

Sugestões de recursos educativos
Vídeos e animações para as suas aulas

Novidades do Banco de Imagens
Mais fotos para as suas apresentações

Como criar animações interativas
Aprenda a construir as suas animações

REVISTA DE CIÊNCIA ELEMENTAR

Volume 2 | Ano 2014

Número 1 | Janeiro a Março



REVISTA DE CIÊNCIA ELEMENTAR

Volume 2 | Ano 2014

Número 1 | Janeiro a Março

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

ISSN 2183-1270

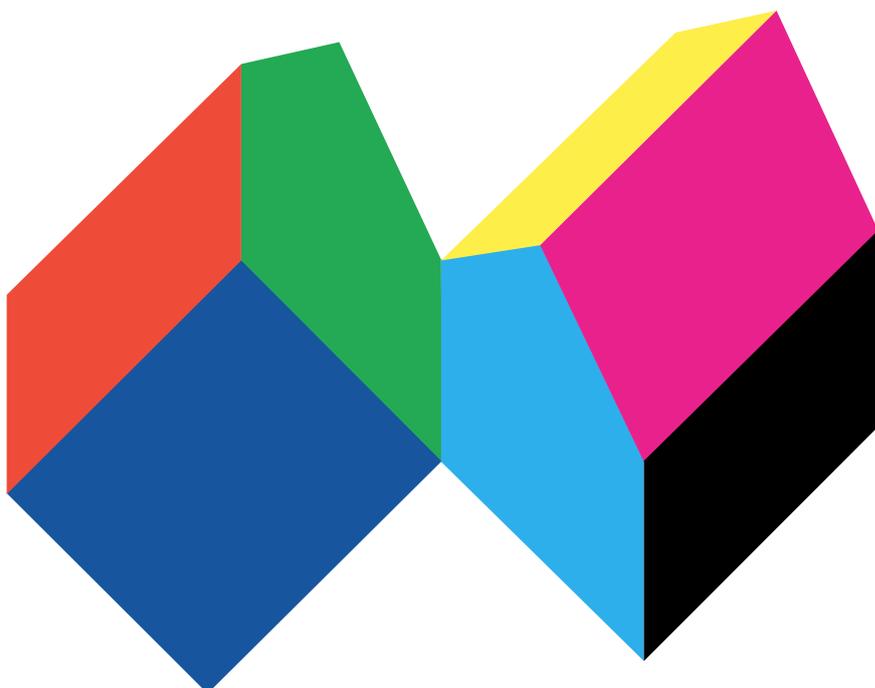
Foto de capa

Mocho-de-orelhas
Artur Vaz Oliveira

CERVAS - Centro de Ecologia, Recuperação
e Vigilância de Animais Selvagens

Esta revista é uma produção

Casa das Ciências



Recursos Educativos Digitais
de professores para professores.



FUNDAÇÃO
CALOUSTE
GULBENKIAN

Notícias

As notícias mais importantes do mundo das ciências.....	4
---	---

Agenda

Exposições, palestras e formação. Conheça as opções disponíveis!.....	4
---	---

Editorial

A Revista - <i>Maria João Ramos</i>	5
---	---

Opinião do trimestre

Cultura de plantas geneticamente modificadas - <i>Jorge M. Canhoto</i>	6
--	---

Artigos de ciência elementar

Atualize e consolide o seu saber em ciência.....	11
--	----

Biologia

Potencial hídrico.....	12
Absorção radicular.....	13
Hipótese do fluxo de massa.....	14
Teoria da pressão radicular.....	16
Teoria da tensão-coesão-adesão.....	16

Física

Raio de luz.....	18
Reflexão da luz.....	18
Refração da luz.....	19

Geologia

Colisão de placas.....	22
Falha.....	22
Onda sísmica.....	24
Epicentro.....	24
Ponto quente.....	25

Matemática

Adição e subtração de números complexos na forma algébrica.....	26
Áreas de polígonos.....	26
Bijeção.....	28
Correlação.....	29
Diagrama de Venn.....	30
Sucessão.....	31
Superfície cónica.....	32

Química

Propriedades coligativas.....	34
Abaixamento da pressão de vapor.....	34
Elevação ebulioscópica.....	35
Depressão crioscópica.....	36
Isómeros e isomerismo.....	37
Radicais livres.....	38

Sugestões de recursos educativos

Vídeos e animações para as suas aulas.....	41
--	----

Banco de imagens

Fotos e ilustrações nas suas apresentações.....	45
Biologia.....	46
Geologia.....	48
Astronomia, Física e Química.....	50

Criação de recursos educativos

Aprenda a construir animações interativas.....	51
--	----

Correio do leitor

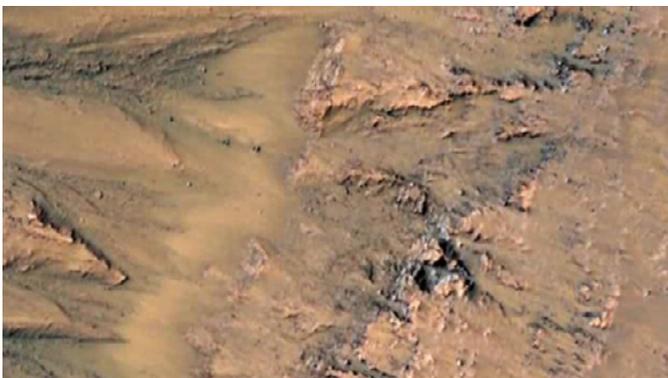
Partilhe connosco as suas impressões a respeito da revista.....	63
---	----

Investigador português mais perto de conseguir vacina contra o VSR



O investigador Bruno Correia, do Instituto Gulbenkian de Ciência e do Instituto de Tecnologia Química e Biológica, publicou um estudo na revista *Nature* com resultados muito promissores no que diz respeito ao desenvolvimento de uma vacina eficaz no combate ao VSR, o vírus causador da bronquiolite em bebés.

Existirão atualmente rios em Marte?



Imagens captadas pelo *Jet Propulsion Laboratory* mostram mudanças sazonais na paisagem do planeta vermelho. Essas mudanças são semelhantes às provocadas pelo movimento de água na Terra e podem ser um indício da existência de água em Marte.

Herschel deteta vapor de água em Ceres

O Observatório Espacial Herschel, da Agência Espacial Europeia (ESA), confirmou a presença de vapor de água em torno do asteroide Ceres. Ceres é o maior asteroide da Cintura de Asteróide e tem forma aproximadamente esférica, sendo classificado como um 'planeta anão', tal como Plutão. Esta é a primeira vez que se observa a presença de água em torno de um objeto na Cintura de Asteróides.



II Encontro Internacional da Casa das Ciências

Ensino e divulgação da Ciência no mundo digital do século XXI
Instituto Superior de Engenharia do Instituto Politécnico do Porto

14 a 16 de julho

22.º Concurso p/ Jovens Cientistas e Investigadores

Candidaturas até 24 de abril

O Concurso para Jovens Cientistas e Investigadores é desenvolvido pela Fundação da Juventude e tem como objetivo estimular o aparecimento de jovens talentos nas áreas da Ciência, Tecnologia, Investigação e Inovação.

O céu visto da Terra

Planetário do Porto

18 de janeiro a 10 de maio

Exposição de astrofotografia do fotógrafo Miguel Claro, com entrada gratuita. A exposição conta com mais de 24 fotografias de grande formato e duas panorâmicas gigantes.

Sábados no Museu

Museu da Ciência - Universidade de Coimbra

até 26 de abril

Ateliers direcionados a crianças (até aos 10 anos) sobre diversas temáticas relacionadas com o mundo das ciências.

Formas e fórmulas

Museu Nacional de História Natural e da Ciência Lisboa

até 28 de abril

Exposição que mostra como imagens e conceitos da Geometria e da Álgebra interatuam e se completam, ligando fórmulas matemáticas com modelos geométricos, com objetos de uso comum e com formas de arquitetura.

Visita pegadas de dinossauros

Praia da Salema e Praia da Santa - Algarve

Visitas organizadas pelo Centro de Ciência Viva de Lagos e destinada a grupos escolares e não escolares.

A Revista

Maria João Ramos

A Revista de Ciência Elementar foi concebida tendo em mente a divulgação da Ciência. Basicamente para que os seus leitores possam usufruir do conhecimento científico que, muitas vezes, não está ao alcance da compreensão de todos por ser divulgado de um modo necessário mas demasiado técnico.

O sucesso do 1º número da Revista ultrapassou as nossas expectativas. Entre outros, ela é agora reconhecida pelo Google Scholar o que, basicamente, significa que já é possível escrever um artigo para a Revista e cita-lo no *curriculum vitæ* como um artigo científico.

Neste 2º número da Revista, surge, à semelhança do número anterior, um artigo de opinião que pretendemos continuar a publicar futuramente. Para este número, em particular, escolhemos um artigo sobre plantas geneticamente modificadas extremamente interessante, atual e esclarecedor de muitas das dúvidas ainda subsistentes. Seguem-se diversos artigos das várias áreas do conhecimento – Biologia, Física, Geologia, Matemática e Química – que esperamos lhe sejam não só úteis como interessantes pelas matérias abordadas. Adicionalmente surge, também, um tutorial relativo à construção de animações usando o software *Flash* que será muito útil a uma percentagem significativa dos nossos leitores. Vídeos e animações para as suas aulas são sempre bem-vindos e o nosso banco de imagens apresenta várias fotografias, maravilhosas e diversificadas, e com uma definição realmente excelente. Este é, pois, o esqueleto básico da Revista de Ciência Elementar, isto é, artigos de opinião, artigos relativos a várias áreas do conhecimento, imagens fantásticas, vídeos para aulas, animações e tutoriais.

É, no entanto, óbvio que estamos e continuaremos à procura de novas ideias e sugestões, bem como de comentários e críticas. Assim, emails ou outros contactos são claramente bem-vindos.

Procuraremos, pois, que edições futuras da Revista contenham artigos informativos e úteis para todos os nossos leitores. Obviamente que a existência da Revista de Ciência Elementar não seria possível sem todas as contribuições recebidas pelas variadíssimas pessoas que altruisticamente nos enviaram os seus artigos/pontos de vista/comentários. A todos eles um agradecimento caloroso.



Maria João Ramos
Coordenação editorial

Cultura de plantas geneticamente modificadas: 20 anos e 170 milhões de hectares depois

Jorge M. Canhoto

Completam-se este ano, as duas primeiras décadas desde a comercialização das primeiras plantas geneticamente modificadas (PGMs). Foi em 1994 que, depois de obter autorização pelas entidades reguladoras dos Estados Unidos da América, a empresa Calgene lançou no mercado a primeira variedade de PGMs, um tomateiro, designada Flavr-Savr™, e que tinha como característica principal um atraso na maturação dos frutos, permitindo assim alargar o período de colheita. No entanto, tudo começou, alguns anos antes, quando em 1983, quatro grupos de investigação independentes mostraram que era possível manipular o genoma das células vegetais da planta do tabaco e de petúnia introduzindo genes de outros organismos que conferiam às plantas novas capacidades. Nasceram assim as primeiras plantas modificadas por técnicas de biologia molecular, uma metodologia que já vinha sendo aplicada à manipulação de microrganismos.



A modificação genética de plantas é praticada desde há milhares de anos, provavelmente desde o início das práticas agrícolas, que segundo dados biológicos e arqueológicos, ter-se-ão iniciado há cerca de 10.000 anos, numa região denominada Crescente Fértil, que engloba os vales do rio Tigre e Eufrates.

Desde esses tempos até à actualidade tem-se assistido a uma alteração profunda das plantas, em particular daquelas que são mais utilizadas na agricultura, aquilo a que Darwin chamou selecção artificial. No entanto, até meados dos anos 80, a modificação genética das plantas ocorreu sem que se verificasse uma manipulação directa do DNA. O conceito é simples e baseia-se no cruzamento entre duas plantas e ulterior selecção das características mais interessantes. Até ao conhecimento dos princípios básicos da hereditariedade, revelados por Mendel em meados dos anos 60 do século XIX, e depois consolidados por vários cientistas, esta prática era puramente empírica. Com a descoberta das leis da hereditariedade tornou-se possível realizar programas de melhoramento com base na genética, o que permitiu aplicar as técnicas

“A modificação genética de plantas é praticada desde há milhares de anos ...”

convencionais de cruzamento e selecção de acordo com princípios científicos bem definidos. Deve referir-se que estas técnicas são, ainda hoje, a principal metodologia para a obtenção de novas variedades e transferência de genes entre plantas que todos os anos são produzidas em grande número por empresas ou por institutos de investigação.

A necessidade de produção de plantas com novas características não é um capricho dos melhoradores. As novas variedades são necessárias porque as necessidades e os gostos dos consumidores vão evoluindo.

Cultura de plantas geneticamente modificadas

Quem, há 50 anos atrás, estaria interessado em plantas com elevados teores de anti-oxidantes? Ou quem pensaria em rosas azuis? No entanto, a principal razão para a obtenção de plantas com novas características reside na necessidade de aumentar a produção. Os dados são muito claros. Em 2050 estima-se que a população do planeta atinja os 9 mil milhões de habitantes, cerca de mais 2 mil milhões do que a população actual. Para além disso, a esperança média de vida tem vindo a aumentar e, nos países mais populosos, como a China e a Índia, tende a aproximar-se dos valores dos países ocidentais. Por outro lado, a terra disponível para as práticas agrícolas é cada vez mais reduzida devido à erosão dos solos, actividades antropogénicas e aumento da salinidade. Esta situação significa que vai ser necessário produzir cada vez mais em menos área. Para que isso se verifique é necessário ter variedades cada vez mais produtivas, quer através de alteração de características relacionadas com a própria produção (e.g. aumento do tamanho da semente, níveis

“Quem, há 50 anos atrás, estaria interessado em plantas com elevados teores de anti-oxidantes?”

mais elevados de nutrientes...) quer com a resistência a factores bióticos e abióticos que, todos os anos, causam perdas consideráveis nas culturas, com o consequente prejuízo para os agricultores e os inúmeros efeitos nefastos em termos ambientais.

As técnicas convencionais de melhoramento genético têm algumas limitações. Como se baseiam em cruzamentos, estes só podem ser realizados entre espécies filogeneticamente muito próximas. Como exemplo, pode referir-se o triticale, uma nova espécie de cereal híbrido criado artificialmente e que resulta do cruzamento entre o trigo (*Triticum aestivum*) e o centeio (*Secale cereale*). No entanto, é impossível obter descendentes viáveis entre, por exemplo, um sobreiro e uma couve, ou mesmo entre um tomateiro e uma alface. As barreiras de incompatibilidade impedem estes tipos de cruzamentos e, em consequência disso, a transferência de genes entre espécies distantes do ponto de vista evolutivo não pode ser realizada.

O surgimento de técnicas de biologia molecular para isolamento, caracterização e transferência de genes permitiu ultrapassar o problema das barreiras de incompatibilidade e facilitar a transferência de genes entre espécies filogeneticamente distantes. Esta situação verifica-se porque a molécula da hereditariedade é a mesma em todos os organismos e porque os mecanismos de controlo da expressão de genes são também semelhantes nos diferentes organismos. Torna-se assim possível transferir genes entre organismos tão diferentes como uma bactéria e uma planta. Outra vantagem desta metodologia é que se pode introduzir no organismo alvo apenas o gene de interesse, situação que não se verifica nos casos de cruzamentos em que, para além do gene desejado, podem ser transferidos outros menos interessantes.

