz com uma folha de papel branco, verá as cores convertidas novamente em brancura através da sua mistura. Mas é necessário, que o *Prisma* e a *Lente* sejam mantidos estáveis, e que o papel, em que as cores são projetadas seja deslocado para a frente e para trás; pois com esse movimento, encontrará não apenas a que distância a brancura é mais perfeita, mas também verá, como as cores gradualmente se juntam e se extinguem em brancura, e após se terem cruzado nesse lugar onde compõem a Brancura, são novamente disseminadas e separadas, e em ordem inversa apresentam as mesmas cores que tinham antes de entrarem em composição. Pode também ver que, se alguma das Cores na *Lente* é interceptada, a brancura será alterada em outra das cores. E portanto, para que a composição da brancura seja perfeita, deve ser tomada precaução, de que nenhuma das cores caia fora da *Lente*.

No esquema anexo desta Experiência, ABC representa o Prisma colocado longitudinalmente à vista, perto do orifício F da janela EG.



O seu Ângulo vertical deve, por conveniência, ser de cerca de 60 graus: MN indica a Lente. Sua largura 2 1/2 ou 3 polegadas [6,3 ou 7,6 cm]. SF é uma das linhas retas nas quais os raios compostos podem ser concebidos como fluindo sucessivamente do Sol. FP e FR, [representam] dois desses Raios desigualmente refratados que a Lente faz convergir em direção a Q, e após interseção divergem de novo. E HI o papel, a diversas distâncias, sobre o qual as cores são projetadas: a qual em Q forma-se a *Brancura*, mas são *Vermelho* e *Amarelo* em R, r e ρ, e *Azul* e *Púrpura* em P, p e π.

Se prosseguir para testar a impossibilidade de mudar qualquer cor não composta (como declarei nas Proposições terceira e décima terceira), isso exige que a Sala seja colocada muito escura para evitar que qualquer luz dispersada se misture com as cores, as perturbem e dissipem, e as tornem composta, contrariamente ao objetivo da Experiência. É um requisito também que haja uma separação mais perfeita das Cores, que a separação realizada por Refração como descrita, por um único Prisma. E não será difícil fazer tal separação para aqueles que considerem as descobertas leis da Refração. Mas se experiências forem feitas sem uma completa separação de cores, devem ser consideradas mudanças proporcionais à mistura. Assim, se luz Amarela composta incidir sobre o Azul do Bise, o Bise não surgirá perfeitamente amarelo, mas antes verde, porque seguiram na mistura amarela muitos raios verdes, e sendo o Verde menos longínquo da cor azul comum do Bise do que o amarelo, é a mais abundantemente refletida.

De modo semelhante, se uma qualquer das cores Prismáticas, suponhamos o Vermelho, for intercetada, de modo a mostrar o que afirmámos da impossibilidade de voltar a obter aquela Cor das outras que são transmitidas, é necessário, ou que as cores sejam muito bem separadas antes do vermelho ser intercetado, ou que juntamente com o vermelho, as cores próximas, pelas quais o vermelho está secretamente disperso (ou seja, o amarelo, e talvez o verde também), também sejam intercetadas, ou senão que seja permitida a emergência de tanto vermelho quanto possível, do verde [e] amarelo, que poderia ter sido difundido e

misturado nessas cores. E se estas coisas forem observadas, uma nova Produção de Vermelho, ou de outra cor antes intercetada será impossível.

Isto, penso, basta para uma Introdução a Experiências deste género; e se algum dos membros da *R. Society* estiver tão curioso ao ponto de as realizar estarei muito contente por saber do sucedido: e se alguma coisa parecer defeituosa ou contrariar este relato, possa ter uma oportunidade de dar mais indicações a esse propósito, ou de reconhecer os meus erros, se cometi alguns.

## Notas do tradutor

<sup>1</sup>O início do ano de 1666 indicado no texto, coloca diversos problemas, e.g., a obtenção do prisma, o facto do Sol não se elevar muito no horizonte conforme era necessário para a realização as experiências relatadas e a própria localização de Newton. (Westfall, 1980, pp. 156–171).

<sup>2</sup> Robert Boyle, por exemplo, publicou o seu *Experiments and Considerations Touching Colours* em 1664, Descartes havia publicado *Les Météors, como parte do seu Discourse de le Méthode* em 1637. Ambos os livros são atentamente estudados por Newton no final do seu curso em Cambridge. O “celebrado fenómeno das cores”, ou seja, a passagem de luz por um prisma e a projeção de luzes coloridas do outro lado é amplamente conhecido.

<sup>3</sup>A lei da refração, lei dos senos ou lei de Snell-Descartes, foi publicado por este último em 1637.

<sup>4</sup> Aparentemente esta forma é uma inferência que tem por base a suposições de regularidade e simplicidade. De facto, na altura, não era possível supor que a luz solar era mais intensa na zona do amarelo que é assim a mais espessa do espetro, sendo a hipótese de linhas retas uma idealização de Newton (Lohne, 1968).

<sup>5</sup> Newton diz aqui que está a colocar o prisma na posição de desvio mínimo. Além disso deverá ter calculado os ângulos da luz incidente e emergente de acordo com princípios básicos da ótica geométrica que nos diz que  $\delta + A = i + r$  onde  $\delta$  é o desvio sofrido pela luz incidente,  $A$  o ângulo vertical do prisma,  $i$  e  $r$  os ângulos da luz incidente e refletida, respetivamente. Como na proposição de desvio mínimo  $i = r$ , vem que  $2i = \delta + A = 108^\circ 8''$ , pois  $\delta$  tinha sido determinado como sendo de  $44^\circ 56'$  e o prisma tem um ângulo vertical de  $63^\circ 12''$ .

<sup>6</sup> O ângulo de incidência da luz no prisma era de  $54^\circ 4'$  e o ângulo de refração metade do ângulo A, i.e.,  $31^\circ 36'$ . Como Newton usava a relação invertida segue-se que o índice de refração seria de 1,55 (20/31). Shapiro (1979, p. 96) apresenta o poder dispersivo de vários tipos de prisma salientando um aspeto importante: Newton, ao contrário do que acontece agora, media o poder dispersivo usando os extremos do espetro, enquanto as modernas tabelas usam linhas intermédias.

<sup>7</sup> Newton está a considerar a hipótese de Grimaldi segundo a qual a luz encurvava após passar por uma fenda estreita. (Hall, 1990) ■

## Tradução

Paulo Maurício

Escola Superior de Educação  
de Lisboa (ESEL)



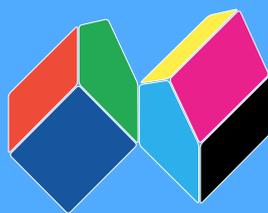
Partilhe os seus recursos  
com a comunidade educativa

Submeta à Casa das Ciências

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



# PARA MEMÓRIA FUTURA



Uma pequena história  
da Casa das Ciências

**Tanto quanto me recordo, faz por estes dias oito anos que o embrião da Casa das Ciências começou a ganhar forma.** No final do outono de 2007, fui contactado pelo Professor Ferreira Gomes para uma “conversa” que tinha por objectivo saber se estaria disponível para pôr de pé uma ideia que gravitava em torno da web e dos conteúdos para o Ensino da Ciência.

Existiam alguns pontos comuns que desde logo aproximaram os interesses de ambos, creio eu. Por um lado, havia um conhecimento muito realista que os recursos educativos que abordavam questões científicas na Internet muitas vezes não tinham a fiabilidade (nem mesmo a correção diga-se em abono da verdade) que o conhecimento científico exigia, mesmo para os níveis de formação mais elementares. Por outro lado, havia em ambos a convicção de que começava a ser premente fazer alguma coisa para mudar esse estado de coisas. Assim sendo, agradeci o convite e aceitei.

Naturalmente que tudo tinha começado antes, e disso o próprio Professor Ferreira Gomes poderá dar nota se assim o entender. Para mim, saber que era a Fundação Calouste Gulbenkian que se assumia como o “dono” do projeto, que tinha sido o Professor Marçal Grilo a convidar para essa missão o Professor Ferreira Gomes, e que este seria o Coordenador do projeto, para mim era mais que suficiente. Os primeiros tempos foram de muito trabalho, mesmo de alguma pressão é certo, mas nunca houve propriamente uma fase conturbada. Alguns percalços pelo caminho, mas nada de significativo. O Coordenador era uma pessoa extremamente experiente e conhecedora, tinha os contactos

operacionais que eram decisivos e eu, pela minha parte e no tecido educativo do não superior, digamos assim, também creio ter dado um bom contributo.

