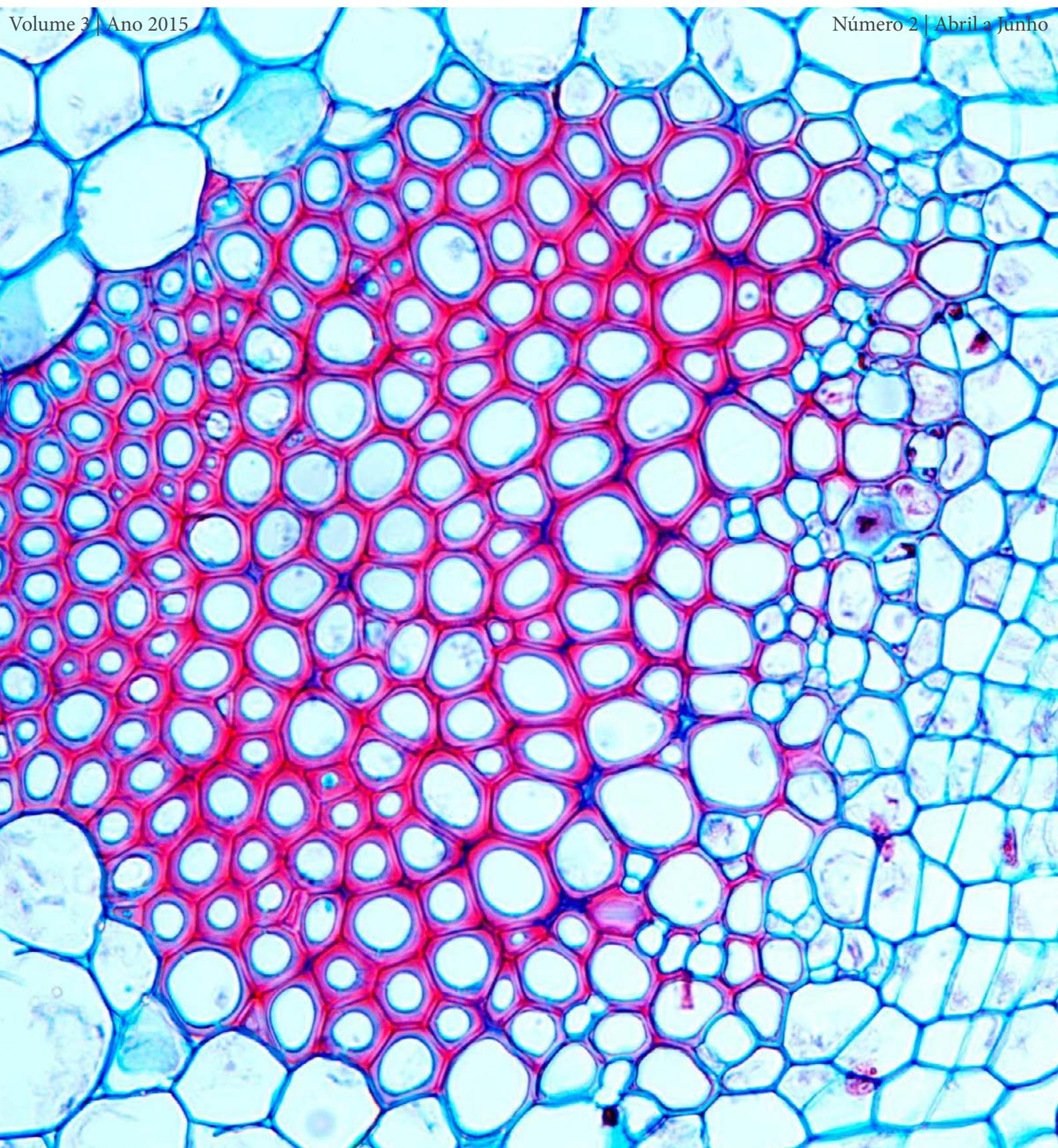


REVISTA DE  
**CIÊNCIA ELEMENTAR**

Volume 3 | Ano 2015

Número 2 | Abril a Junho



## 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

## Opinião

Imagen, ilustração e Ciência por Manuel Silva Pinto ..... 6

## Entrevista do trimestre

À conversa com David Marçal ..... 10

## Descobrir Ciência

Orbitais híbridos nos alcanos, alcenos e alcinos ..... 14

## História da Ciência

Adolf von Baeyer ..... 20

Amedeo Avogadro ..... 20

Gustav Kirchhoff ..... 21

## Ciência Elementar

### Biologia

Árvore genealógica ..... 24

Cromossoma ..... 26

Doenças genéticas ..... 26

### Física

Intensidade de corrente ..... 28

Lei de Ohm ..... 29

Resistência ..... 30

Potencial elétrico ..... 30

### Matemática

Estatística ..... 32

Experiência aleatória ..... 33

### Química

Equilíbrio químico ..... 34

Energia de ativação ..... 35

Catalisador ..... 36

### Recursos educativos

Conheça os mais recentes RED na Casa das Ciências ..... 39

### Fotos nas apresentações

Sugestões de imagens para usar nas suas apresentações ..... 43

## 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

## Contributos para os artigos de História da Ciência e Ciência Elementar

**Como autor(a)** Catarina Moreira (Doutoramento em Biologia - FCUL) • Daniel Ribeiro (Mestrado em Ensino de Física e Química - FCUP) • Luis Spencer Lima (Doutoramento em Química - FCUP) • Maria Eugénia Graça Martins (Dep. Estatística e Investigação Operacional - FCUL) • Miguel Ferreira (Licenciatura em Física - FCUP) • Ricardo Fernandes (Mestrado em Química - FCUP) **Como editor(a)** Eduardo Lage (Dep. Física e Astronomia - FCUP) • Joaquim Agostinho Moreira (Dep. Física e Astronomia - FCUP) • Jorge Gonçalves (Dep. Química e Bioquímica - FCUP) • José Feijó (Dep. Genética Molecular e Biologia Celular - Univ. Maryland, EUA) • José Francisco Rodrigues (Dep. Matemática - FCUL) • Manuel João dos Santos Monte (Dep. Química e Bioquímica - FCUP)

**Imagem de capa** Feixe vascular colateral aberto de José Pissarra (ver escala na [imagem original](#))



FUNDAÇÃO  
CALOUSTE GULBENKIAN



# 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).

*Antes de mais os meus parabéns pela excelente publicação. Tenho um blog de Ciência e Tecnologia onde gostava de disponibilizar aos meus leitores o acesso à Revista de Ciência Elementar. Posso fazê-lo? Em que termos? No que diz respeitos aos artigos de opinião, posso publicá-los individualmente no blog?*

**João M. Silva**

Olá João, agradecemos o seu contacto, e uma vez que as dúvidas que coloca são frequentes, deixamos aqui a resposta às suas questões.

A Revista de Ciência Elementar é publicada com uma licença Creative Commons BY-NC-SA 4.0, o que significa que qualquer pessoa é livre de copiar e partilhar a revista, desde que o faça sem qualquer fim comercial e sempre com a referência ao autor original, que neste caso é a Casa das Ciências. Para melhor divulgar a revista e para que possamos ter uma melhor noção do número de leitores, pedimos que a ligação para download seja feita diretamente à nossa página.

Quanto à publicação individual dos artigos, de opinião ou outros, também o pode fazer nas mesmas condições referidas anteriormente, ou seja, não utilizar os artigos para fins comerciais e creditar o autor original. Na página da Revista de Ciência Elementar, em <http://rce.casadasciencias.org>, encontra grande parte dos artigos em publicados até à data em pdf e html. Pode colocar o pdf do artigo no seu blog ou fazer ligação à nossa página.

**A equipa de produção**

*Sou estudante de mestrado e pretendo contribuir com artigos de ciência elementar para a vossa revista. Como posso fazê-lo?*

**Marta F.**

Olá Marta, todas as contribuições para a Revista de Ciência Elementar podem ser enviadas para o email [rce@casadasciencias.org](mailto:rce@casadasciencias.org). Não esqueça, porém, de nos enviar também os seus dados (nome completo, habilitações académicas e área de especialização). Todas as contribuições enviadas serão submetidas a uma avaliação *peer-review*, à semelhança do que acontece com todos os recursos enviados à Casa das Ciências.

**A equipa de produção**

## Agenda

### Detetives da Natureza

#### Quem meteu aqui a pata?

Centro Ciência Viva do Algarve

6 de julho, às 10h00m

Esta atividade inclui uma breve abordagem teórica, a elaboração de moldes de pegadas e carimbos e um peddy-paper temático pelas várias estações do centro.

### A luz dos novos mundos

Biblioteca Municipal do Porto

18 de julho às 17h00

No âmbito das comemorações do Ano Internacional da Luz, o Departamento de Física e Astronomia da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto organiza um conjunto de palestras sobre a luz, de entrada livre e direcionadas para o público em geral.

### Apresentação às estrelas

Centro Ciência Viva do Algarve

31 de julho, às 20h30m

Apresentação às estrelas inclui uma apresentação sobre um tema de astronomia seguida de observação astronómica noturna com telescópio.



## Abutre-preto nasce no Alentejo

Nasceu uma cria de abutre-preto no Alentejo, algo que não acontecia há mais de 40 anos. O abutre-preto encontra-se em perigo de extinção, pelo que o nascimento desta cria confirma o restabelecimento de um núcleo reprodutor na região. Este núcleo é o terceiro em Portugal, que conta com um núcleo na região do Tejo Internacional, com cerca de doze casais a nidificar, e um núcleo na região do Douro Internacional, com apenas um casal.

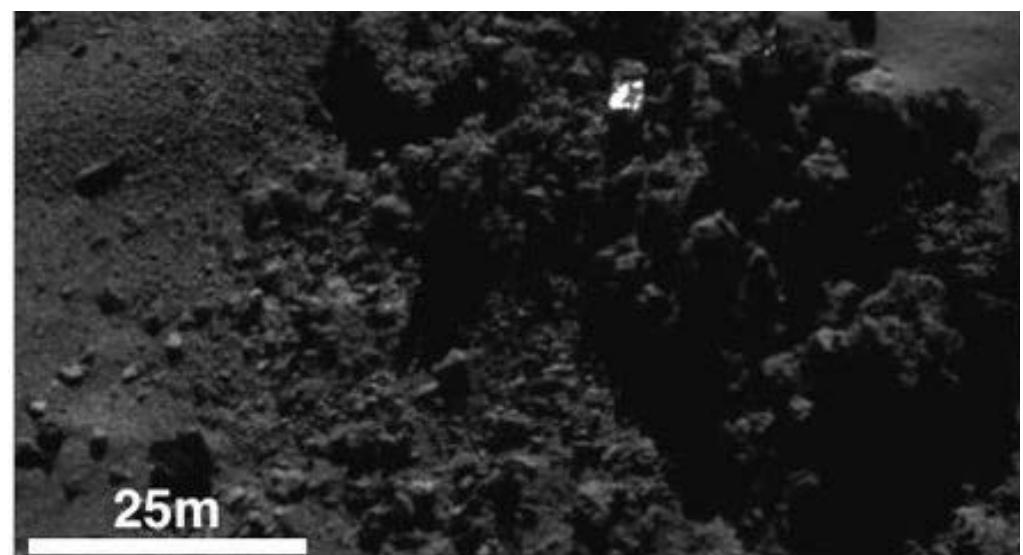
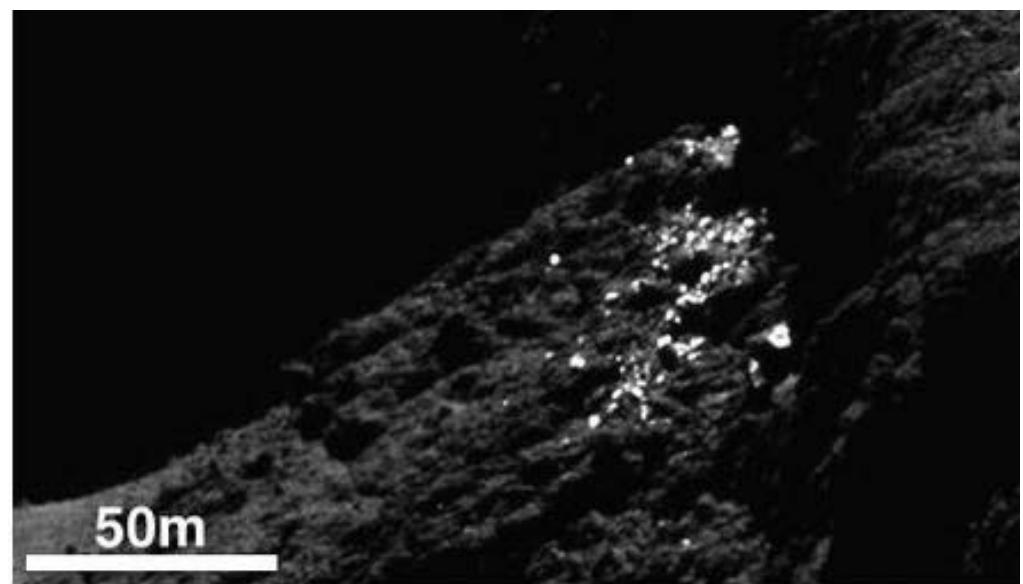
## Philae acordou após sete meses de hibernação

O módulo de aterragem da sonda Rosetta, Philae, voltou a contactar com a Terra a partir da superfície do cometa 67P/Churyumov-Gerasimenko, ao fim de sete meses de hibernação. Desde março, que as condições ambientais em que se encontra o módulo começaram a melhorar, com o aumento da temperatura e da quantidade de luz recebida, pelo que o contacto com o módulo era esperado. De recordar que em novembro de 2014, e após 60 horas de operações, o módulo desligou-se ao esgotar a energia das baterias primárias.



## Sonda Rosetta deteta água sólida na superfície do cometa

A sonda Rosetta, a orbitar o cometa 67P/Churyumov-Gerasimenko desde agosto de 2014, obteve imagens de alta resolução da superfície do cometa que mostram claramente a existência de água sólida à superfície.



Água no estado sólido na superfície do cometa 67P/Churyumov-Gerasimenko, fotografado pela sonda Rosetta. Imagem da Agência Espacial Europeia (ESA).

A partir de imagens obtidas em setembro de 2014 pela sonda Rosetta, em órbita do cometa 67P/Churyumov-Gerasimenko, foi possível identificar regiões com um brilho dez vezes superior ao brilho médio da superfície do cometa. Estas regiões mais brilhantes foram encontradas em zonas com pouca exposição à luz solar

e apresentam cor azulada, o que poderá indicar a existência de água no estado sólido.

“Água no estado sólido é a explicação mais plausível para a ocorrência e propriedades apresentadas”, diz o cientista responsável pelo estudo, Antoine Pommerol, da Universidade de Berna.

# Procurando uma solução sustentável para a *Casa*

Alexandre Lopes Magalhães



A *Casa* é um projeto aberto a toda a comunidade educativa e especialmente concebido como um espaço de partilha para todos os que amam a Ciência e/ou com ela trabalham. Ao longo de todo o seu processo de crescimento promoveu-se sempre o fluxo bidirecional do conhecimento *de e para a Casa*, pautado constantemente pelo rigor científico da revisão por pares a que os materiais são sujeitos e que garante a sua qualidade final. Não podemos deixar de agradecer a todos os que, até agora, resolveram dar os seus generosos contributos para a construção da *Casa*, quer como autores, revisores ou consultores, sem os quais seria impossível ter atingido os níveis de excelência qualitativos e quantitativos – a título de ilustração, os valores acumulados desde a génesis da *Casa das Ciências* até Maio de 2015 revelam uma atividade surpreendente: cerca de 9 milhões de acessos, 15 mil membros registados, 2250 materiais publicados, 1800 imagens e 18 mil carregamentos da *Revista de Ciência Elementar*. Portanto, é legítimo o nosso desejo de dar continuidade à expansão deste projeto apesar do futuro incerto criado pelo fim anunciado do mecenato

*A procura de novas fontes de financiamento sustentável para a Casa tem sido a prioridade da sua Coordenação no último ano.*

original. A procura de novas fontes de financiamento sustentável para a *Casa* tem sido a prioridade da sua Coordenação no último ano. Estamos conscientes de que a tarefa é árdua mas, com a mesma determinação de Duarte de Almeida, seguraremos o estandarte da *Casa* até ao limite do impossível. Permitam-me, por isso, retomar neste Editorial o assunto do auxílio financeiro voluntário, *crowdfunding*, abordado no número anterior. Esta foi uma solução de recurso encontrada pela ausência de outra fonte de financiamento e dada a urgência de manter a excelente equipa técnica que cuida diariamente dos alicerces da *Casa*. Com o crescente número de membros, esta poderia até ser a fórmula ideal para a continuação do projeto cuja qualidade do serviço prestado à comunidade educativa

justificaria bem uma quota anual. Porém, apesar de discutível do ponto de vista de princípio, vamos continuar a procurar alternativas que consigam manter o estatuto de SCUT que sempre proporcionámos ao utilizador. Muitos frequentadores da nossa *Casa* foram sensíveis ao momento difícil que atravessamos e resolveram aderir de imediato ao *crowdfunding*. Contudo, no sentido de tornar a mensagem mais eficaz, renovamos aqui o apelo uma vez que o valor até agora apurado está ainda muito aquém do que esperávamos face ao número de frequentadores da *Casa das Ciências* que efetivamente usufruem dos seus serviços.

*Muitos frequentadores da nossa Casa foram sensíveis ao momento difícil que atravessamos e resolveram aderir de imediato ao crowdfunding. Contudo, no sentido de tornar a mensagem mais eficaz, renovamos aqui o apelo (...)*

A *Revista de Ciência Elementar* é uma faceta relativamente recente do Projeto de que muito nos orgulhamos e cuja qualidade assenta na seleção criteriosa e diversificada das contribuições, a começar logo pelas fascinantes imagens da capa. Neste número, temos uma fotografia esteticamente muito bem conseguida de um Feixe Vascular Colateral Aberto da autoria de José Pissara. Destacam-se ainda o artigo de opinião de Manuel Silva Pinto sobre a importância da imagem e ilustração em Ciência, uma entrevista bem-humorada com David Marçal sobre alguns aspectos da Ciência e sua divulgação, uma contribuição sempre interessante de Carlos Corrêa sobre orbitais atómicas híbridas em compostos de carbono e, por fim, a partir da página 23, uma boa seleção de pequenos apontamentos sobre conceitos de ciência elementar.

Caros leitores, editamos este número da *Revista de Ciência Elementar* como se fosse o último. Esperamos que usufruam.

Um abraço,

Alexandre Lopes Magalhães  
Coordenador do projeto  
*Casa das Ciências*

## Imagen, ilustração e Ciência

Manuel Luís Silva Pinto



### Porquê e como, ter estes recursos numa plataforma dedicada ao ensino?

Muitas vezes, senão quase sempre nas Ciências ditas “Naturais”, a imagem é um instrumento fundamental quer para a apreensão de conhecimento, quer para a sua análise quer mesmo para a sua discussão.

Embora toda a aprendizagem da Ciência, em sentido lato, nunca dispense a experimentação como modelo privilegiado de apreensão e compreensão do conhecimento, nem sempre o registo desses procedimentos e a observação do experimentado perduram, quer na memória quer na estrutura conceptual de quem aprende. O papel da imagem neste contexto, seja ela digital ou em qualquer outro tipo de suporte, é essencial para que se façam consolidações de saberes e refrescamento de memória.

Por outro lado, o manancial de informação em áreas como a botânica ou a zoologia, na diversidade celular e nas suas diferentes capacidades tecnologias de observação (que todos os dias vão progredindo) ou em áreas como a geomorfologia e a biodiversidade, faz com que a recolha dos registos informativos em forma de fotografia ou ilustração sejam uma ferramenta assaz eficaz.

Com base nestas linhas condutoras, e respondendo a solicitações que vinham desde 2012, a Casa das Ciências, tem vindo com o seu “Banco de Imagens” - que encontra em <http://imagem.casadasciencias.org/> - a procurar disponibilizar aos docentes desta área, um significativo conjunto de imagens que, esperamos nós, possam contribuir para cada professor, no contexto que considerar mais adequado, usar de forma aberta e em *Creative Commons*, esses recursos.

E isso pode acontecer de muitas maneiras: imprimir uma imagem para que todos os alunos a possam observar em pormenor e partir daí para uma discussão ou análise grupal temática; usar a projeção de uma imagem para, de forma similar, mas num contexto mais motivacional, fazer a introdução a uma área temática ou a um conteúdo específico. Mas a ideia central que presidiu e ainda é um dos motores essenciais deste nosso trabalho, é a da ilustração. Ilustração no sentido de ilustrar, de mostrar, de permitir a observação. Nos textos que um professor cria, nas apresentações que faz, nos trabalhos que propõe aos alunos, existe sempre um espaço para a representação gráfica das ideias ou conceitos que se pretendem apresentar.

Isto ganha mais significado quando as imagens que usamos são de algo a que não temos acesso directo, quer porque se encontra, em paragens onde não é possível fazer uma simples viagem de estudo, ou porque os processos de observação são complexos e tecnicamente muito elaborados para se poderem usar em qualquer escola.



**Figura 1** Inselberg ou Pão de Açúcar. (foto: Paulo Emanuel Talhadas Ferreira da Fonseca – FCUP).



**Figura 2** Complexo de Golgi e rede trans-Golgi (foto: José Pissarra – FCUP).

Foi por esta razão que a organização das imagens que têm vindo a ser colocadas à disposição de todos, foi elaborada de um modo simples e procurando ser muito abrangente,

permitindo a cada utilizador fazer a observação dos *thumbnails* pelas novidades (optando pelas mais recentes) do mesmo modo que poderá encontrar o que pretende procurando por autor, pelo nome da imagem ou – e esta será provavelmente a mais eficaz para uma procura “cega” pelo descriptivo que cada imagem deve conter.

Mas voltemos ao tema base deste pequeno texto e dediquemo-nos agora à fotografia. Obter imagens, não é tão simples como à primeira vista pode parecer e, para que elas possuam valor científico, mais ainda, valor científico/educacional acrescentado, então torna-se ainda mais complexo. Não quer dizer que seja difícil, mas é preciso cumprir alguns conjuntos de regras, que muitas vezes nos deparamos incumpridas em imagens que, pelo menos aparentemente, até parecem ser muito interessantes. Tomemos o exemplo padrão da Geologia. Uma imagem nesta área, e salvo raríssimas exceções, tem sempre de possuir um factor de escala. É obrigatório.