No caso das plantas, a transferência de genes é normalmente feita utilizando uma bactéria (*Agrobacterium tumefaciens*) que, em condições naturais, infecta algumas espécies, e causa o aparecimento de uma doença chamada galha-do-colo. A doença caracteriza-se pelo aparecimento de um tumor na zona entre o caule e a raiz (colo da planta) e que resulta da transferência de um segmento de DNA

“Torna-se assim possível transferir genes entre organismos tão diferentes como uma bactéria e uma planta.”

da bactéria para as células vegetais. Trata-se de um mecanismo de transferência horizontal de genes que os cientistas aproveitaram para transferir para as plantas genes de interesse. Tendo em consideração este potencial da bactéria, os cientistas conseguem isolar os oncogenes responsáveis pelo tumor e substituí-los por genes que interessa transferir para as plantas de forma a conferir-lhes novas características. Uma vez as bactérias manipuladas e o gene de interesse introduzido num plasmídeo bacteriano, procede-se à infecção em condições laboratoriais, seguida de uma selecção das células geneticamente transformadas e subsequente regeneração *in vitro* de plantas. No entanto, algumas espécies não são susceptíveis à infecção por *A. tumefaciens*, como acontece com os cereais. Nestas espécies, são vulgarmente usados métodos al-

Opinião do trimestre

ternativos de transferência de genes, como acontece com a chamada biolística, em que os tecidos vegetais são bombardeados com micropartículas revestidas com o DNA que se quer transferir.

Esta tecnologia veio revolucionar a forma como se podem modificar as plantas e permitiu a obtenção de variedades que não seria possível conseguir pelos métodos convencionais de melhoramento. Existem actualmente milhares de publicações em que está descrita a transformação genética das mais variadas espécies. É claro que aquelas onde os ensaios incidem em maior número são as mais importantes sob o ponto de vista alimentar ou industrial. Muitas destas novas variedades estão em fase de experimentação ou aguardam autorização para serem cultivadas e chegarem aos mercados. Desde 1994, a área global de cultura com PGMs tem vindo consistentemente a aumentar, atingindo em 2012 (último ano com dados conhecidos) um valor próximo dos 170 milhões de hectares (figura 1), estimando-se que, em 2013, o valor tenha chegado aos 190 milhões. De referir o facto de, em 2012, a produção em países em desenvolvimento ter, pela primeira vez, ultrapassado a produção dos países mais industrializados. Para se ter uma ideia, este valor representa uma área equivalente à de um país como a Líbia. De acordo com dados da ISAAA (International Service for the Acquisition of Agri-Biotech Applications, www.isaaa.org), em 2012, cerca de 17,5 milhões de agricultores em 28 países (Portugal incluído) cultivaram plantas PGMs sem que um único problema ambiental ou de saúde pública tenha ocorrido.

Milhões de ha

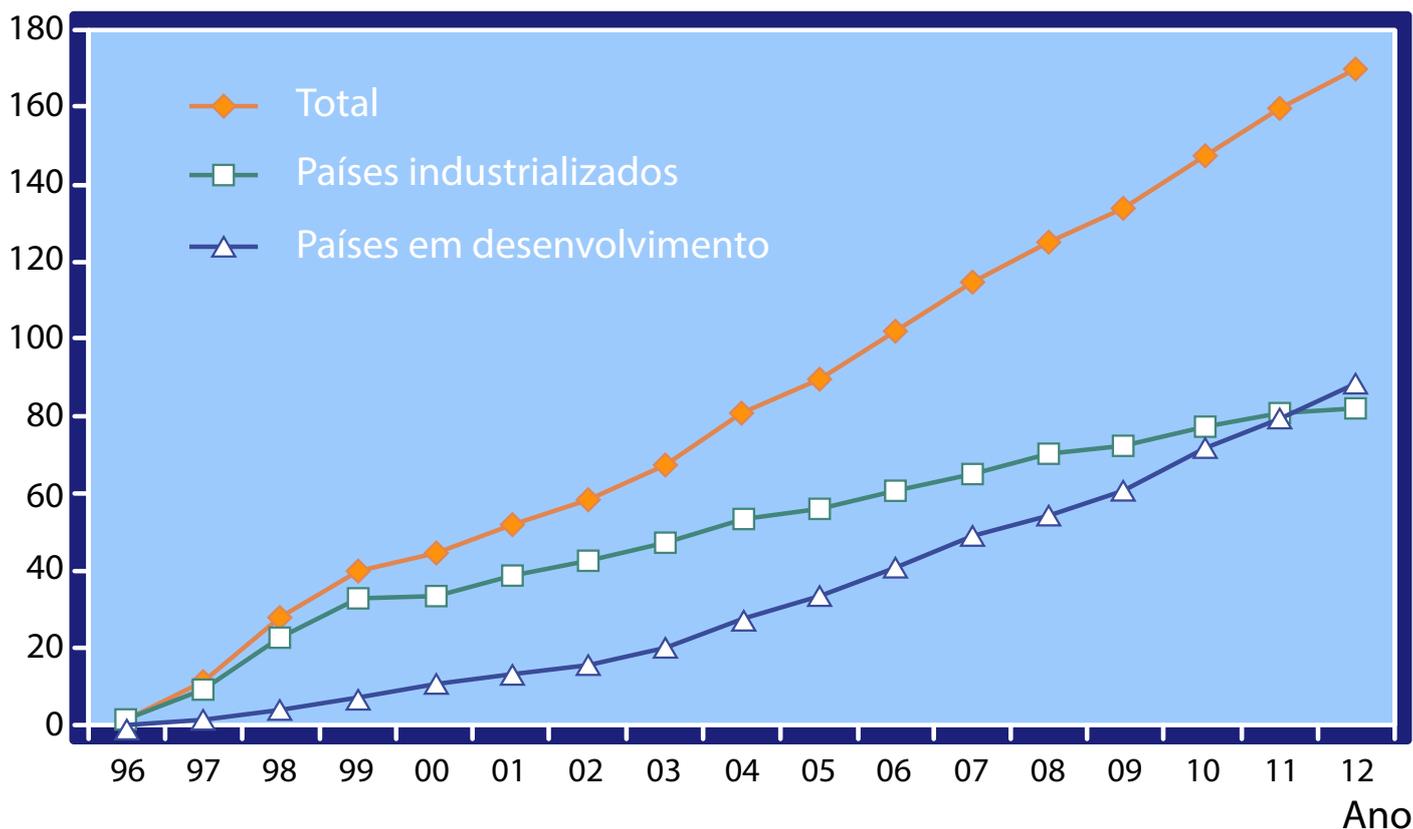


Figura 1 - Evolução da área de cultura com PGMs desde 1996 até 2012.

Adaptado de Clive James, 2012 (ISAAA; www.isaaa.org).

As culturas de PGMs têm incidido em quatro espécies, a saber a soja, o milho, o algodoeiro e a canola, uma variedade de *Brassica napus*, utilizada para a produção de um óleo industrial. Destas quatro espécies, as maiores áreas de cultura são de milho e soja, correspondentes a mais de dois terços da área total cultivada com PGMs. Em termos de características, as PGMs actualmente cultivadas pertencem a dois grandes grupos que se caracterizam pela resistência a insectos ou a herbicidas. Algumas variedades apresentam quer resistência a herbicidas quer a insectos. Como referido, muitas outras variedades aguardam

Cultura de plantas geneticamente modificadas

dam autorização, sendo a mais conhecida em termos mediáticos o arroz dourado. Neste caso, trata-se de um projecto humanitário (www.goldenrice.org) que visa disponibilizar às populações de alguns países orientais em que a dieta alimentar é excessivamente dependente do arroz, uma variedade enriquecida em β -caroteno (pró-vitamina A), que devido à tonalidade amarelada do grão foi designada arroz dourado. A carência em vitamina A afecta milhões de pessoas causando graves problemas de cegueira e, em casos extremos, pode causar a morte, em particular entre crianças.

Em Portugal, à semelhança de outros países europeus, e contrastando com o que se passa na América (Argentina, Brasil, EUA) e em países orientais, a área de cultura de PGMs é ainda muito limitada. A esta situação não é estranha a apertada regulação que controla a cultura e comercialização de variedades de PGMs no espaço europeu. A consequência desta legislação absurda é uma acentuada diminuição dos investimentos nesta área por parte das empresas do sector agro-alimentar devido aos elevados custos resultantes dos inúmeros testes que as empresas são obrigadas a realizar. Por outro lado, os laboratórios públicos de institutos de investigação e de universidades estão também financeiramente limitados pelo mesmo tipo de custos. Este contexto tem levado a que a Europa se torne cada vez menos competitiva em comparação com os seus parceiros comerciais, em particular os Estados Unidos da América e a China. A manter-se esta situação, e em resultado do novo acordo de comércio mundial que irá regular as trocas comerciais, perspectiva-se, num futuro próximo, a entrada no espaço europeu de variedades geneticamente modificadas provenientes de outros países e um acelerar da deslocalização das empresas do sector-agroalimentar para outros locais.

Apesar destas limitações, e de acordo com dados da ISAAA e do CIB (Centro de Informação de Biotecnologia, www.cibpt.org), existem vários agricultores em Portugal a apostar neste tipo de culturas em particular de milho, nas regiões do Alentejo, Centro e Lisboa e Vale do Tejo. Trata-se do chamado milho Bt resistente à broca-do-milho (figura 2) uma larva de insecto que causa perdas acentuadas nas culturas. Este milho tem incorporado no genoma um gene de uma bactéria chamada *Bacillus thuringiensis* que codifica uma toxina capaz de matar as larvas de alguns insectos. De acordo com informações recolhidas junto dos agricultores estas variedades permitem um aumento de produção entre 1 e 1,3 toneladas por ha, dependendo da zona do país e da taxa de incidência da praga.

A transformação genética de plantas é apenas mais uma técnica que os melhoradores têm ao seu dispôr. Não veio substituir as técnicas convencionais de melhora-

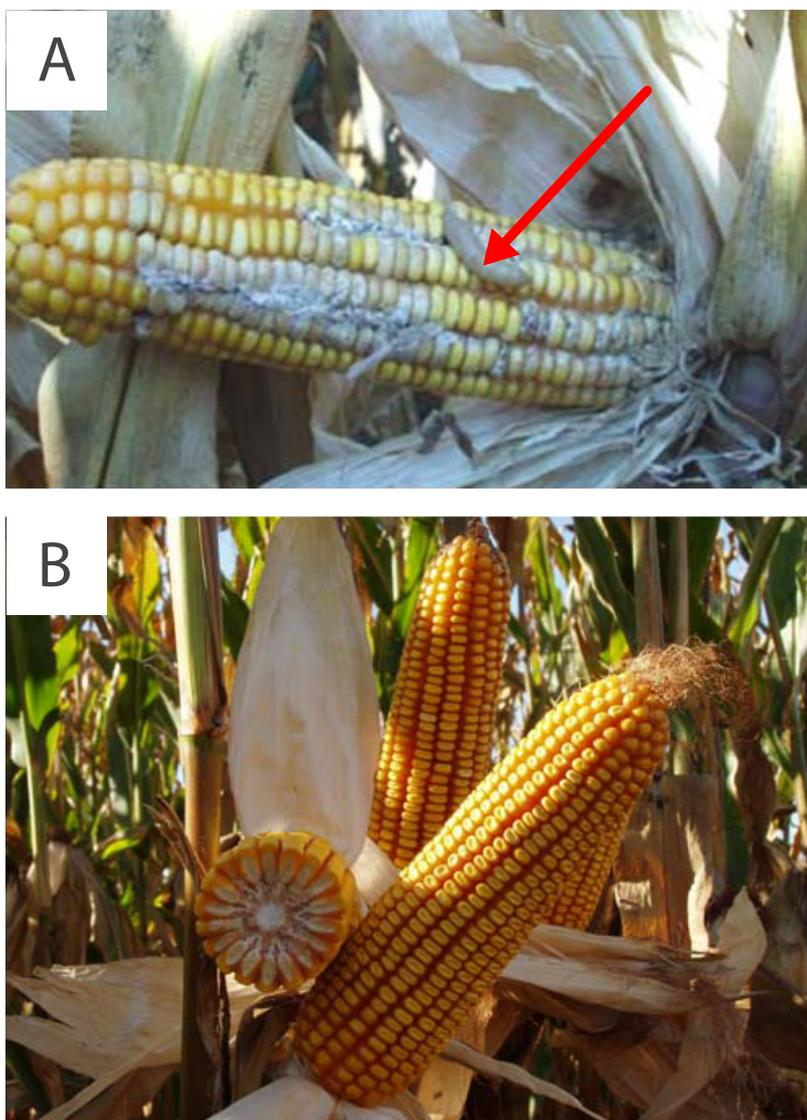


Figura 2 - Espigas de milho. **A** - Espiga de uma planta sensível à broca-do-milho onde se pode observar uma larva (seta) do insecto causador da praga. **B** - Espiga de milho Bt resistente à mesma praga. Fotos gentilmente cedidas pelo Eng. João Grilo, agricultor que semeia milho geneticamente modificado na região do Baixo-Mondego.

“... muitas outras variedades aguardam autorização, sendo a mais conhecida em termos mediáticos o arroz dourado.”

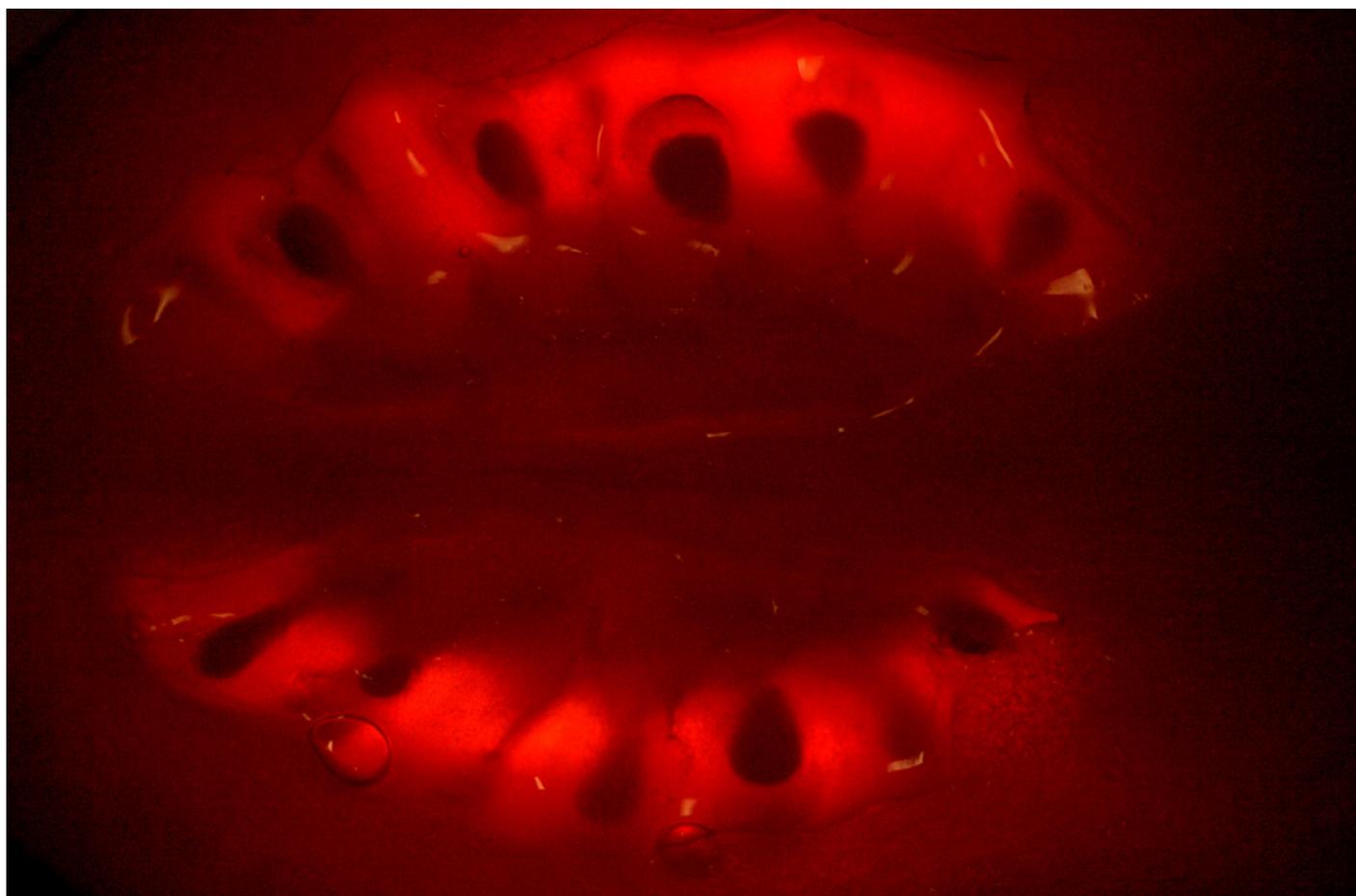
governantes em adoptar, para as plantas geneticamente modificadas, uma legislação que as coloque em pé de igualdade com as plantas obtidas por outros métodos, centrando o controlo no produto final e não na tecnologia utilizada na sua obtenção.