Na altura tudo era novo. Embora a ideia central fosse muito clara, o modelo da sua implementação não o era de todo. Sabíamos que procurávamos recursos digitais e sabíamos que tínhamos de os validar quer numa lógica educacional quer numa lógica científica, mas a operacionalização da recolha e distribuição da informação, bem como o seu tratamento digital não era muito claro na altura. Nesse sentido, estabeleceram-se algumas linhas de atuação que vieram a ser decisivas em tudo quanto se passou a seguir. Era necessário ouvir gente. Muita gente. Era necessário instalar um suporte físico e de pessoal que permitisse que a solução a encontrar tivesse recetividade pela parte dos seus destinatários fundamentais que eram os professores do ensino não superior que ensinavam Física, Química, Matemática, Biologia e Geologia. E era necessária uma solução que fosse viável, fiável e amigável.

Por outro lado, era importante encontrar um modelo que desse um mínimo de garantias que aquilo que fosse publicado, tivesse a qualidade mínima aceitável em Ciência. Significaria isto que os professores pudessem usar o que estivesse publicado na ferramenta que se viria a criar sem preocupações de análise prévia digamos assim. Dito de outro modo tentava-se encontrar uma solução que respondesse ao desafio inicial da Gulbenkian: aquilo que se publicasse tinha de possuir a qualidade necessária para se ter confiança no conteúdo.



Figura 1 Primeira reunião das Comissões Técnicas do projeto.

Nessa altura já era claro que seria um portal, embora não fosse ainda muito evidente qual o aspeto e o modelo que viria a seguir. A solução encontrada para a validação da informação, e que ainda hoje vigora, foi aplicar a metodologia usada em Ciência para a validação da informação científica ou seja a revisão por pares. (Tanto quanto sei, era na altura a única que usava dois *referees* para cada uma das componentes da avaliação e, embora a metodologia de *peer review* seja hoje aplicada com êxito a soluções de recursos digitais, desconheço se o modelo que seguimos é integralmente usado por outras soluções).

A ideia era simples, mas pô-la em prática não. Desde logo eram necessárias duas linhas de ação autónomas. Uma educacional outra científica. Por outro lado, era importante

encontrar-se um modelo que para além de “validador”, passe o termo, pudesse de algum modo também ser formativo, ou seja, poder fazer com que alguma construção de saber ou aprofundamento de saberes se pudesse efectuar. E a ideia é que tudo isso fosse digital. Nesse contexto desenhou-se um plano de ação, que ainda hoje consta dos arquivos da “casa” e que tinha algumas balizas temporais bem definidas.

O que constatei nesses anos e que acho ser interessante referir, é que quando se avança para uma “empreitada” destas, os pormenores normalmente não são tidos em linha de conta, mas são eles que vão condicionar toda a atividade e a consecução das tarefas parcelares que se desenham num qualquer diagrama de ação. O nome, o logótipo, a página inicial, o *design*, a amigabilidade, a facilidade de acesso, o

ambiente de enquadramento das soluções, as pesquisas, os padrões, as questões legais, as questões técnicas de armazenamento e manutenção, um mundo de questões que vão surgindo como as cerejas e às quais é necessário dar resposta muitas vezes sem haver tempo útil para reflectir sobre elas.

Na primeira fase do projeto (que deveria estar concluída até Janeiro de 2008) um dos componentes em que tudo assentava, era ter uma equipa pronta e a funcionar. Um elemento para secretariar o trabalho e um técnico de informática para “montar” o modelo. Fez-se um anúncio para os jornais, começaram a “chover” candidatos e a seriação deu muito trabalho, mas o secretariado ficou a funcionar com alguma rapidez. A escolha inicial revelou-se muito boa e a Dr.<sup>a</sup> Alexandra Coelho, é ainda hoje o rosto do Secretariado do projeto. Quanto à informática o Eng.<sup>o</sup> Guilherme Monteiro, acabou por ser a solução escolhida e entrou para o projeto no início de 2008, tornando-se numa peça chave de todo a implementação do sistema.

Em simultâneo e no início de 2008 constituíram-se as comissões de apoio, que foram duas, uma na área científica educacional e outra na área das tecnologias, sendo a primeira reunião de trabalho a 21 de Fevereiro de 2008. Esta primeira reunião das Comissões Técnicas, teve efeitos muito interessantes em tudo o que se lhe seguiu. Foi aqui que se decidiu que seriam quatro (4) os *referees* de validação de cada recurso, dois científicos e dois educacionais, Foi aqui também, que se definiu que o regulamento deveria expressar de forma clara as condições de submissão e de publicação e foi aqui também que se começou a desenhar a estratégia de divulgação do projeto. É também nesta fase que a Comissão Técnico-Logística - assim chamada porque teria uma aproximação mais profunda às questões tecnológicas - dá algumas ideias centrais para o desenvolvimento do projeto, nomeadamente a gestão das bases de dados em *Joomla*, que era já assente seria o software de desenvolvimento.



Figura 2 A primeira Comissão Editorial toma posse a 9 de Janeiro de 2009.

Um outro passo muito importante para a estruturação do modelo, foi a constituição da Comissão Editorial. Constituída durante o ano de 2008, assumiu as suas funções em 9 de Janeiro de 2009. Presidida pelo Coordenador do Projeto, o Professor José Ferreira Gomes a Comissão ficou constituída para além dele próprio (na Química) pelo Professor José Francisco Rodrigues, da FCUL (na Matemática), pelo Professor João Lopes dos Santos, FCUP (na Física) e pelo Professor José Alberto Feijó, da FCUL (na Biologia). Esta Comissão foi decisiva na garantia da qualidade do projeto e na construção da base de *referees* que haveria de se conseguir mais tarde.

Um facto que pouca gente sabe, mas que é muito interessante, é que a plataforma esteve on-line praticamente desde o dia da sua construção. E havia razões para isso. Desde logo os três primeiros registos, são do início de 2008, o do Eng.<sup>o</sup> Guilherme Monteiro que é o primeiro ainda em fevereiro e o meu e o do Professor Ferreira Gomes no dia 4 de março desse ano. Havia obviamente um risco assumido com este procedimento, o de alguém, casualmente, “encontrar” o portal ainda em fase de construção, (o que aliás aconteceu) mas a realidade dizia-nos que o melhor que havia a fazer era isso mesmo. Os procedimentos de submissão, de registo, de confirmação de registo, de envio para *referees*, de captação das respostas, da análise dos resultados, da publicação, da reprovação com emissão de pareceres etc., era um conjunto de operações tão complexo e tão dependente de um funcionamento on-line que, ou todo o seu modelo de testagem era mesmo on-line, ou corríamos o risco de quando estívéssemos a colocar as soluções disponíveis na plataforma tudo pudesse ruir como um castelo de cartas.

Na fase seguinte, nem tudo foi simples. Desde logo o *design*. Éramos amadores nesse contexto e, ao ver hoje a imagem que constituía o cabeçalho da página inicial na altura, isso era patente e, convenhamos, feio. Mais uma vez o Professor Ferreira Gomes foi peça fundamental neste contexto, pois foi ele que nos conduziu junto do Professor Rui Mendonça, da FBAUP e que acabou por ser quem desenhou o Logo que ainda hoje usamos e, mais do que isso, o layout do portal na sua componente gráfica que vigorou durante anos, sofrendo apenas uma reconversão já em 2015 e mantendo, apesar de tudo, o Logo que lhe deu identidade própria desde o início. Uma outra tarefa interessante nesta fase foi a construção da componente formativa do processo. Já não tenho bem presente quem lançou a ideia de que, no controlo do sistema, poderia haver uma opção que remetesse para os autores os pareceres dos referes, mas foi acolhida com entusiasmo por toda a gente. Isso mais tarde veio a ter consequências muito interessantes sob a forma do diálogo que se estabelecia entre autores e avaliadores, com mediação do Gabinete Coordenador, levando a que a grande maioria dos recursos submetidos acabassem por ser aprovados depois de uma,

ou duas, ou até três submissões consecutivas, aprimorando, resolvendo problemas, ou fazendo correções sugeridas pelos avaliadores.

Um outro problema que nesta fase foi delicado conceber, foram os regulamentos. Era simples e linear que a utilização pelos destinatários seria em *creative commons*. Mas era preciso de certo modo “prever” todas as situações que pudessem vir a acontecer (e muitas aconteceram) e, sobretudo, encontrar soluções que permitissem evitar os problemas sem cercear qualquer liberdade de quem usava o portal. Não foi fácil, mas creio que se encontrou um bom compromisso.

Foi também nessa altura que houve necessidade de duas coisas que depois acabariam por se tornar dois elementos identitários do projeto. A necessidade de se expandir de forma consistente a base de *referees* e a necessidade de se encontrarem modelos relevantes e de qualidade de recursos educativos que pudesse servir de exemplo para quem

quisesse produzir.