Figura 3 Foto do autor.

Tomemos como exemplo a figura 3. Trata-se de uma excelente imagem de um afloramento mas que neste caso, não nos dá qualquer informação sobre a sua dimensão, pois nenhum elemento nos permite essa observação. Terá duzentos metros ou dois quilómetros de largura? Será apenas um pequeno afloramento no topo de um monte ou uma estrutura bem mais completa e significativa. Do mesmo modo, imagens de minerais por exemplo, só quando possuem algo que nos possa dar noção da dimensão (o que se consegue com uma escala), é que possuem a relevância científica minimamente necessária para poderem ser usadas educacionalmente. As imagens da figura 4, (a do topo publicada na Casa das Ciências), é um exemplo bem claro do que se acaba de dizer.

A Casa das Ciências orgulha-se de ter nos seus colaboradores (neste caso “dadores”) pessoas que são

excelentes fotógrafos e cientistas, que estão dispostos a partilhar com os outros o seu trabalho e, mais do que isso, a partilhar o seu saber nesta área, como ficou comprovado no último Encontro da Casa das Ciências em que quer o Professor Rubim Almeida da Silva quer o Professor Paulo José Talhadas dos Santos, ambos do Departamento de Biologia da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto puseram de pé um *workshop* que permitiu aos professores que nele se inscreveram perceber um pouco do que é a fotografia científica. Estes são dois nomes incontornáveis pela quantidade e qualidade dos trabalhos submetidos e publicados no Banco de Imagens da Casa das Ciências de entre os muitos outros, que partilharam as suas imagens.



Figura 4 Fenocristal de feldspato, obtida na Praia de Lavadores, em Vila Nova de Gaia – em cima com escala e em baixo sem escala (foto: Ana Sofia Lobato).

Note-se que muitas das imagens submetidas foram devolvidas e haverá com certeza muitas ainda que o serão, e porquê? Uma imagem em que os pormenores não sejam “legíveis” (por exemplo desfocada ou com fundo distractor, ou sem dimensão adequada por exemplo) ou em que o enquadramento não seja natural (uma laranja é na laranjeira, não é no frigorífico...) ou cuja dimensão

não permita observar o que se deseja observar, ou ainda que não explicita o seu objeto e objetivo de observação, o que acontece quando nada se diz sobre ela, não podem ser publicadas sob pena de não serem nem cientificamente aceitáveis nem didaticamente interessantes.

Mesmo assim, temos no Banco de Imagens algumas fotografias com significativa informação e extraordinária qualidade como se exemplifica com as duas seguintes, embora pudessem ser muitas e muitas outras (só já quase duas mil as que lá estão).

A ilustração científica tem vindo também a ser uma das nossas preocupações, embora tenhamos muito a consciência da especificidade deste género de trabalho e da dificuldade que muitas vezes está inherente à sua produção. Desde logo, cumprimentar aqui muitos dos jovens autores

deste género que, ao submeterem os seus trabalhos ao projeto, se sujeitaram a uma avaliação científica que muitas vezes não olha nem à técnica nem ao *design* propriamente dito, mas que se centra sobretudo no rigor do observável. De salientar que as ilustrações de autor publicadas na plataforma da Casa das Ciências são de técnicas diferentes, algumas de produção digital direta, outras, indireta e, todas elas, com a preocupação de acrescentar informação qualificada à imagem propriamente dita. Naquela que apresentamos na figura 7, e que assume o formato de poster, o conjunto de imagens e de texto a ela associado, para além da mestria do desenho, e da sua componente estética, possui a informação necessária para a compreensão clara do que se pretende ilustrar.

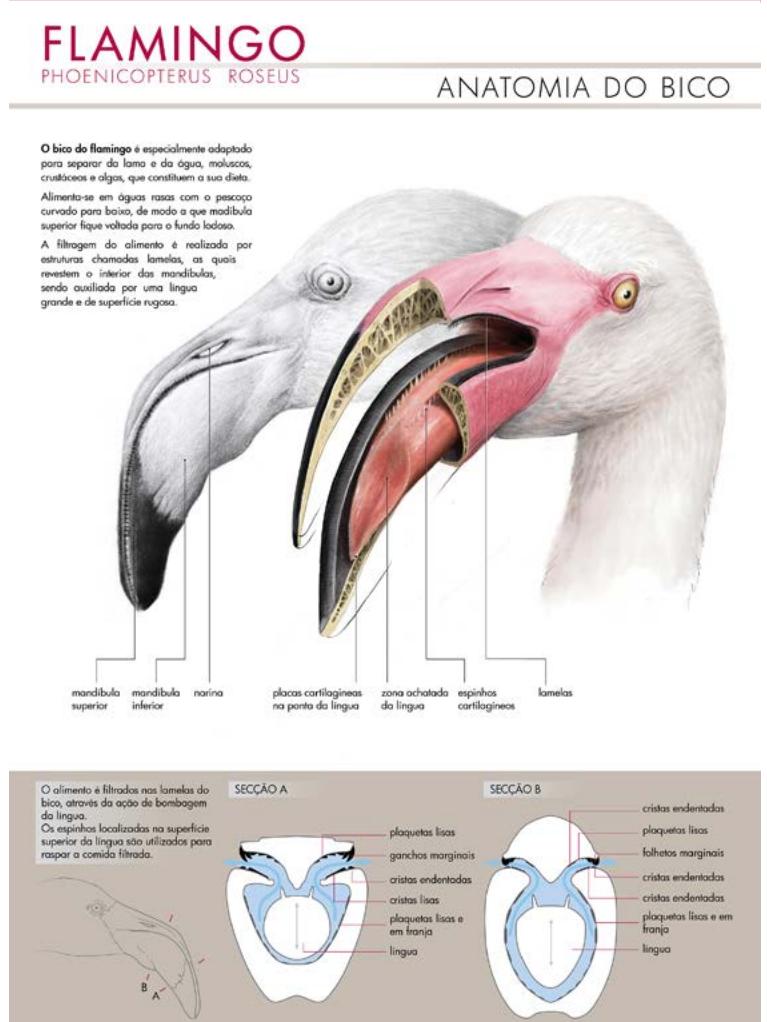
Uma ilustração (desde tempos muito antigos que assim



**Figura 5** Coppery-headed Emerald – espécie de beija-flor endémica da Costa Rica. *Animalia; Chordata; Aves; Trochiliformes; Trochilidae*. Costa Rica (2010) (foto: Paulo Talhadas dos Santos – FCUP – editada por David Gonçalves – FCUP).



**Figura 6** Semente de teixo e início da formação do arilo – trata-se de uma semente de teixo (*Taxus baccata L.*, *Taxaceae*, *Pinales*) podendo observar-se o arilo (na base, de cor amarela) no início do seu desenvolvimento (foto: Rubim Silva – FCUP – editada por Otília Correia – FCUL).



**Figura 7** Anatomia do Flamingo, *Phoenicopterus Roseus* – Poster ilustrando a peculiar anatomia do bico do flamingo (*Phoenicopterus roseus*). O bico do flamingo é especialmente adaptado para separar da lama e da água, moluscos, crustáceos e algas, que constituem a sua dieta. Alimenta-se em águas rasas com o pescoço curvado para baixo, de modo a que mandíbula superior fique voltada para o fundo lodoso. A filtragem do alimento é realizada por estruturas chamadas lamelas, as quais revestem o interior das mandíbulas, sendo auxiliada por uma língua grande e de superfície rugosa (ilustração: Xavier Pita).

é) não é apenas uma representação desenhada de uma fotografia ou algo similar. Para isso servem as fotografias. A ilustração esquematiza, aprofunda, relaciona, acrescenta, enfim, à imagem do “ilustrado”, informação fundamental que permita compreender, numa dimensão o mais alargada possível, aquilo que se representa. Tudo quanto se encontra publicado, e é muito, na Casa das Ciências, foi aceite pelo Editor responsável como tendo o rigor e qualidade necessárias à publicação. O exemplo que damos, é-o apenas porque foi um dos prémios que anualmente atribuímos.

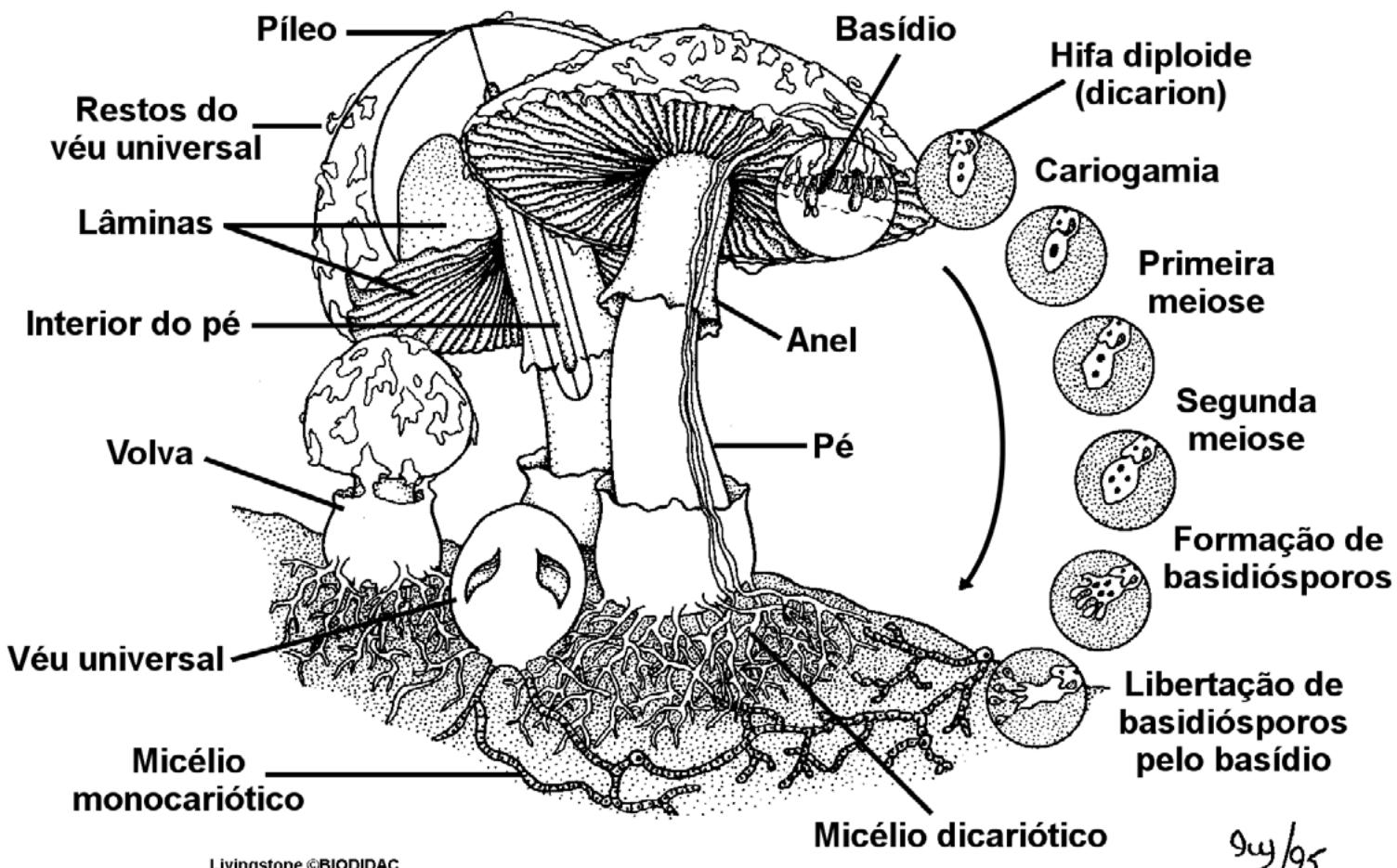
Neste contexto da dificuldade em encontrar produção nacional de ilustração científica que pudesse ser disponibilizada em *Creative Commons*, foram estabelecidas diversas ligações quer em termos nacionais quer internacionais que nos pudessem ser úteis na disponibilização aos professores deste tipo de materiais.

Foi na Universidade de Ottawa no Canadá e através do Professor Antoine Morin, que encontramos logo em 2012 um interlocutor que disponibilizou os milhares de ilustrações que estão publicados no BIODIDAC, para que as pudéssemos re-legendar em português se fosse caso disso, e que as pudéssemos enriquecer com pequenos descritivos de cariz científico/educacional. Tem sido um trabalho de minúcia e cuidadosamente elaborado por uma das nossas colaboradoras, a Dr.<sup>a</sup> Diana Barbosa que, para além de muitas outras tarefas, já colocou no portal 380 ilustrações, neste caso, todas da excelente ilustradora que é Ivy Livingstone de Greely, no Canadá, estando ainda a trabalhar centenas de outras.

Se, como diz o aforismo popular, uma imagem vale por mil palavras, esta plataforma aguarda as suas imagens para poderem ser partilhadas por quem lhes dará com certeza bom uso.

*Manuel Luís Silva Pinto*

Subcoordenador do projeto Casa das Ciências



**Figura 8** Fungos Basidiomycota – Ciclo de vida de um cogumelo – Ilustração legendada do ciclo de vida de um fungo do filo Basidiomycota – um cogumelo. Os Basidiomycota são fungos filamentosos compostos por hifas (com exceção das leveduras) que se reproduzem sexuadamente pela formação de células especializadas chamadas basídios, que dão origem aos basidiósporos (esporos especializados). Também se podem reproduzir assexuadamente. Aquilo a que tipicamente chamamos cogumelo é o basidiocarpo, o corpo frutífero que contém os basídios. [Fungi; Basidiomycota] (ilustração: Ivy Livingstone traduzida e adaptada por Diana Barbosa, Casa das Ciências).

A black and white portrait of David Marçal. He is a middle-aged man with short dark hair, wearing glasses, a light blue button-down shirt under a dark grey V-neck sweater, and blue jeans. He is standing with his hands in his pockets against a plain white background.

À CONVERSA COM...

# David Marçal

David Marçal é Doutorado em Bioquímica Estrutural, pela Universidade Nova de Lisboa, em Novembro de 2008, depois de se ter licenciado em Química Aplicada pela Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa, em 2000. Fez investigação científica no contexto industrial e académico, mas destaca-se sobretudo pelo facto de usar o humor em conjugação com a ciência de uma forma que só ele é capaz.

Desde 2003 que David Marçal é autor de humor científico no suplemento satírico Inimigo Público, tendo escrito centenas de textos de sátira científica. Entre 2004 e 2005 escreveu sobre temas científicos na revista kulto, uma publicação para crianças (dos 7 aos 13 anos) distribuída com o jornal Público, tendo sido por um curto período jornalista de ciência do Público, no âmbito do programa “Cientistas na redação”.

Em 2007 foi co-autor da peça “Os nossos pais”, um espetáculo de teatro-fórum sobre o modo como lidamos com os idosos, escrito para o Grupo de Teatro do Oprimido de Lisboa e em 2009 iniciou um pós-doutoramento em comunicação de ciência (sob a supervisão do professor Carlos Fiolhais) com um projeto que visa recorrer ao teatro e ao humor para comunicar ciência, tendo criado vários espetáculos nesse âmbito.

Desde 2009 que é coordenador dos Cientistas de Pé, um grupo de ‘stand-up comedy’ com cientistas. É autor e co-autor de vários espectáculos de teatro sobre temas científicos, alguns deles inicialmente criados para o Museu da Ciência da Universidade de Coimbra. Desses espectáculos, pode-se salientar como coautor do espetáculo de teatro-fórum sobre “De que falamos quando falamos de cientistas”, levado à cena no Teatro Nacional D. Maria II.

É autor dos monólogos satíricos “Stupid Design” (2009) e “Método do Bosão de Higgs” (2010), criados para o Museu de Ciência da Universidade de Coimbra, Aquecimento Esclarecido (2012) e Stand By Me (2015).

Em 2010 foi coordenador das atividades de teatro em Lisboa, realizadas para a Noite Europeia dos Investigadores e ainda nesse ano venceu o Prémio Químicos Jovens, promovido pela Sociedade Portuguesa de Química e pela Gradiva, com um artigo de divulgação científica sobre o trabalho da sua tese de doutoramento. Também em 2010 ganhou o Prémio Ideias Verdes, promovido pela Fundação Luso e pelo Jornal Expresso, com o projeto “Cientistas de Pé”. Em 2014 ganhou o Prémio COMCEPT, atribuído pela Comunidade Céptica Portuguesa. Entre Outubro de 2010 e Janeiro de 2011 participou de forma regular no programa “O cómico que se segue”, do Canal Q, escrevendo e protagonizando crónicas humorísticas em formato televisivo sobre temas científicos. É, conjuntamente com Carlos Fiolhais, autor dos livros “Darwin aos tiros e outras histórias de ciência” (Gradiva, 2011) e “Pipocas com Telemóvel e outras histórias de falsa ciência” (Gradiva, 2012). É autor e coordenador do livro “Toda a Ciência (Menos as partes Chatas)” (Gradiva, 2013) e autor do livro “Pseudociência” (Fundação Francisco Manuel dos Santos, 2014).

**Quem é David Marçal? Se, ao cruzar-se com alguém que o não conhecesse, tivesse a súbita necessidade de lhe**

**dizer quem é, o que diria?**

Que é um comunicador e um defensor da ciência, que sabe que a ciência tem falhas porque é feita por pessoas, mas que por assentar em princípios robustos, como a transparência e a reproduzibilidade de resultados, permite obter conhecimento fiável de modo consistente. À medida que foi sabendo mais sobre a ciência, descobriu que tinha motivação para procurar envolver outras pessoas nesse entusiasmo.

**Sabe que hoje é conhecido sobretudo pelo que tem feito na área da divulgação da Ciência, usando a sua faceta humorística. Porquê o Humor e a Ciência? Surgiu do conhecimento da realidade e da História da Ciência, ou foi resultado de uma reflexão sobre a necessidade de “humanizar” a Ciência no sentido comum do termo? Ou não tem nada a ver com isto?**

São duas coisas de que gosto, fundamentalmente diferentes, embora talvez tenham em comum a procura de novas perspetivas da realidade. Tem a ver com meu percurso. Durante o doutoramento era também colaborador do Inimigo Público, a dada altura as duas coisas convergiram e comecei a escrever piadas sobre ciência. Mais tarde isso levou aos Cientistas de Pé e a outras coisas. O humor é uma excelente ferramenta de comunicação, muitos dos bons comunicadores usam o humor.

**E a escrita? Nomeadamente a escrita nos jornais e, já agora, a escrita um pouco corrosiva, porque satírica, do Inimigo Público. É fácil encontrar temas e ideias? É um desafio permanente ou acontece apenas quando o tema incita à escrita? De outro modo, procura a escrita ou espera por ela?**

As duas coisas acontecem. Quanto temos um compromisso de escrever regularmente para um fim específico, como no caso do Inimigo Público, é inevitável procurar temas e abordagens. Por vezes também há coisas que despertam uma urgência de intervir no debate público, é o que acontece quando envio espontaneamente uma crónica para um jornal, por exemplo.

**De um modo geral a maioria das pessoas, mesmo as que possuem uma razoável formação científica, associam os químicos, os físicos, biólogos, etc. a seres humanos sisudos, embrenhados no seu pensamento e nas suas conjecturas, nomeadamente os investigadores. Como dizer de forma consistente a todos os que nos rodeiam que a Ciência pode ser divertida, podemos rir, e muito, com ela e mesmo divertirmo-nos com os cientistas e os seus laboratórios?**

A forma de contrariar isso é através da intervenção no espaço público, para que as pessoas saibam quem são os

# Entrevista do trimestre

cientistas de carne e osso e que a sua única referência não sejam os personagens loucos da ficção. Não haverá uma fórmula universal para promover a cultura científica, mas um conjunto de abordagens, em que escola tem um papel fundamental, mas que abarca também os centros e museus de ciência, jornalistas de ciência, eventos e obras de divulgação científica, etc. É uma questão complexa, tanto, que o modo como se pode promover a cultura científica é, em si mesmo, um tema de investigação.

**Darwin aos Tiros e Outras Histórias de Ciências, é hoje uma obra de referência que escreveu com Carlos Fiolhais e que leva ao leitor comum, e também aquele que se interessa pela Ciência uma visão muito interessante dos “acidentes” das curiosidades e dos “devaneios” que muitas vezes se faz à volta dela. Que ecos têm do que escreveu e como é que gente da Ciência e gente que não o é apreciou esse trabalho.**

As reações são muito positivas, o livro já vai na oitava edição. É um livro de histórias, com algum humor, que aproveita as histórias para abordar alguns conceitos científicos. Mesmo pessoas ligadas à ciência encontram facilmente nele histórias que não conheciam.

**A sua ligação ao Teatro, nomeadamente à ‘stand-up comedy’, permite-lhe ter uma visão do que é que o público mais aprecia em termos de conteúdo e forma do que é a Ciência a rir. Pode dar-nos um pouco o retrato da sensibilidade do espetador padrão no que respeita a uma visão crítica, por vezes caustica mesmo, do que é a evolução do conhecimento?**

Quando duas pessoas se riem de uma mesma coisa é porque têm algo em comum. Nós rimo-nos mais quando estamos acompanhados do que quando estamos sozinhos, e ainda mais quando estamos com amigos do que com desconhecidos. Num espetáculo ao vivo procuramos o riso como experiência social. Assim, temos que encontrar referências comuns, algo que nós e a maioria do público possa reconhecer como familiar, e que possamos partilhar. Nos Cientistas de Pé procuramos cruzar temas de ciência com coisas que não precisamos de explicar o que são, porque fazem parte da cultura popular e da nossa identidade comum. Por exemplo, se eu disser que se as proteínas fossem mono-volumes, então o ribossoma seria a Autoeuropa, eu não tenho que explicar o que é um mono-volume ou a Autoeuropa. Se tivesse, estaria a usar referências que não resultam para esse público. Esta piada não poderia ser feita assim na Austrália. Teria que fazer referência a uma grande fábrica de qualquer coisa, que fosse conhecida, para comparar com a fábrica de proteínas da células.