Para aqueles que ainda desconfiam das plantas geneticamente modificadas e que consideram que o seu consumo pode causar prejuízos para a saúde, fica esta frase de G. Bernard Shaw: *“statistics show that of those who contract the habit of eating, very few survive”*.

mento, mas sim complementá-las e potenciar a criação de variedades até aqui impossíveis de obter. Apesar do sucesso desta tecnologia, muitos continuam a ver fantasmas. Quando esses luditas do século XXI são só pseudoecologistas, com uma agenda política bem definida, o problema não é muito grave. Mais difícil de compreender é a dificuldade dos

Jorge M. Canhoto
Centro de Ecologia Funcional
Departamento de Ciências da Vida
Faculdade de Ciências e Tecnologia
da Universidade de Coimbra

* O autor deste texto não escreve segundo o Novo Acordo Ortográfico.



Fotografia em contra-luz da secção longitudinal de um tomate (*Solanum lycopersicon*). Fotografia de Rubim Silva.



Saiba mais Ciência

A Revista de Ciência Elementar publica periodicamente um conjunto de artigos científicos que se enquadram na lógica da Casa das Ciências – Portal Gulbenkian para Professores.

Dirigida em primeira instância a alunos e professores do ensino básico e secundário, existe a preocupação, a exemplo dos outros componentes do portal, de coligir os termos que fazem parte do glossário básico dos programas das áreas científicas. Trata-se de um conjunto de informação que deverá responder à necessidade da clarificação de conceitos dos docentes, sendo esse o objetivo inicial que nos propomos para os primeiros números. A Revista de Ciência Elementar tem acesso livre e todos os artigos publicados são sujeitos a uma avaliação prévia por pares sob a responsabilidade de um editor setorial.

A Revista de Ciência Elementar pretende servir todos os interessados em ciência que usem a língua portuguesa e conta com a colaboração de investigadores, professores e estudantes das nossas Escolas e Universidades para crescer, alargando o seu âmbito a temas mais avançados, sendo desejável que possa abarcar, a prazo, o essencial da ciência elementar que possa servir os estudantes dos primeiros anos do ensino superior. Convidam-se todos os especialistas numa das áreas científicas a registarem-se como colaboradores da Casa das Ciências e a produzirem os seus artigos.

Todos os artigos alguma vez publicados na Revista de Ciência Elementar ficarão permanentemente disponíveis através da referência completa que identifica cada um, com base no respetivo ISSN e ficam acumulados na base de dados on-line da Revista, sendo passíveis de várias metodologias de pesquisa em rce.casadasciencias.org.

Potencial hídrico

O conceito de potencial hídrico (ψ_w) é bastante importante para a compreensão das relações hídricas nas plantas e entre estas e o meio exterior (solo e atmosfera). O potencial hídrico representa o potencial químico da água, ou seja, a energia livre associada às moléculas de água. A unidade de potencial químico é o J mol^{-1} .

Nos movimentos a curta distância, como nos sistemas osmóticos, a água desloca-se de regiões de maior potencial hídrico (maior energia livre) para regiões de potencial hídrico mais baixo (menor energia livre). O potencial hídrico de uma determinada solução é uma grandeza relativa, sendo sempre determinado em relação ao potencial hídrico da água pura medido nas condições de pressão normal e à temperatura do sistema. Assim, o ψ_w é calculado pela fórmula:

$$\mu_w - \mu_w^0 = RT \ln e - RT \ln e^0 \Leftrightarrow \Delta\mu_w = RT \ln e/e^0 \quad (1)$$

em que:

μ_w - potencial químico da água no sistema

μ_w^0 - potencial químico da água pura

R - constante dos gases

T - Temperatura absoluta

e - pressão de vapor da água no sistema

e^0 - pressão de vapor da água pura

Se analisarmos a fórmula (1) é fácil constatar que o potencial hídrico da água pura é zero, pois se compararmos água com água o valor de pressão de vapor é igual e o $\ln e/e^0$ ($\ln 1$) é igual a zero, logo o ψ_w será também zero. Outra constatação que podemos retirar da fórmula é que a adição de um soluto à água, faz baixar o valor do potencial hídrico. Isso acontece porque o valor da pressão de vapor de uma solução (e) é inferior ao da água pura (e^0). Deste modo, o valor e/e^0 será inferior a 1 e o respectivo \ln um número negativo. O corolário desta situação é que a adição de um soluto à água faz baixar o valor do ψ_w .

Nas plantas o potencial hídrico é o resultado da soma de vários componentes, mas os mais importantes são o potencial osmótico (ψ_s) e o potencial de pressão ou pressão de turgescência (ψ_p). Assim, temos:

$$\psi_w = \psi_s + \psi_p \quad (2)$$

De uma maneira geral, a adição de um soluto à água faz baixar o valor do ψ_w , enquanto qualquer pressão exercida sobre o sistema aumenta o valor do ψ_w . Ao adicionar um soluto à água, a pressão de vapor (e) terá um valor mais baixo que no caso da água (e^0), em virtude de um menor número de moléculas de água se encontrar na interface líquido-vapor. Recorrendo à fórmula (1) podemos verificar que para $e < e^0$ o $\ln e/e^0$ terá um valor negativo, logo o respectivo ψ_w será também negativo. Como é lógico, quanto maior a quantidade de soluto, menor o potencial hídrico.

A importância do potencial hídrico e dos seus componentes pode ser ilustrada através de exemplos simples. Suponhamos que temos dois compartimentos (Figura 1) divididos por uma membrana semi-permeável (permeável ao solvente, neste caso água, e impermeável ao soluto). Consideremos ainda que o compartimento A possui uma solução 0,1M de sacarose e o compartimento B possui água pura. Se não exercermos qualquer pressão sobre o sistema, e sabendo que a água se desloca de zonas de maior potencial hídrico para zonas de menor potencial hídrico, a água deslocar-se-á predominantemente de B (compartimento com água) para A (solução de sacarose) até se atingir o equilíbrio porque o potencial hídrico da água é zero (valor mais elevado) e o potencial hídrico da solução terá um valor inferior a zero (mais baixo em comparação com a água).

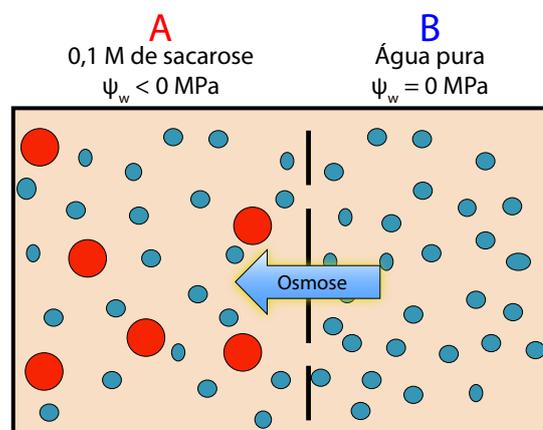


Figura 1

Imaginemos agora que temos dois compartimentos, como na situação anterior, em que num dos compartimentos (A) temos uma solução com um valor hipotético de ψ_s de -6 MPa e no outro (B) temos água

(Figura 2). Se a solução em A for sujeita a uma pressão de 10 MPa como será neste caso o movimento líquido de água? De acordo com (2), o ψ_w no compartimento A será $-6 + 10 = 4$. Em B a água tem um potencial hídrico igual a zero. Deste modo, a água deslocar-se-á predominantemente de A para B pois o potencial hídrico em A é maior.

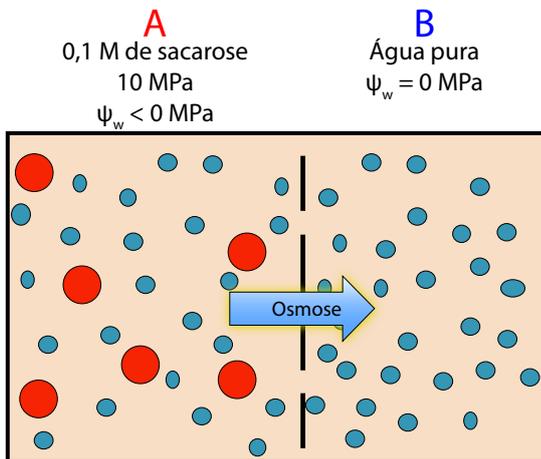


Figura 2

As células vegetais estão envolvidas por um meio extracelular e processos como a absorção da água ao nível das raízes, transpiração e movimentos de água entre as células e o meio extracelular são condicionados por diferenças no valor de potencial hídrico. É certo que a membrana plasmática não é uma membrana semi-permeável, pois é permeável a muitos solutos. No entanto, é uma membrana seletiva, o que significa que se comporta como uma barreira à

passagem de muitos compostos. No caso das células vegetais, e devido à existência de uma parede celular rígida a envolver o plasmalema, os movimentos de entrada e saída de água nas células são acompanhados por variações importantes no potencial de pressão, aqui designado pressão de turgescência. De facto, quando a água entra nas células, a parede impede que as células sofram um aumento de volume. Em consequência disso, desenvolve-se uma pressão que vai contribuir para alterar o valor do potencial hídrico. Assim, quando colocamos um tecido vegetal em água, esta entra nas células porque o seu potencial hídrico é maior que no interior da célula devido à existência de solutos dissolvidos. À medida que a água entra na célula aumenta o valor do potencial hídrico, atingindo-se o equilíbrio quando este for zero, tal como na água. Uma célula nestas condições diz-se túrgida. Pelo contrário, se um tecido vegetal for colocado numa solução muito concentrada (ψ_w muito negativo) tenderá a perder água, através do abaixamento da ψ_p e, consequentemente do ψ_w . Nestas condições as células dizem-se plasmolisadas.

Em virtude das unidades de energia serem difíceis de quantificar, os fisiologistas expressam o ψ_w em unidades de pressão (Pa) dividindo o potencial químico da água (J mol^{-1}) pelo volume molal parcial da água (volume ocupado por 1 mole de água, $18 \times 10^{-6} \text{ m}^3 \text{ mol}^{-1}$).

Materiais relacionados disponíveis na [Casa das Ciências](#):

1. [Difusão e osmose](#), de Bio-DiTRL.

Referências

1. Taiz, L. e Zeiger, E. (2010) Plant Physiology, 5ª Ed., Sinauer Associates, Inc.
2. Salisbury, F. e Ross, C. (1991) Plant Physiology. 4ª Ed., Wadsworth, Belmont, CA.

Autor

Sandra Correia
Doutoramento em Biologia pela Faculdade
de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra

Editor

Jorge M. Canhoto
Departamento de Ciências da Vida da Faculdade
de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra

Referência: Correia, S. (2014), Revista de Ciência Elementar, 2(01):0032

Absorção radicular

A captação de água e de sais minerais, nas plantas, ocorre na sua maioria ao nível da epiderme da raiz, especialmente através dos pêlos radiculares. Estas estruturas são extensões de células epidérmicas que aumentam a área da superfície de contacto com o solo, e

consequentemente a capacidade de absorção.

Normalmente, o meio intracelular das células da raiz é hipertónico (maior concentração de soluto) relativamente ao exterior, e a água tende a entrar na planta por osmose, movendo-se do solo até aos vasos

xilémicos radiculares. Os iões minerais com concentrações mais elevadas no solo entram nas células da raiz por difusão simples, mas são também estes iões que se encontram no meio intracelular por vezes com elevadas concentrações e nestes casos a entrada de iões nas células é realizada por transporte ativo. O transporte ativo dos iões cria um gradiente osmótico, que promove o movimento da água até ao xilema.

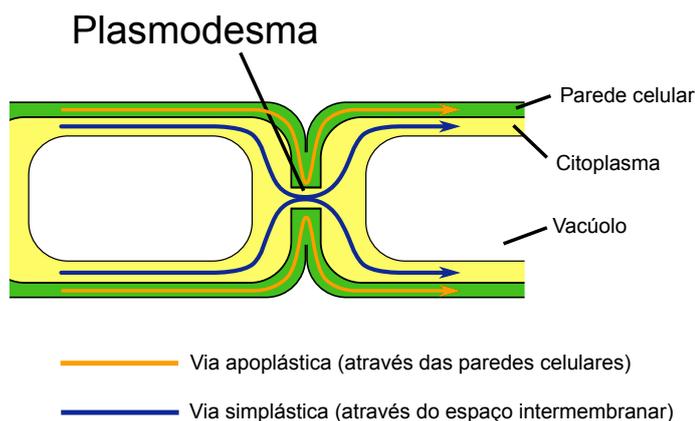


Figura 1

O movimento da água e dos sais minerais da epiderme para a endoderme pode ocorrer através de dois

trajetos distintos: **via apoplástica**, através das paredes de celulose e espaços intercelulares e **via simplástica**, através das membranas celulares e dos respetivos citoplasmas. A via simplástica por ser intracelular é relativamente mais lenta mas permite uma absorção seletiva dos solutos. O transporte apoplástico é feito em contínuo ao longo das paredes celulares e espaços extracelulares exceto quando interrompido pelas bandas de Caspary, bolsas de ar ou pela cutícula da planta.

Notas

Apoplasto: paredes celulares e espaço intercelular.
Simplasto: espaço intramembranar das células.

Materiais relacionados disponíveis na [Casa das Ciências](#):

1. [Transporte nas plantas](#), de Bio-DiTRL.

Imagens relacionadas disponíveis no [Banco de Imagens](#):

1. [Ápice radicular \(1\)](#), de José Pissarra;
2. [Ápice radicular \(2\)](#), de José Pissarra;
3. [Estrutura de raiz adulta de Monocotiledónea \(1\)](#), de José Pissarra.

Autor

Catarina Moreira
Doutoramento em Biologia pela Faculdade
de Ciências da Universidade de Lisboa

Editor

José Feijó
Departamento de Biologia Vegetal da Faculdade
de Ciências da Universidade de Lisboa

Referência: Moreira, C. (2014), Revista de Ciência Elementar, 2(01):0033

Hipótese do fluxo de massa

A Hipótese do Fluxo em Massa ou Fluxo de Pressão é um modelo, proposto por Ernst Münch em 1927, que procura explicar a deslocação da **seiva elaborada no floema**.

Segundo esta hipótese, os açúcares produzidos nas células do mesófilo durante a **fotossíntese** deslocam-se através dos elementos do tubo crivoso (células condutoras do floema) desde as zonas de produção (fontes), como folhas e órgãos de reserva (tubérculos, raízes), até aos locais de consumo e/ou armazenamento (folhas jovens, flores, frutos em desenvolvimento), vulgarmente chamados sumidouros. A passagem dos açúcares das células fotossintéticas do mesófilo para as células condutoras do floema é chamada carga do floema. Do mesmo modo, a deslocação dos açúcares dos elementos

condutores do floema para as células dos sumidouros é chamada descarga do floema. O sentido do movimento da seiva elaborada é independente da gravidade e ocorre sempre das fontes para os sumidouros por fluxo em massa em virtude de um gradiente de pressão entre estes. Isto significa que o movimento pode ser ascendente ou descendente. Por exemplo, na batateira, a formação dos tubérculos envolve o transporte de açúcares das folhas para os órgãos de reserva em formação, um movimento descendente. No entanto, se pensarmos nos açúcares mobilizados dos cotilédones para o ápice caulinar durante as fases iniciais de desenvolvimento de uma planta, o movimento é ascendente.