A Comissão Editorial assumiu aqui um papel decisivo e a ela se deve a expansão que os avaliadores científicos da Casa tiveram ao longo do tempo e o facto de se distribuírem por quase todas as universidades portuguesas.

E no mundo dos avaliadores do Ensino Não Superior? Bom a lógica que se foi usando foi simples. No início, através de alguns contactos meus, do Coordenador e dos membros das comissões técnicas junto de pessoas com provas dadas, quer na formação de professores, quer no desempenho de funções didáticas com relevância construiu-se uma mini base de referência. Depois construiu-se um paradigma que apontava para o facto de quem tinha capacidade para construir, submeter e ver aprovados materiais que a Comissão Editorial considerava de grande qualidade também teria capacidade para emitir parecer sobre outros. E assim o conjunto de avaliadores foi crescendo.



Figura 3 Cabeçalho da primeira versão on-line da página principal do portal.

E em 18 de Maio de 2009, tal como havia sido previsto, na sede da Fundação Calouste Gulbenkian em Lisboa foi apresentada publicamente a Casa das Ciências. Estiveram presentes mais de 100 pessoas e nesse dia a “Casa” teve mais de 1800 acessos. Nesse mesmo ano, a 20 de Outubro, a “Casa” foi apresentada no Porto, na Faculdade de Ciências, em sessão participada que aconteceu no então novíssimo Departamento de Biologia.

Construído o edifício, era agora preciso mostrar que ele existia e tinha funcionalidades que interessavam às pessoas. Era preciso que a plataforma tivesse algo a “oferecer” desde logo aos seus destinatários. Uma primeira ideia foi tentar encontrar potenciais utilizadores que tivessem produzido algo e que pudessem ser, desde logo, possíveis dadores. Ir buscar a projetos de apoio ao ensino das Ciências que a Gulbenkian tinha já apoiado em anos anteriores, materiais de qualquer tipo que pudessem ser usados. Outra, foi pensar na possibilidade de existirem dadores de reconhecida competência (dentro e fora do País) com os quais se pudessem estabelecer protocolos de colaboração e que permitissem colocar no portal materiais que pudessem ao mesmo tempo servir para a prática docente e que pudessem servir como que “modelos” para a produção dos membros que, entretanto, se fossem registando. Esta última solução veio a ser muito produtiva, até porque a aceitação foi muito grande sobretudo fora do país. Claro que isto trazia um

problema acrescido, como tínhamos o compromisso de que o portal seria em língua portuguesa, uma das tarefas que desde logo ocupou o gabinete foi traduzir e adaptar materiais que eram de inegável qualidade, já certificados internacionalmente e que a Comissão Editorial entendeu que serviriam os propósitos que procurávamos e, sobretudo, que formalmente tivessem autorização para a publicação e a adaptação para português.



Figura 4 Sessão pública de apresentação do projeto Casa das Ciências em Lisboa na Fundação Calouste Gulbenkian em 18 de maio de 2009.

Havendo plataforma e existindo um mínimo de recursos

que pudessem ser “mostrados” era agora importante fazer a divulgação. Uma primeira etapa, foi o contacto com os CFAE’s, com os quais havia bons contactos, nomeadamente na Região Norte. Mas a grande fase de divulgação foi feita com o apoio da DGIDC e das Direções Regionais de Educação. Os contactos iniciaram-se ainda em 2009 e as portas que se abriram a partir daí permitiram que se estabelecesse um autêntico roteiro de divulgação em todo o país, que passou por mais de 20 sessões de apresentação do projecto, que atravessaram todo o território nacional, incluindo Açores e Madeira.



Figura 5 Sessão Pública na Universidade da Madeira de apresentação da Casa das Ciências a 18 de Março de 2011.

Foram mais de 1000 professores que assistiram (no total e pelos meus números deverão andar acima dos 1500) a estas apresentações e as suas intervenções, sugestões, dúvidas, reservas e conselhos, foram dando contributos que permitiam momento a momento, ir fazendo mais e melhor. De cada vez que eu regressava de uma dessas sessões era certo e sabido haver uma reunião de trabalho com o Guilherme e a Alexandra, para acertar pormenores, ver o que era possível fazer com as ideias (muitas vezes sonhos autênticos...) que vinham “no bolso”.

E, com a participação ativa (e por vezes muito empenhada) dos professores por esse país fora, o portal foi crescendo. Havia uma divisa que então se usava abundantemente e que ainda hoje é um ponto fulcral da plataforma. Se submeter alguma coisa à Casa das Ciências, vai ter SEMPRE uma resposta. Pode demorar mais ou menos tempo, pode ser mais profunda ou ligeira, mas existe sempre uma resposta. A partir desta altura, a base de *referees* e de membros cresceu significativamente e fomos detetando os mais ativos, os que tinham uma maior capacidade de submissão e de diálogo com os *referees* e, naturalmente, estavam melhor preparados quer científica quer digitalmente para uma interacção mais eficaz com o modelo. Na lógica anteriormente assumida quisemos ouvi-los e conseguimos reunir alguns desses professores, em duas reuniões de trabalho, a norte (na Pateira de Fermentelos) e a sul (em Peniche) que foram extremamente enriquecedoras no desenho de crescimento do projeto. Com os *referees* das Universidades e outros colaboradores mais ativos do Ensino Superior, fizemos

o mesmo, isso já em 2012, quando conseguimos também reunir e conversar com núcleos significativos o que aconteceu em Ofir, na Curia e na Caparica. Nestas reuniões, participou sempre a equipa, em toda a sua dimensão, que proporcionou uma excelente troca de ideias.



Figura 6 Reuniões com colaboradores do projeto (da esquerda para a direita e de cima para baixo) na Pateira de Fermentelos, em Peniche, na Curia, na Caparica e em Ofir.

A necessidade da diversificação da plataforma com outras componentes que fossem para além dos recursos digitais, vem quase desde o início quando, na divulgação do portal, os professores faziam sugestões e aportavam ideias. A ideia do banco de imagem, recordo que apareceu pela primeira vez numa das sessões de divulgação, creio que em Santarém, quando um professor que assistia à sessão, questionado sobre o que mais poderia ser feito, falou da dificuldade que tinha ao encontrar imagens que fossem livres de direitos para usar na sua sala de aula, ou mesmo nos trabalhos que fazia e pedia aos alunos. Foi por aí que a ideia começou a germinar, mas, demorou um pouco a ser encontrado um modelo que, também aqui, para além de certificar as publicações, pudesse acrescentar algo de formativo a uma imagem simples. O “Banco” começa a ganhar forma pela mão do Eng.º Guilherme em Outubro de 2010 e é tornado público em 30 de maio de 2011 com um sucesso assinalável. A WikiCiências foi um processo mais complexo. A ideia tinha sido sugerida antes, aquando da apresentação do portal em 2009. Os professores queixavam-se que, muitas vezes, a informação que procuravam sobre temas específicos era pouco consistente e mesmo em muitos casos cheia de erros quer formais (de escrita) quer mesmo

no domínio da ciência propriamente dita. Se em maio de 2009, a ideia nasceu, em setembro 2010 foi apresentada, ainda antes do Banco de Imagem. Não foi fácil encontrar um modelo que satisfizesse as pretensões que tínhamos, e a Comissão Editorial teve aí, juntamente com o Coordenador do Projeto um papel deveras importante. Pensou-se numa espécie de enciclopédia em linha, à imagem da Wikipédia, mas apenas colaborativa a partir de uma construção inicial, certificada e construída por experts. Foi nesse sentido que se contactaram inúmeros Doutorandos ou pós Doutorandos que, no âmbito das suas competências e tarefas, estivessem disponíveis para escrever pequenas “peças” de ciência que, como lhes foi dito, “servissem numas primeiras linhas para qualquer cidadão, nos parágrafos seguintes para o professor de Secundário que quisesse explorar um pouco mais cada entrada criada e, se houvesse oportunidade, a seguir completar-se-ia com o desenvolvimento do conteúdo na perspetiva do especialista”.

Para que o modelo funcionasse com rigor, teria de existir uma hierarquia de editores especialistas, que teriam de ser obrigatoriamente Professores Seniores das nossas Universidades e que assumissem o papel de revisores e editores científicos. Fez-se, com muito trabalho naturalmente. Na sequência desse crescimento, a distribuição das tarefas dentro da equipa começou a ser muito pesada e houve necessidade de encontrar mais dois elementos que, pelo menos temporariamente, pudessem ajudar em tudo quanto era preciso. Apesar disso, o crescimento em materiais submetidos por professores não tinha o ritmo que era desejado. É verdade que era necessário vencer a barreira da habituação, (não existia – e ainda existe pouco – fora das Universidades o hábito da submissão a peer review) era preciso que os próprios professores vencessem as reservas de colocar à disposição de todos, nomeadamente dos colegas, os materiais que construíam para suas aulas e, acima de tudo, era preciso que se criasse um diálogo fácil entre revisores e autores na construção de um produto final. E isso é um processo que leva tempo. Muito tempo.