**Hoje, David Marçal é, para além de um cientista,**

**sobretudo um divulgador de Ciência, através das formas que podem trazer ao destinatário um modo mais interessante e sobretudo alguma componente lúdica. Qual o papel do cientista neste caminho da divulgação. O “fazedor” de informação? Ou o instrumento dessa mesma divulgação? E, já agora, qual a eficácia dessa divulgação em forma de espetáculo? Fica algo ou, isso acontece apenas quando o público é selecionado?**

Um dos papéis do cientista é sempre de comunicar a ciência. Pode fazê-lo através de artigos e conferências para especialistas, mas também é necessário comunicar ciência para outros públicos, como decisores políticos, empresários, jornalistas, etc. Disso depende o papel da ciência no mundo. Os cientistas não são os únicos agentes com responsabilidade na promoção da ciência. Mas a sua participação, como classe, é importante, afinal são os protagonistas da ciência. Quanto aos Cientistas de Pé, os estudos de público que fizemos indicam que a quase totalidade das pessoas se declara satisfeita ou muito satisfeita com o espetáculo e que este melhora a imagem dos cientistas. Cerca de 70% consideram ter ficado a saber mais sobre os temas abordados. É verdade que o público que vai a eventos de divulgação científica tem tendencialmente qualificações bastante elevadas, com uma grande percentagem de pessoas com ensino superior. Mas também já atuámos noutros contextos, não identificados com a ciência, como centros comerciais, bares e festivais de humor. A resistência do público nesses casos é um bocadinho maior, começa desconfiado e demora mais a começar a rir-se. Mas acaba por resultar e o balanço desses espetáculos costuma ser muito positivo.

**Sendo frequente a sua ida, com os espectáculos obviamente, a escolas e instituições de formação, diga-nos como é recebido e, sobretudo, o que fica no fim? As pessoas interessam-se pelo conteúdo das peças? Ou são mais dedicadas à forma como vêm o que lhes é oferecido?**

Os espetáculos que apresentamos nas escolas não são dos Cientistas de Pé, mas outros, interpretados por atores profissionais, no formato de falsa conferência humorística. Na maior parte das vezes, após o espetáculo, que dura cerca de 20 a 30 minutos, há uma conversa entre um especialista no tema e os alunos. Depende um pouco do contexto, da idade dos alunos e do tema, mas em geral os alunos fazem perguntas, interessam-se bastante. O espetáculo funciona como um estímulo para a sua participação. Os Cientistas de Pé também resultam muito bem com público escolar, mas infelizmente essas apresentações são muito raras, porque os horários escolares são difíceis de conciliar com as obrigações profissionais dos Cientistas de Pé, que são investigadores.

**A exemplo do que aconteceu num passado recente, nomeadamente no séc. XX, muito do que hoje se estuda nos grandes centros de investigação, mesmo que comprovado perante a academia, só vai chegar ao conhecimento da população em geral daqui a alguns (por vezes muitos) anos. Acha que a comédia, o texto de um jornal, um livro, poderão ser instrumentos que potenciem o interesse sobre a investigação?**

Apenas uma parte muito pequena da investigação alguma vez chegará ao conhecimento do público em geral. E isso é normal. Mesmo um físico, por exemplo, terá conhecimento de uma fração pequena da investigação noutras áreas, como biotecnologia ou sociologia. Penso que às vezes o problema é o contrário, é chegar cedo de mais. Muitas vezes publicam-se notícias que têm como base um único estudo, ou até uma especulação ou opinião de um cientista ou médico. As novas ideias em ciência precisam de tempo para se afirmarem, é necessário que haja vários grupos de investigação a trabalhar no tema, que confirmem ou refutem os resultados uns dos outros. Muitas novas ideias em ciência estão, pura e simplesmente, erradas. Não necessariamente por má fé, simplesmente porque são indicações ténues que acabam por não se confirmar. Por vezes chagam ao conhecimento do público coisas como “Casais que bebem vinho juntos são mais felizes” ou “Dançar o tango é a melhor dança para o coração”, que são o que eu chamo a ditadura do engracadismo. Em muitos casos nem há investigação suficiente sobre o tema para que ela possa adquirir alguma maturidade, é só uma coisa engracada. Mas isto traça um retrato errado sobre a ciência, como um conjunto de curiosidades avulsas e delirantes, em que tudo e o seu contrário é possível. E esse retrato é prejudicial. É o terreno fértil para a pseudociência. O bom jornalismo científico, as boas colecções de livros de divulgação de ciência podem, sem dúvida, ajudar a traçar um melhor retrato da ciência junto do público.

**Um dos seus temas prediletos é um combate contínuo à pseudociência. Quer explicar-nos, na sua leitura, qual o mal efectivo que a pseudociência traz para a evolução do pensamento e, de uma forma porventura mais crítica ao processo de aprendizagem daqueles que percorrem esse caminho de forma nem, sempre fácil?**

Quando são apresentadas como ciência coisa que não têm um fundamento científico, isso projeta uma imagem distorcida da ciência, faz com que se perceba pior o que é a ciência e o que não é, e isso tem consequências graves. Por exemplo, quando alguém não vacina os filhos porque pensa que as vacinas não funcionam ou que são a causa de doenças como o autismo (o que é totalmente falso), está a pôr em risco não só a saúde dos filhos como a de todos

nós, porque a proteção das vacinas assenta em boa parte na imunidade de grupo. Quando alguém compra remédios homeopáticos para a gripe está a deitar dinheiro à rua, porque a gripe em condições normais passa sozinha e os remédios homeopáticos nenhum efeito têm para além do placebo, porque são só água e açúcar. As consequências da pseudociência são a criação de grandes mentiras, que até podem ser muito sofisticadas e por causa disso parecer que são mesmo verdade.

**Na sequência da questão anterior, tem alguma ideia que queira partilhar connosco do modo como a Comunidade Científica e Educacional na sua articulação, poderão fazer para que muito do conhecimento transversal em Ciência que não é fiável nem cientificamente válido possa ser de algum modo mostrado como tal sobretudo a quem aprende?**

O ensino experimental das ciências é fundamental para que os alunos saibam que a base do conhecimento científico é a observação e a experiência, e não a autoridade de gurus ou o uso de jargão científicos sem qualquer significado, que é o que faz a pseudociência. Infelizmente hoje em dia pede-se à escola, nomeadamente ao ensino superior, que ensine pseudociência. Num conjunto de portarias publicadas no dia 5 de Junho de 2015 em Diário da República, definem-se os requisitos para os graus em várias medicinas alternativas. Por exemplo, para o grau de licenciado em naturopatia elenca-se a formação em auricologia e iridologia. A primeira parte do princípio que na orelha estão representados todos os órgãos do corpo humano, e a segunda parte do mesmo princípio para a íris. Que sentido faz convidar as universidade portugueses, com graves problemas de financiamento, a venderem licenciaturas em banha da cobra? A comunidade científica e educativa deveria recusar esse papel e deixar as pseudociências remetidas aos seus guetos de incenso e cítaras.

**Em poucas linhas, como seria capaz de se descrever a si próprio?**

Uma pessoa com um grande interesse pela ciência, mas que sabe que há mais coisas que interessam na vida, que nada têm de científico nem pretendem ter. E com uma grande motivação para partilhar esse interesse pela ciência com outras pessoas.

Muito obrigado a David Marçal por esta oportunidade de o conhecer melhor e de perceber um pouco mais o que faz e como o faz. Os nossos leitores agradecem.

*Manuel Luís Silva Pinto*

A large, light blue puzzle piece is centered on a white background, containing the title text. The puzzle piece has a complex, organic shape with many irregular edges and indentations, resembling a piece of a jigsaw puzzle.

# Descobrir Ciência

# Orbitais híbridos nos alcanos, alcenos e alcinos



Carlos Corrêa

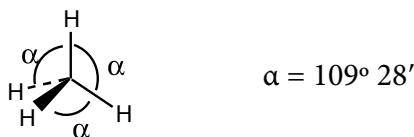
O Professor Carlos Corrêa, habituou-nos a uma lógica de tornar simples aquilo que não parece de modo nenhum ser, de uma forma objetiva e clara. Mais uma vez, faz isso no texto que se segue, em que aborda a hibridação de forma precisa.

Este é um texto científico que nos orgulhamos de publicar e que, não sendo um texto de opinião, é com certeza uma mais-valia para todos os que se interessam pela química essencial.

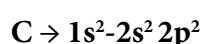
Quando ensinei Química Orgânica (2º ano da Licenciatura em Química) os alunos pediam-me frequentemente que lhes recordasse, de um modo simples, a hibridação de orbitais necessárias para a disciplina.

## O metano

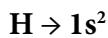
O metano é constituído por moléculas tetraédricas, com ligações C-H de igual energia e comprimento, fazendo ângulos de  $109^\circ$  e  $28'$ .



Comecemos por tentar formar esta molécula de metano a partir de um átomo de carbono e quatro átomos de hidrogénio. Que orbitais atómicas (AO) temos disponíveis?

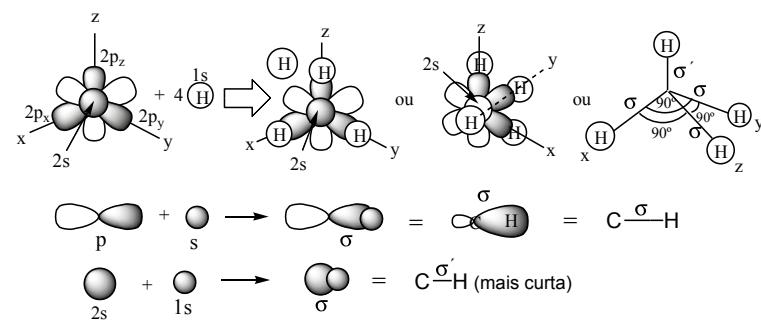


Uma orbital 2s e três orbitais 2p



Uma orbital 1s

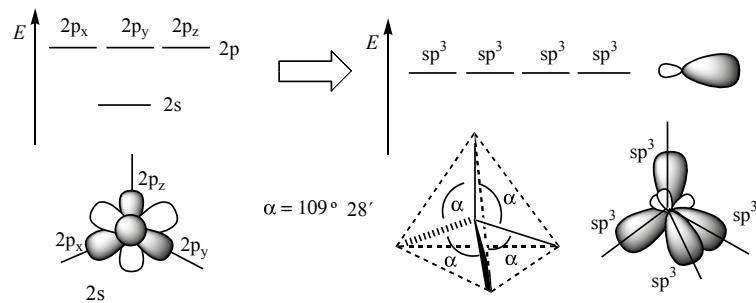
Formemos então as ligações C-H a partir destas AO, colocando um electrão em cada uma das AO:



Cada uma das orbitais moleculares (OM)  $\sigma$  obtidas conterá 2 electrões. A geometria da molécula de metano assim obtida seria muito diferente da geometria que a molécula efectivamente apresenta. No metano os ângulos de ligação **não são** de  $90^\circ$  nem existe uma ligação C-H mais curta do que as outras três. A conclusão é que as OA do carbono intervenientes na formação das orbitais  $\sigma$  das ligações C-H não são as 2s, 2p<sub>x</sub>, 2p<sub>y</sub> e 2p<sub>z</sub> puras de base.

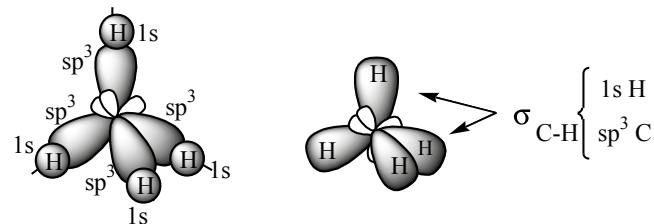
## Que OA serão então?

A resposta é dada pelos químicos teóricos, após cálculos de Mecânica Quântica: as OA intervenientes obtêm-se a partir de uma mistura das OA de base (note-se que há um número infinito de grupos de 4 OA equivalentes obtidos por combinação linear das 4 OA de partida 2s, 2p<sub>x</sub>, 2p<sub>y</sub> e 2p<sub>z</sub>). Essas novas OA designam-se por orbitais híbridos sp<sup>3</sup>; estas OA híbridas são equivalentes entre si, só diferindo na orientação espacial (os seus eixos dispõem-se no espaço como os três segmentos que unem o centro com os vértices de um tetraedro).



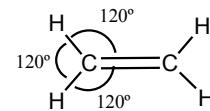
Da sobreposição destas OM com as OA 1s do hidrogénio obtém-se 4 orbitais moleculares  $\sigma$  ligantes, com a orientação espacial referida, correspondendo a quatro ligações C-H, com a mesma energia. É nestas quatro OM que colocamos os 8 electrões (4 do C e 4 dos quatro átomos H). Como se sabe, existem ainda quatro OM antiligantes, que se encontram vazias.

Note-se que as quatro ligações C-H, que correspondem a 4 pares electrónicos  $\sigma$ , teriam forçosamente de se localizar no espaço afastando-se uma das outras o máximo que fosse possível, ou seja, a geometria seria tetraédrica. Esquematicamente:



## O eteno

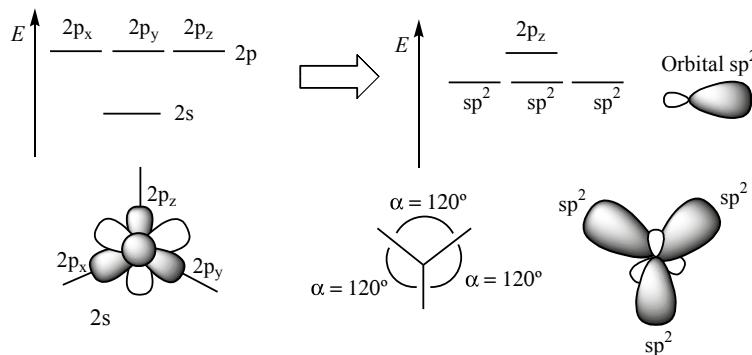
Sabe-se que molécula do eteno (etileno) é plana, com uma geometria trigonal em torno de cada carbono e uma ligação dupla entre os carbonos.



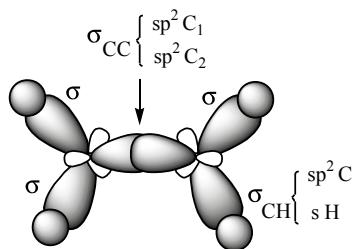
É fácil ver, de modo análogo ao que se encontrou no caso do metano, que as AO do carbono utilizadas na formação das OM não poderiam ser as orbitais 2s, 2p<sub>x</sub>, 2p<sub>y</sub> e 2p<sub>z</sub>. (experimente formar as ligações a partir destas OA e veja qual a geometria da molécula...).

## Que OA serão então as adequadas?

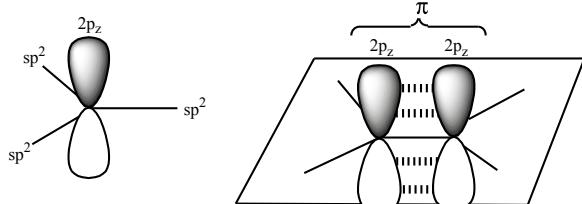
Mais uma vez a resposta é dos químicos teóricos: as orbitais atómicas do carbono adequadas à formação das OM correspondentes às ligações  $\sigma$  no eteno (esqueleto da molécula) serão orbitais ditas sp<sup>2</sup>, que resultam da mistura da OA 2s com duas OA 2p, por exemplo 2p<sub>x</sub> e 2p<sub>y</sub>. Estas OA híbridas têm os eixos no mesmo plano, afastados de  $120^\circ$  e são um pouco mais curtas que as OA sp<sup>3</sup> (o seu carácter p é menor do que nas orbitais sp<sup>3</sup>).



A partir de duas OA  $sp^2$  (de um átomo de carbono) de duas OA 1s (de dois átomos de H) resultam as duas orbitais  $\sigma$  C-H onde colocamos 4 eletrões (2 do C e 2 dos dois átomos H); a OM  $\sigma$  C-C obtém-se da combinação de duas OA  $sp^2$  e é nela que colocamos 2 eletrões (um de cada átomo de carbono). O esqueleto do etileno será então:

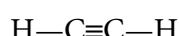


Reparemos que a OA  $2p_z$ , que não foi misturada, tem o eixo perpendicular ao plano da molécula. A partir das duas OA  $2p_z$ , de eixos paralelos, obtemos duas OM  $\pi$ , uma ligante ( $\pi$ ) e outra antiligante ( $\pi^*$ ). A OM  $\pi$  está completamente preenchida com os restantes 2 eletrões dos átomos de carbono. A ligação dupla C=C é assim formada ligação simples  $\sigma$  C-C e pela ligação  $\pi$ CC.



## Etino

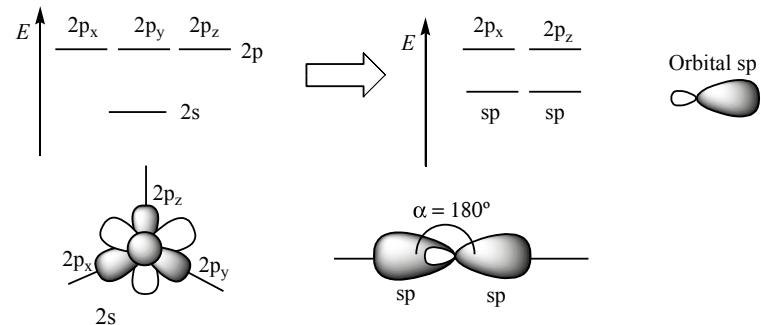
No etino ou acetileno,  $C_2H_2$ , as coisas passam-se de modo análogo. A molécula é linear e contém uma ligação tripla CC.



É fácil verificar, de modo análogo ao que se encontrou nos casos anteriores, que as OA do carbono utilizadas na formação das OM **não poderiam ser** as orbitais iniciais 2s,  $2p_x$ ,  $2p_y$  e  $2p_z$ .

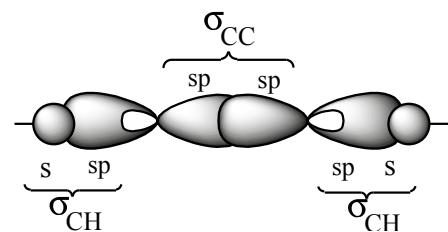
**Quais as OA adequadas para que a geometria da molécula seja a encontrada experimentalmente?**

Mais uma vez a resposta é dos químicos teóricos: as orbitais atómicas do carbono adequadas à formação das OM correspondentes às ligações  $\sigma$  no acetileno (esqueleto da molécula) serão orbitais ditas  $sp$ , que resultam da mistura de OA 2s com uma OA 2p, por exemplo  $2p_y$ . Estas OA híbridas têm os eixos colineares, afastados de  $180^\circ$  e são ainda mais curtas que as OA  $sp^2$ . Na realidade, o seu caráter p é menor que nos casos anteriores.

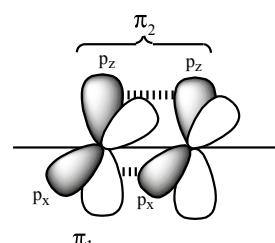


É a partir destas OA que se forma o esqueleto  $\sigma$  do acetileno. As duas ligações C-H correspondem às duas OM  $\sigma$  que contêm 4 eletrões (2 do C e 2 dos dois átomos de H).

A ligação  $\sigma$  entre os átomos de carbono forma-se a partir da combinação das OA  $sp$  e contém 2 eletrões (um de cada carbono).



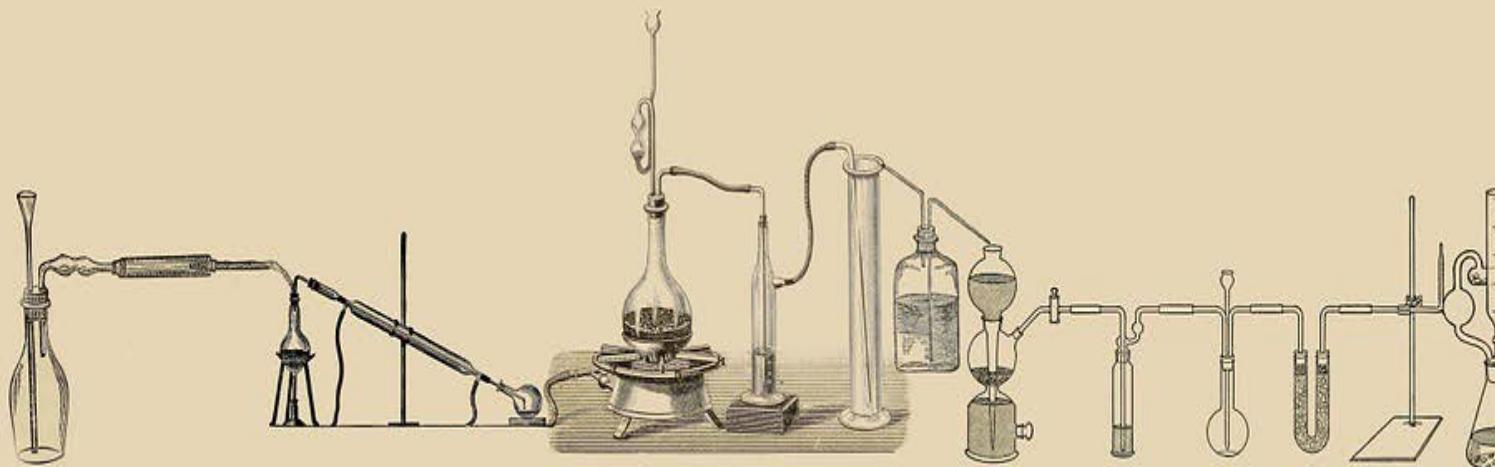
Neste caso só utilizamos uma OA p, ficando as restantes (px e pz, por exemplo) por misturar. A combinação destas OA p vai originar OM  $\pi$  ligantes (na figura) e antiligantes,  $\pi^*$ . Das OA px, resulta uma OM ligante  $\pi_1$  (e antiligante  $\pi_1^*$ ) e da combinação das OA pz resulta uma OM ligante  $\pi_2$  (e antiligante  $\pi_2^*$ ) que, conjuntamente com a OM  $\sigma$  entre os dois carbonos, constitui a ligação tripla.