Como se gera este gradiente? Quando os açúcares são transportados para as células floémicas nas zonas de

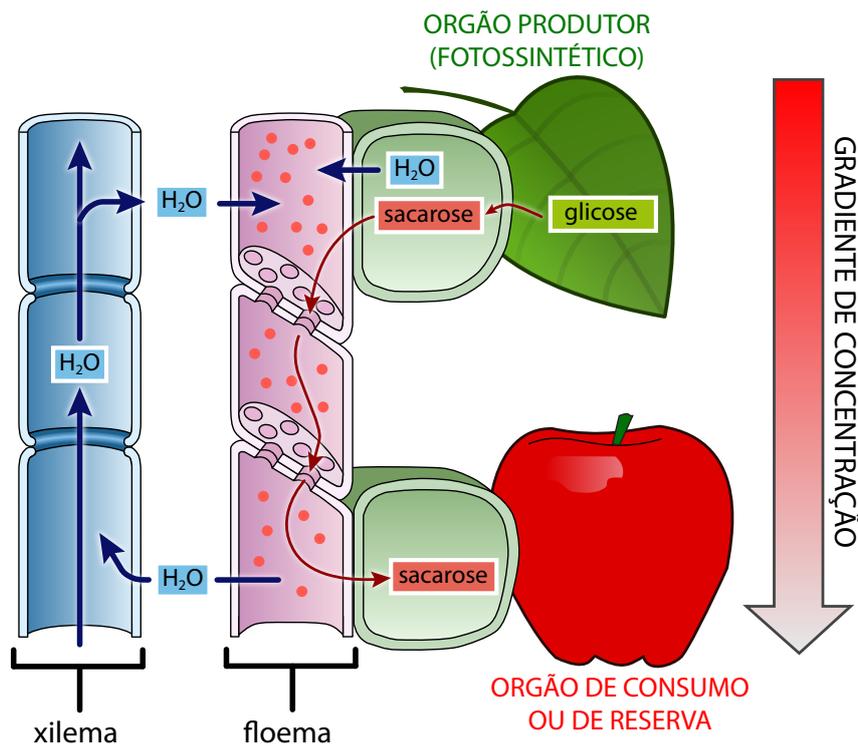


Figura 1 - Esquema representativo do mecanismo de translocação da seiva floémica segundo a Hipótese do Fluxo de Massa.

carga, o **potencial osmótico** destas células reduz-se (torna-se mais negativo). Para compensar este abaixamento do potencial osmótico, a água desloca-se das células vizinhas do xilema, onde o **potencial hídrico** é mais elevado devido ao teor em solutos mais reduzido (potencial osmótico mais elevado), para as células floémicas. A entrada de água nos elementos condutores do floema causa um aumento da pressão de turgescência. Nos sumidouros, o processo é, de certa forma, inverso. À medida que os açúcares são transportados das células floémicas para as células dos sumidouros, a água acompanha esse movimento, originando uma diminuição da **pressão de turgescência**. Gera-se assim um gradiente de pressão entre as fontes e os sumidouros. O resultado é um movimento em massa (a água e os solutos dissolvidos deslocam-se à mesma velocidade) desde as fontes para os sumidouros. Este processo só é possível porque, entre os dois locais, a seiva translocada no floema não tem que

atravessar nenhum sistema membranar. Deve referir-se que o transporte entre as fontes e os sumidouros é um processo puramente físico que não envolve gastos de energia metabólica e que depende exclusivamente do gradiente de pressão que se estabeleceu. No entanto, os processos de carga e descarga do floema, geradores do gradiente de pressão, envolvem o transporte de açúcares através de transportadores membranares que utilizam energia metabólica.

Materiais relacionados disponíveis na [Casa das Ciências](#):

1. [Transporte nas plantas](#), de Bio-DiTRL.

Imagens relacionadas disponíveis no [Banco de Imagens](#):

1. [Folha de Monocotiledónea \(s. transv.\)](#), de José Pissarra;
2. [Caule de Dicotiledónea com crescimento secundário \(2\)](#), de José Pissarra.

Referências

1. Evert, R. F. e Eichhorn, S. E. (2013) Raven Biology of Plants. W. H. Freeman and Company Publishers, NY.
2. Salisbury, F. B. e Ross, C. W. (1992) Plant Physiology, 4ª Ed., Wadsworth Publishing Company, Belmont.
3. Taiz, L. e Zeiger, E. (2010) Plant Physiology, 5ª Ed., Sinauer Associates, Inc.

Autor

Sandra Correia

Doutoramento em Biologia pela Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra

Editor

Jorge M. Canhoto

Departamento de Ciências da Vida da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra

Teoria da pressão radicular

A pressão radicular é um processo de ascensão de **seiva bruta** nas plantas que se verifica em condições particulares e que é facilmente visualizado quando o caule de uma planta jovem é cortado e a seiva é perdida, durante algum tempo, pela zona de corte.

Ao contrário do que acontece no mecanismo da **tensão-coesão**, quando a seiva bruta do **xilema** está sujeita à pressão radicular, ela encontra-se sob uma pressão positiva e não sob tensão (pressão negativa). Essa pressão tem valores entre 0,05 e 0,5 MPa e é o resultado da acumulação de iões (transporte ativo) absorvidos do solo nas células xilémicas da raiz. Em consequência dessa acumulação, os tecidos comportam-se como um sistema osmótico, no qual a acumulação de iões no xilema causa um abaixamento do **potencial osmótico** e, conseqüentemente, do potencial hídrico. Como resultado desse abaixamento, a água desloca-se dos tecidos do córtex (onde o **potencial hídrico** é mais elevado) para as células do xilema (com potencial hídrico mais baixo). O resultado é a criação de uma pressão hidrostática que “empurra” a seiva no sentido ascendente.

Uma consequência facilmente observável da pressão radicular é o processo de gutação que se manifesta pela presença de gotas de água na margem das folhas. A água é exsudada pelas folhas em consequência da pressão positiva gerada no xilema e surge no exterior devido à existência de poros especializados, denominados hidátodos, que estão associados com as

terminações das nervuras de menores dimensões. Estes poros não devem ser confundidos com os estomas que, como se sabe, estão envolvidos nas trocas gasosas da planta com o exterior e possuem mecanismos de controlo de abertura e fecho muito específicos.

Os dados experimentais disponíveis sugerem que a pressão radicular não é o principal mecanismo de ascensão de água no caule. De facto, esta força não consegue transportar a água a distâncias superiores a 1-2 m, dependendo das plantas e das condições ambientais. A pressão radicular é mais acentuada quando a transpiração é reduzida e sempre que a humidade relativa é elevada, situações que se verificam frequentemente durante a noite/início do dia. Alguns autores sugerem que a pressão radicular possa desempenhar um papel importante na dissolução de bolhas de gás formadas nas células condutoras do xilema que poderiam causar cavitação, dificultando assim a ascensão da seiva bruta.

Materiais relacionados disponíveis na [Casa das Ciências](#):

1. [Transporte nas plantas](#), de Bio-DiTRL.

Imagens relacionadas disponíveis no [Banco de Imagens](#):

1. [Estrutura de Raiz de Dicotiledónea em início de Crescimento secundário. Pormenor do cilindro vascular](#), de José Pissarra;
2. [Raiz de Conífera \(Gimnospérmica\), s.tr.](#), de José Pissarra.

Referências

1. Taiz, L. e Zeiger, E. (2010) *Plant Physiology*, 5ª Ed., Sinauer Associates, Inc.
2. Evert, R. F. e Eichhorn, S. E. (2013) *Raven Biology of Plants*. W. H. Freeman and Company Publishers, NY.

Autor

Sandra Correia

Doutoramento em Biologia pela Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra

Editor

Jorge M. Canhoto

Departamento de Ciências da Vida da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra

Referência: Correia, S. (2014), *Revista de Ciência Elementar*, 2(01):0035

Teoria da tensão-coesão-adesão

A teoria da tensão-coesão-adesão, inicialmente desenvolvida por Dixon e Joly (1895), é o modelo atualmente mais aceite para explicar o movimento

ascendente da seiva bruta (xilémica) na planta. Este movimento é uma consequência da perda de vapor de água através dos estomas.

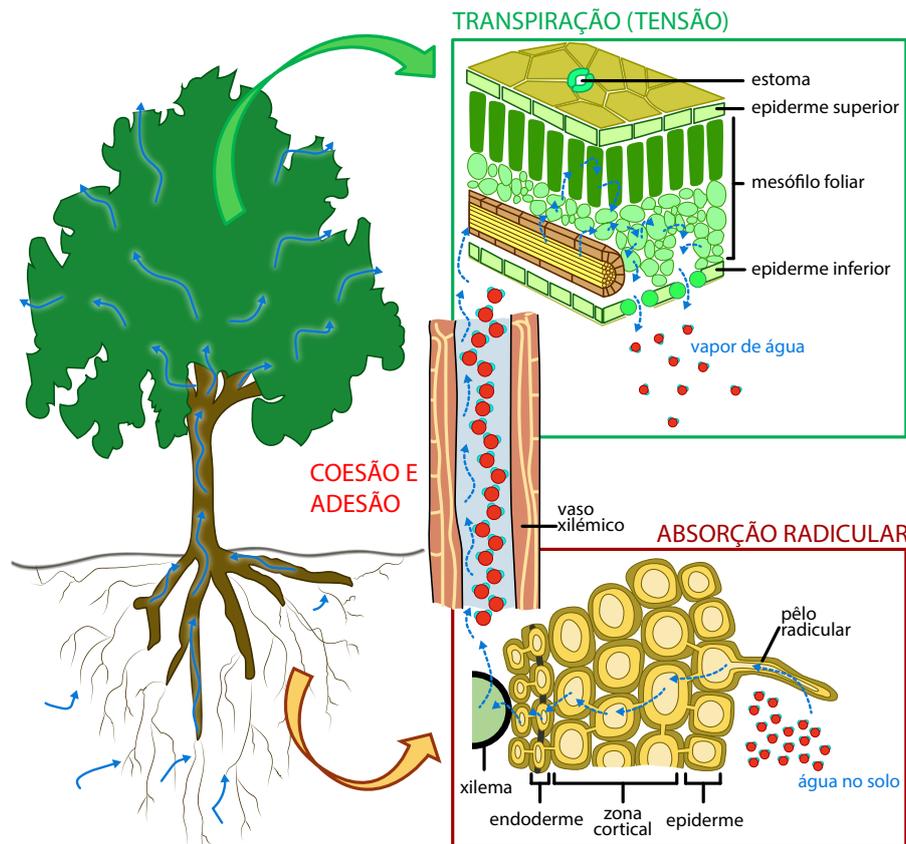


Figura 1 - Esquema representativo da subida de seiva bruta no xilema segundo a Teoria da Tensão-coesão-adesão.

Segundo esta teoria, o motor do movimento da seiva bruta é a tensão (pressão hidrostática negativa) criada pela transpiração. Quando as células do mesófilo libertam vapor de água para o exterior, em função de um gradiente de pressão de vapor entre os espaços intercelulares e a superfície da folha, o potencial hídrico da água (energia livre das moléculas) que rodeia as células do mesófilo diminui. Como consequência dessa diminuição, e das forças de coesão entre moléculas de água, esta vai deslocar-se das células do xilema foliar próximas (onde o seu potencial hídrico é mais elevado) para as células do mesófilo, pois a água desloca-se de zonas de potencial hídrico mais elevado (próximo de zero) para zonas de potencial hídrico mais baixo (mais negativo). Cria-se assim um gradiente de potencial hídrico que se propaga às colunas de água do xilema, desencadeando uma força de tensão que permite o movimen-

to de água através do continuum solo-planta-atmosfera. Devido à coesão entre moléculas de água, e à sua adesão às paredes celulares dos vasos xilémicos, forma-se uma coluna contínua que transmite a tensão desde as células do mesófilo até às raízes. A combinação das três forças – tensão, coesão e adesão, permite manter a corrente de transpiração, responsável pela geração de um déficit hídrico ao nível da raiz e consequente absorção de água.

Materiais relacionados disponíveis na [Casa das Ciências](#):

1. [Transporte nas plantas](#), de Bio-DiTRL.

Imagens relacionadas disponíveis no [Banco de Imagens](#):

1. [Anéis de crescimento \(Xilema Secundário - Xilema II\)](#), de Paulo talhadas dos Santos;
2. [Caule de Conífera \(Gimnospérmica\)](#), s.tr., de José Pissarra.

Referências

1. Raven, P., Evert, R. e Eichhorn, S. (2013) *Biology of Plants*, 8ª Ed., W.H. Freeman and Company / Worth Publishers.
2. Taiz, L. e Zeiger, E. (2010) *Plant Physiology*, 5ª Ed., Sinauer Associates, Inc.

Autor

Sandra Correia

Doutoramento em Biologia pela Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra

Editor

Jorge M. Canhoto

Departamento de Ciências da Vida da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra

Raio de luz

Certos fenômenos luminosos podem ser estudados sem que se conheça previamente a natureza da luz. Basta, para tanto, a noção de **raio de luz**, alguns princípios fundamentais e considerações de Geometria. O estudo desses fenômenos constitui a Ótica Geométrica.

Um raio de luz é uma linha orientada que representa, graficamente, a direção e o sentido de propagação da luz. Um conjunto de raios de luz constitui um feixe de luz. Este pode ser convergente, divergente ou paralelo (Figura 1).

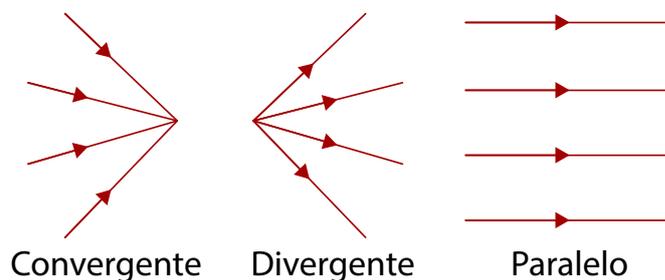


Figura 1 - Tipos de raios de luz

Materiais relacionados disponíveis na [Casa das Ciências](#):
1. [Tipos de lentes](#), de Jean-Jacques Rousseau.

Referências

1. Francisco R. Júnior, Nicolau G. Ferraro, Paulo T. Soares, Os Fundamentos da Física 2, 8ª ed., Editora Moderna, São Paulo, 2003.
2. Paul A. Tipler, Gene Mosca, Física para Cientistas e Engenheiros, 6ª ed., Vol. 2, Editora LTC, 2009.

Autor

Rodrigo de Paiva
Licenciatura em Física pela Universidade
Federal Rural do Rio de Janeiro

Editor

Teresa Monteiro Seixas
Departamento de Física e Astronomia da Faculdade
de Ciências da Universidade do Porto

Referência: Paiva, R. (2014), Revista de Ciência Elementar, 2(01):0037

Reflexão da luz

Consideremos um feixe de raios de luz paralelos que se propaga num meio e incide sobre uma superfície. Verifica-se que, pelo menos parte do feixe de luz, retorna ao meio, mantendo o seu paralelismo. É o que acontece com superfícies planas e polidas. Esse fenômeno é designado por reflexão especular ou regular (Figura 1).

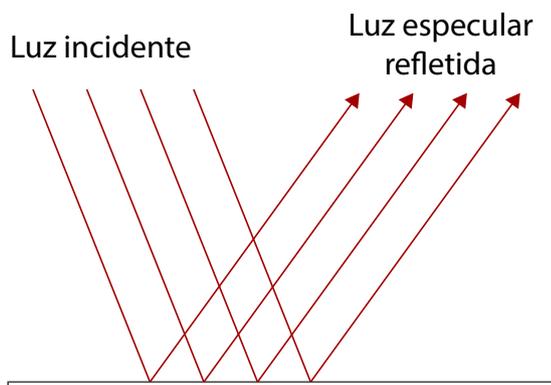


Figura 1 - Reflexão especular

ga num meio incide sobre uma superfície irregular, verifica-se que o feixe retorna ao mesmo meio perdendo o paralelismo. Ou seja, o feixe de luz espalha-se em todas as direções. A difusão dos raios de luz é devida a irregularidades da superfície. Este fenômeno é conhecido como reflexão difusa (Figura 2).