De qualquer modo, para acelerar o processo e, de algum modo fomentar o crescimento dessas submissões criou-se, logo em 2010, o Prémio Casa das Ciências que, todos os anos, atribuiria aos materiais mais relevantes submetidos e aprovados durante o ano anterior, um prémio que fosse prestigiante para o autor ou autores e que servisse de estímulo à criação de recursos. A primeira vez que foi atribuído foi em 2010, em Setembro e em cerimónia pública que decorreu na Gulbenkian e, verdade seja dita, ao longo dos anos, foram surgindo materiais de uma enorme qualidade técnica, didática e científica, que permitem à Casa das Ciências ter no seu acervo, das melhores coisas que se construíram em Portugal neste domínio.



Figura 7 Cerimónia de entrega do 1.º Prémio Casa das Ciências em 2010.

Em 2013, com a saída do então Coordenador, o Professor José Ferreira Gomes em Julho desse ano para funções governativas como Secretário de Estado do Ensino Superior a Coordenação foi entregue a um conjunto de Professores do Departamento de Química e Bioquímica, a saber, a Professora Maria João Ramos, (mais tarde Vice-Reitora da UP) e os Professores Pedro Alexandrino Fernandes e Alexandre Lopes Magalhães. Mas a transição foi simples e a “Casa” continuou a ser superiormente dirigida, com o empenho e carinho que sempre teve.



Figura 8 Coordenação da Casa das Ciências – (da esquerda para a direita) professora maria João Ramos, professor Pedro Alexandrino Fernandes e professor Alexandre Lopes Magalhães.

Ainda antes disso, a 10 de Maio desse ano tomou posse a nova Comissão Editorial da Casa das Ciências, decorrente da saída do Professor José Feijó para a Universidade de Maryland nos EUA e de ser necessário encontrar um ou mais responsáveis da área da Geologia. Os seus membros, que para além de serem responsáveis pela orientação científica da plataforma, bem como pelo seu conteúdo, eram (e são) também por inerência de funções, membros do Júri do Prémio Casa das Ciências e constituem a Comissão Editorial da WikiCiências, bem como da Revista de Ciência Elementar. A partir dessa altura a estrutura da Casa das Ciências ganhou a forma, a consistência e a composição que hoje tem.

Em 2013 e 2014, a Casa das Ciências assumiu a necessidade de se encontrar um espaço de diálogo interciências em que se pudesse abertamente falar das questões associadas ao digital e à sua utilização no ensino. Estamos a falar dos

# Uma pequena história da Casa das Ciências



Figura 9 Imagens do I e II Encontro Internacional da Casa das Ciências.

dois Encontros internacionais que promovemos em prol da Ciência e da sua divulgação na era digital que vivemos e que foram dois momentos de uma pujança extraordinária da Educação e dos seus agentes, que nem sempre mereceu dos meios de comunicação a atenção que lhe é devida. O primeiro decorreu em Lisboa na Escola Secundária D. Diniz e foi subordinado ao tema: A Utilização de Recursos Digitais em Contexto de Aprendizagem. Teve a presença de mais de 250 participantes, contando com os convidados e, foi um sucesso no dizer dos que nos fizeram chegar a sua opinião. Sessões paralelas, workshops, lições plenárias que contaram entre outros com o Professor David Harrison do Canadá e com a Professora Teresa Martin Blás de Espanha, foram um modelo estruturante que serviu. Serviu tão bem que foi adoptado para o II Encontro, este subordinado ao tema Ensino e Divulgação da Ciência no Mundo Digital do Início do Século XXI. A estrutura deste II Encontro que

ultrapassou os 400 participantes foi similar à do primeiro, mas com uma maior dimensão. Entre as presenças, a de um ilustre convidado do Brasil o Professor Marco Chaer do Nascimento da Universidade do Rio de Janeiro, que nos veio falar do que o digital pode fazer na propagação da formação. Dezenas de Workshops, 2 painéis, múltiplas sessões paralelas, acabaram por completar uma oferta de formação que durou três dias e que foi seguida com muito interesse não apenas localmente mas pelas transmissões on-line e nas redes sociais.

Em 2015 terminou o financiamento da Fundação Calouste Gulbenkian, estando por isso hoje a plataforma dependente apenas de si mesma, com o apoio que sempre teve da FCUP e da Coordenação que sempre a acarinhou e apoiou em tudo quanto foi possível.

Estes oito anos de dedicação a uma ideia e a uma ferramenta que abriu caminhos, serviu e serve a educação e sobretudo o Ensino da Ciência em Portugal e não só, permitiram a construção de um grupo com um know-how invulgar nesta área. Espero sinceramente, e independentemente das pessoas que assumam os destinos da “Casa” agora ou no futuro, que ela permaneça e continue a ser um instrumento que os professores que, em língua portuguesa espalhados pelo mundo, possam usar, para melhorar o ensino das ciências, como foi vontade dos seus concetores iniciais. Nunca fui um “futurólogo”, mas sei que ideias há com certeza e a consolidação e desenvolvimento que se tem vindo a fazer desde 2012 apontam em direcções claras. Nos últimos tempos, surgiu a Revista de Ciência Elementar, digital e com um portal associado e, nela, foram surgindo novas formas de divulgar a Ciência.

Dessa centralidade de ideias que encontrou opiniões diversas, entrevistas, escritos mais ou menos didácticos que procuram desbravar caminhos do saber e da aprendizagem, surgiram ideias para novas ferramentas, para novos modos de levar até junto de outros públicos, quem e como se faz ciência, a ciência que se faz e, mesmo junto do público-alvo privilegiado da “Casa” encontrar outras lógicas de desbravar a Ciência e de informar Ciência. Como muitas vezes tenho dito, ideias não faltam e caminho a percorrer também não. Basta pensar em todo o conhecimento que por ora, ainda não “entrou” neste espaço.

**Sentimos que somos úteis... e isso é tudo quanto precisamos. ■**

Manuel Silva Pinto

Subcoordenador  
da Casa das Ciências







# BIODIDAC

---

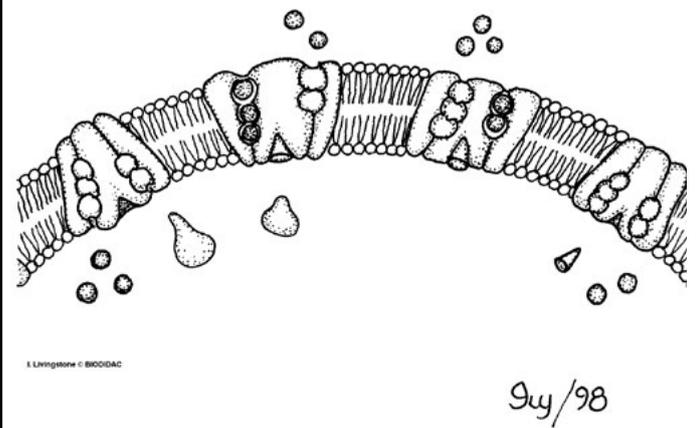
Um banco de imagens  
para o ensino da  
Biologia

Desde novembro de 2013, temos estado a disponibilizar no Banco de Imagens da Casa das Ciências um conjunto alargado de imagens – já são mais de 450 e há muitas mais em preparação – provenientes do banco de imagens canadiano **BIODIDAC**.

Este banco de imagens foi financiado pelo "Programme de perfectionnement linguistique" do *Heritage Canada* e do Governo do Quebec, bem como pela Universidade de Otava. A autorização para a adaptação e publicação foi concedida à Casa das Ciências a 22 de outubro de 2013 pelo Prof. Antoine Morin, Diretor do Departamento de Biologia da Universidade de Otava.