Carlos Corrêa

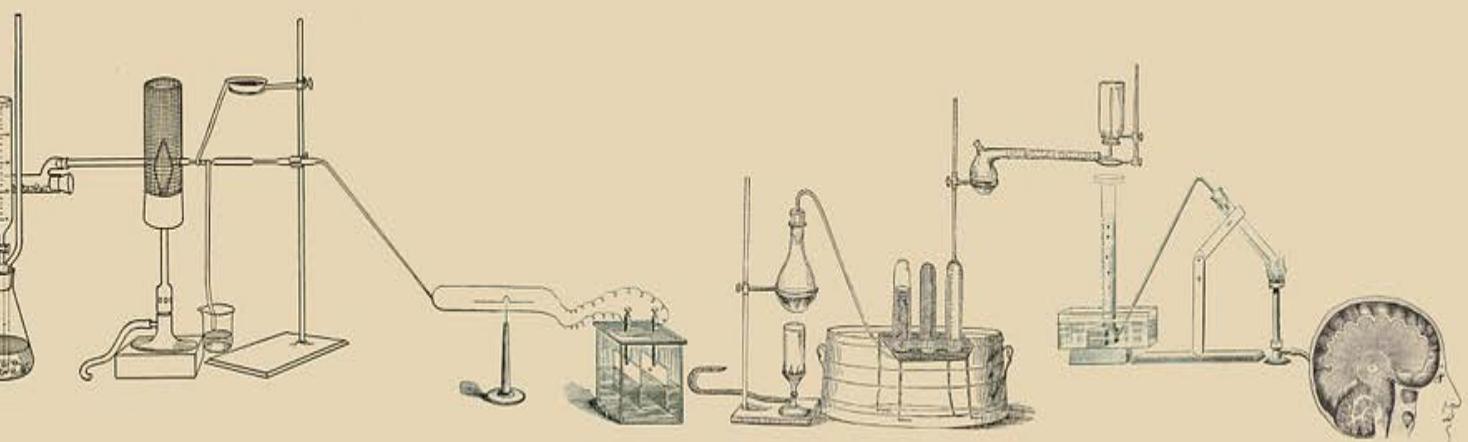
Departamento de Química e Bioquímica  
Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

# História



Como não é possível conhecer verdadeiramente uma ciência sem conhecer a sua história, dedicamos as próximas páginas a lembrar os feitos e descobertas daqueles que deram um contributo muito significativo para a evolução do conhecimento científico.

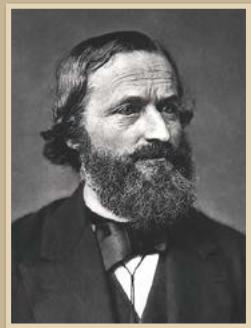
# *da Ciência*



Adolf Von Baeyer



Amedeo Avogadro



Gustav Kirchhoff



## Adolf von Baeyer

1835 - 1917

Químico alemão que sintetizou em 1880 o corante indigo, ou anil, tendo também estabelecido a sua estrutura.

Autor Daniel Ribeiro

Editor Manuel J. Santos Monte

Ribeiro, D. (2015), Revista de Ciência Elementar, 3(02):0132

Johann Friedrich Wilhelm Adolf von Baeyer (1835 – 1917) foi um químico alemão que sintetizou em 1880 o corante indigo, ou anil, tendo também estabelecido a sua estrutura (1883). Foi galardoado com o Prémio Nobel da Química, em 1905, pela sua contribuição para o avanço da química orgânica e da indústria química, através dos seus trabalhos sobre corantes orgânicos e compostos hidroaromáticos.

Baeyer era o mais velho dos cinco filhos de Johann Jacob Baeyer e Hitzig Eugenie. A educação de Baeyer, quer no ensino pré-académico, quer na Universidade de Berlim, foi muito direcionada para a matemática e a física. Contudo, em 1856, depois de um ano de serviço militar, Baeyer decidiu estudar química experimental com Robert Bunsen (1811 – 1899), em Heidelberg, onde a ênfase se centrava na Química Física Aplicada. Em 1858, insatisfeito com esta abordagem, Baeyer procurou trabalhar no laboratório de August Kekulé (1829 – 1896). Baeyer ficou satisfeito com as aulas de Química Orgânica de Kekulé e passou a segui-lo, terminando o seu doutoramento em 1858 que versava sobre compostos arsénicos orgânicos. Posteriormente, Baeyer voltou a Berlim e ocupou diferentes cargos de docência no Instituto Técnico e na Academia Militar. Em 1872, foi nomeado professor de química na Imperial University, em Estrasburgo. Anos mais tarde, em 1875, mudou-se para Munique como sucessor de Justus von Liebig (1803 – 1873). As duas décadas entre 1865 a 1885 foram dedicadas

à investigação meticulosa de corantes orgânicos, particularmente o indigo, a alizarina e a isatina. Este trabalho contribuiu para o crescimento da indústria alemã de corantes, mas não trouxe grandes compensações financeiras para Baeyer, que generosamente compartilhou as suas ideias e técnicas com os seus alunos. Em 1881, a Royal Society de Londres concedeu-lhe a Medalha Davy pelo seu trabalho sobre o indigo.

Baeyer foi casado e pai de quatro filhos. Era membro ativo da Sociedade Química Alemã e ocupou algumas das cadeiras de maior prestígio no mundo académico alemão. Viveu para a sua ciência, para os seus alunos e colaboradores. Entre as muitas realizações de Baeyer figuram a descoberta e síntese da fenolftaleína (1871) e as suas investigações sobre derivados de ácido úrico, poliacetilenos e sais de oxónio. Um dos derivados do ácido úrico que Baeyer descobriu era o ácido barbitúrico, composto basilar dos fármacos sedativo-hipnóticos conhecidos como barbitúricos.

### Referências

1. [Encyclopaedia Britannica Online: Adolf von Baeyer](#), consultado em 17/11/2012.
2. [Encyclopedia of World Biography: Johann Friedrich Adolf von Baeyer](#), consultado em 17/11/2012.
3. [Complete Dictionary of Scientific Biography: Baeyer, Adolf Johann Friedrich Wilhelm von](#), consultado em 17/11/2012.



## Amedeo Avogadro

1776 - 1856

Físico italiano que apresentou pela primeira vez aquela que ficou conhecida como a Lei de Avogadro, que afirma que volumes iguais de gases, à mesma pressão e temperatura, contêm o mesmo número de partículas.

Autor Daniel Ribeiro

Editor Eduardo Lage

Ribeiro, D. (2015), Revista de Ciência Elementar, 3(02):0133

Amedeo Avogadro, conde de Quaregna e Ceretto (1776 – 1856) foi o físico italiano que apresentou pela primeira

vez aquela que ficou conhecida como a Lei de Avogadro, que afirma que volumes iguais de gases, à mesma pressão e

temperatura, contém o mesmo número de partículas.

Avogadro era natural de Turim, Itália, onde o seu pai, conde Filippo Avogadro, foi um advogado e líder do governo de Piemonte (a Itália, nesta época, ainda estava dividida em países independentes). Avogadro recebeu o título do seu pai, formou-se em direito e iniciou atividade como advogado eclesiástico. Depois de obter os seus diplomas formais, teve aulas particulares de Matemática e Ciências, incluindo Química e Física.

Avogadro foi por muitos anos professor de Física na Universidade de Turim. Publicou a sua lei, em 1811, num artigo publicado no *Journal de Physique*, porém, esta não foi bem aceite pela comunidade. É digno de nota que, quase um século antes, Daniel Bernoulli (1700 – 1782) já havia fundado a teoria cinética dos gases, antecipando, mesmo, a equação de van der Waals. Apenas por volta de 1858 é que a hipótese de Avogadro foi aceite, quando o químico italiano Stanislao Cannizzaro (1826 – 1910) construiu um sistema químico lógico baseado na hipótese de Avogadro.

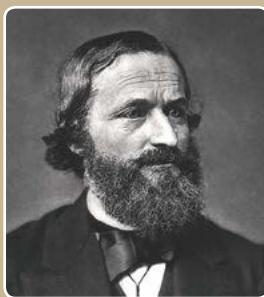
A lei de Avogadro surgiu relacionada com os trabalhos de dois seus contemporâneos: Joseph Louis Gay-Lussac (1778 – 1850) e John Dalton (1766 – 1844). A lei de Gay-Lussac (1808) afirmava que, quando dois gases reagiam, os volumes dos reagentes e dos produtos – se fossem gases – encontravam-se em proporções numéricas inteiras. Esta lei tendia a apoiar a teoria atómica de Dalton, porém, este

rejeitou o trabalho de Gay-Lussac. Avogadro, no entanto, viu o trabalho como a chave para uma melhor compreensão da constituição molecular.

Curiosamente, a hipótese de Avogadro foi desprezada durante meio século após a sua publicação. Têm sido apontadas diversas razões para esta negligência, incluindo alguns problemas teóricos, tais como o “dualismo” Jöns Jakob Berzelius (1779 – 1848), que afirmava que os compostos são mantidos juntos através da atração de cargas elétricas positivas e negativas, tornando-se inconcebível que uma molécula pudesse ser composta de dois átomos eletricamente semelhantes – tal como a ligação de dois átomos de oxigénio. Além disso, Avogadro não fazia parte da comunidade ativa de químicos – a Itália da sua época encontrava-se bastante longe dos principais centros de Química na França, Alemanha, Inglaterra e Suécia, onde Berzelius se encontrava.

#### Referências

1. The New Encyclopædia Britannica, Vol. I, 15th Edition, Chicago: Encyclopedia Britannica, Inc., 1975, p. 684-5, ISBN: 0-85229-297-X.
2. [Chemical Heritage Foundation: Amedeo Avogadro](#), consultado em 04/09/2012.
3. F. J. Moore, A History of Chemistry, New York: McGraw-Hill Book Company, Inc., 1918.
4. [Science 6 Wikispace: JLAvogadro](#), consultado em 04/09/2012.



## Gustav Kirchhoff

1824 - 1887

Físico alemão que, juntamente com o químico Robert Bunsen (1811 – 1899), estabeleceu a explicação da análise espectral, que utilizou para reconhecer a presença de sódio na atmosfera do Sol.

Autor Daniel Ribeiro

Editor Eduardo Lage

Ribeiro, D. (2015), Revista de Ciência Elementar, 3(02):0134

Gustav Kirchhoff (1824 – 1887) foi um físico alemão que, juntamente com o químico Robert Bunsen (1811 – 1899), estabeleceu a explicação da análise espectral (uma técnica de análise física e química que se baseia no estudo da radiação emitida por um material aquecido), que utilizou para reconhecer a presença de sódio na atmosfera do Sol.

Gustav Kirchhoff nasceu em Königsberg e era filho de um advogado. Frequentou o ensino básico e secundário e entrou na Universidade de Königsberg com 18 anos de idade. Em 1845, Kirchhoff anunciou pela primeira vez as leis que permitiram calcular corrente, tensão e resistência em redes elétricas (essas leis são conhecidas como leis de Kirchoff). Kirchoff também estendeu a teoria do físico alemão Georg Simon Ohm (1789 – 1854), generalizando as equações

que descreviam o fluxo da corrente elétrica para o caso de condutores elétricos em três dimensões. Em investigações posteriores, demonstrou que o campo eletromagnético se propaga, dentro de um condutor à velocidade da luz. Em 1847, Kirchhoff formou-se e casou com Clara Richelot, filha de um dos seus professores.

Em 1847, Kirchhoff tornou-se professor não-assalariado, na Universidade de Berlim, e três anos mais tarde aceitou o cargo de professor assistente de física, na Universidade de Breslau. Em 1854, foi nomeado professor de física na Universidade de Heidelberg, onde trabalhou juntamente com Bunsen na fundação da análise espectral. Eles demonstraram que cada elemento emite uma radiação, de cor característica, quando aquecido à incandescência.

# História da Ciência

Esta radiação, quando separada por um prisma, tem um padrão de comprimentos de onda específicos individuais para cada elemento. Aplicando esta nova ferramenta de pesquisa, descobriram dois novos elementos, o césio (1860) e o rubídio (1861).

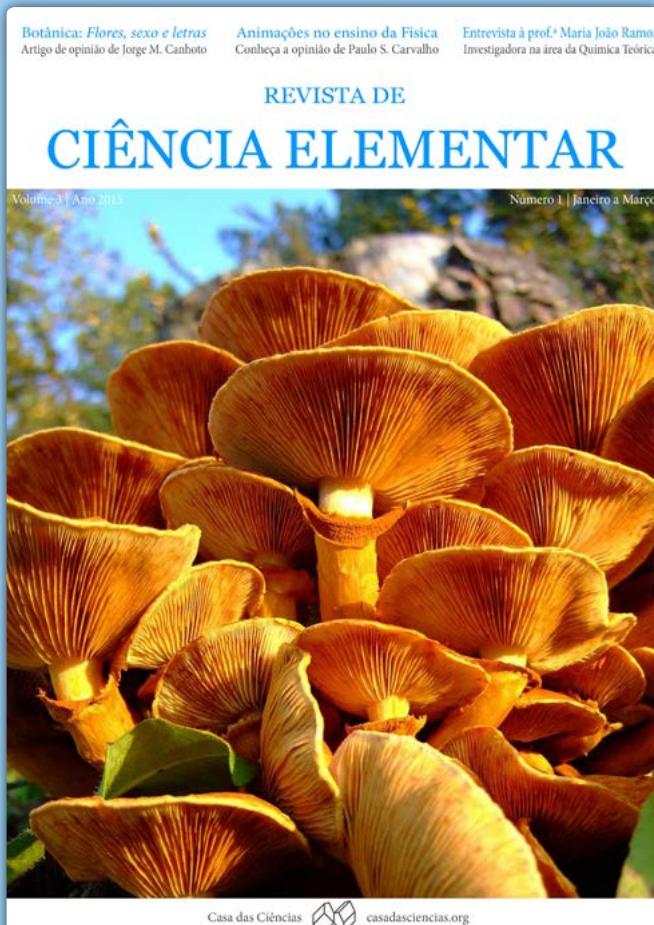
Kirchhoff não se ficou pela aplicação da análise espectral ao estudo da composição do Sol. Ele descobriu que, quando a radiação atravessa um gás, este absorve os comprimentos de onda que emitiria se fosse aquecido. Depois, usou este princípio para explicar as inúmeras riscas no espectro solar (linhas do espectro de Fraunhofer). Essa descoberta marcou o início de uma nova era na astronomia. E, de forma fundamental, criou o conceito de corpo negro, um corpo que absorve todas as radiações nele incidentes, e definiu o problema do corpo negro: que radiação seria emitida por

tal corpo quando em equilíbrio térmico? Esse problema só viria a ser resolvido, cabalmente, por Max Planck (1858 – 1947) em 1900, marcando o início da teoria quântica. Em 1875, Kirchhoff foi nomeado para a cadeira de Física Matemática, na Universidade de Berlim. Kirchhoff ainda teve oportunidade de publicar a sua obra “Palestras sobre Física Matemática” (1876 – 1894) e “Coleção de Ensaios” (1882).

## Referências

1. [Encyclopædia Britannica Online Academic Edition: Gustav Robert Kirchhoff](#), consultado em 05/09/2012.
2. [Complete Dictionary of Scientific Biography: Kirchhoff, Gustav Robert](#), consultado em 05/09/2012.
3. [Smithsonian Libraries: Scientific Identity](#), consultado em 05/09/2012.

## Revista de Ciência Elementar



### Artigos de interesse científico e didático

### Entrevista a cientistas

### Notícias Agenda

### Sugestão de recursos educativos

### Fotografias para as suas apresentações

+ de 16.000 *downloads*

+ de 900 partilhas nas redes sociais

Disponível nos formatos .pdf e .epub.

Partilhe também e ajude-nos a divulgar:



Visite-nos em [rce.casadasciencias.org](http://rce.casadasciencias.org).



FUNDAÇÃO  
CALOUSTE GULBENKIAN

# Ciência elementar

Para acompanhar e compreender as últimas novidades de um mundo em constante evolução, convém não esquecer alguns conceitos básicos de Ciência. Selecioneamos para si um conjunto de entradas das mais variadas áreas científicas que lhe permitirão adquirir ou atualizar conhecimentos.

## Biologia

Árvore genealógica  
Cromossoma  
Doenças genéticas

## Física

Intensidade de corrente  
Lei de Ohm  
Resistência  
Potencial elétrico

## Matemática

Estatística  
Experiência aleatória

## Química

Equilíbrio químico  
Energia de ativação  
Catalisador

## Árvore genealógica

Autor Catarina Moreira

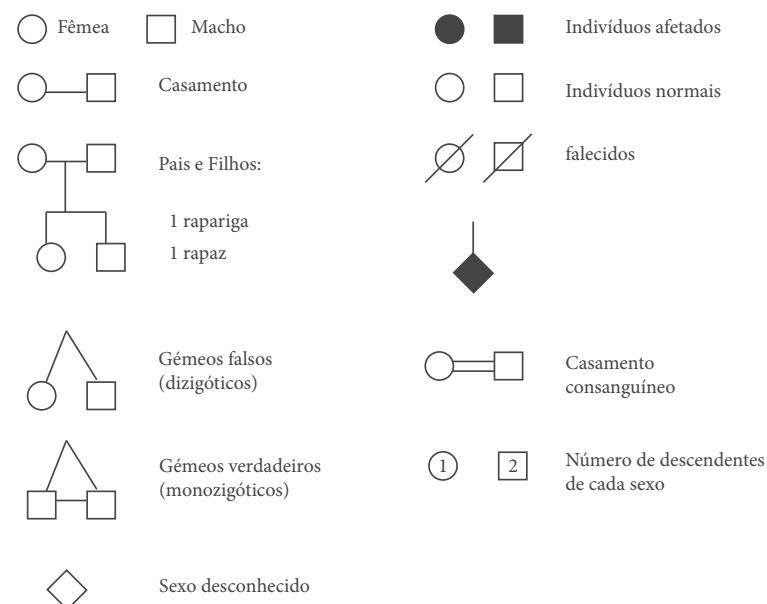
Editor José Feijó

Moreira, C. (2015), Revista de Ciência Elementar, 3(02):0135

As árvores genealógicas são esquemas onde se representam as várias gerações de uma dada família, através de uma simbologia própria. Podem ser utilizadas no estudo de várias espécies, e comumente são usadas na interpretação dos padrões de herança de determinados genes.

No caso do Homem, as árvores são utilizadas para auxiliar na compreensão da origem de um dado fenótipo ou anomalia genética, e sua transmissão ao longo das várias gerações. A análise de uma árvore genealógica permite determinar a recessividade ou dominância de determinado alelo e ainda a sua natureza autossómica ou ligada ao sexo.

Embora a simbologia possa variar, alguns símbolos são mais gerais e normalmente universalmente aceites, facilitando a interpretação dos esquemas por pessoas diferentes.



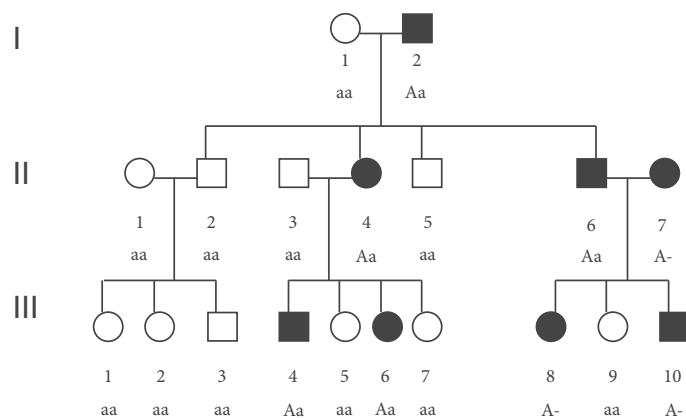
**Figura 1** Símbologia utilizada na elaboração das árvores genealógicas.

A melhor forma de compreender a mecânica de funcionamento de uma árvore genealógica é através de exemplos. A leitura das árvores segue algumas regras básicas:

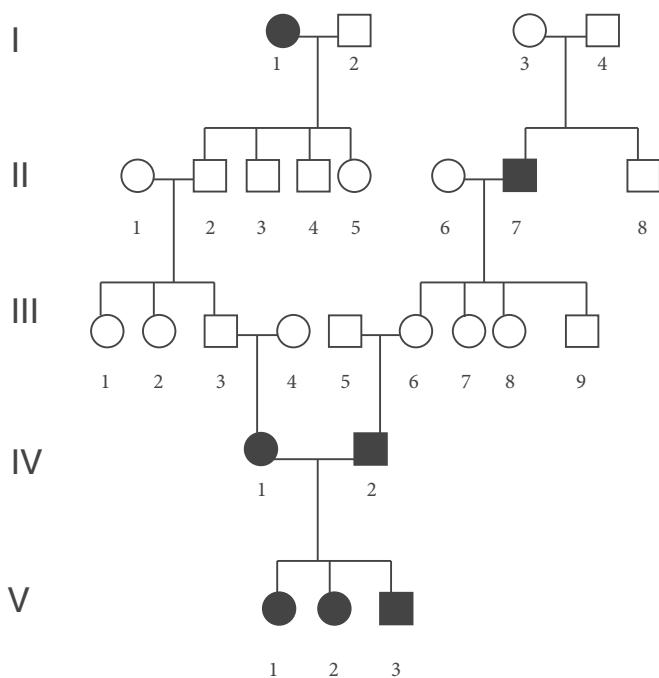
1. a geração em posição superior é sempre a primeira;
2. os indivíduos são numerados da esquerda para a direita: o primeiro descendente de um determinado cruzamento é sempre o mais à esquerda.

### Transmissão de um alelo autossómico dominante

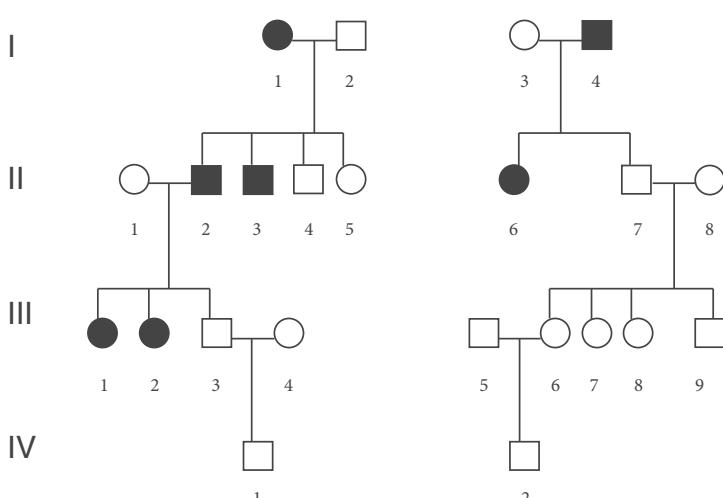
- Os machos e as fêmeas apresentam igualmente o fenótipo afectado.