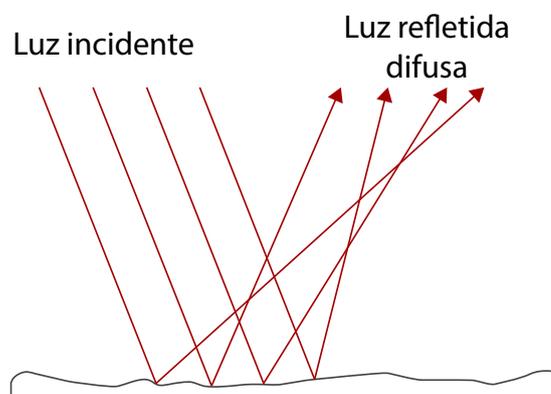


Figura 2 - Reflexão difusa

Leis da reflexão da luz

Consideremos a reflexão de um raio de luz numa su-

Quando um feixe de raios de luz paralelos que se propa-

perfcie (Figura 3). Seja i o ângulo de incidência e r o ângulo de reflexão. O raio incidente (RI) dá origem a um raio refletido (RR) no mesmo meio.

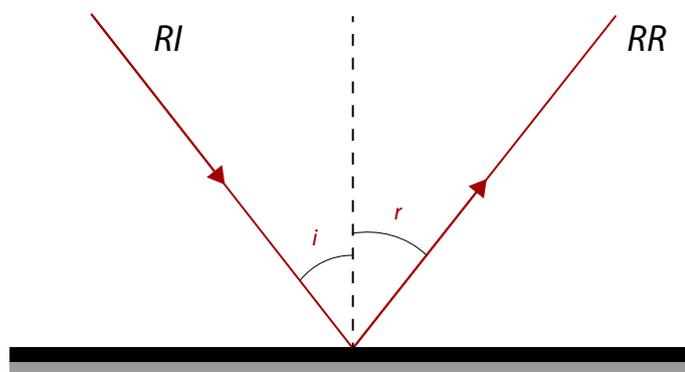


Figura 3 - Reflexão de um raio de luz

- Se o RI for perpendicular à superfície o RR também

Referências

1. Francisco R. Júnior, Nicolau G. Ferraro, Paulo T. Soares, Os Fundamentos da Física 2, 8ª ed., Editora Moderna, São Paulo, 2003.
2. Paul A. Tipler, Gene Mosca, Física para Cientistas e Engenheiros, 6ª ed., Vol. 2, Editora LTC, 2009.

Autor

Rodrigo de Paiva
Licenciatura em Física pela Universidade
Federal Rural do Rio de Janeiro

Editor

Teresa Monteiro Seixas
Departamento de Física e Astronomia da Faculdade
de Ciências da Universidade do Porto

Referência: Paiva, R. (2014), Revista de Ciência Elementar, 2(01):0038

Refração da luz

O fenómeno da refração da luz ocorre, geralmente, quando esta muda de meio de propagação e, em resultado disso, sofre uma variação na sua velocidade. Se a luz se propagar num meio heterogêneo, a sua velocidade de propagação não é constante, originando

um processo de refração contínua.

Se a incidência da luz for oblíqua, a refração é acompanhada de mudança de direção (figura 1a), o que não ocorre se a incidência for perpendicular (figura 1b).

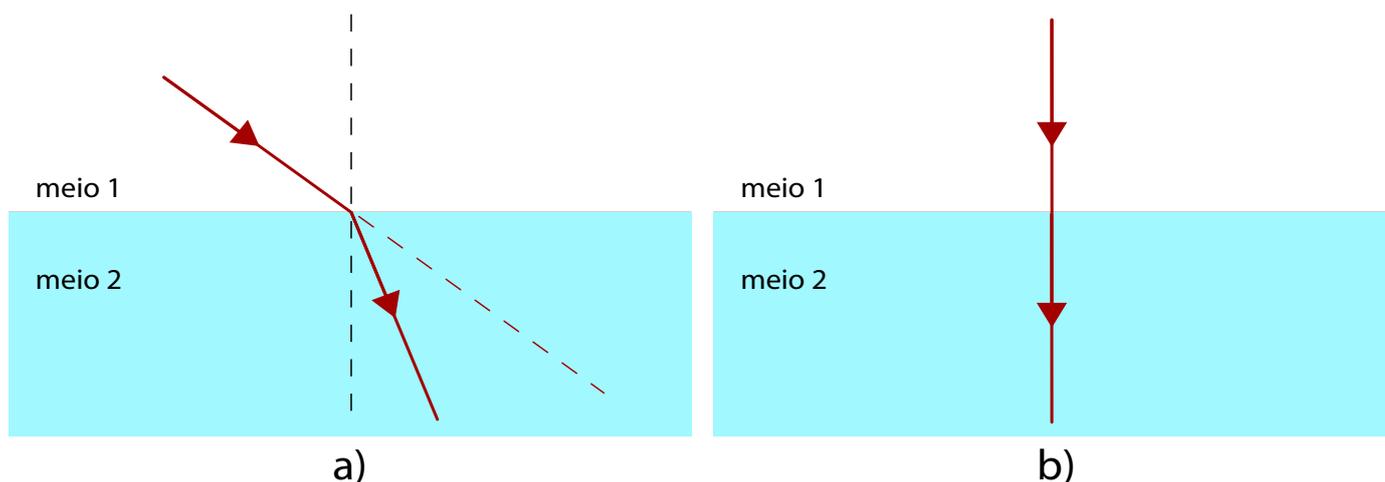


Figura 1 - Refração da luz: a) refração de um raio oblíquo; b) refração de um raio normal.

Índice de refração

Oticamente, um meio homogêneo e transparente é caracterizado pelo seu índice de refração absoluto. O índice de refração absoluto (n) de um meio, para determinada luz monocromática, é a razão entre a velocidade da luz no vácuo (c) e a velocidade da luz no meio em questão (v):

$$n = \frac{c}{v}$$

O índice de refração n é adimensional e maior que a unidade, para qualquer meio material, visto que $c > v$. Pela equação anterior, o índice de refração do vácuo é igual a 1. Para o ar, o índice de refração é praticamente igual a 1, pois a velocidade de propagação da luz no ar é aproximadamente igual à velocidade de propagação no vácuo.

Leis da refração da luz

Consideremos um raio de luz monocromática propagando-se de um meio de índice de refração n_1 para um outro meio com maior índice de refração, n_2 (figura 2). Seja i o ângulo de incidência. Devido à refração na interface dos dois meios, o raio incidente dá origem a um raio refratado que se propaga no segundo meio. O raio refratado forma com a normal um ângulo R , denominado ângulo de refração.

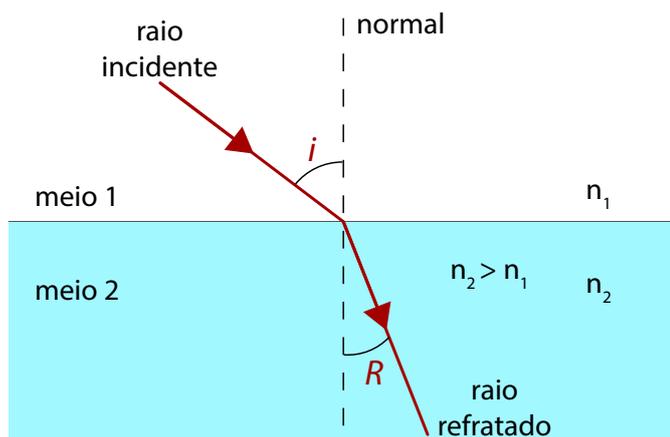


Figura 2 - Refração da luz na interface de dois meios com índices de refração diferentes.

- Se $n_1 < n_2$, o ângulo de incidência (i) será maior que o ângulo de refração (R).
- Se $n_1 > n_2$, o ângulo de incidência (i) será menor que o ângulo de refração (R).
- Se $n_1 = n_2$, o ângulo de incidência (i) será igual ao ângulo de refração (R).

A refração da luz é regida por duas leis:

1.ª Lei: O raio incidente, o raio refratado e a normal à superfície de separação dos dois meios pertencem ao mesmo plano.

2.ª Lei ou Lei de Snell-Descartes: Os ângulos de incidência e de refração satisfazem a condição:

$$n_1 \sin(i) = n_2 \sin(R)$$

Assim, se $n_2 > n_1$, então $\sin(R) < \sin(i)$, resultando $R < i$. Portanto, para incidência oblíqua da luz, quando esta passa de um meio com menor índice de refração para outro com maior índice, o raio luminoso aproxima-se da normal.

Podemos, também, escrever a lei de Snell-Descartes na forma:

$$n_{21} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{\sin(i)}{\sin(R)}$$

Em que n_{21} é o índice de refração relativo do meio 2 em relação ao meio 1.

Reflexão total

Quando luz monocromática se propaga de um meio com menor índice de refração para um de maior índice de refração, não existe nenhuma restrição à ocorrência da refração (figura 3). Para incidência normal, o raio refratado é perpendicular à interface dos dois meios (figura 3a). Em incidência oblíqua ($i > 0^\circ$), o raio luminoso aproxima-se da normal, tendo-se $R < i$ (figura 3b). Para valores crescentes do ângulo de incidência, verifica-se que, à medida que este se aproxima de 90° (incidência razeante), o ângulo refratado (R) tende para um valor máximo L , denominado **ângulo limite** (figura 3c).

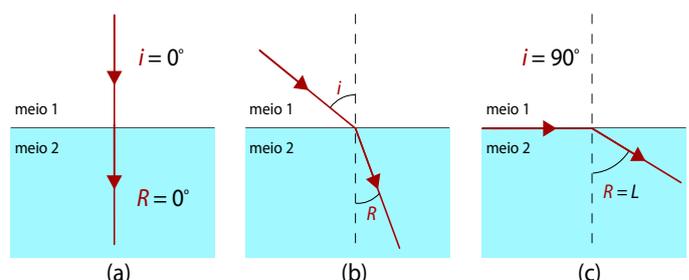


Figura 3 - Refração da luz na passagem de um meio com menor índice de refração para outro de maior índice de refração.

Aplicando a Lei de Snell-Descartes ao caso da refração limite entre dois meios de índices de refração n_1 e $n_2 > n_1$, obtém-se sucessivamente:

$$n_1 \sin(i) = n_2 \sin(R)$$

$$n_1 \sin(90) = n_2 \sin(L)$$

$$\sin(L) = \frac{n_1}{n_2}$$

Sendo $n_1 < n_2$, podemos escrever:

$$\sin(L) = \frac{n_{menor}}{n_{maior}}$$

$$L = \arcsin\left(\frac{n_{menor}}{n_{maior}}\right)$$

Quando luz monocromática se propaga de um meio com maior índice de refração para outro de menor índice de refração, nem todo o raio luminoso sofre refração. Esta situação corresponde à propagação da luz do meio 2 para o meio 1 ($n_1 < n_2$). Em incidência normal (Figura 4a), continua a não haver desvio do raio refratado em relação ao incidente. Para incidência oblíqua (Figura 4b), contudo, o raio luminoso afasta-se da normal ($R > i$). Aumentando gradualmente o ângulo de incidência, o raio refratado aproxima-se da direção razante. Neste caso, a refração limite ocorre para um ângulo de incidência $i = L$ (Figura 4c), para o qual o ângulo de refração atinge o valor máximo de 90° .

No entanto, para este sentido de propagação, ou seja, do meio com maior índice de refração para o de menor, o ângulo de incidência pode ser maior que o ângulo limite. Quando isto ocorre, não há refração e a luz sofre o fenómeno de reflexão total (Figura 4d).

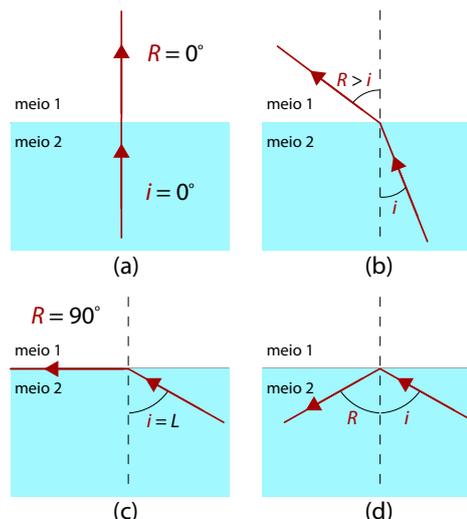


Figura 4 - Refração da luz na passagem de um meio com maior índice de refração para outro de menor índice de refração.

Assim, para haver reflexão total, são necessárias duas condições:

- 1.^a - **Sentido de propagação da luz:** do meio com maior índice de refração para o de menor.
- 2.^a - **Ângulo de incidência maior que o ângulo limite:** $i > L$.

Materiais relacionados disponíveis na [Casa das Ciências](#):

1. [Comunicações longas](#), de Rogério Nogueira;
2. [Refração](#), de David Harrison;
3. [Refração de ondas](#), de Vladimir Vaščák;
4. [Ondas e índice de refração](#), de Thomas Fleisch;
5. [Índice de refração e ângulo crítico](#), de Thomas Fleisch;
6. [Lentes e espelhos](#), de Don Ion;
7. [Ótica - lentes e espelhos](#), de Gilbert Gastebois;
8. [Espelhos e lentes esféricas](#), de B. Surendranath Reddy.

Referências

1. Francisco R. Júnior, Nicolau G. Ferraro, Paulo T. Soares, Os Fundamentos da Física 2, 8ª ed., Editora Moderna, São Paulo, 2003.
2. Paul A. Tipler, Gene Mosca, Física para Cientistas e Engenheiros, 6ª ed., Vol. 2, Editora LTC, 2009.

Autor

Rodrigo de Paiva

Licenciatura em Física pela Universidade
Federal Rural do Rio de Janeiro

Editor

(Refração da luz e Leis da refração da luz)

Manuel António Salgueiro da Silva

Departamento de Física e Astronomia da Faculdade
de Ciências da Universidade do Porto

Editor

(Índice de refração e Reflexão total da luz)

Teresa Monteiro Seixas

Departamento de Física e Astronomia da Faculdade
de Ciências da Universidade do Porto

Colisão de placas

Choque entre placas tectónicas.

A colisão das placas tectónicas pode dar-se entre:

- **Placa oceânica e placa continental** – nesta colisão a placa oceânica, de maior densidade, mergulha sob a placa continental, menos densa, formando-se uma fossa tectónica, tal como acontece, por exemplo, com a placa de Nazca que mergulha sob a Sul-Americana. Este fenómeno designa-se subducção, e é acompanhado de forte atividade sísmica e vulcânica. Pode acontecer que uma porção da litosfera oceânica cavalgue um bordo continental, o que é, *à priori*, anormal, dadas as densidades respetivas dos dois meios. Para descrever este fenómeno, inverso da subducção, foi criado o termo obducção;

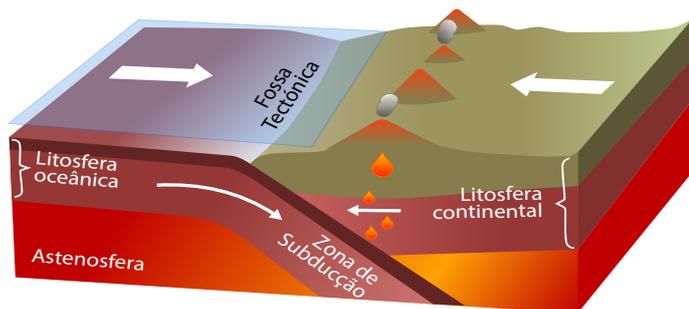


Figura 1 - Colisão entre placa oceânica e placa continental

- **Placas continentais** – nesta colisão, como as placas apresentam densidades semelhantes, originam-se enrugamentos, com a formação de uma cadeia montanhosa. É o que acontece com a placa Indiana que, em deslocação para norte, colide com a placa Euroasiática, originando as cadeias montanhosas dos Himalaias e do Tibete. Atualmente, estas placas ainda se empurram, mutuamente, provocando a elevação dos Himalaias, à velocidade de 1 a 2 cm/ano;

Autor

António Guerner Dias,
Maria Conceição Freitas,
Florisia Guedes e Maria Cristina Bastos

Editor

Manuela Marques
Departamento de Geociências, Ambiente e Ordenamento do Território
da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

Referência: Guerner Dias, A., Freitas, C., Guedes, F., Bastos, C. (2014), Revista de Ciência Elementar, 2(01):0040

Falha

Fratura do terreno com deslocamento relativo das duas partes contíguas.