O banco BIODIDAC contém mais de 6500 imagens que, ao longo do tempo, têm estado a ser adaptadas, com a elaboração de descritivos atualizados em língua portuguesa, para o Banco de Imagens da "Casa". Iniciámos este sub-projeto centrando-nos nos diagramas a preto e branco de uma das autoras do banco: Ivy Livingstone. São, na sua grande maioria, desenhos simples, diagramáticos, que podem ser usados e adaptados a muitos contextos educativos e a diferentes níveis de ensino. Destacamos o facto de, para algumas das imagens, existirem duas versões: uma apenas com o desenho e outra com legendas; noutros casos existem, para um mesmo organismo, versões da anatomia externa e interna. Em alguns casos, como o que exemplificamos abaixo, estas ilustrações podem complementar outras fotografias publicadas no Banco de Imagens. ■

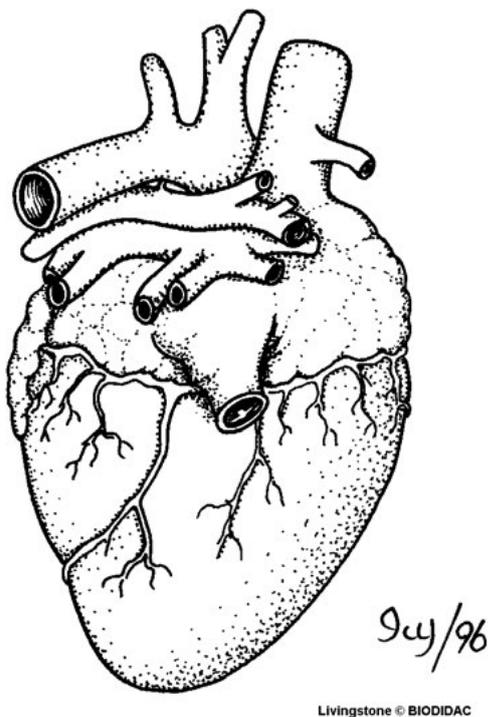
*Diana Barbosa*  
Casa das Ciências



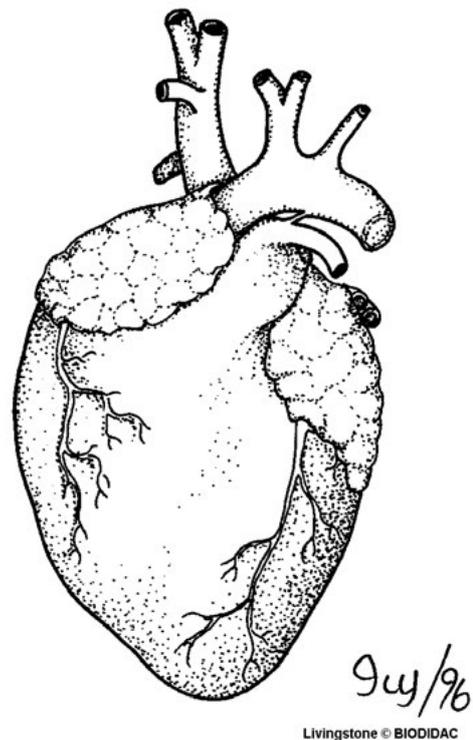
**Figura 1**

Ilustração do funcionamento da bomba de sódio-potássio (da esquerda para a direita): três íons  $\text{Na}^+$  ligam-se no lado citoplasmático ao complexo proteico; a proteína transportadora é fosforilada pelo ATP; a fosforilação provoca uma alteração conformacional da proteína, diminuindo a afinidade para o  $\text{Na}^+$  e aumentando a do  $\text{K}^+$ ; os três íons  $\text{Na}^+$  são libertados para o exterior da célula; dois íons  $\text{K}^+$  ligam-se do lado exterior da proteína e, após o regresso à conformação inicial, são libertados no citoplasma. As bombas membranares são sistemas de transporte ativo de eletrólitos através da membrana citoplasmática que permitem manter o gradiente de íões entre o interior e o exterior da célula.

a)

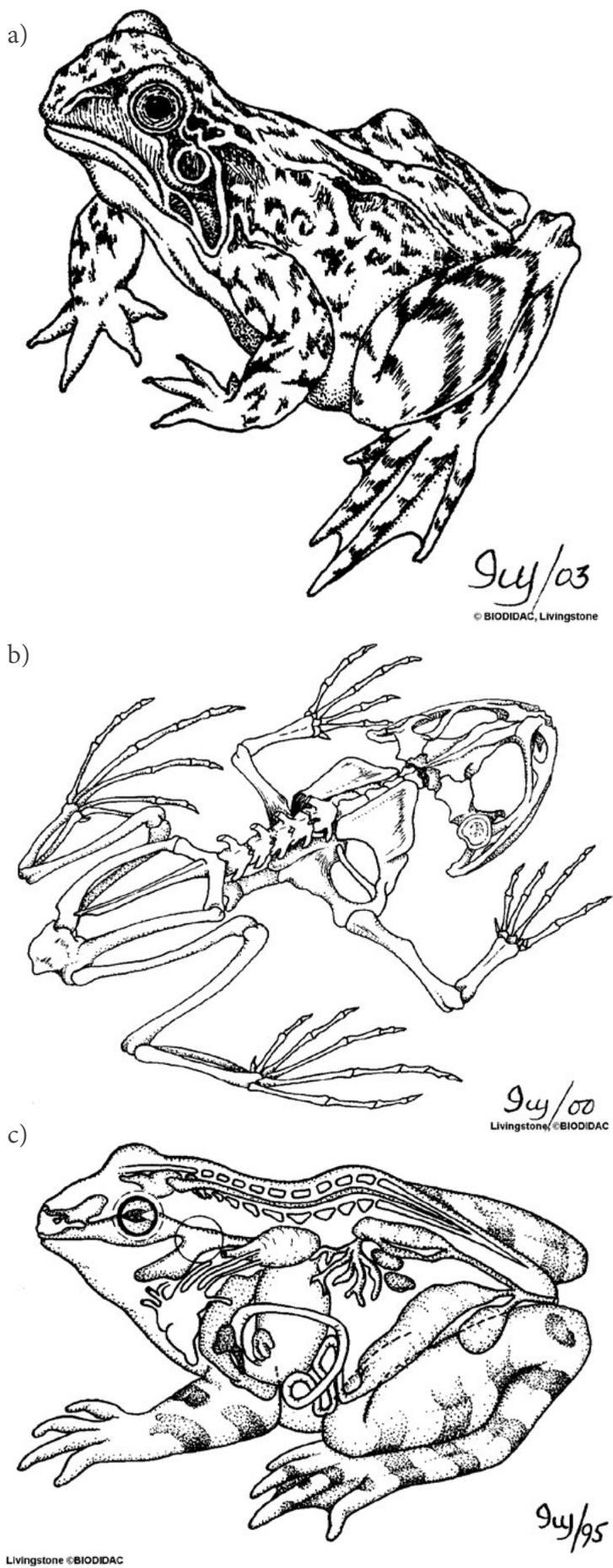


b)