**Figura 2** Hereditariedade autossómica dominante.



**Figura 3** Hereditariedade autossómica recessiva.



**Figura 4** Hereditariedade de um alelo dominante ligado ao cromossoma X.

- A anomalia aparece em quase todas as gerações
- Do cruzamento de dois indivíduos afetados (II-6 e II-7) nasce pelo menos um indivíduo normal (III-9) – é este resultado que nos permite determinar que a natureza dominante do alelo responsável pela anomalia (no caso dos genótipos não serem conhecidos).
- O fenótipo em causa é determinado por um alelo dominante (A): dois indivíduos (II-6 e II-7) têm filhos normais; se se tratasse de um alelo recessivo os descendentes de pais com o fenótipo anómalo teriam o mesmo fenótipo.
- Todos indivíduos normais são, assim, homozigóticos recessivos (aa).
- Os indivíduos III-8 e III-10 manifestam a anomalia, podendo ser homozigóticos dominantes (AA) ou heterozigóticos (Aa): não se podendo concluir o genótipo a partir dos dados fornecidos.

#### Transmissão de um alelo autossómico recessivo

- quer os machos quer as fêmeas apresentam a anomalia
- se dois progenitores tiverem a anomalia (IV-1 e IV-2) toda a descendência também apresentará o fenótipo anómalo (V-1, V-2 e V-3)
- do cruzamento de dois indivíduos normais (casal I-3 e I-4) nascem filhos que apresentam a anomalia (II-7). Sendo este o resultado que permite determinar a característica deste alelo – recessivo.

#### Transmissão de um alelo dominante ligado ao cromossoma X

- os machos e as fêmeas não apresentam igual incidência do fenótipo anómalo
- do cruzamento de um macho com a anomalia com uma fêmea só toda a descendência feminina é afetada e nenhum macho o é. Sendo este o resultado que permite determinar a característica deste alelo – ligado ao cromossoma X, dominante.
- um macho afetado nunca poderá ter filhas com fenótipo normal.

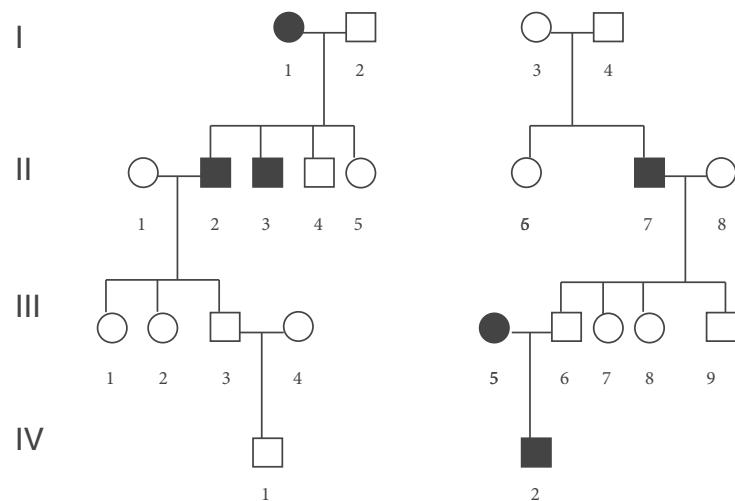
#### Transmissão de um alelo recessivo ligado ao cromossoma X

- os machos e as fêmeas não apresentam igual incidência do fenótipo anómalo.
- do cruzamento de uma fêmea anómala com um macho saudável todos os descendentes machos serão afetados mas nenhuma fêmea será.
- do cruzamento entre indivíduos normais só podem resultar descendentes masculinos com a anomalia, as

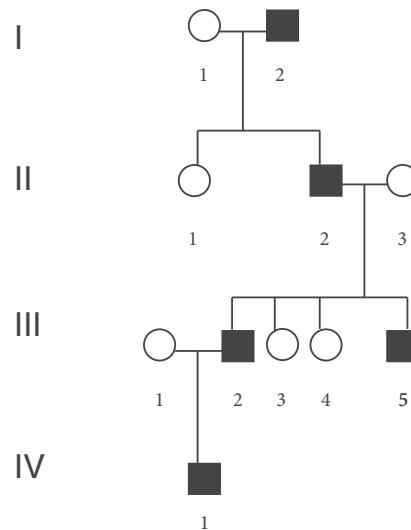
fêmeas serão sempre saudáveis. Raramente aparecem fêmeas afetadas, visto terem que ter ambos os alelos da doença. Os machos só têm um alelo, que se exprime sempre no fenótipo. As filhas de um macho afectado são sempre portadoras, não exprimem a doença no fenótipo mas podem ter filhos machos afetados. A doença transmite-se de avô para neto através da filha, portadora do alelo.

#### Transmissão de um alelo recessivo ou dominante ligado ao cromossoma Y

A deteção de um caso destes é sempre mais fácil dado que apenas os machos podem ser afetados. Assim, todos os descendentes masculinos de um macho afectado serão igualmente afetados pela anomalia.



**Figura 5** Hereditariedade de um alelo recessivo ligado ao cromossoma X.



**Figura 6** Hereditariedade de um alelo ligado ao cromossoma Y.

Recursos educativos relacionados disponíveis na Casa das Ciências:

1. [Heredrogramas](#), de Paula Sequeira.

# Cromossoma

Autor Catarina Moreira

Editor José Feijó

Moreira, C. (2015), Revista de Ciência Elementar, 3(02):0136

Os cromossomas foram identificados por Thomas Hunt Morgan (1866-1945) como a localização física dos genes. Hoje sabe-se ser a estrutura de DNA e proteínas, que contém a maioria da informação genética presente nas células.

Nos procariotas, todo o DNA genómico está contido num único cromossoma circular e nú (i.e., não ligado a proteínas). Nos eucariotas, o genoma corresponde a um determinado número de cromossomas cujo DNA está associado a diferentes tipos de proteínas. A maioria do material genético das células eucariotas encontra-se no núcleo e o restante encontra-se nas mitocôndrias e cloroplastos, sob a forma de um único cromossoma circular do tipo procariota por organito. (Do grego *chroma*: cor + *soma*: corpo).

Quase todas as células eucariotas têm vários cromossomas, que permanecem no interior do núcleo durante a interfase (ver ciclo celular, Mitosemitose). O complexo formado pelo DNA e pelas histonas (proteínas) denomina-se **nucleossoma**, que se organiza em 'fibras' – **cromatina**. O DNA transporta a informação genética enquanto que as proteínas conferem a estrutura ao cromossoma e estabilizam as suas cargas negativas, conferidas pelos ácidos fosfóricos (rever estrutura do DNA), dado que as histonas apresentam carga positiva.

A cromatina varia a sua estrutura durante a mitose e a meiose, apresentando diferentes graus de condensação. Durante a interfase, a **cromatina** é formada apenas por um filamento, não visível ao microscópio óptico. Durante os processos de divisão celular, a cromatina sofre uma grande condensação e tornando-se visíveis uma ou mais unidades distintas, os **cromossomas**<sup>[1]</sup>. No máximo de condensação da cromatina é possível visualizar os dois braços – **cromatídeos** – que constituem um cromossoma, unidos pelo **centrómero**.

A maioria dos procariotas só possui um cromossoma, uma única molécula de DNA ligada a proteínas, e não possui histonas, por exemplo, na *Escherichia coli*, o cromossoma

é uma molécula de DNA circular com um comprimento aproximado de 1.6 mm. Se tivermos em conta que a bactéria tem cerca de 1 $\mu$ m de diâmetro é fácil imaginar que o DNA dentro da bactéria está muito condensado.

O cromossoma procariótico está ligado à membrana plasmática, logo quando a célula se divide após a replicação da molécula de DNA e se forma nova membrana plasmática, a nova molécula de DNA também se liga à membrana. O número e a dimensão dos cromossomas diferem de espécie para espécie e constituem o cariótipo. O cariótipo da espécie humana, por exemplo, é formado por 46 cromossomas agrupados em 22 pares de cromossomas somáticos e 1 par de cromossomas sexuais.

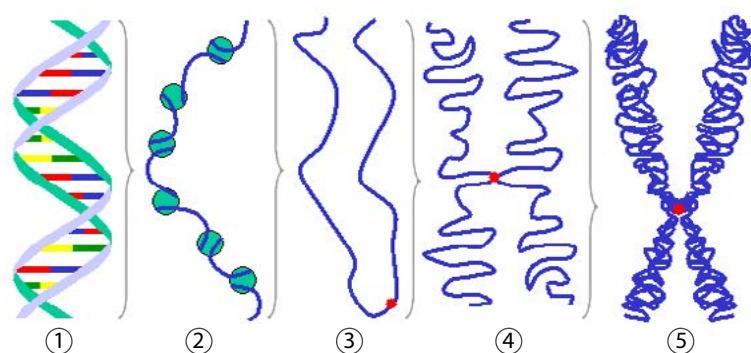


Figura 1 Diferentes níveis de compactação do DNA

1 - Cadeia dupla de DNA; 2 - Filamento de cromatina (DNA associado a histonas = nucleossoma); 3 - Cromatina condensada durante a interfase com centrómero (círculo vermelho); 4 - Dois cromatídeos unidos pelo centrómero; 5 - Cromossoma altamente condensado.

[1] Chama-se a atenção para a utilização do termo **cromossoma** para referir estruturas com um ou dois cromatídeos consoante o caso: dois na fase final da fase S e um no fim da meiose.

Recursos educativos relacionados disponíveis na Casa das Ciências:

1. [Cromossomas](#), de Cassiopeia Project.

# Doenças genéticas

Autor Catarina Moreira

Editor José Feijó

Moreira, C. (2015), Revista de Ciência Elementar, 3(02):0137

As doenças génicas ou genéticas resultam de mutações ao nível dos genes ou dos cromossomas sejam eles autossómicos ou sexuais. Podem ser causadas pela mutação em apenas um gene ou em vários.

## Doenças provocadas por mutações génicas

Estas mutações atingem apenas um ou poucos nucleótidos

de um gene no DNA, provocando a alteração da sequência de aminoácidos da proteína que o gene codifica. Exemplos:

### Fibrose Quística

Doença hereditária que surge por funcionamento deficiente das glândulas exócrinas do organismo, sendo normalmente descrita como um conjunto de três principais sintomas:

doença pulmonar obstrutiva crónica, insuficiência pancreática exógena e elevação das concentrações de sódio e cloreto no suor. Outras manifestações são a infertilidade masculina (por atrofia/obstrução dos canais deferentes – canais que levam o esperma dos testículos ao pénis), diminuição da fertilidade feminina devido à presença em excesso de muco cervical espesso que dificulta a passagem dos espermatozóides. Trata-se de uma doença autossómica recessiva que resulta de uma mutação de um gene CFTR no cromossoma 7. Em Portugal (segundo informação no site da Associação Nacional da Fibrose Quística<sup>[1]</sup>) nascem cerca de 30-40 crianças por ano afetadas. Na maioria dos casos a doença é diagnosticada ainda durante a infância.

### **Doença de Huntington ou Coreia de Huntington**

É uma doença cuja hereditariedade está associada a um alelo dominante no cromossoma autossómico 4, e está relacionada com repetições excessivas do triplete CAG no gene que codifica a proteína huntingtina. É uma doença neurodegenerativa que, geralmente, se manifesta entre os 35 e os 45 anos conduzindo à perda progressiva das capacidades intelectuais e motoras e à morte.

### **Daltonismo**

É uma das anomalias fenotípicas mais comuns, determinado por um gene recessivo do cromossoma X. É mais prevalente nos homens do que nas mulheres, e conduz à incapacidade de distinguir determinadas cores. Muitas vezes manifesta-se na dificuldade de distinguir o verde do vermelho. Pode também resultar de lesões nos órgãos visuais ou de lesões de origem neurológica.

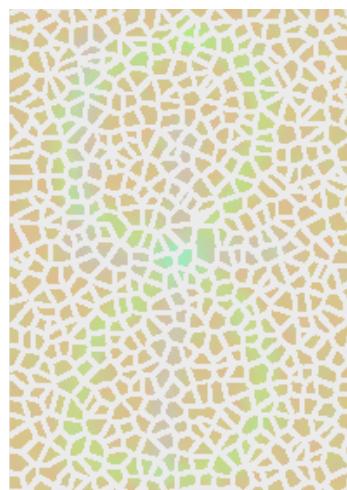


Figura 1 Teste para avaliação do daltonismo. Indivíduos comvisão normal conseguirão ver um oito.

### **Fenilcetonúria (PKU)**

É uma anomalia ao nível do metabolismo do aminoácido fenilalanina que é ingerido com os alimentos. Nos indivíduos afetados este aminoácido não é metabolizado e assim ao ser ingerido é acumulado no sangue perturbando o desenvolvimento do cérebro. Uma em cada 10000 crianças nasce com esta doença. Normalmente, os indivíduos possuem no cromossoma 12 um gene que codifica a síntese de uma enzima, a fenilalanina hidroxilase, que ao nível do fígado converte a fenilalanina em tirosina. Quando um indivíduo é afetado – é homozigótico recessivo – a fenilalanina acumula-se e forma-se ácido fenilpirúvico. A elevadas concentrações no sangue, estas substâncias perturbam gravemente o

desenvolvimento do cérebro da criança, podendo provocar também deficiências motoras e convulsões. A prevenção da PKU faz-se através do diagnóstico precoce três dias após o nascimento através de uma recolha de sangue com uma picada no pé do recém-nascido. Nos casos do exame ser positivo inicia-se imediatamente uma dieta apropriada evitando alimentos ricos em fenilalanina.

### **Hemofilia**

A hemofilia resulta de uma mutação ao nível do gene responsável pela síntese de uma proteína necessária às reações de coagulação do sangue. Os efeitos patológicos são gravíssimos porque o sangue coagula muito lentamente e qualquer corte ou ruptura de vasos sanguíneos provoca uma grande hemorragia. As duas formas de hemofilia conhecida são ambas em genes recessivos do cromossoma X. A hemofilia ficou conhecida por ter afetado linhagens de famílias reais europeias, em particular a família real inglesa a partir de 1819. A maior parte dos hemofílicos são homens, dado que uma mulher para ser hemofílica tem de ser homozigótica recessiva, isto é, os pais têm de possuir o gene da hemofilia, sendo que o pai terá de ser hemofílico e a mãe portadora do gene.

### **Doenças provocadas por mutações cromossómicas**

Estas mutações correspondem a alterações na morfologia e estrutura do cromossoma (mutações estruturais) ou a alterações no número de cromossomas (mutações numéricas).

### **Síndrome do grito do gato**

É provavelmente a deleção autossómica mais comum nos humanos, e um dos sintomas mais visíveis é a parecença do choro das crianças ser parecido ao miar do gato. Resulta da perda parcial do braço curto do cromossoma 5, podendo ser facilmente detetada por observação do cariótipo. As crianças sofrem de atraso mental, microcefalia (cérebro muito pequeno) e hipertelorismo (afastamento excessivo dos olhos), podendo ainda sofrer da coluna e do coração.

### **Síndrome de Patau – Trissomia 13**

A maioria dos indivíduos afetados morre antes do nascimento. A trissomia do cromossoma 13 afecta o desenvolvimento do coração, rins, cérebro, face e membros. Alguns indivíduos podem desenvolver apenas um olho no centro da face, ou um baço extra. Esta anomalia é facilmente detectável durante a gravidez através da análise das ecografias efectuadas por rotina.

### **Síndrome de Down – Trissomia 21**

É muito frequente nos humanos e está descrita desde 1866 por Langdon Down. A trissomia do cromossoma 21

desencadeia alterações ao nível morfológico e mental. Os indivíduos com trissomia 21 têm geralmente uma estatura mais baixa, boca pequena e muitas vezes semiaberta devido à dificuldade em acomodar a língua. São muito susceptíveis a infecções respiratórias e apresentam, muitas vezes, malformações cardíacas e problemas cardiovasculares. Outra característica frequente é a microcefalia. O progresso na aprendizagem é afetado, mas hoje em dia a sociedade ao aceitar melhor estes casos proporciona, geralmente, melhores condições permitindo uma aprendizagem melhorada e mais avançada, como aprender a escrever.

### Síndrome de Turner (45, XO)

Afeta apenas o sexo feminino, ao contrário do síndrome de Klinefelter, dado que é uma anomalia letal para os indivíduos de sexo masculino (45,Y), ocorrendo um aborto espontâneo. Os indivíduos afetados possuem apenas um cromossoma X no par sexual, é a única monossomia viável nos humanos. As mulheres apresentam uma estatura mais baixa que a média e não desenvolvem caracteres sexuais secundários. Os órgãos genitais permanecem com características infantis e os ovários são disfuncionais.

### Síndrome de Klinefelter (47, XXY/XXX)

Resultante da não disjunção dos cromossomas sexuais os indivíduos com a anomalia possuem um cromossoma X extra. Os homens são mais altos que a média, e embora o pénis apresente um desenvolvimento normal, os testículos são pouco desenvolvidos, resultando, geralmente, em esterilidade mas não em impotência. É também característico a fraca presença ou mesmo a ausência de pelos no corpo e na barba. Podem apresentar ancas e seios desenvolvidos anormalmente. Nas mulheres a presença de cromossoma X extra não conduz a anomalias significativas nem altera a fertilidade.

[1] <http://www.anfq.pt/>

Recursos educativos relacionados disponíveis na Casa das Ciências:

1. *A nova genética*, de National Institute of General Medical Sciences;
2. *O código da Vida - capítulo 4*, de Cassiopeia Project;

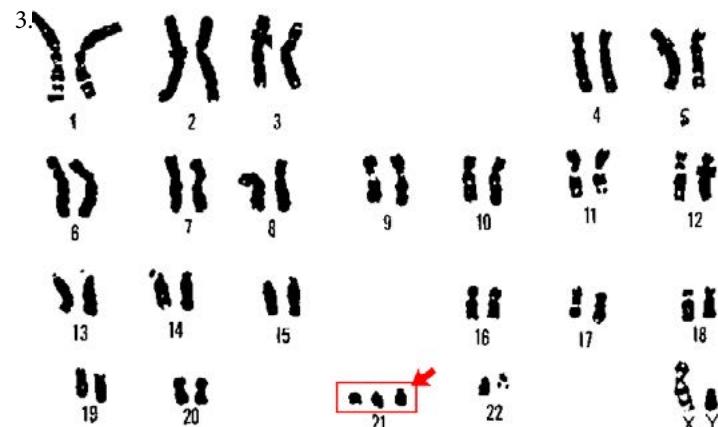


Figura 2 Cariótipo de um indivíduo do sexo masculino com síndrome de Down.

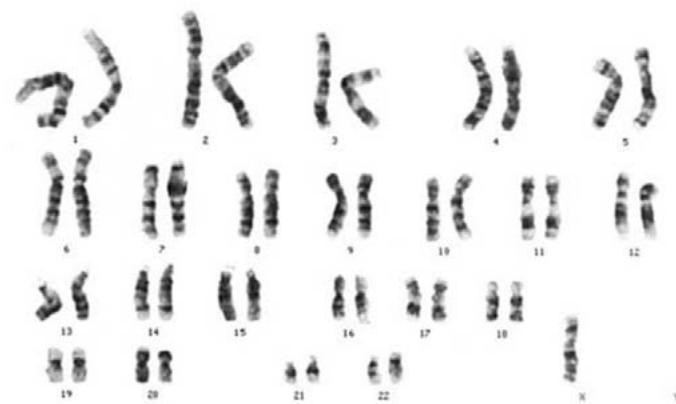


Figura 3 Cariótipo de um indivíduo do sexo feminino com síndrome de Turner.

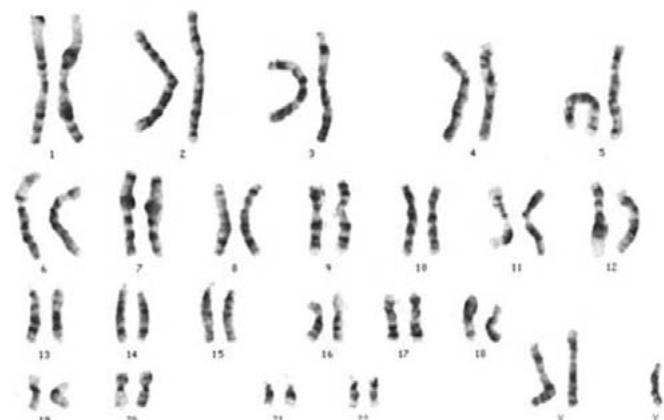


Figura 4 Cariótipo de um indivíduo do sexo masculino com síndrome de Klinefelter.

## Intensidade de corrente

Autor Miguel Ferreira

Editor Joaquim Agostinho Moreira

Ferreira, M. (2015), Revista de Ciência Elementar, 3(02):0138

Define-se intensidade de corrente como a quantidade de  $\Delta Q$  que atravessa a secção reta de um condutor por unidade de tempo. Assim, se a quantidade  $\Delta Q$  atravessar uma secção recta de um condutor no intervalo de tempo  $\Delta t$ , então a intensidade de corrente estacionária é:

$$I = \frac{\Delta Q}{\Delta t}$$

A unidade SI de intensidade de corrente é o ampère (A), que é uma das sete unidades fundamentais do SI.

Operacionalmente, 1A é a intensidade de corrente tal que a secção reta do condutor é atravessada por 1C em 1 s. Cotudo, a definição de ampère no SI é difente: 1 A é a intensidade de corrente estacionária que, quando mantida em dois condutores retos e paralelos, de comprimento infinito e secção reta desprezável, colocados a um metro de distância no vácuo, produz uma força de  $2 \times 10^{-7}$  N/m entre os dois condutores.

Para se medir o valor da intensidade de corrente associado a uma corrente elétrica, usam-se amperímetros.