A superfície segundo a qual se dá o deslocamento é designada **plano de falha** e, de cada lado deste plano,

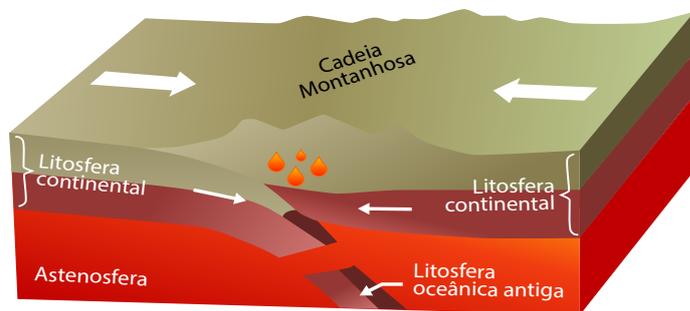


Figura 2 - Colisão entre placas continentais

- **Placas oceânicas** – nesta colisão a placa mais densa mergulha sob a outra (subducção), formando-se uma fossa oceânica e ilhas de origem vulcânica (arco insular). É o que acontece com os arcos insulares situados na bordadura oriental dos continentes Asiático e Australiano. Nestas regiões ocorre forte atividade sísmica e vulcânica. Quando a margem oceânica de uma placa mista colide com uma placa continental, a crosta oceânica é destruída por subducção e, quando toda a crosta oceânica é destruída, passa a ocorrer colisão entre as duas margens continentais.

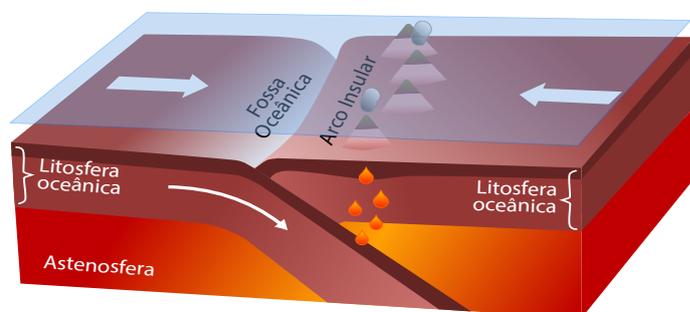


Figura 3 - Colisão entre placas oceânicas

Materiais relacionados disponíveis na [Casa das Ciências](#):

1. [Paleo-Terra](#), de *Cassiopeia Project*.

situam-se os **blocos de falha**. O valor do deslocamento relativo dos dois blocos, medido ao longo do plano de falha, é designado **rejeito**. No plano de falha podem, por vezes, observar-se estrias – estrias de escorregamento ou **slickensides** – que permitem determinar a direção do movimento ao longo deste plano.

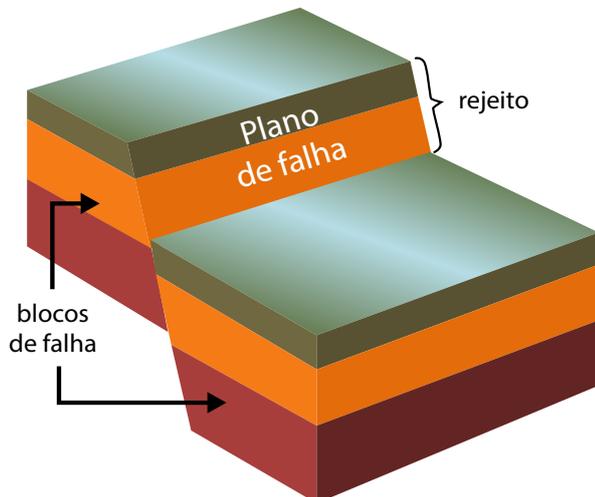


Figura 1 - Esquema de uma falha

Quando, em vez de apenas um plano de falha, ocorre uma zona esmagada, esta designa-se **caixa de falha**. As falhas podem ser classificadas quanto à orientação do deslocamento relativo dos seus blocos, em:

- **compressiva, inversa ou cavalgante** – quando a fratura é provocada por compressão, os blocos aproximam-se e um deles desloca-se, parcialmente, para cima do outro;
- **distensiva ou normal** – quando a fratura é provo-

cada por distensão, os blocos afastam-se e um deles desce em relação ao outro;

- **desligante ou horizontal** – quando a fratura é provocada por tensões tangenciais e os blocos se movimentam, lateral e horizontalmente, um em relação ao outro.

Podem, ainda, ser definidos outros tipos particulares de falhas, das quais se destacam:

- **falha ativa** – falha com movimentação conhecida ou registada na atualidade, onde ocorrem muitos dos sismos atuais; em Portugal Continental são exemplos de falhas ativas a falha da Vilarça e a falha da Régua-Verin;
- **falha transformante** – tipo particular de falha desligante que ocorre como limite de uma placa tectónica, e ao longo da qual não há formação nem destruição de litosfera; são exemplos de falhas transformantes, algumas das falhas que se formam nos contactos entre placas tectónicas, como as que se localizam perpendicularmente à orientação das dorsais oceânicas, e a falha de Santo André na Califórnia.

Materiais relacionados disponíveis na [Casa das Ciências](#):

1. [Formação de Estrutura Geológica](#), de Tanya Atwater.

Imagens relacionadas disponíveis no [Banco de Imagens](#):

1. [Falha normal](#), de Miguel Sousa;
2. [Dominó ou bookshelf](#), de Paulo Fonseca;
3. [Afloramento de calcários afetados por uma falha](#), de Maria Pinto.

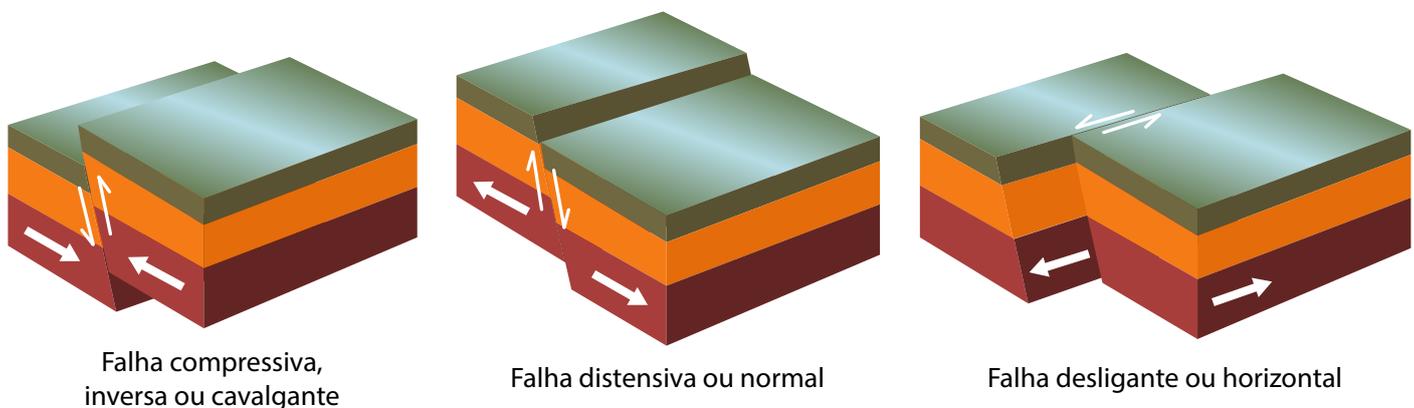


Figura 2 - Representação esquemática dos principais tipos de falhas

Autor

António Guerner Dias,
Maria Conceição Freitas,
Florisia Guedes e Maria Cristina Bastos

Editor

Manuela Marques
Departamento de Geociências, Ambiente e Ordenamento do Território
da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

Onda sísmica

Vibração do material terrestre que se propaga a partir do hipocentro de um sismo em círculos concêntricos. Estas vibrações podem ser ondas internas (de volume) ou ondas de superfície:

• **Ondas internas** – propagam-se no interior da Terra; podem ser de dois tipos:

» **ondas P ou primárias** - são as primeiras a ser registadas por um sismógrafo e a sua velocidade varia em função da densidade e da rigidez dos materiais que atravessam; a sua velocidade de deslocação, para a crosta continental, é de aproximadamente 6 km/s e, para a crosta oceânica, de cerca de 7 km/s; propagam-se em todos os meios (sólidos, líquidos ou gasosos), sendo as responsáveis pelo ruído que pode acompanhar o sismo; são ondas de compressão porque comprimem e distendem as rochas, alterando o seu volume e são longitudinais porque as partículas se deslocam paralelamente à direção de propagação da onda;

» **ondas S ou secundárias** - são as segundas a ser registadas por um sismógrafo; a sua velocidade de deslocação, para a crosta continental, é de aproximadamente 2,8 km/s e, para a crosta oceânica, de cerca de 3,8 km/s; estas ondas propagam-se apenas em meios sólidos; são ondas transversais porque a direção de vibração das partículas é perpendicular à direção de

propagação da onda; deformam as rochas sem, no entanto, alterar o seu volume;

• **Ondas de superfície, longas ou L** – propagam-se à superfície da Terra resultando das ondas internas; são mais lentas e de grande amplitude, responsáveis pela maior parte dos danos; podem ser de dois tipos:

» **ondas de Love** – propagam-se em meios sólidos provocando um movimento horizontal das partículas, perpendicularmente à direção de propagação da onda; estas ondas afetam, preferencialmente, os alicerces dos prédios. A sua designação deve-se a Augustus Love (1863 – 1940), matemático e geofísico inglês;

» **ondas de Rayleigh** – propagam-se em meios sólidos e líquidos provocando um movimento elítico das partículas, de cima para baixo, como uma vaga oceânica. São as ondas mais lentas e as mais destruidoras. A sua designação deve-se a John William Rayleigh, matemático e físico inglês, Prémio Nobel em 1904.

Materiais relacionados disponíveis na [Casa das Ciências](#):

1. [Sismicidade](#), de Maria Filomena Rebelo;
2. [Breve história da Sismologia](#), de Maria Filomena Rebelo;
3. [Por que razão a Terra treme?](#), de Sofia de Jesus;
4. [Tectónica de placas](#), de Nuno Meia-Onça.

Autor

António Guerner Dias,
Maria Conceição Freitas,
Florisia Guedes e Maria Cristina Bastos

Editor

Manuela Marques
Departamento de Geociências, Ambiente e Ordenamento do Território
da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

Referência: Guerner Dias, A., Freitas, C., Guedes, F., Bastos, C. (2014), Revista de Ciência Elementar, 2(01):0042

Epicentro

Local da superfície terrestre correspondente à vertical do hipocentro de um sismo.

É, portanto, a região da superfície onde a energia sísmica é máxima.

Na prática, para situar o epicentro de um sismo, calculam-se as distâncias epicentrais de, pelo menos, três estações sismológicas.

Sobre um mapa com a localização das estações sis-

mológicas, traçam-se circunferências cujos centros se localizam nas respetivas estações e cujos raios correspondem às distâncias epicentrais para cada estação, recalculadas de acordo com a escala do mapa.

O epicentro localiza-se na interseção das três circunferências.

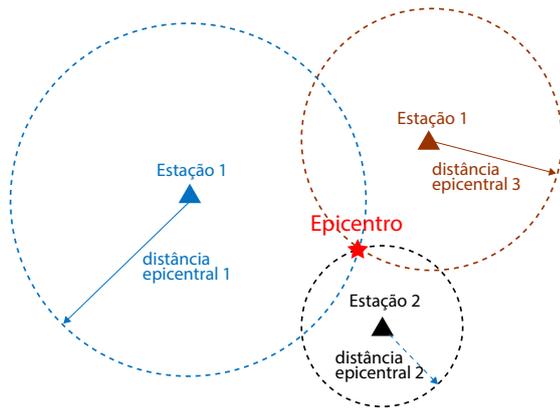


Figura 1 - Esquema para a localização do epicentro de um sismo

Autor

António Guerner Dias,
Maria Conceição Freitas,
Florisa Guedes e Maria Cristina Bastos

Editor

Manuela Marques
Departamento de Geociências, Ambiente e Ordenamento do Território
da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

Referência: Guerner Dias, A., Freitas, C., Guedes, F., Bastos, C. (2014), Revista de Ciência Elementar, 2(01):0043

Ponto quente

Local da superfície da Terra onde ocorre atividade vulcânica em consequência de um forte aquecimento provocado pela ascensão de material proveniente do seu interior.

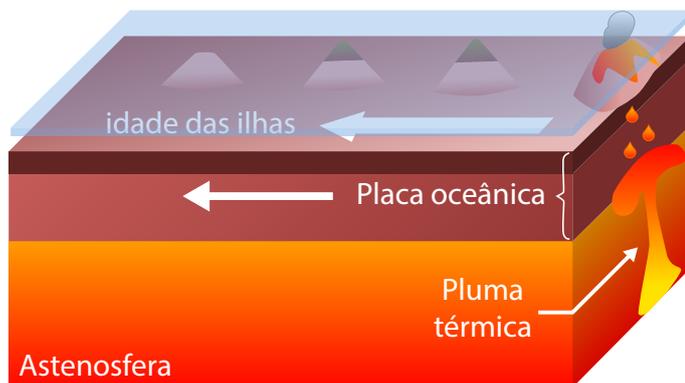


Figura 1 - Representação esquemática de um ponto quente e ilhas associadas

Admite-se que os pontos quentes sejam locais da superfície terrestre onde emergem correntes verticais de material provenientes do interior da Terra. Estas colunas de material, supostamente com

Autor

António Guerner Dias,
Maria Conceição Freitas,
Florisa Guedes e Maria Cristina Bastos

Editor

Manuela Marques
Departamento de Geociências, Ambiente e Ordenamento do Território
da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

Referência: Guerner Dias, A., Freitas, C., Guedes, F., Bastos, C. (2014), Revista de Ciência Elementar, 2(01):0044

Materiais relacionados disponíveis na [Casa das Ciências](#):

1. [Sismos portugueses do início do século XX](#), de Ana Correia e José Ribeiro;
2. [Sismos portugueses de meados do século XX](#), de Ana Correia e José Ribeiro;
3. [Sismos portugueses dos anos 60 e 70](#), de Ana Correia e José Ribeiro;
4. [Sismos portugueses recentes](#), de Ana Correia e José Ribeiro.

a forma de cogumelos, podem atingir larguras da ordem dos 500 km a 1000 km na parte superior e 200 km na base, sendo designadas plumas térmicas. As **plumas térmicas** terão origem no limite núcleo-manto (“camada D”) e o seu movimento será uma consequência da transferência de energia térmica a partir do núcleo externo, ou do próprio manto.

Os pontos quentes permitem explicar a existência de ilhas de origem vulcânica no interior das placas tectónicas. Por exemplo, as rochas das ilhas havaianas são muito recentes, com idade muito inferior à das rochas dos fundos oceânicos circundantes.

Materiais relacionados disponíveis na [Casa das Ciências](#):

1. [Erupt](#), de Ken Wohletz;
2. [Placa do Pacífico](#), de Tanya Atwater.

Imagens relacionadas disponíveis no [Banco de Imagens](#):

1. [Vulcanismo ativo](#), de Paulo Talhadas dos Santos;
2. [Lava encordoada](#), de Elsa Oliveira.

Adição e subtração de números complexos na forma algébrica

Para adicionar e subtrair números complexos na forma algébrica, basta ter em conta as regras habituais para operar com números reais e a igualdade $i^2 = -1$.