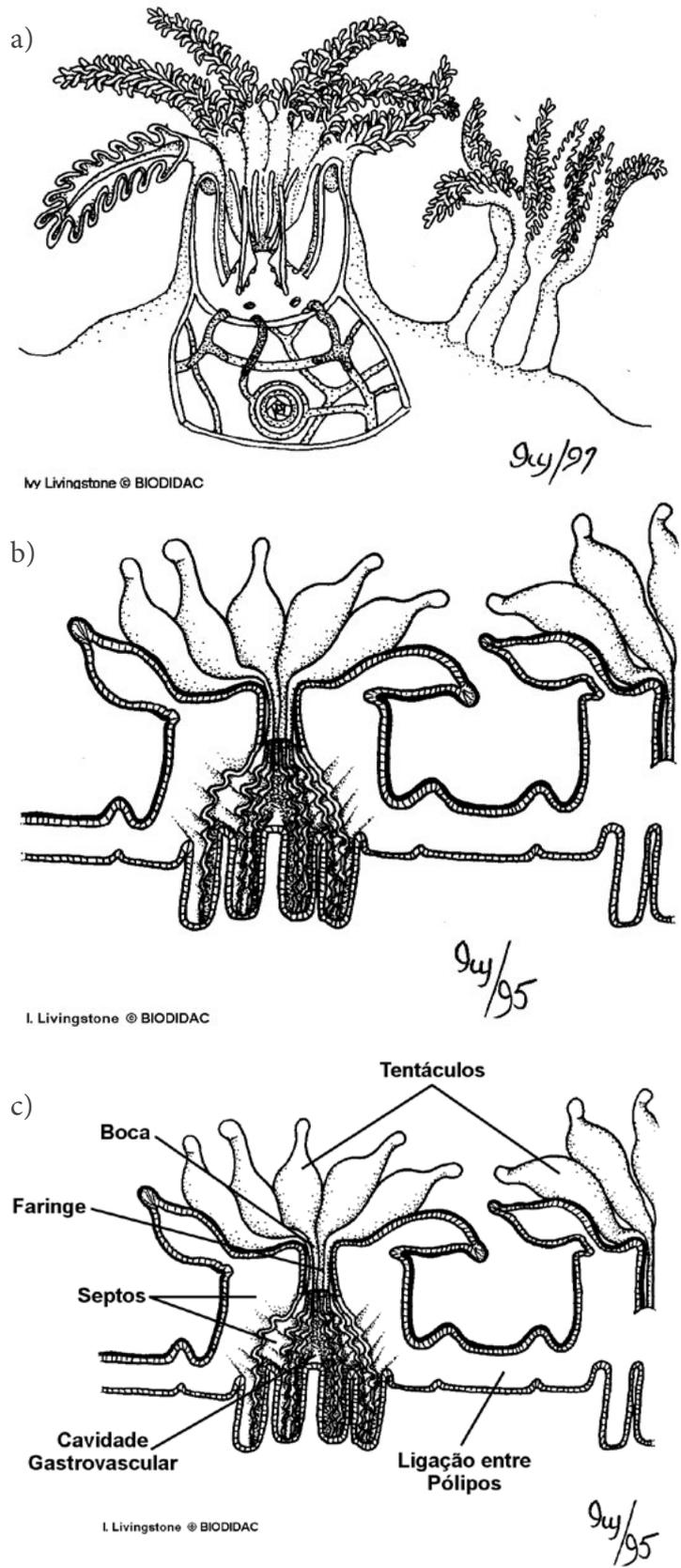
**Figura 2**

Duas ilustrações de um coração de gato (*Felis catus*): à esquerda, a vista dorsal, à direita, a vista ventral. Os gatos são mamíferos felídeos carnívoros. Embora sejam caçadores solitários, são animais sociais. Pensa-se que o gato-doméstico já possa ser "companheiro" do ser humano desde há 9000 anos.



**Figura 3**

Conjunto de três ilustrações com diferentes representações de uma rã: a) principais características externas; b) esqueleto; c) órgãos internos, nomeadamente os que compõem o sistema digestivo. A rã é um anfíbio anuro.



**Figura 4**

Conjunto de três ilustrações com diferentes representações de pólipos de coral: a) anatomia geral de um pólipó, onde um dos exemplares está representado em secção longitudinal, podendo observa-se também a anatomia interna do pólipó; b) secção longitudinal onde é possível distinguir as principais partes corporais; c) secção longitudinal legendada, onde as principais partes corporais são assinaladas. Os corais (cnidários antozoários) são seres coloniais constituídos por muitos pólipos.

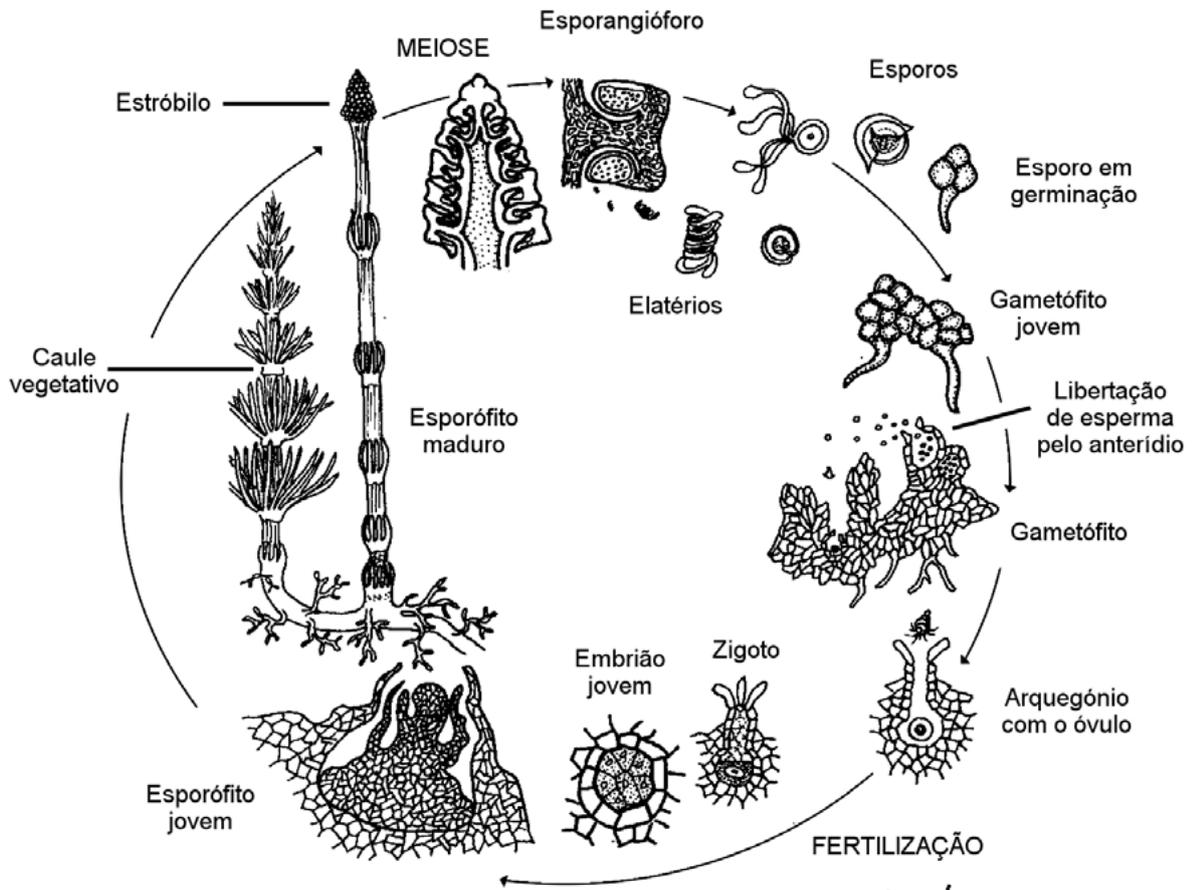
a)



Livingstone, © BIODIDAC

94/95

b)