### Outra fórmula para a intensidade de corrente

Num condutor metálico, os eletrões têm uma velocidade média a que se dá o nome de **velocidade de deriva**. Se relacionarmos a quantidade de carga que atravessa uma secção reta num intervalo  $\Delta t$  com a velocidade de deriva, encontramos uma relação entre a intensidade de corrente e a velocidade de deriva. Suponhamos que num condutor,

de secção reta constante  $A$ , há  $n$  portadores de carga por unidade de volume. Por simplicidade, admite-se que os portadores de carga são idênticos e originam uma corrente elétrica uniforme no condutor. A carga elétrica de cada portador de carga é  $q$  e tem velocidade de deriva  $v$ . No intervalo de tempo  $\Delta t$ , todos os transportadores de carga a uma distância máxima  $v\Delta t$  da secção reta  $A$  vão conseguir atravessá-la. O número de portadores de carga que se encontra nestas condições é igual ao número de portadores de carga existentes no volume  $v\Delta t A$ ; como há  $n$  portadores de carga por unidade de volume, há  $nv\Delta t A$  portadores de carga a atravessar a secção reta  $A$  no intervalo de tempo  $\Delta t$ , o que corresponde a uma carga total de  $qnv\Delta t A$ . Portanto, a quantidade de carga que atravessa a secção reta de um condutor metálico no intervalo de tempo  $\Delta t$  é  $\Delta Q = qnv\Delta t A$  e podemos escrever que

$$I = \frac{\Delta Q}{\Delta t} = q \times n \times v \times A.$$

## Lei de Ohm

Autor Miguel Ferreira

Editor Joaquim Agostinho Moreira

Ferreira, M. (2015), Revista de Ciência Elementar, 3(02):0139

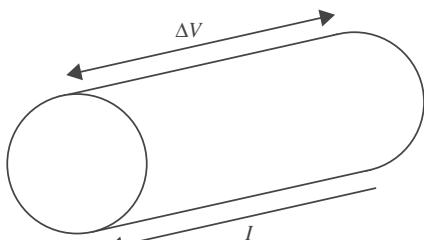
Em 1827, Georg Ohm (1787 – 1854), após investigações sobre a condução elétrica, concluiu que para um condutor metálico, a uma dada temperatura fixa, a razão entre a diferença de potencial entre os seus terminais e a intensidade de corrente que o atravessa é constante. Este enunciado constitui a Lei de Ohm.

Matematicamente, a Lei de Ohm pode ser escrita da seguinte forma:

$$\frac{\Delta V}{I} = R,$$

em que a constante  $R$  tem o nome de resistência elétrica e é característica do condutor e da sua geometria. Assim, a representação gráfica da diferença de potencial em função da intensidade de corrente é uma linha recta, cujo declive corresponde ao valor da resistência.

No caso do condutor ter a forma de um sólido de secção recta de área constante, como por exemplo, um cilindro ou um



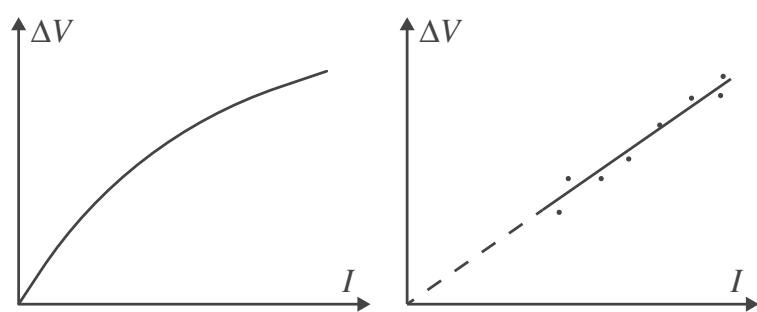
**Figura 1** Condutor cilíndrico sujeito a uma diferença de potencial  $\Delta V$  percorrido por uma corrente  $I$ .

parelelepípedo regular, a resistência elétrica é dada pelo produto da resistividade do material ( $\rho$ ) de que é feito o meio condutor e de um factor geométrico, que, neste caso, é igual à razão entre o comprimento

( $L$ ) e a área da secção reta ( $A$ ):

$$R = \rho \frac{L}{A}.$$

Nem todos os condutores obedecem à lei de Ohm. Para esses condutores o gráfico que relaciona a diferença de potencial com a intensidade de corrente não é linear. Por essa razão são chamados de **condutores não-lineares**, por oposição aos condutores que obedecem à lei de Ohm – chamados **condutores lineares**. Nos condutores não lineares, o valor da resistência para um dado valor de intensidade de corrente, corresponde ao declive da recta tangente do gráfico da função  $\Delta V(I)$ . Como o gráfico não é linear, esse declive varia, logo, também é variável a resistência oferecida por esses condutores à passagem de corrente.



**Figura 2** Exemplo de um comportamento não linear. Neste caso a resistência diminui com o aumento da corrente.

**Figura 3** Num trabalho experimental, os pontos ( $\Delta V, I$ ) distribuem-se adequadamente em torno de uma linha reta.

# Resistência

Autor Miguel Ferreira

Editor Joaquim Agostinho Moreira

Ferreira, M. (2015), Revista de Ciência Elementar, 3(02):0140

Define-se resistência de um condutor ( $R$ ), mantido a uma dada temperatura, como o quociente entre a diferença de potencial aplicada nos terminais do condutor e a intensidade de corrente que o percorre:

$$R = \frac{\Delta V}{I}$$

A unidade SI de resistência elétrica é o ohm ( $\Omega$ ). Um condutor com uma resistência de  $1\Omega$  é percorrido por uma intensidade de corrente um  $1A$  quando aos seus terminais se aplica uma diferença de potencial de  $1V$ . O símbolo recomendado para designar uma resistência elétrica no esquema de um circuito elétrico encontra-se ilustrado na figura seguinte.



**Figura 1** Representação esquemática de uma resistência de valor constante.

Fisicamente, a resistência elétrica mede a dificuldade que um meio condutor oferece à passagem de cargas eléctricas. A resistência elétrica de um condutor depende da sua natureza e da sua geometria. A resistência elétrica

de um condutor, com a forma de um cilindro de secção reta constante, é inversamente proporcional à área da secção reta ( $A$ ) e diretamente proporcional ao comprimento do condutor ( $L$ ). A constante de proporcionalidade chama-se resistividade ( $\rho$ ) e é uma característica do material condutor a uma dada temperatura. Matematicamente,

$$R = \rho \frac{L}{A}$$

A unidade SI da resistividade é o  $\Omega m$ . A tabela seguinte apresenta o valor da resistividade elétrica de diversos materiais à temperatura de  $20^{\circ}\text{C}$ .

**Tabela 1** Alguns valores de resistividade a  $20^{\circ}\text{C}$ .

Material	$\rho (\Omega m)$
Prata	$1,59 \times 10^{-8}$
Cobre	$1,72 \times 10^{-8}$
Alumínio	$2,82 \times 10^{-8}$
Manganina (84% Cu, 12% Mn, 4% Ni)	$4,4 \times 10^{-7}$
Constantan (60% Cu, 40% Ni)	$4,9 \times 10^{-7}$
Madeira	$10^8 - 10^{14}$
Vidro	$10^{10} - 10^{14}$

# Potencial elétrico

Autor Miguel Ferreira

Editor Joaquim Agostinho Moreira

Ferreira, M. (2015), Revista de Ciência Elementar, 3(01):0141

Consideremos, por simplicidade, uma carga pontual  $Q$  localizada na origem de um referencial. O Campo Elétrico criado por esta carga num ponto  $\vec{r}$  do espaço vazio é:

$$\vec{E}(r) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{r^2} \hat{r} \quad \text{sendo } \hat{r} = \frac{\vec{r}}{r}.$$

Suponhamos que num ponto A, localizado na posição  $\vec{r}_A$ , se coloca uma outra carga pontual  $q$ . Esta carga fica sujeita a uma força de interação elétrica, que é descrita pela Lei de Coulomb:

$$\vec{F}(r) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{qQ}{r^2} \hat{r}.$$

Note-se que esta força depende da posição da carga  $q$  e da distância entre as duas cargas. Agora, suponhamos que a carga  $q$  é transportada para um ponto B, cuja posição é  $\vec{r}_B$ , sob a ação de uma força externa, num processo quase

estático. Nestas condições, a força externa é simétrica à força elétrica que actua na carga  $q$ . Mostra-se que o trabalho realizado pela força externa no transporte da carga  $q$  entre as posições A e B não depende do trajeto seguido pela carga  $q$ , dependendo apenas das posições inicial e final. O valor do trabalho realizado pela força externa é:

$$W = \frac{Qq}{4\pi\epsilon_0} \left( \frac{1}{r_A} - \frac{1}{r_B} \right).$$

Define-se a diferença de potencial elétrico entre os pontos A e B como sendo o trabalho realizado pela força externa por unidade de carga transportada:

$$\Delta V = \frac{W}{q} = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left( \frac{1}{r_A} - \frac{1}{r_B} \right).$$

O potencial num ponto A do campo elétrico criado pela

carga pontual  $Q$ , localizada na origem do referencial, é igual ao trabalho realizado pela força externa no transporte da carga  $q$  desde o infinito até ao ponto A:

$$V(A) = \frac{W}{q} = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \frac{1}{r_A}.$$

Consideremos agora um sistema formado por  $N$  cargas pontuais, de valores  $Q_1, Q_2, \dots, Q_N$ , localizadas nos pontos  $\vec{r}_1, \vec{r}_2, \dots, \vec{r}_N$ , respetivamente. Uma vez que a força elétrica satisfaz o Princípio da Sobreposição Linear, o potencial eléctrico num dado ponto do espaço é igual à soma dos potenciais criados pelas diferentes cargas presentes:

$$V(r) = \frac{Q_1}{4\pi\epsilon_0} \frac{1}{|\vec{r} - \vec{r}_1|} + \frac{Q_2}{4\pi\epsilon_0} \frac{1}{|\vec{r} - \vec{r}_2|} + \dots + \frac{Q_N}{4\pi\epsilon_0} \frac{1}{|\vec{r} - \vec{r}_N|}.$$

A unidade SI de potencial elétrico é o volt (V). A diferença de potencial de 1V entre dois pontos de um campo elétrico corresponde ao trabalho de 1J no transporte de +1C de carga entre esses dois pontos.

### Superfícies Equipotenciais

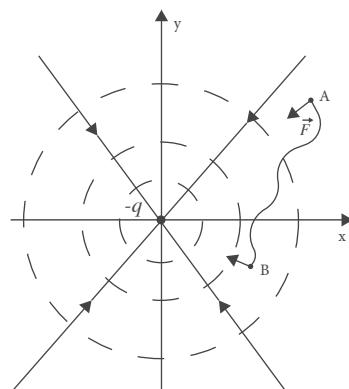
As superfícies equipotenciais são o lugar geométrico dos pontos onde o potencial elétrico é constante. No caso de uma carga pontual, o potencial é o mesmo em todos os pontos equidistantes da carga e, por isso, as superfícies equipotenciais são superfícies esféricas concéntricas com a carga. Se a carga criadora do potencial for positiva (negativa), o potencial num dado ponto do espaço decresce (aumenta) à medida que a distância entre o ponto considerado e a carga aumenta. As figuras seguintes ilustram o que se afirmou. Note-se que as linhas de campo elétrico (sendo radiais) são normais às superfícies equipotenciais nos pontos de interseção, e o campo tem o sentido dos potenciais decrescentes. Esta propriedade geométrica entre linhas de campo e superfícies equipotenciais é geral. No caso em que o campo elétrico é uniforme, as superfícies equipotenciais são planos perpendiculares à direção do campo eléctrico.

Uma forma simples de mostrar que as linhas de campo são perpendiculares às superfícies equipotenciais nos pontos de interseção, é considerar o trabalho realizado pela força

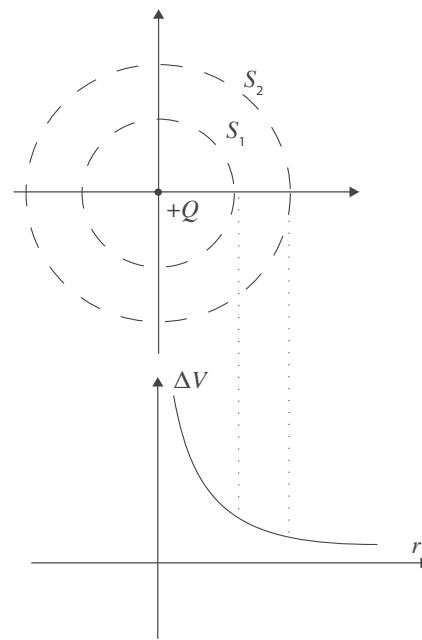
elétrica no transporte de uma carga  $q$ , seguindo um percurso totalmente contido numa superfície equipotencial, de um campo elétrico uniforme. Nesta condição, mover a carga  $q$  ao longo da superfície equipotencial implica que o campo eléctrico realize trabalho nulo. Assim, recordando que o trabalho de uma força constante é:

$$W = \vec{F} \cdot \vec{d} = |\vec{F}| |\vec{d}| \cos\theta,$$

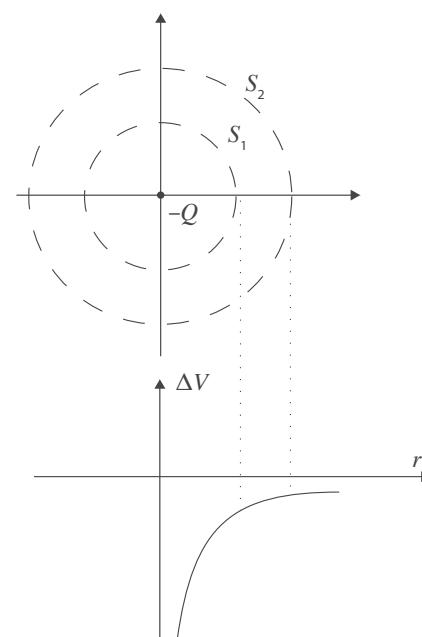
para que o trabalho realizado seja nulo, o ângulo entre a força eléctrica e o deslocamento da carga  $q$  tem que ser  $90^\circ$ . Então, como a força eléctrica tem a direção que o campo eléctrico, conclui-se que a direção do campo elétrico faz um ângulo de  $90^\circ$  com a superfície equipotencial. Uma vez que o campo elétrico é sempre tangente às linhas de campo, as superfícies equipotenciais são representadas perpendicularmente às linhas de campo.



**Figura 1** Superfícies equipotenciais criadas por uma carga negativa  $-q$ . Representa-se também um caminho possível para um carga positiva entre dois pontos, A e B. Notar que independentemente das particularidades do caminho, a diferença de potencial depende apenas da distância à carga.



**Figura 2** Representação das superfícies equipotenciais criadas pela presença de uma carga positiva.



**Figura 3** Representação das superfícies equipotenciais criadas pela presença de uma carga negativa.

# Estatística

Autor Maria E. Graça Martins

Editor José Francisco Rodrigues

Graça Martins, E. (2015), Revista de Ciência Elementar, 3(02):0142

**Estatística**, é a ciência que trata da recolha, organização e interpretação de dados, com vista à tomada de decisões, numa situação de incerteza.

**Estatísticas**, de um modo geral no plural, refere-se a uma enumeração.

**Estatística**, é uma função da amostra.

O termo Estatística pode ser interpretado de formas distintas. Veja-se PESTANA e VELOSA (2010), página 28 “*Estatística, em sentido restrito, é uma enumeração, como quando se fala nas estatísticas da energia, da educação, etc.*

*Num sentido técnico, uma estatística é simplesmente uma função da amostra, que se utiliza para estimar um parâmetro.*

*É nesse sentido que se utiliza a estatística média para estimar o parâmetro valor médio. Uma estatística depende apenas das observações, não depende de parâmetros desconhecidos.*

*Num sentido mais lato, Estatística é a ciéncia que se ocupa da recolha de informação ou da produção da informação relevante, a fim de a descrever, modelar e a partir dela inferir e predizer. Com mais generalidade ainda, podemos afirmar que a Estatística é a ciéncia que nos guia na tomada de decisões em situação de incerteza”.*

No que se segue vamo-nos debruçar sobre o termo estatística como função dos valores da amostra.

Quando se pretende estimar (obter um valor aproximado de) uma característica numérica da população a que se dá o nome de parâmetro, considera-se uma estatística, que é uma função que só depende dos valores da amostra, a que se dá o nome de **estimador** do parâmetro em estudo. Ao valor desta função a que chamámos estimador, calculada para uma determinada amostra observada, chamamos **estimativa**. Também se utiliza o termo estatística como significado de estimativa.

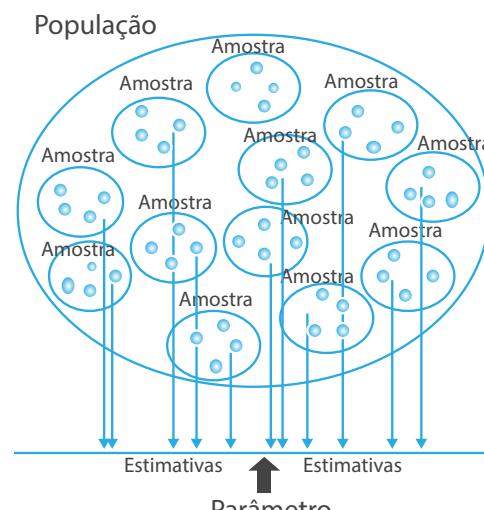
Surge assim o conceito de estatística, que é uma característica numérica da amostra, por oposição a parâmetro, que é característica numérica da população. Estas quantidades são conceptualmente distintas, pois enquanto a característica populacional ou parâmetro, pode ser considerada um valor exato, embora (quase sempre) desconhecido, a característica amostral ou estatística, pode ser calculada, embora difira de amostra para amostra, mas que todavia pode ser considerada uma estimativa útil da característica populacional respetiva.

Por exemplo, se se pretender averiguar o salário médio dos portugueses, recolhe-se uma amostra de alguns salários e calcula-se a **média**. Este valor é uma estimativa do parâmetro salário médio ou valor médio da variável aleatória “Salário de um português escolhido ao acaso”

ou ainda valor médio da população constituída por todos os salários dos portugueses (identificámos variável aleatória com população). Se recolhermos outra amostra de salários, da mesma dimensão, e calcularmos a média, obtemos outra estimativa para o parâmetro em estudo. A média, como função de todas as amostras possíveis (da mesma dimensão) que se podem extraír da população dos indivíduos que auferem um salário, é uma variável aleatória. É a esta variável aleatória que chamamos estimador e ao valor observado, para uma amostra observada, chamamos estimativa.

A utilização do termo estatística tanto para a variável aleatória, como para o valor observado dessa variável aleatória (para uma determinada amostra), pode dar azo a confusões, pelo que de preferência deveriam ser utilizados, respetivamente, os termos estimador e estimativa.

Quando se pretende recolher uma amostra de uma população, podemos recorrer a vários processos de amostragem. Como o nosso objetivo é, a partir das propriedades estudadas na amostra, inferir propriedades para a população, gostaríamos de obter processos de amostragem que deem origem a “bons” estimadores e consequentemente “boas” estimativas. O estudo de um estimador – função de amostras de dimensão  $n$ , é feito a partir da sua **distribuição de amostragem**, ou seja, da distribuição dos valores obtidos pelo estimador, quando se consideram todas as amostras diferentes de dimensão  $n$ , utilizando um determinado esquema de amostragem. Tantas as amostras diferentes (2 amostras da mesma dimensão serão diferentes se diferirem pelo menos num dos elementos) que se puderem obter da população, tantas as estimativas eventualmente diferentes que se podem calcular para o parâmetro, mas apresentando, todavia, um determinado padrão.



Distribuição de amostragem de um estimador (ou estatística) é a distribuição dos valores que o estimador assume para todas as possíveis amostras, da mesma dimensão, que se podem selecionar da população.

Como se comportam todas estas estimativas, relativamente ao parâmetro, em estudo? A resposta é dada estudando a distribuição de amostragem do estimador. Uma vez escolhido um plano de amostragem aleatório, ao pretendermos estimar um parâmetro, pode ser possível utilizar vários estimadores diferentes. Por exemplo, quando pretendemos estudar a variabilidade presente numa população (identificada com a variável aleatória em estudo), que pode ser medida pela variância populacional  $\sigma^2$ , podemos a partir de uma amostra recolhida ( $x_1, x_2, \dots, x_n$ ), obter duas estimativas diferentes para essa variância, utilizando as expressões

$$s^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1} \quad \text{e} \quad s'^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n}.$$

Quais as razões que nos podem levar a preferir uma das estimativas relativamente à outra? Qual o estimador preferido? O que fornece a estimativa  $s^2$  ou a estimativa  $s'^2$ ? Um critério que costuma ser aplicado é o de escolher um “bom” estimador como sendo aquele que é centrado e que tenha uma boa precisão. Escolhido um plano de amostragem, define-se:

- **Estimador centrado** Um estimador diz-se centrado quando a média das estimativas obtidas para todas as amostras possíveis (da mesma dimensão) que se podem extrair da população, segundo o esquema de amostragem considerado, coincide com o parâmetro a estimar. Quando se tem um estimador centrado, também se diz que é não enviesado.

Uma das razões que nos levam a preferir o estimador  $S^2$  que fornece as estimativas  $s^2$  é o facto de ser centrado, quando se utiliza um esquema de amostragem com reposição. Como já se referiu que um estimador é uma variável aleatória, podemos dizer que um estimador centrado é aquele em que o seu valor médio coincide com o parâmetro a estimar. Pode-se mostrar que  $E(S^2) = \sigma^2$ . No caso da variável aleatória média representada por  $\bar{X}$ , também se pode mostrar que  $E(\bar{X}) = \mu$  (valor médio da população em estudo). Por outro lado, temos que ter outra preocupação com o estimador escolhido, que diz respeito a *precisão*. Quando utilizamos um estimador para estimar um parâmetro, e calculamos o seu valor para várias amostras, obtém-se outras tantas estimativas. Estas estimativas não são iguais devido à variabilidade presente na amostra. Se, no entanto, estas estimativas estiverem próximas, e o estimador for centrado, podemos ter confiança de que a estimativa obtida a partir da amostra recolhida (na prática recolhe-se uma única amostra) está próxima do valor do parâmetro (desconhecido) a estimar.

**Estimador consistente** é aquele em que a variabilidade da sua distribuição de amostragem diminui, à medida que aumenta a dimensão da amostra.