Assim, sendo $z_1 = x_1 + iy_1$ e $z_2 = x_2 + iy_2$, com $x_1, x_2, y_1, y_2 \in \mathbb{R}$ tem-se:

$$\bullet z_1 + z_2 = (x_1 + x_2) + i(y_1 + y_2)$$

$$\bullet z_1 - z_2 = (x_1 - x_2) + i(y_1 - y_2)$$

Exemplos

Se $z_1 = 3 + i$ e $z_2 = 1 + 2i$, temos:

$$\bullet z_1 + z_2 = (3 + i) + (1 + 2i) = 4 + 3i$$

$$\bullet z_1 - z_2 = (3 + i) - (1 + 2i) = 2 - i$$

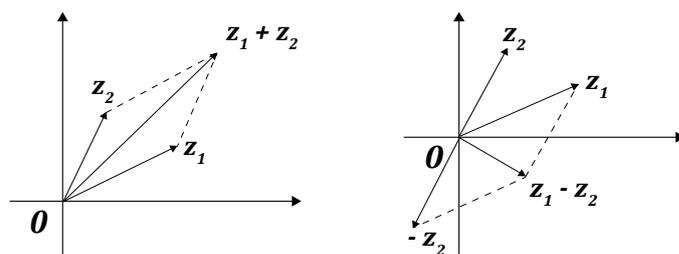
Nota

Os vetores representativos dos números complexos $z_1 + z_2$ e $z_1 - z_2$ são, respetivamente, a soma e a diferença dos vetores representativos dos números complexos z_1 e z_2 .

Se $z_1 = x_1 + iy_1$ e $z_2 = x_2 + iy_2$ são representados respetivamente pelos vetores de coordenadas cartesianas (x_1, y_1) e (x_2, y_2) , então, o número complexo $z_1 + z_2$ é representado pelo vetor de coordenadas $(x_1 + x_2, y_1 + y_2)$ e

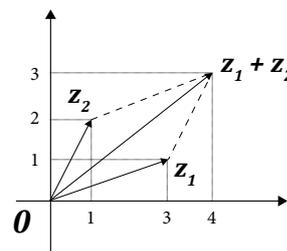
o número complexo $z_1 - z_2$ é representado pelo vetor de coordenadas $(x_1 - x_2, y_1 - y_2)$.

Geometricamente:



Exemplo

No exemplo anterior $z_1 + z_2 = (3 + i) + (1 + 2i) = 4 + 3i$, temos geometricamente:



Materiais relacionados disponíveis na [Casa das Ciências](#):

1. [Complexos](#), de Jean-Jacques Rousseau.

Referências

1. Carreira, A. Nápoles, S. (1998) - Variável Complexa: Teoria Elementar e Exercícios Resolvidos. McGraw-Hill, ISBN:972-8298-69-2.
2. Marsden, J.E., Hoffman, J.M. (1998) - Basic Complex Analysis, 3ª edição, W.H. Freeman and Company. ISBN-10: 0-7167-2877-X.
3. Silva, J.S. (1975) - Compêndio de Matemática, 1º Volume (2º TOMO), Gabinete de Estudos e Planeamento do Ministério da Educação e Cultura.

Autor

Filipe Ramos
Departamento de Matemática da
Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa

Editor

José Francisco Rodrigues
Departamento de Matemática da
Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa

Referência: Ramos, F. (2014), Revista de Ciência Elementar, 2(01):0045

Áreas de polígonos

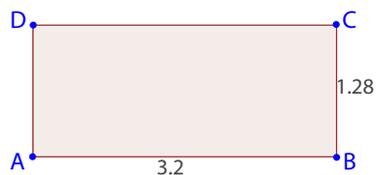
Área de um retângulo

A área de um retângulo é igual ao produto (dos

comprimentos) da sua base pela sua altura

$$\text{área do retângulo} = \text{base} \times \text{altura}$$

A base e altura têm que ser medidas usando a mesma unidade de comprimento (cm, por exemplo). A área, é então, dada pelo quadrado dessa unidade (cm^2 , por exemplo).

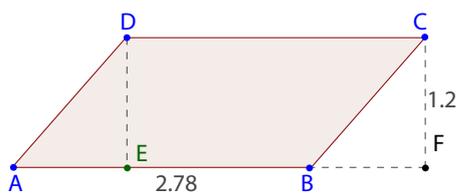


$$\text{área} = 3.2 \text{ cm} \times 1.28 \text{ cm} = 4.1 \text{ cm}^2$$

Área de um paralelogramo

A área de um paralelogramo é igual ao produto (dos comprimentos) da sua base pela sua altura

$$\text{área do paralelogramo} = \text{base} \times \text{altura}$$



$$\text{área} = 2.78 \text{ cm} \times 1.2 \text{ cm} = 3.34 \text{ cm}^2$$

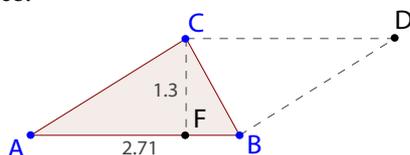
De facto, os triângulos retângulos AED e BFC são iguais, por terem as hipotenusas iguais ($AD = BC$) e um cate-to igual ($DE = CF$). Retirando o triângulo AED ao paralelogramo $ABCD$ e substituindo-o pelo triângulo BFC , obtemos um retângulo com a mesma área do paralelogramo. A área deste é, pois, dada pela fórmula anterior.

Área de um triângulo

A área de um triângulo é igual a metade do produto (dos comprimentos) da sua base pela sua altura

$$\text{área do triângulo} = \frac{1}{2} \text{ base} \times \text{altura}$$

De facto, como se indica na imagem seguinte, dado o triângulo ABC , podemos construir um paralelogramo $ABDC$, cuja área é igual ao produto da sua base pela sua altura, como vimos no ponto anterior. Mas a área do paralelogramo $ABDC$ é o dobro da área do triângulo ABC , uma vez que os triângulos ABC e BCD são congruentes.

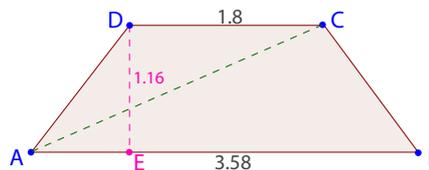


$$\text{área} = \frac{1}{2} 2.71 \text{ cm} \times 1.3 \text{ cm} = 1.76 \text{ cm}^2$$

Área de um trapézio

A área de um trapézio é igual a metade do produto (dos comprimentos) da soma das suas bases pela sua altura

$$\text{área do trapézio} = \frac{1}{2} (\text{base maior} + \text{base menor}) \times \text{altura}$$



$$\text{área} = \frac{1}{2} (3.58 \text{ cm} + 1.8 \text{ cm}) \times 1.16 \text{ cm} = 3.12 \text{ cm}^2$$

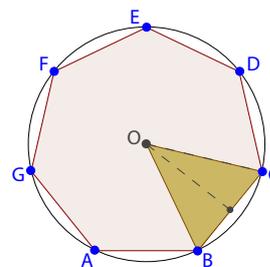
De facto, consideremos, por exemplo, a diagonal AC do trapézio $ABCD$. Esta diagonal divide o trapézio em dois triângulos - o triângulo ADC , cuja área é igual a metade do produto da base maior AB , do trapézio, pela sua altura, e o triângulo DCA , cuja área é igual a metade do produto da base menor DC , do trapézio, pela sua altura. Basta agora somar as áreas destes dois triângulos para obter a área do trapézio.

Área de um polígono regular

A área de um polígono regular é igual a metade do produto do seu perímetro pela seu apótema

$$\text{área do polígono regular} = \frac{1}{2} \text{ perímetro} \times \text{apótema}$$

Seja n o número de lados do polígono regular dado. Podemos dividir esse polígono em n triângulos iguais cuja base é igual ao lado do polígono e cuja altura é igual ao apótema do polígono (na imagem seguinte, consideramos um polígono com um número de lados igual a 7 e um dos n triângulos da subdivisão referida - o triângulo OBC). Basta agora somar as áreas desses n triângulos.



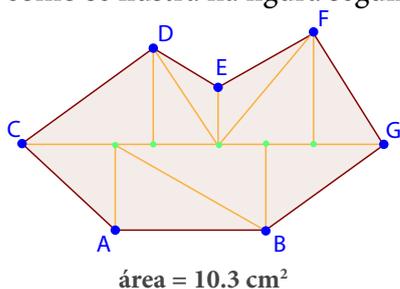
$$\text{perímetro} = n \times (\text{lado } AB) = 7 \times 1.16 \text{ cm} = 8.12 \text{ cm}$$

$$\text{área} = \frac{1}{2} \text{ perímetro} \times \text{apótema} = \frac{1}{2} 8.12 \text{ cm} \times 1.2 \text{ cm} = 4.89 \text{ cm}^2$$

Área de um polígono qualquer

Neste caso não há uma fórmula para calcular a área. Uma forma de a calcular é decompor o polígono em

triângulos, como se ilustra na figura seguinte.



Calculamos então a área de cada triângulo e somamos todas essas áreas para obter a área do polígono.

Autor

João Nuno Tavares e Ângela Geraldo
Departamento de Matemática da
Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

Editor

José Francisco Rodrigues
Departamento de Matemática da
Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa

Referência: Nuno Tavares, J., Geraldo, A. (2014), Revista de Ciência Elementar, 2(01):0046

Clique [aqui](#) para aceder à versão *html* com aplicações Geogebra.

Materiais relacionados disponíveis na Casa das Ciências:

1. [Calçada Portuguesa](#), de Fernanda Martins F. Santos;
2. [Jardim dos sete castelos](#), de Aurélia Freire;
3. [Áreas e perímetros numa quinta geométrica](#), de Sílvia Costa e Sílvia Couto;
4. [Áreas e perímetros](#), de Casa das Ciências.

Bijeção

Bijeção de um conjunto A para um conjunto B é uma correspondência biunívoca entre A e B , isto é, a cada elemento de A corresponde sempre um único elemento de B e reciprocamente.

Notas e exemplos

Bijeção é uma função de A em B injetiva e sobrejetiva. Considerem-se as correspondências definidas em seguida:

• Correspondência i

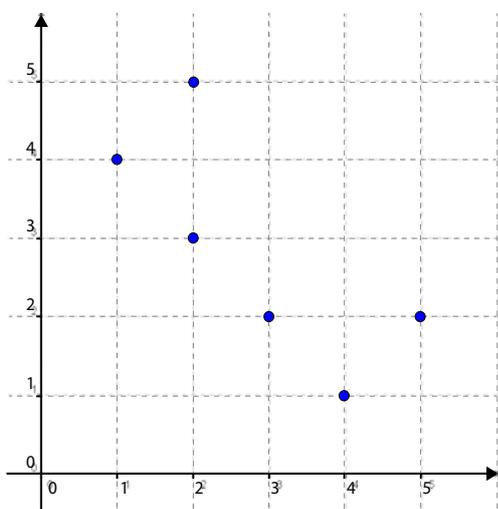


Figura 1 - Correspondência i de $\{1, 2, 3, 4, 5\}$ em $\{1, 2, 3, 4, 5\}$
A correspondência i não é uma função porque o elemento “2”, do conjunto de partida, admite dois repre-

sentantes diferentes, “3” e “5”, no conjunto de chegada.

• Correspondência j

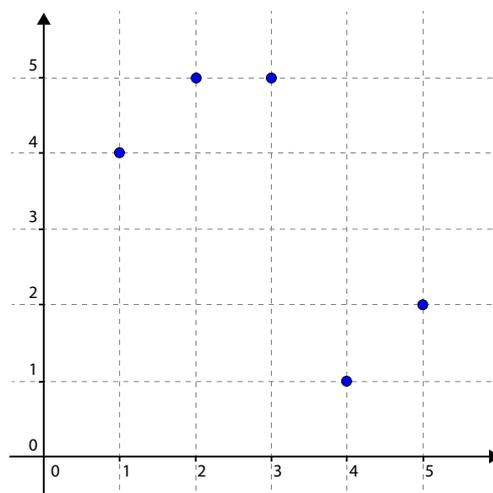


Figura 2 - Correspondência j de $\{1, 2, 3, 4, 5\}$ em $\{1, 2, 3, 4, 5\}$

A correspondência j é uma função porque cada elemento no conjunto de partida admite um e um só representante no conjunto de chegada.

Todavia, j não é injetiva porque “2” e “3” são dois objetos distintos com a mesma imagem “5”.

j também não é sobrejetiva porque “3” é um elemento do conjunto de chegada que não representa nenhum objeto.

• Correspondência l

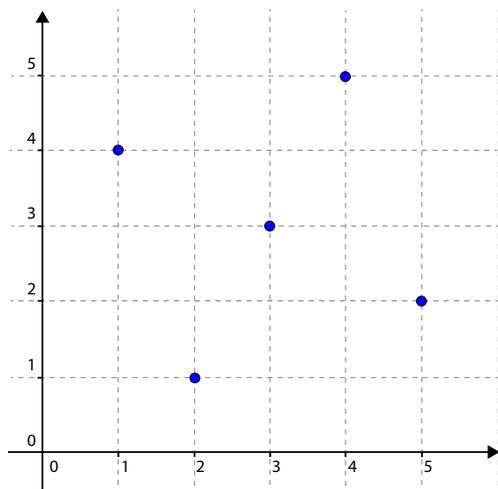


Figura 3 - Correspondência l de $\{1, 2, 3, 4, 5\}$ em $\{1, 2, 3, 4, 5\}$

Autor

Virgínia Amaral, Ângela Lopes,
Elfrida Ralha, Inês Sousa,
Cláudia Taveira

Editor

José Francisco Rodrigues
Departamento de Matemática da
Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa

Referência: Amaral, V., Lopes, A., Ralha, E., Sousa, I., Taveira, C. (2014), Revista de Ciência Elementar, 2(01):0047

Correlação

Dado o par de variáveis aleatórias (X, Y) ou o conjunto de dados bivariados $(\mathbf{x}, \mathbf{y}) = \{(x_i, y_i)\}$, com $i = 1, \dots, n$, de tipo quantitativo, a **correlação** entre as variáveis X e Y , ou entre \mathbf{x} e \mathbf{y} , descreve a relação ou associação entre essas variáveis. Uma medida da direção e do grau com que as variáveis X e Y , ou \mathbf{x} e \mathbf{y} , se associam linearmente é dada, respetivamente, pelo coeficiente de correlação populacional e pelo coeficiente de correlação amostral. Por exemplo, é natural esperar uma relação entre o peso e a altura duma pessoa. Embora aconteça que a alturas iguais correspondam pesos diferentes e que a pesos iguais correspondam alturas diferentes, sabemos que, em média, quanto maior for a altura, maior será o peso. Quando existe uma relação deste género entre duas variáveis, diz-se que existe uma relação es-

tatística. Entre duas variáveis ligadas por uma relação estatística diz-se que existe **correlação** (Murteira (1994), página 144). Pode, no entanto, existir uma relação entre duas variáveis, sem ser uma relação estatística – a relação que existe entre a área A de um quadrado e o comprimento l do lado, não é uma relação estatística, mas sim uma relação determinística traduzida pela fórmula $A=l^2$. Este tipo de relações não é objeto de um estudo estatístico.

Materiais relacionados disponíveis na [Casa das Ciências](#):

1. [Regressão Linear](#), de Hans Lohninger;
2. [Coeficiente de correlação](#), de Hans Lohninger.

Referências

1. Murteira, B. (1994) – Análise Exploratória de Dados – Estatística Descritiva. McGraw-Hill de Portugal, Lda. ISBN: 972-9241-25-2.

Autor

Maria Eugénia Graça Martins
Departamento de Estatística e Investigação Operacional da
Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa

Editor

José Francisco Rodrigues
Departamento de Matemática da
Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa

Referência: Graça Martins, E. (2014), Revista de Ciência Elementar, 2(01):0048

Diagrama de Venn

Dá-se o nome de **diagrama de Venn** a todo o diagrama que possibilita a visualização de propriedades e de relações entre um número finito de conjuntos.