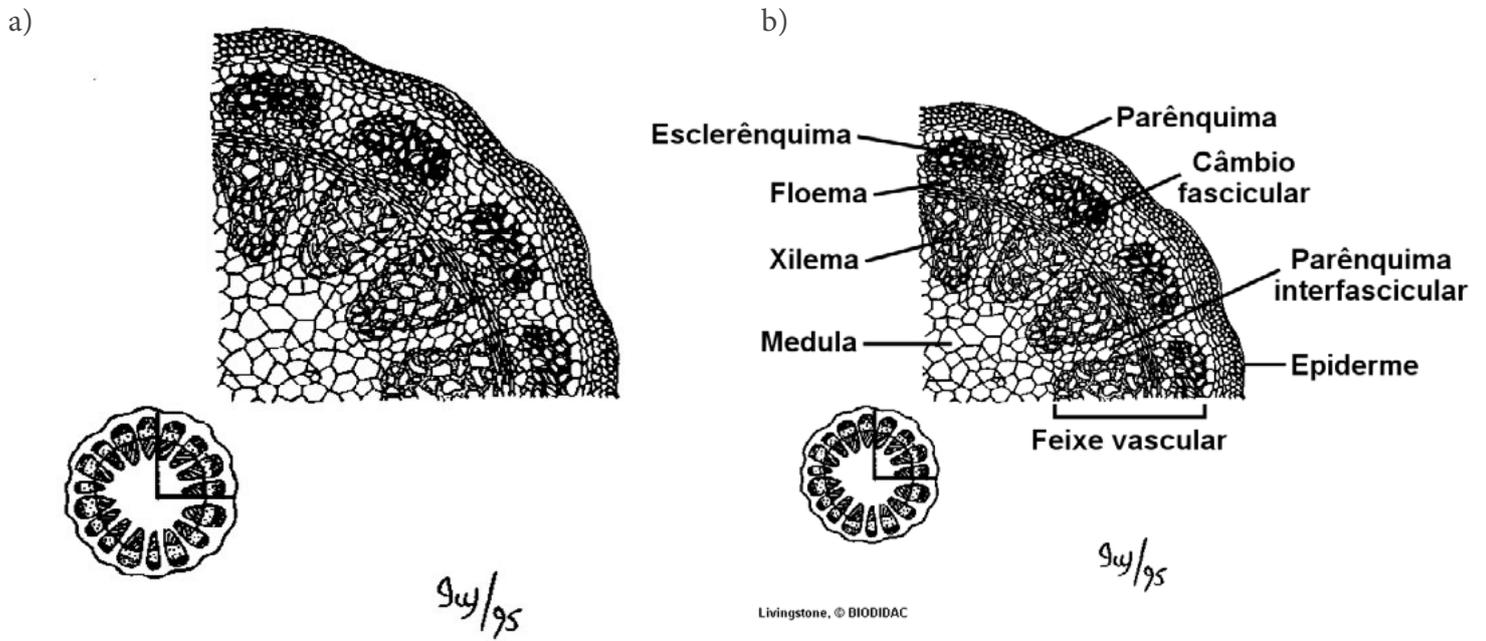


Livingstone, © BIODIDAC

94/95

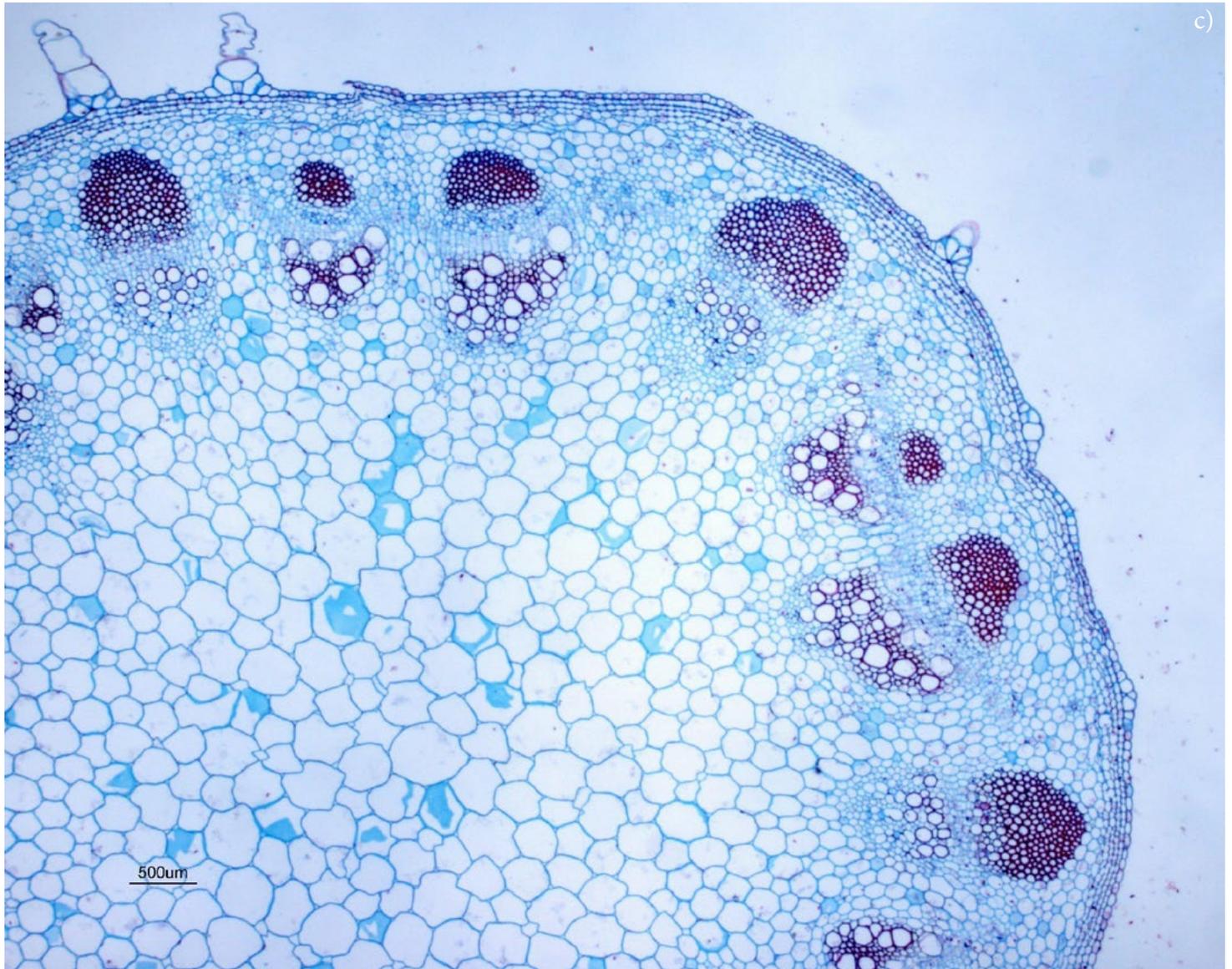
**Figura 5**

Ilustração do ciclo de vida da cavalinha (*Equisetum* sp.), uma planta primitiva que se reproduz através de esporos (e não sementes). O *Equisetum* é o único género vivo da sua classe, pelo que é considerado um "fóssil vivo". A diferença entre as duas imagens está na existência ou não de legendas para cada estrutura e fase do ciclo de vida.



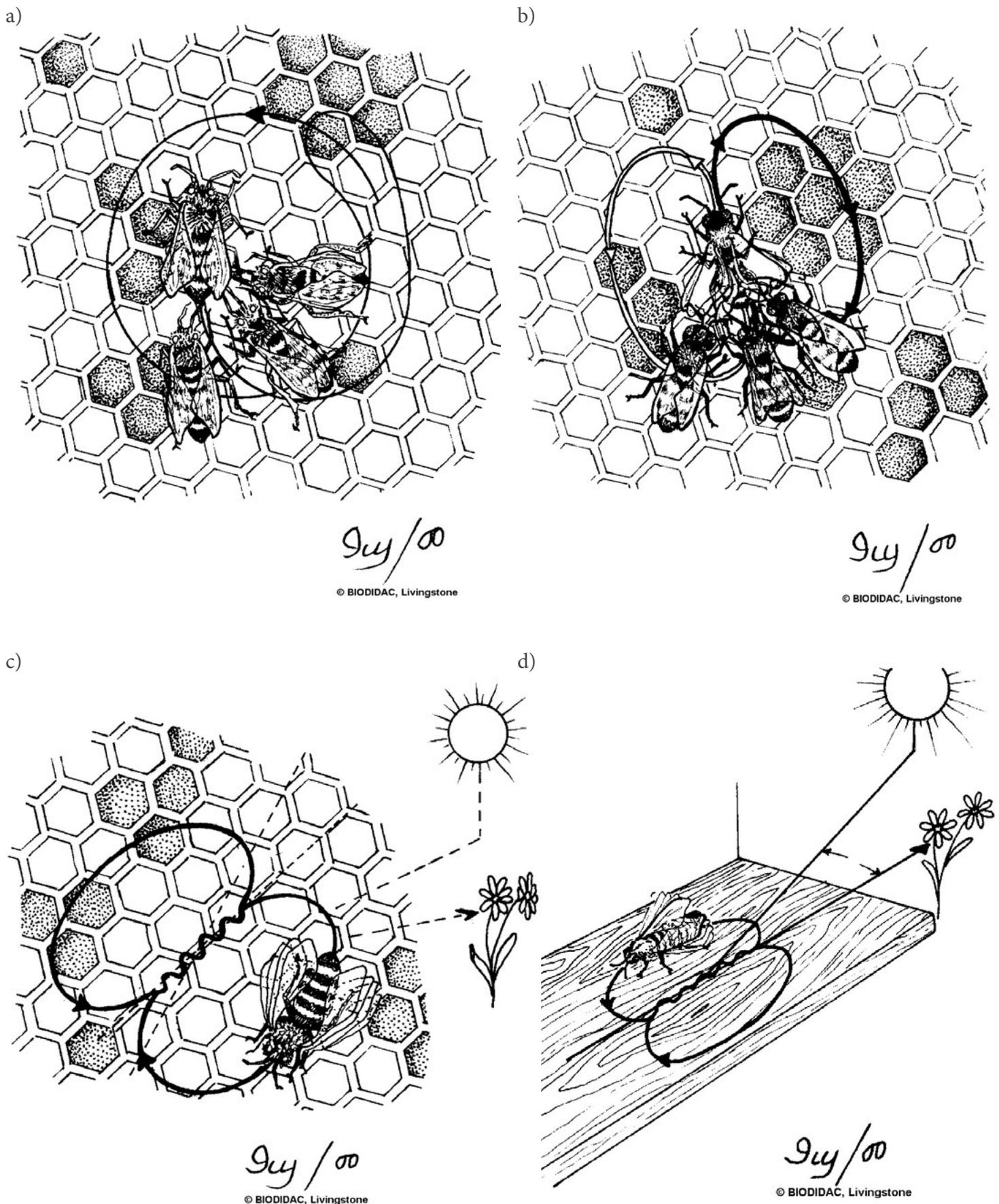
Livingstone, © BIODIDAC

Livingstone, © BIODIDAC



**Figura 6**

Conjunto de três imagens, duas ilustrações do BIODIDAC e uma fotografia de José Pissarra submetida ao Banco de Imagens. Nas duas primeiras imagens (a e b), vemos uma representação esquemática de um corte transversal de um caule de dicotiledónea onde se pode apreciar a típica organização dos tecidos do caule – a diferença entre elas está na informação providenciada pela legenda (imagem b); a terceira imagem (c) também representa um corte transversal de um caule de dicotiledónea, mas trata-se de uma fotografia obtida com microscópio ótico.