No caso da média pode-se mostrar que  $Var(\bar{X})$  diminui à medida que a dimensão da amostra aumenta. Assim, a média é um estimador centrado e consistente do parâmetro valor médio. Outro exemplo é a proporção amostral.

## Referências

1. Graça Martins, M. E. (2008) Curso Introdutório Inferência Estatística, em (<http://www.alea.pt/html/statofic/html/dossier/html/dossier.html>).
2. Pestana, D., Velosa, S. (2010) – Introdução à Probabilidade e à Estatística, Volume I, 4ª edição, Fundação Calouste Gulbenkian. ISBN: 978-972-31-1150-7.

## Experiência aleatória

Autor Maria E. Graça Martins

Editor José Francisco Rodrigues

Graça Martins, E. (2015), Revista de Ciência Elementar, 3(02):0143

**Experiência aleatória** é a realização de um fenômeno aleatório, ou seja, é o processo de observar um resultado de um fenômeno aleatório.

Numa experiência aleatória obtém-se um resultado, de entre um conjunto de resultados, que admitimos como conceptualmente possíveis, conhecidos de antemão, a que se dá o nome de espaço de resultados ou espaço-amostra, mas não se tem conhecimento exato de qual o resultado que sai em cada realização da experiência. Admite-se que a experiência se pode repetir e que as repetições são realizadas nas mesmas circunstâncias e não se influenciam umas às outras.

Esta definição de experiência aleatória, segundo a qual a experiência se pode repetir o número de vezes que se quiser, independentemente umas das outras e sempre nas mesmas circunstâncias, apresentando uma regularidade estatística, prepara-nos para a definição de probabilidade, segundo o conceito *frequencista*.

A repetição de experiências aleatórias associadas a determinado fenômeno aleatório é o processo utilizado para a aquisição de dados, que, uma vez analisados, nos permitem inferir propriedades do fenômeno aleatório em estudo.

Por exemplo, suponha que o senhor X, presumível

candidato a presidente da câmara do município Terra Boa está interessado em averiguar se tem muitos apoiantes, para tomar a decisão de se candidatar ou não. Assim, encomenda, a uma empresa especializada, uma sondagem. A empresa seleciona uma amostra representativa de eleitores do município e pergunta a cada um se pensa ou não votar no senhor X. O ato de questionar o eleitor não é mais do que a realização de uma experiência aleatória. Efetivamente, à partida, já se sabe que cada eleitor poderá dar uma das

seguintes respostas: Sim, Não, Não sabe/Não responde, mas antes de se fazer a pergunta (realizar a experiência aleatória) não se sabe qual é a que ele vai dar. Na posse das respostas a empresa elabora um relatório com os resultados da análise dos dados recolhidos. Nessa análise inclui uma estimativa da proporção de eleitores que pensam votar no senhor X, se ele vier a ser candidato.

Pode-se identificar experiência aleatória com o **fenómeno aleatório** associado.

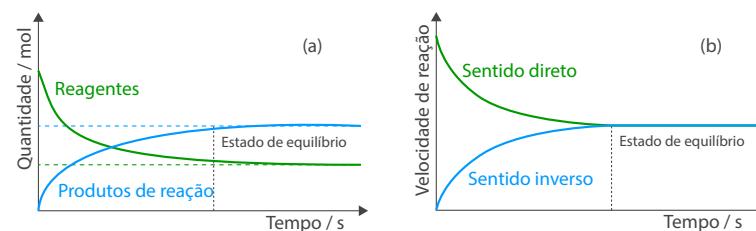
## Equilíbrio químico

Autor Ricardo Ferreira Fernandes

Editor Jorge Gonçalves

Ferreira Fernandes, R. (2015), Revista de Ciência Elementar, 3(02):0144

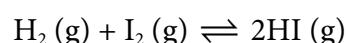
Uma reação química reversível atinge o **estado de equilíbrio** após um determinado intervalo de tempo reacional, a partir do qual as concentrações ou as pressões parciais dos reagentes e dos produtos de reação se mantêm constantes ao longo do tempo e as velocidades de reação no sentido direto e inverso são iguais (Figura 1).



**Figura 1** Estado de equilíbrio atingido por uma reacção química reversível: (a) variação da quantidade de reagentes e produtos de reacção ao longo do tempo; (b) variação da velocidade de reacção ao longo do tempo.

Numa reação química reversível, o estado de equilíbrio é atingido quer a partir dos reagentes quer a partir dos produtos de reação. À medida que se formam as primeiras partículas de produto de reação, estas combinam-se entre si voltando a originar os reagentes iniciais. Por outro lado, partindo dos produtos de reação ocorre o processo inverso, após um determinado intervalo de tempo, as velocidades de reação nos sentidos direto e inverso são iguais, **atingindo-se um estado de equilíbrio químico**. Assim, a composição do sistema mantém-se inalterada e as propriedades macroscópicas do sistema (cor, pressão, concentrações, temperatura e volume) não variam ao longo do tempo. Macroscopicamente, o equilíbrio químico é estático, porém, a nível microscópico a reação prossegue em ambos os sentidos, estando-se assim na presença de um **equilíbrio dinâmico**.

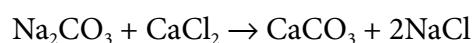
Na representação simbólica dos sistemas em equilíbrio químico, utiliza-se o símbolo  $\rightleftharpoons$  que indica que o sistema se encontra em equilíbrio. Por exemplo, a seguinte equação:



traduz o equilíbrio, em fase gasosa, estabelecido entre o hidrogénio molecular ( $\text{H}_2$ ) e o iodo molecular ( $\text{I}_2$ ) com o iodeto de hidrogénio ( $\text{HI}$ ).

O equilíbrio químico é classificado como **homogéneo** ou **heterogéneo** de acordo com número de fases envolvidas. Para sistemas cujos constituintes se encontram todos numa única fase o equilíbrio é designado por **equilíbrio homogéneo**. Nos sistemas em que os constituintes se encontram distribuídos em várias fases o equilíbrio é classificado como **equilíbrio heterogéneo**.

O equilíbrio químico começou a ser estudado em 1798, pelo químico francês Claude Louis Berthollet enquanto acompanhava Napoleão Bonaparte numa expedição ao Egito. Quando estudava alguns lagos de água salgada egípcios, Berthollet observou nas margens a presença de depósitos de carbonato de sódio ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ). O químico francês que já estava familiarizado com o composto ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) através de uma reação sua conhecida, traduzida pela seguinte equação química:

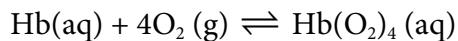


propôs que o carbonato de sódio ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) se teria sido formado através da inversão da reação anterior, provocada pela elevada concentração de  $\text{NaCl}$  e de  $\text{CaCO}_3$  resultante da lenta evaporação da água do lago. Berthollet viria a publicar, em 1803, estas observações no livro *Essai de Statique Chimique*, porpondo que se os produtos de reação se encontrassem presentes em concentrações elevadas as reações poderiam ocorrer em sentido inverso.

Posteriormente, baseados no trabalho de Berthollet os químicos noruegueses Cato Guldberg e Peter Waage publicaram, em 1864, a **lei de ação de massas** que é algebricamente traduzida por uma equação denominada **constante de equilíbrio** que caracteriza quantitativamente o equilíbrio químico.

No decurso dos estudos dos sistemas em equilíbrio, o físico e químico francês Henry Le Châtelier e o físico alemão Karl Ferdinand Braun, descobriram de modo independente, o que atualmente é conhecido como **princípio de Le Châtelier**. Estes cientistas demonstraram que quando se provoca uma perturbação num sistema em equilíbrio (alteração da temperatura, da concentração ou da pressão, entre outros) o equilíbrio desloca-se no sentido de contrariar essa alteração, até atingir um novo estado de equilíbrio.

No quotidiano, o equilíbrio químico está presente em várias situações, desde processos bioquímicos a processos industriais. A nível bioquímico um exemplo bastante conhecido que ocorre no organismo humano, aquando das trocas gasosas nos alvéolos pulmonares, corresponde ao equilíbrio estabelecido entre a hemoglobina (Hb) (proteína responsável pelo transporte do oxigénio até às células) o oxigénio molecular ( $O_2$ ) e a oxi-hemoglobina ( $Hb(O_2)_4$ ). A equação seguinte traduz o equilíbrio estabelecido:



À altitude do nível da água do mar, a pressão parcial de oxigénio na atmosfera é suficiente para manter o equilíbrio anterior sem que se tenha qualquer sintoma de hipoxia (baixo teor de oxigénio no sangue). Porém, a altitudes elevadas o oxigénio encontra-se a uma menor pressão parcial na atmosfera, o que de acordo com o princípio de Le Chateliér leva a que o equilíbrio se desloque para a

esquerda. Como resultado desta resposta, a concentração de oxi-hemoglobina ( $Hb(O_2)_4$ ) diminui, consequentemente a quantidade de oxigénio transportado para as células é menor, provocando hipoxia que apresenta como sintomas: náuseas, vómitos, dores de cabeça ou fadiga. Um dos mecanismos de resposta do organismo é produzir hemoglobina de modo deslocar o equilíbrio no sentido de produzir oxi-hemoglobina. É por este motivo que os alpinistas quando escalam montanhas de elevadas altitudes necessitam de um intervalo de tempo de adaptação para que o organismo produza mais hemoglobina.

O equilíbrio químico é também importante a nível industrial, dado que quando se projeta um determinado processo como, por exemplo, a síntese a grande escala de um medicamento, tem de se conseguir uma reação tão completa quanto possível de modo a maximizar a produção do composto pretendido. Um dos casos mais conhecidos a nível industrial é o processo da síntese do amoníaco ( $NH_3$ ), vulgarmente designado como o **processo Haber-Bosh**.

## Referências

1. <http://www.chem1.com/acad/webtext/chemeq/Eq-01.html>, consultado em 08/05/2012.
2. [http://www.chemwiki.ucdavis.edu/Physical\\_Chemistry/Chemical\\_Equilibrium/Characteristics\\_Of\\_The\\_Equilibrium\\_State](http://www.chemwiki.ucdavis.edu/Physical_Chemistry/Chemical_Equilibrium/Characteristics_Of_The_Equilibrium_State), consultado em 08/05/2012.
3. [http://nobelprize.org/nobel\\_prizes/chemistry/laureates/1918/](http://nobelprize.org/nobel_prizes/chemistry/laureates/1918/), consultado em 08/05/2012.

## Energia de ativação

Autor Luis Spencer Lima

Editor Jorge Gonçalves

Spencer Lima, L. (2015), Revista de Ciência Elementar, 3(02):0145

Designa-se por energia de ativação (símbolo  $E_a$ ) a energia mínima necessária para que as espécies reagentes iniciem uma reacção química. Alternativamente, e de acordo com a teoria do estado de transição, a energia de ativação corresponde à diferença de energia entre os reagentes e o complexo ativado, que é uma estrutura intermediária na conversão de reagentes e produtos e que corresponde ao ponto de energia potencial máxima ao longo da coordenada reacional.

O conceito de energia de ativação foi introduzido em 1889 pelo físico e químico sueco Svante Arrhenius no âmbito dos seus estudos em cinética química. É um parâmetro com uma forte influência na velocidade das reacções, pois quanto maior for a energia de ativação, mais lenta é a reacção (para uma dada temperatura). A equação que traduz a variação da velocidade específica ( $k$ ) com a temperatura absoluta ( $T$ ) e a energia de ativação é a denominada **equação de Arrhenius**.

$$k = A \cdot e^{-\frac{E_a}{RT}}. \quad (1)$$

Nesta equação,  $R$  representa a constante dos gases e  $A$  designa-se por factor pré-exponencial ou factor de frequência, estando relacionado com a frequência de colisões entre moléculas de reagentes e com a sua orientação. Tem as mesmas unidades que  $k$ . Apesar do seu nome, esta equação foi proposta pela primeira vez em 1884 pelo químico holandês Jacobus van't Hoff. No entanto, foi Arrhenius quem apresentou uma explicação física e a interpretou. Arrhenius alegou que, para os reagentes se transformarem em produtos, era necessário que os primeiros adquirissem uma quantidade de energia mínima, a energia de ativação ( $E_a$ ). Para uma dada temperatura, a fração de moléculas que têm uma energia cinética superior a  $E_a$  pode ser calculada através da distribuição de Maxwell-Boltzmann ou através da mecânica estatística. Esta fração é proporcional a  $\exp[-E_a/(RT)]$ .

Esta equação é muito importante no campo da cinética, pois permite a determinação da energia de activação de uma reacção após a determinação da velocidade específica

a várias temperaturas. A logaritmização da equação (1) resulta na seguinte equação

$$\ln k = -\frac{E_a}{R} \cdot \frac{1}{T} + \ln A . \quad (2)$$

Assim, verificando-se a equação de Arrhenius, a representação gráfica de  $\ln(k)$  em função de  $1/T$  é numa linha reta com declive igual a  $-E_a/R$  e ordenada na origem igual a  $\ln(A)$ .

Uma das formas mais importantes de acelerar uma reação química é através da adição de um catalisador. Ao contrário do que é muitas vezes afirmado, o catalisador **não** diminui a energia de activação da reação não catalisada. O que acontece é que o catalisador fornece um caminho alternativo para os reagentes se converterem em produtos, através de uma sequência de passos que envolvem uma energia de activação consideravelmente menor, o que faz com que a reação ocorra mais rapidamente (ver figura 1).

A nível biológico, as reacções associadas ao metabolismo são aceleradas por acção de catalisadores especiais denominados **enzimas**, cujos mecanismos de reacção envolvem uma energia de activação muito inferior à da reacção não catalisada.

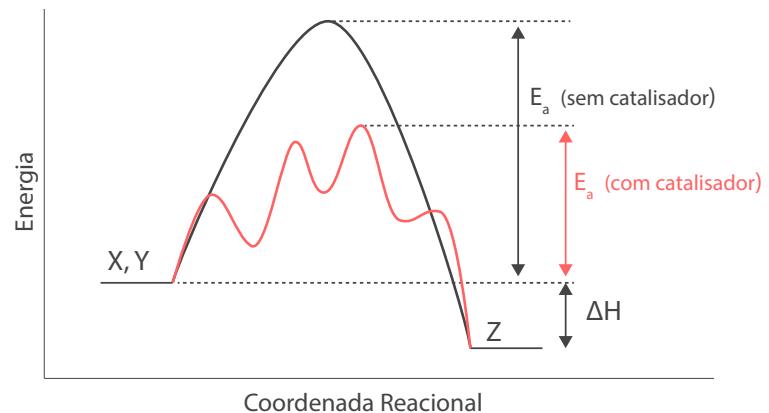


Figura 1 Comparação dos valores de energia de activação de uma reacção química hipotética  $X + Y \rightarrow Z$  com e sem catalisador.

## Catalisador

Autor Ricardo Ferreira Fernandes

Editor Jorge Gonçalves

Ferreira Fernandes, R. (2015), Revista de Ciência Elementar, 3(02):0146

O **catalisador** é uma substância que **aumenta a velocidade de uma reacção**, mas não é consumido ao longo desta.

Um catalisador aumenta a velocidade de uma reacção química, uma vez que baixa a energia de activação ( $E_a$ ) da reacção através da alteração do mecanismo reacional, fornecendo assim um caminho alternativo que evita o passo lento que determina a velocidade da reacção não catalisada (figura 1). Note-se que um catalisador apesar de modificar o mecanismo de uma reacção, não afeta a variação da energia de Gibbs ( $\Delta G$ ) da reacção global, dado que a energia de Gibbs é uma função de estado. Logo, uma reacção termodinamicamente desfavorável não passará a ser favorável pela introdução de um catalisador. Uma outra característica importante de um catalisador é a sua seletividade, ou seja, a capacidade que o catalisador tem de formar uma quantidade elevada do produto de reacção pretendido, limitando ao mínimo os outros produtos da reacção. Apesar de um catalisador não ser consumido no decorrer da reacção, acaba por ir perdendo a sua actividade, uma vez que, durante os ciclos catalíticos, vai sendo progressivamente destruído em reacções secundárias.

De acordo com a fase em que o catalisador se encontra, classifica-se como **heterogéneo**, quando se encontra numa fase diferente da dos reagentes, ou **homogéneo**, quando está na mesma fase que os reagentes. Os catalisadores heterogéneos são em geral sólidos, resistentes a temperaturas elevadas e têm a vantagem de serem facilmente separáveis

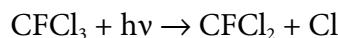
dos produtos de reacção. Os catalisadores homogéneos têm como vantagem uma elevada seletividade, porém, como estão na mesma fase que os produtos de reacção, torna-se difícil separá-los, conduzindo à sua perda.

A natureza química dos catalisadores e a sua aplicação catalítica é muito diversa. No entanto, é possível fazer algumas generalizações. Os iões  $H^+$  são usados como catalisadores, sobretudo, para reacções que envolvam grupos OH (água, álcoois, etc.), incluindo a hidrólise e esterificação. Os metais de transição (vanádio, crómio, ferro, níquel, ruténio) são frequentemente usados para catalisar reacções de oxidação-redução. Nos processos catalíticos que envolvam hidrogénio, a platina é o metal que, geralmente, está sempre presente, como por exemplo, na hidrogenação de alcenos. A nível biológico, as reacções bioquímicas são catalisadas por proteínas globulares, denominadas enzimas. Devido à sua estrutura tridimensional, as enzimas apresentam locais específicos, designados por centros ativos, onde a molécula reativa, substrato, se encaixa. Esta é uma situação análoga à de uma chave (o reagente) que apenas funciona com uma determinada fechadura (enzima). Deste modo, apenas moléculas específicas, ou partes específicas de moléculas com uma forma particular, se encaixam no centro ativo da enzima e ficam temporariamente ligados. Estas propriedades levam a que se usem enzimas como catalisadores na síntese de compostos orgânicos, processo denominado biocatálise.

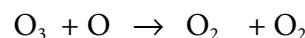
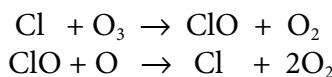
Um catalisador é uma substância introduzida num sistema reacional com o objetivo de aumentar a velocidade da reação. No entanto, existem substâncias que **diminuem a velocidade de uma reação química**, sendo designadas por **inibidores**. Em contraste com os catalisadores, os inibidores são consumidos no decorrer da reação.

Existem casos em que as reações químicas são **autocatalisadas**, uma vez que **um dos produtos formados atua como catalisador**. Assim, no decurso destas reações a quantidade de catalisador vai aumentando o que promove o aumento (de forma não linear) da velocidade de reação. No entanto, na fase final da reação a velocidade vai diminuindo à medida que os reagentes se vão esgotando.

No quotidiano os catalisadores estão presentes em variadíssimas situações, desde os processos industriais e processos bioquímicos que ocorrem nos organismos até às reacções que ocorrem na atmosfera, como por exemplo, a destruição do ozono ( $O_3$ ) na estratosfera. Neste último processo, o ozono ( $O_3$ ) é destruído pelos átomos de cloro (Cl) provenientes dos clorofluorcarbonetos (CFCs) existentes na estratosfera. A formação de átomos de cloro (Cl) a partir da quebra da ligação C-Cl por ação da luz ultravioleta na molécula de triclorofluorometano ( $CFCl_3$ ):



O átomo de cloro (Cl) assim libertado atua como iniciador de uma reação química (via radicais livres) com as moléculas de  $O_3$  existentes na estratosfera, estabelecendo-se o seguinte ciclo catalítico (reação em cadeia):



Deste modo, os átomos de cloro (Cl) atuam como iniciadores e catalisadores, estando disponíveis no final de cada ciclo para novas reações. Assim, um único átomo de Cl pode destruir milhares de moléculas de  $O_3$ , conduzindo à diminuição da quantidade de ozono presente na estratosfera.

Na atualidade, os catalisadores têm uma grande importância económica nos processos industriais, estimando-se que 90% de todos os produtos químicos produzidos envolvam a utilização de um catalisador em algum dos seus estágios de produção. O desenvolvimento de novos catalisadores, tem permitido que as reações sejam não só mais rápidas, mas também mais limpas e menos consumidoras de energia, o que torna os processos cada vez mais ecológicos e económicos.

#### Referências

1. <http://goldbook.iupac.org/C00876.html>, consultado em 10/01/2010
2. <http://goldbook.iupac.org/I03035.html>, consultado em 10/01/2010.
3. <http://antoine.frostburg.edu/chem/senese/101/glossary/c.shtml>, consultado em 10/01/2010.
4. <http://scienceworld.wolfram.com/chemistry/Catalyst.html>, consultado em 10/01/2010.
5. <http://en.wikipedia.org/wiki/Enzyme>, consultado em 10/01/2010.



## A Casa das Ciências precisa da sua ajuda



A Casa das Ciências leva a cabo uma campanha de crowdfunding que pretende angariar recursos para continuar a apoiar professores, alunos e comunidade em geral.

Para continuar a prestar um excelente serviço, a Casa das Ciências precisa, nesta fase, da sua ajuda, por isso visite a página online e contribua.

Obrigado.

[Contribuir](#)

TENHO UMA PERGUNTA...  
E TALVEZ TENHA A RESPOSTA!

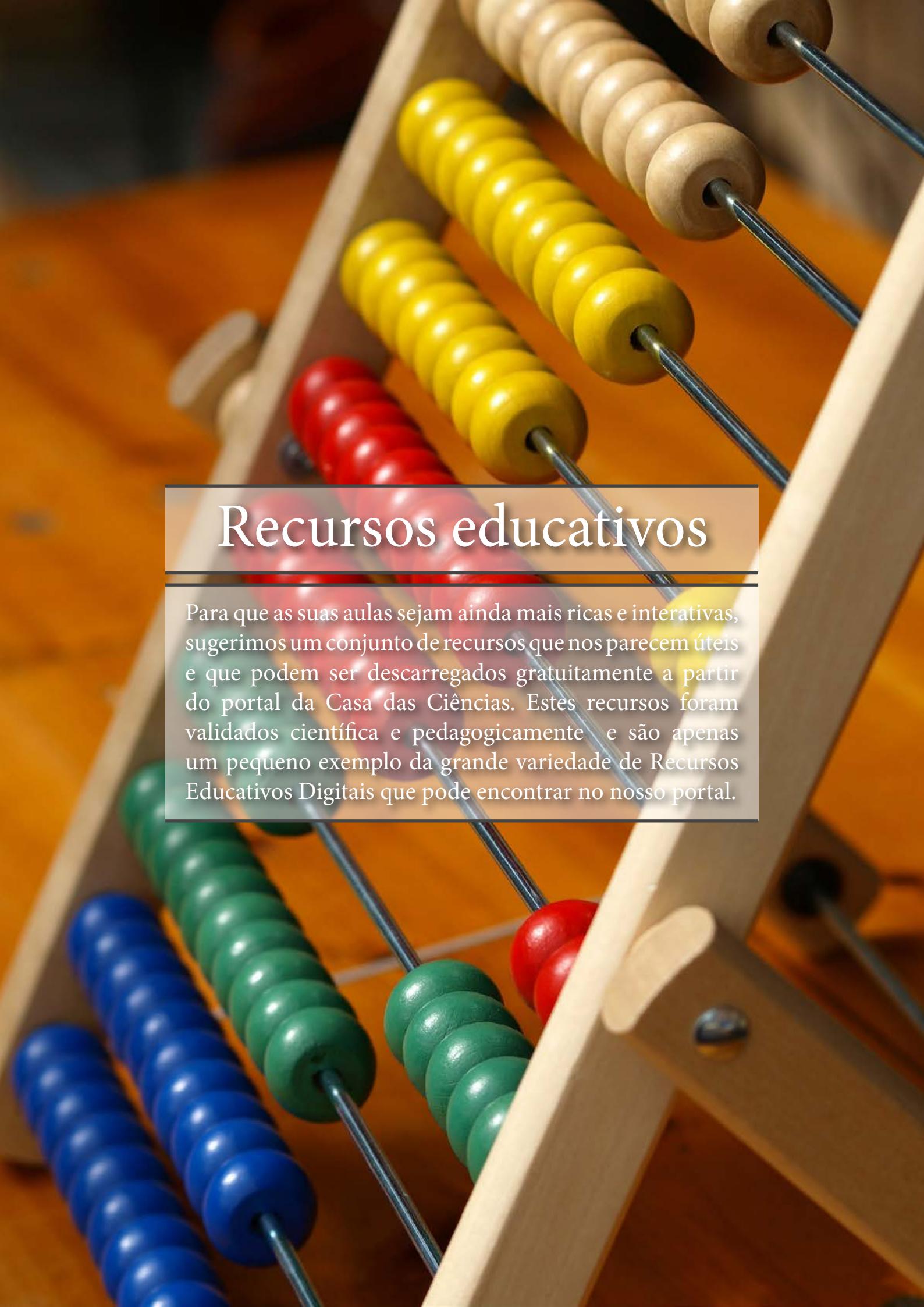
---

# UM LIVRO SOBRE EVOLUÇÃO



Faça o *download* gratuito do livro.

Clique sobre esta página ou vá a [casadasciencias.org](http://casadasciencias.org) para descarregar gratuitamente.



# 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

1.º  
ciclo

1.º  
ciclo

2.º  
ciclo

3.º  
ciclo

## Sons dos animais

**Descrição:** Aplicação interativa que se destina a crianças em idade pré-escolar, e que ajuda a conhecer e a identificar os sons de diversos animais.

**Tema:** Os animais

**Autor:** Casa das Ciências



## Rios de Portugal

**Descrição:** Aplicação que permite identificar no mapa a localização dos principais rios de Portugal. São também apresentadas imagens e espécies piscícolas características.

**Tema:** Aspetos físicos de Portugal

**Autor:** Casa das Ciências



## Notas e moedas

**Descrição:** Aplicação que simula uma ida às compras, tendo o aluno que apresentar o dinheiro necessário para pagar os produtos e calcular o troco que vai receber.

**Tema:** Conhecer as Notas e Moedas em Uso

**Autor:** Casa das Ciências

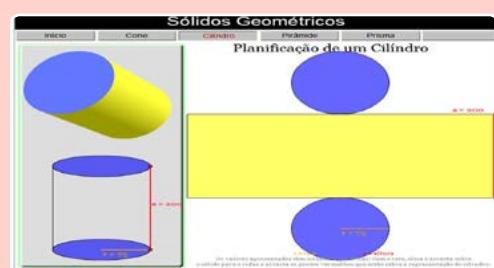


## Sólidos geométricos

**Descrição:** Aplicação em 3D que permite manipular sólidos geométricos, alterar as suas dimensões e proceder à respetiva planificação.

**Tema:** Sólidos geométricos

**Autor:** Casa das Ciências



## Anatomia do olho humano

**Descrição:** Aplicação que tem como objetivo explicar, através de infografia interativa, as funções dos vários componentes que integram o órgão responsável pela visão.

**Tema:** O corpo humano

**Autor:** Joana Bruno

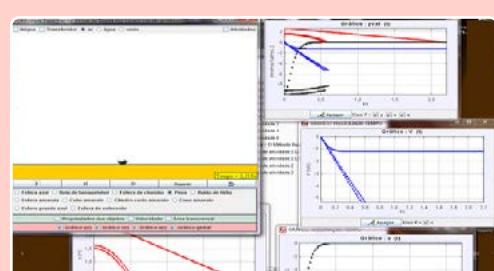


## AEV Queda dos corpos

**Descrição:** Atividade Experimental Virtual que simula a queda dos corpos no ar, na água e no vácuo, com possibilidade de alteração da altura de queda, do objeto e do meio exterior.

**Tema:** Queda dos graves

**Autor:** Marcelo Rodrigues



10.º  
ano

## AL 2.1 - Soluções e colóides

**Descrição:** Recurso que permite a visualização global da AL 2.1 do 10º ano de Física e Química A, e que apresenta objetivos, fundamentos químicos envolvidos, reagentes...

**Tema:** Atmosfera

**Autor:** J. Pinto, T. Pires e M. Ribeiro



## Elevada sismicidade nos Açores

**Descrição:** Apresentação *powerpoint* sobre as causas da elevada sismicidade do arquipélago dos Açores, com um enquadramento geoestrutural do arquipélago.

**Tema:** Sismicidade

**Autor:** Filomena Rebelo

10.º  
ano

## Interpretação geológica de paisagens

**Descrição:** Apresentação em *powerpoint* que contém diversas paisagens de relevante interpretação geológica, acompanhadas de questões de exploração.

**Tema:** Modelação da Paisagem

**Autor:** Manuela Lopes

11.º  
ano

## AL 2.6 Dureza da água

**Descrição:** Recurso que permite a visualização global da AL 2.6 do 11º ano de Física e Química A, e que apresenta objetivos, fundamentos químicos envolvidos, reagentes...

**Tema:** Controlo da produção industrial

**Autor:** J. Pinto, T. Pires e M. Ribeiro

11.º  
ano

## Complexos

**Descrição:** Atividade interativa em *geogebra*, útil para observar as representações do conjugado, do simétrico dos complexos no plano de Argand.

**Tema:** Números complexos

**Autor:** Letícia Gonçalves

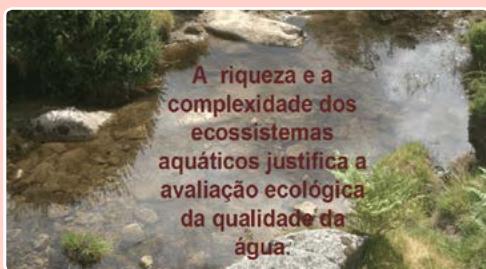
12.º  
ano

## Qualidade ecológica de águas doces

**Descrição:** Material do professor, no âmbito da planificação e produção de materiais para uma actividade de simulação da qualidade ecológica de amostras de águas doces superficiais.

**Tema:** Água

**Autor:** Manuela Lopes

12.º  
ano



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

Astronomia   Biologia   Física   Geologia   Introdução às Ciências   Matemática   Química

Visite-nos em:  
[imagem.casadasciencias.org](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 apostava 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 nas apresentações



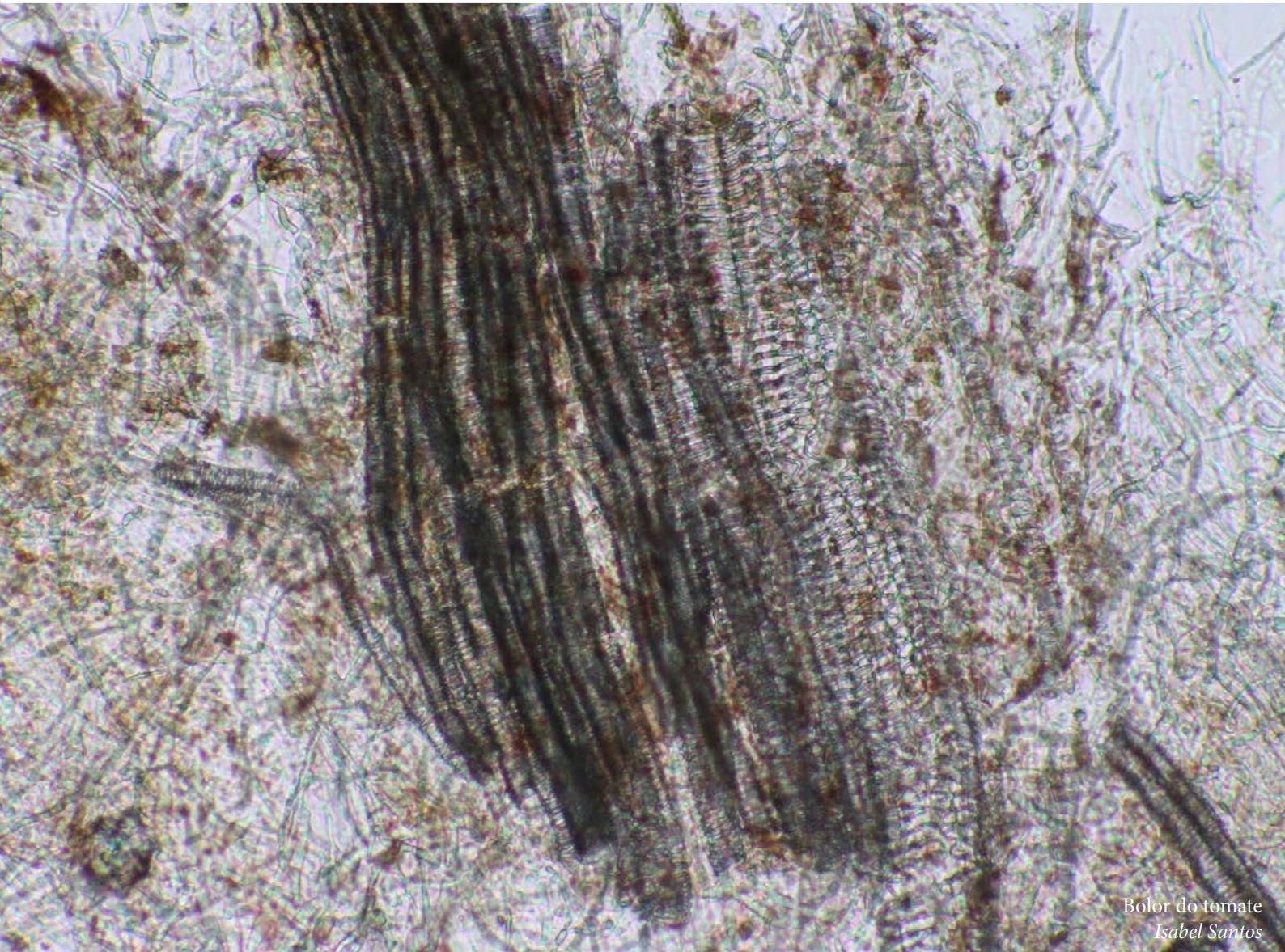
Produza apresentações ou páginas *web* com imagens de grande valor científico e didático, com a garantia de qualidade da Casa das Ciências e licença *Creative Commons*.

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





Baga de Kiwi  
Rubim Silva



Bolor do tomate  
Isabel Santos



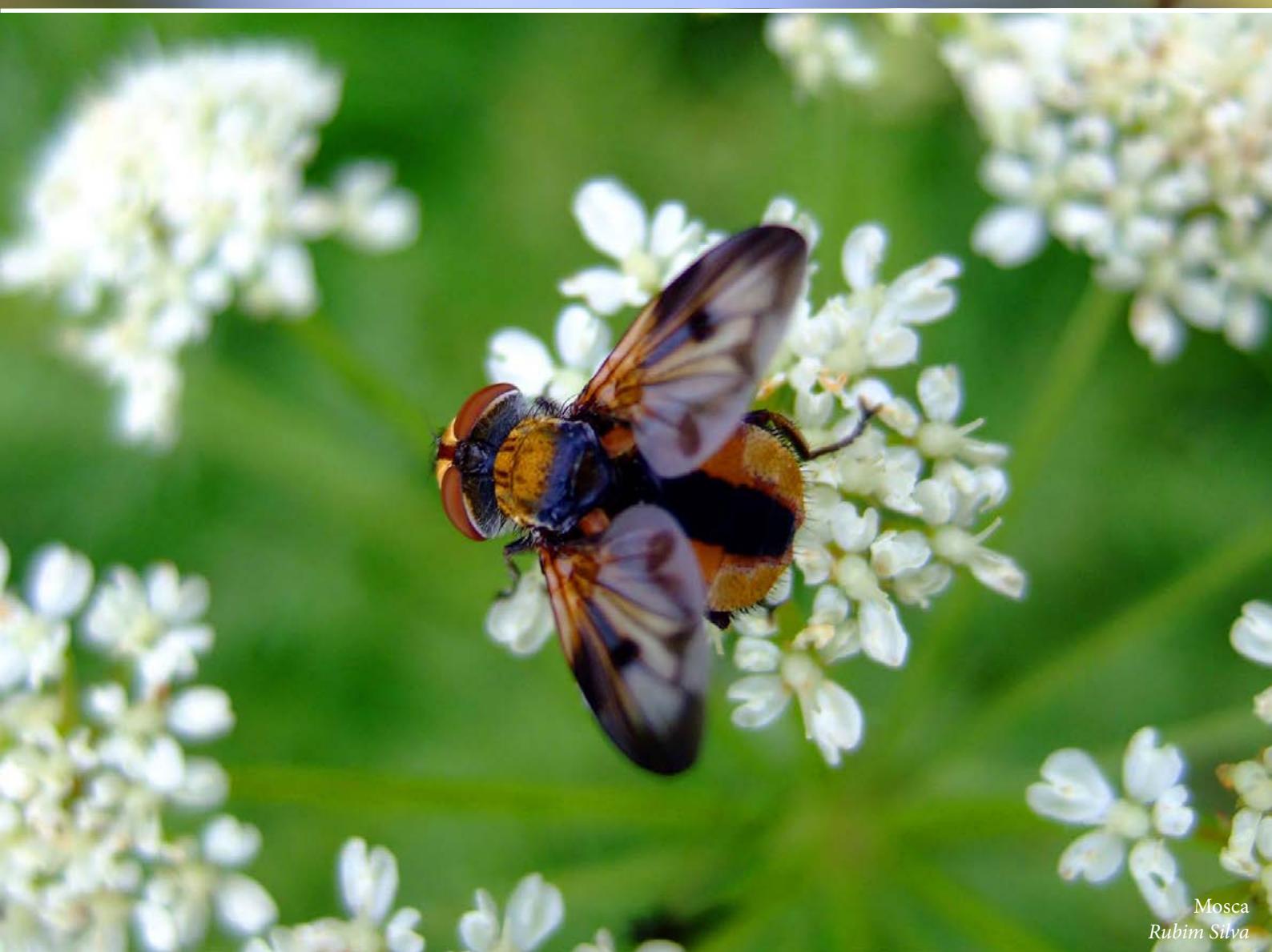
Gilbardeira ou Erva-dos-vasculos  
Rubim Silva



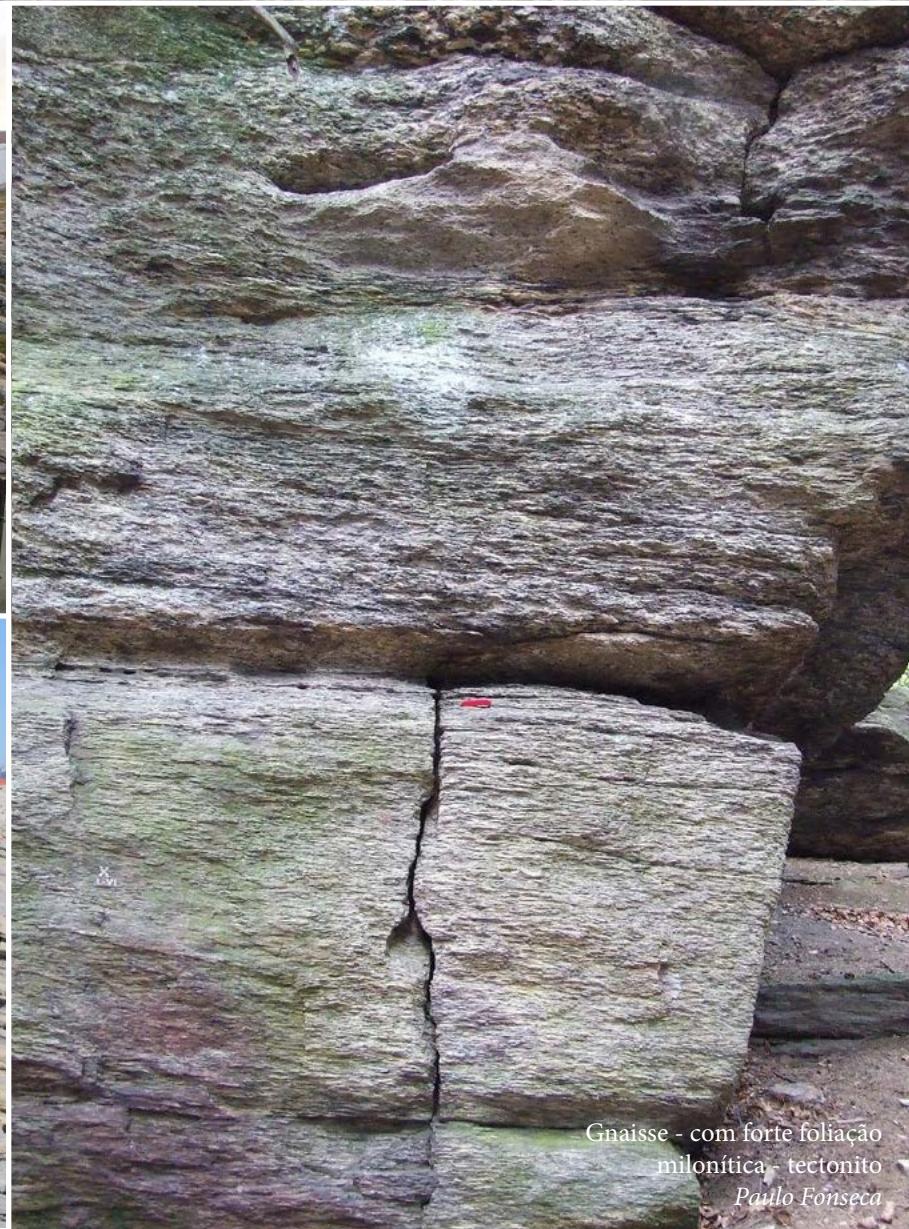
Corema album (L.) D. Don  
Rubim Silva

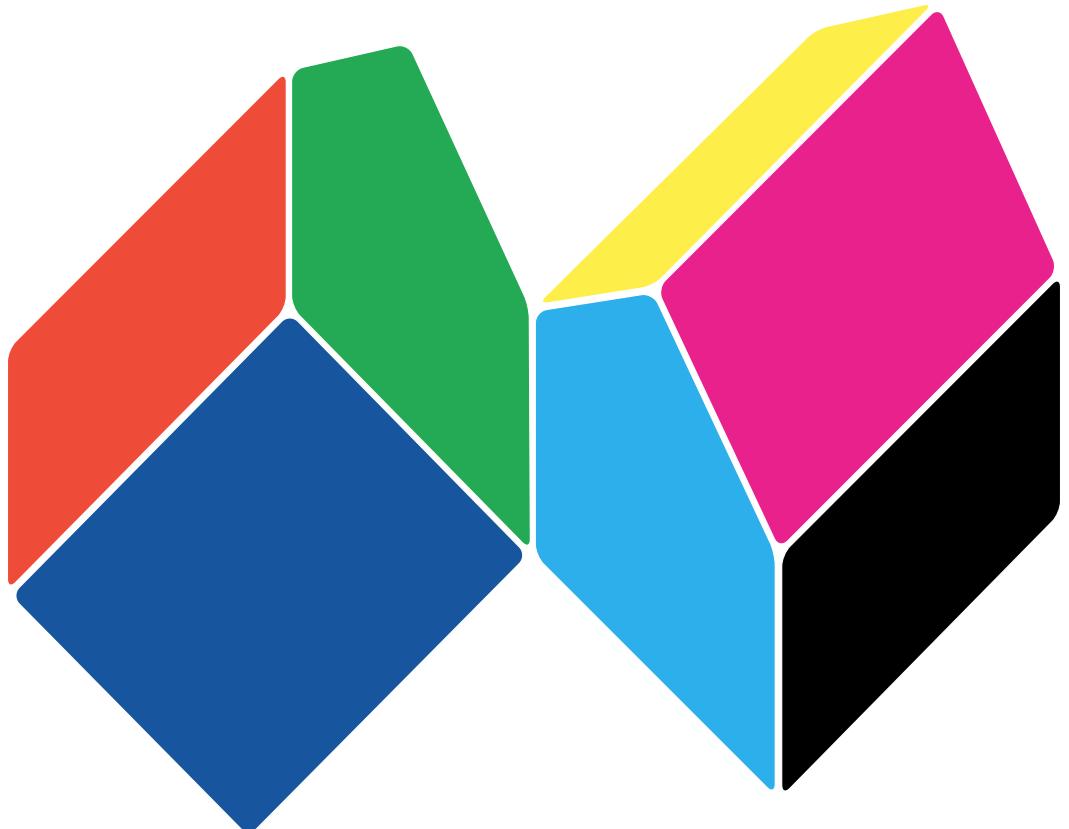


Tropical Milkweed Butterfly  
Paulo Santos



Mosca  
Rubim Silva





# Casa das Ciências

Portal Gulbenkian para professores



FUNDAÇÃO  
CALOUSTE GULBENKIAN