**Figura 7**

Conjunto de ilustrações da dança das abelhas: a) a dança em círculos, executada dentro da colmeia; b) a dança em oito, executada dentro da colmeia; c) a dança em oito, executada dentro da colmeia, e o modo como é usada para localizar o alimento; d) a dança em oito, executada fora da colmeia, e o modo como é usada para localizar o alimento. A dança das abelhas, descoberta e descrita por Karl von Frisch, serve para indicar às outras abelhas onde é a fonte de néctar mais próxima, dando-lhes informação sobre a direção a seguir e a distância que precisam de percorrer.

# 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.



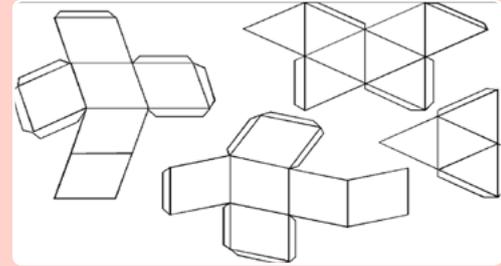
Pré  
escolar

## Modelos planificados

**Descrição:** Conjunto de modelos de diferentes sólidos geométricos planificados que podem ser impressos em cartolina para construção.

**Tema:** Sólidos geométricos

**Autor:** Jean-Jacques Rousseau



1.º  
ciclo

## Fases da Lua

**Descrição:** Aplicação que permite visualizar e compreender a ocorrência das fases da Lua. A aplicação destina-se ao 1.º ciclo, embora possa também ser útil no 3.º ciclo do EB.

**Tema:** Os astros

**Autor:** Nuno Machado



2.º  
ciclo

## Jogo "Diversidade nos animais"

**Descrição:** Jogo da glória acerca do tema "Diversidade nos animais", onde os alunos poderão encontrar várias perguntas que abordam toda a temática.

**Tema:** Biodiversidade

**Autor:** Diana Lobo



3.º  
ciclo

## Sistema Solar

**Descrição:** Aplicação 3D para visualizar o Sistema Solar. Permite conhecer características do Sol e planetas principais e o estudo das causas das estações do ano no planeta Terra.

**Tema:** Sistema Solar

**Autor:** Nuno Machado



3.º  
ciclo

## Modelo de formação de caldeira

**Descrição:** Vídeo da utilização de um modelo experimental muito simples para demonstrar como ocorre a formação de uma caldeira vulcânica.

**Tema:** Consequências da dinâmica interna da Terra

**Autor:** USGS



3.º  
ciclo

## Graciosa: uma ilha especial

**Descrição:** Aplicação que explora os diferentes aspetos da geologia da ilha Graciosa do Arquipélago dos Açores, mediante a utilização de imagens que retratam a sua formação.

**Tema:** Vulcanismo e geomorfologia

**Autor:** Maria Nunes





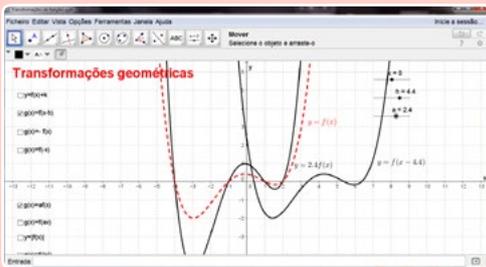
## Yellowstone é um vulcão

**Descrição:** Vídeo onde se explicam as provas indicativas de que Yellowstone é um enorme vulcão, bem como os vários tipos de atividade geotérmica – géiseres, fumarolas, ...

**Tema:** Vulcanologia

**Autor:** USGS

10.<sup>o</sup>  
ano



## Transformações simples de funções

**Descrição:** Recurso constituído por apresentação, ficha de trabalho e aplicação em Geogebra, com o objetivo de estudar as transformações simples de funções.

**Tema:** Funções

**Autor:** Maria Costa

10.<sup>o</sup>  
ano



## Reprodução dos peixes

**Descrição:** Atividade experimental que tem por objetivos a análise e observação de preparações histológicas de gónadas de peixes estuarinos ou marinhos (e.g., solha e tainha).

**Tema:** Reprodução nos peixes

**Autor:** CIIMAR na Escola

11.<sup>o</sup>  
ano



## Catalisador – Platina

**Descrição:** Animação que simula o papel que tem a Platina na reacção em que o monóxido de azoto se decompõe em dióxigénio e diazoto.

**Tema:** Reconhecer o papel desempenhado pelo catalisador

**Autor:** Tom Greenbowe

11.<sup>o</sup>  
ano



## Tempestades geomagnéticas

**Descrição:** Vídeo sobre as tempestades geomagnéticas e as suas implicações para a civilização humana na Terra – interferências nas transmissões via rádio, sistemas de GPS, ...

**Tema:** Acção de campos magnéticos sobre cargas em movimento

**Autor:** USGS

12.<sup>o</sup>  
ano



## Inflamação e a diabetes tipo 2

**Descrição:** Vídeo que ilustra o processo de inflamação que acontece na diabetes tipo 2 via uma estrutura singular chamada inflamassoma.

**Tema:** Desequilíbrios e doenças

**Autor:** Walter and Eliza Hall Institute

12.<sup>o</sup>  
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](http://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](http://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.





Floresta Boreal (Taiga)  
*José Pissarra*



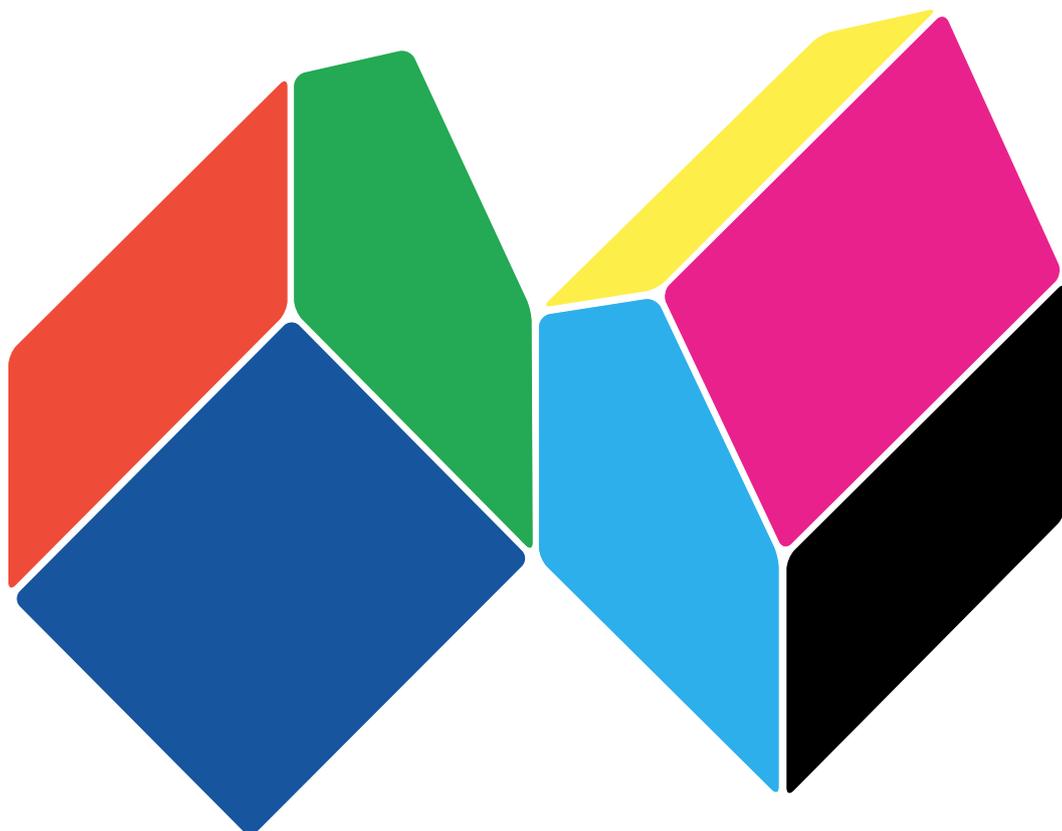
Gavinhas  
*Rubim Silva*



Varejo da azeitona  
*Alexandra Nobre*



Cipselas e papilhos  
*Rubim Silva*



# Casa das Ciências

RECURSOS DIGITAIS PARA PROFESSORES