Os **diagramas de Venn** são representados por linhas fechadas, desenhadas sobre um plano, de forma a representar os conjuntos e as diferentes relações existentes entre conjuntos e elementos.

Exemplo:

Considerando o conjunto dos números naturais $\mathbb{N} = \{1, 2, 3, 4, \dots\}$, sejam U o conjunto dos números naturais até 25 e A e B , respetivamente, os conjuntos dos números primos até 25 e números pares até 25:

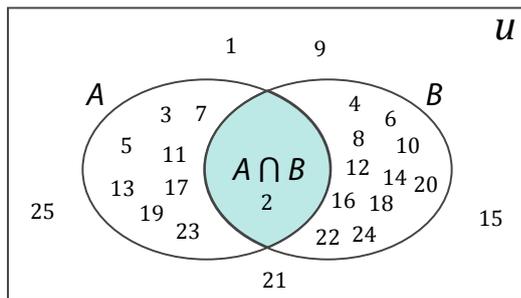
$$A = \{2, 3, 5, 7, 11, 13, 17, 19, 23\},$$

$$B = \{2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24\}$$

Recorrendo à utilização de Diagramas de Venn podemos visualizar os conjuntos anteriores, assim como as seguintes operações:

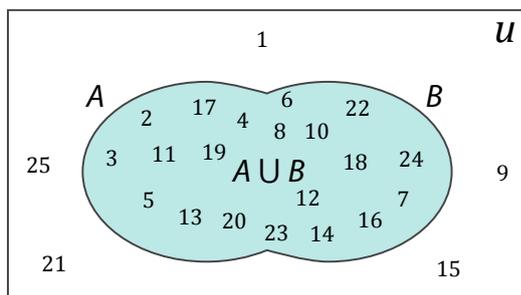
- **Interseção entre A e B**

$$A \cap B = \{2\}$$



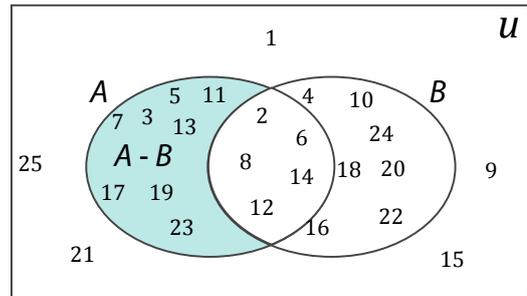
- **Reunião entre A e B**

$$A \cup B = \{2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 14, 16, 17, 18, 19, 20, 22, 23, 24\}$$



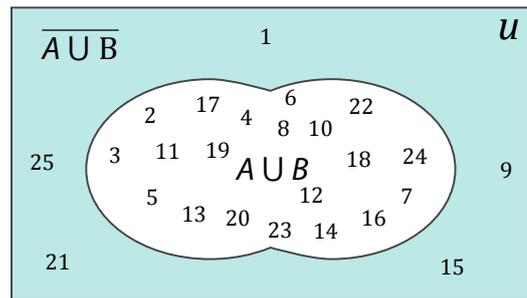
- **Diferença entre A e B ou complementar relativo de A em B ($A \setminus B$ ou $A - B$)**

$$A - B = \{3, 5, 7, 11, 13, 17, 19, 23\}$$



- **Complementar da reunião entre A e B**

$$\overline{A \cup B} = U - (A \cup B) = \{1, 9, 15, 21, 25\}$$



Observação:

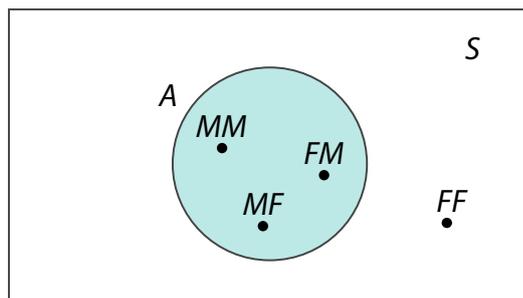
Dado um conjunto M o seu conjunto complementar pode ser designado simbolicamente por \overline{M} , M^c e C_M .

Em Estatística utilizam-se **diagramas de Venn** para visualizar o espaço de resultados e os acontecimentos associados a um fenómeno aleatório. Para representar o espaço de resultados S utiliza-se um retângulo e no seu interior regiões fechadas para representar os acontecimentos A, B, \dots

Consideremos, por exemplo, a experiência aleatória que consiste em verificar o sexo dos filhos das famílias com 2 filhos. O espaço de resultados é constituído pelos resultados

$$S = \{MM, MF, FM, FF\}.$$

Seja A o acontecimento “Pelo menos um dos filhos é do sexo masculino”. Representando num diagrama de Venn, temos



Autor

Maria Eugénia Graça Martins
Departamento de Estatística e Investigação Operacional da
Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa

Editor

José Francisco Rodrigues
Departamento de Matemática da
Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa

Referência: Graça Martins, E. (2014), Revista de Ciência Elementar, 2(01):0049

Sucessão

Sucessão de números reais é uma função cujo domínio é $\mathbb{N} = \{1, 2, 3, 4, \dots\}$, o conjunto dos números naturais, e que toma valores em \mathbb{R} , *i.e* no conjunto dos números reais:

$$u : \mathbb{N} \rightarrow \mathbb{R} \\ n \mapsto u(n) = u_n$$

A imagem de $n \in \mathbb{N}$ por u representa-se por $u(n)$ ou, como é mais usual, por u_n , e diz-se o termo de ordem n da sucessão u . Quando não há risco de confusão, a notação u_n é também usada para representar a sucessão.

A sucessão u representa-se frequentemente por (u_n) ou $u_1, u_2, \dots, u_n, \dots$

Não confundir a sucessão (u_n) com o conjunto dos seus valores $\{u_1, u_2, \dots, u_n, \dots\}$, apesar de certos autores também usarem $\{u_n\}_{n \in \mathbb{N}}$ ou mesmo $\{u_n\}$ para representar uma sucessão.

Assim, por exemplo, a sucessão de termo geral $u_n = (-1)^n$, com $n \in \mathbb{N}$, é $-1, 1, -1, 1, \dots, (-1)^n, \dots$ enquanto que o conjunto dos seus valores, isto é, o contradomínio da função u é $\{-1, 1\}$.

Outra maneira de pensar ou visualizar uma sucessão u_n é como uma sequência de posições de um ponto

que se desloca na reta real, de tal forma que:

- para $n = 1$ ocupa a posição $u_1 \in \mathbb{R}$
- para $n = 2$ ocupa a posição $u_2 \in \mathbb{R}$
- para $n = 3$ ocupa a posição $u_3 \in \mathbb{R}$

e assim sucessivamente.

Nota

- No Brasil, utiliza-se a palavra “sequência” para designar sucessão.
- Mais geralmente, pode substituir-se o conjunto \mathbb{R} por outro conjunto X qualquer e definir, por exemplo, sucessão de números complexos, sucessão de acontecimentos, ou sucessão de elementos $x_n \in X$.

Clique [aqui](#) para aceder à versão *html* com aplicações Geogebra.

Materiais relacionados disponíveis na [Casa das Ciências](#):

1. [Progressões geométricas](#), de Maria José V. Costa;
2. [Progressões aritméticas](#), de Maria José V. Costa.

Autor

João Nuno Tavares
Departamento de Matemática da
Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

Editor

José Francisco Rodrigues
Departamento de Matemática da
Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa

Referência: Nuno Tavares, J. (2014), Revista de Ciência Elementar, 2(01):0050

Superfície cônica

Superfície Cônica é o lugar geométrico dos pontos P de coordenadas (x, y, z) definidos por uma equação (canônica) do tipo:

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} - \frac{z^2}{c^2} = 0$$

com a, b, c constantes reais diferentes de zero.

Notas

A superfície cônica definida por $\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} - \frac{z^2}{c^2} = 0$ tem o vértice na origem de um referencial tridimensional, ortonormado (em relação ao qual se definiu a equação) e é simétrica em relação aos planos coordenados.

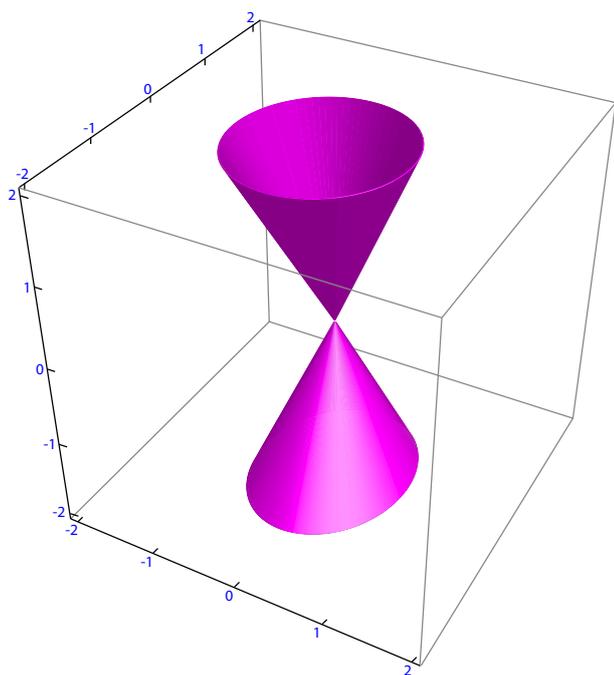


Figura 1 - Superfície cônica definida pela equação

$$\frac{x^2}{4} + \frac{y^2}{9} - \frac{z^2}{25} = 0$$

Observe-se ainda que as equações (canônicas)

$$\frac{x^2}{a^2} - \frac{y^2}{b^2} + \frac{z^2}{c^2} = 0 \text{ ou } \frac{x^2}{a^2} - \frac{y^2}{b^2} - \frac{z^2}{c^2} = 0$$

ou *etc.* (no primeiro membro, dois coeficientes com um sinal e o terceiro com sinal diferente) também representam superfícies cônicas de vértice em O , apesar de terem outro eixo.

Atendendo a que a equação inicial da superfície cônica

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} - \frac{z^2}{c^2} = 0$$

se pode escrever na forma

$$z^2 = c^2 \left(\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} \right)$$

ou ainda na forma equivalente

$$z = \pm \sqrt{c^2 \left(\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} \right)},$$

cada uma destas equações

$$z = \sqrt{c^2 \left(\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} \right)} \text{ e } z = -\sqrt{c^2 \left(\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} \right)}$$

define uma **hemisuperfície cônica**, respetivamente, a superior e a inferior (relativamente ao plano coordenado XOY).

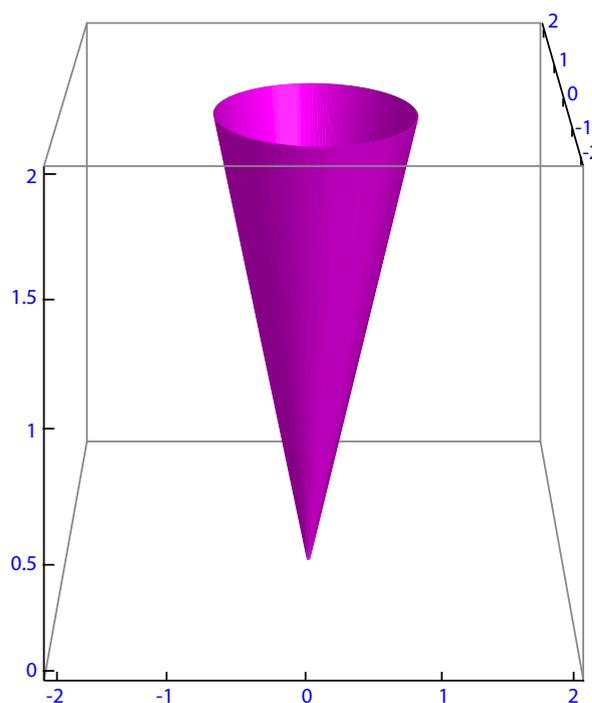


Figura 2 - Hemisuperfície cônica definida pela equação

$$z = \sqrt{c^2 \left(\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} \right)}$$

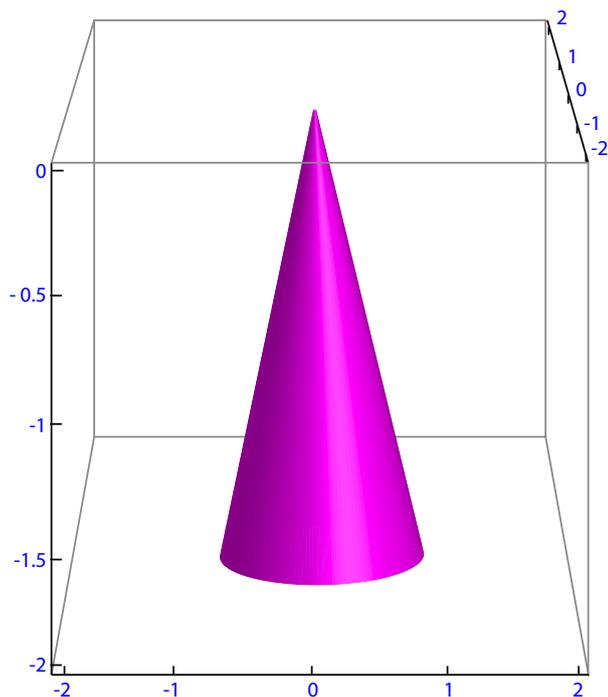


Figura 3 - Hemisuperfície cônica definida pela equação

$$z = -\sqrt{c^2 \left(\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} \right)}$$

Autor

Virgínia Amaral, Ângela Lopes,
Elfrida Ralha, Inês Sousa,
Cláudia Taveira

Editor

José Francisco Rodrigues
Departamento de Matemática da
Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa

Referência: Amaral, V., Lopes, A., Ralha, E., Sousa, I., Taveira, C. (2014), Revista de Ciência Elementar, 2(01):0051

As secções paralelas ao plano coordenado XOY são elipses (circunferências quando $a = b$, caso em que se tem um cone de revolução ou cone circular reto) definidas por

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = k .$$

As secções planas paralelas aos outros planos coordenados são hipérbolas definidas por

$$\frac{x^2}{a^2} - \frac{z^2}{c^2} = k \quad \text{ou} \quad \frac{y^2}{b^2} - \frac{z^2}{c^2} = k .$$

Materiais relacionados disponíveis na [Casa das Ciências](#):

1. [Cónicas](#), de Michael R. Gallis.

Artigos de ciência elementar
Artigos de diferentes áreas científicas

Como obter Recursos Educativos
Torne as suas aulas ainda mais interativas

Como aceder ao Banco de Imagens
Fotos e ilustrações nas suas apresentações

REVISTA DE

CIÊNCIA ELEMENTAR

Volume 1 | Ano 2013

Número 1 | Outubro a Dezembro



Casa das Ciências  casadasciencias.org

+ de **4.000 downloads**

+ de **600 partilhas** nas redes sociais

Disponível nos formatos *.pdf*, *.epub* e *.mobi*.

Partilhe também e ajude-nos a divulgar:



Visite-nos em rce.casadasciencias.org.

Propriedades coligativas

Propriedades coligativas das soluções são propriedades físicas que dependem única e exclusivamente do número de partículas (moléculas ou iões) de soluto dissolvidas numa dada massa de solvente e não da natureza das partículas. São exemplos de propriedades coligativas o abaixamento da pressão de vapor, o aumento da temperatura de ebulição (elevação ebulioscópica) e a diminuição da temperatura de fusão (depressão crioscópica).

As propriedades coligativas foram estudadas pela primeira vez por François-Marie Raoult, químico francês nascido em 1830, em Fournes. O seu primeiro artigo sobre a depressão crioscópica de uma solução relativamente ao solvente puro foi publicado em 1878^[1]. As relações estabelecidas por Raoult para o abaixamento da pressão de vapor e para a depressão crioscópica de uma solução conduziram ao desenvolvimento de métodos de determinação da massa molar de um soluto num dado solvente. Estes métodos permitiram a Jacobus van't Hoff, Wilhelm Ostwald e outros químicos comprovar o fenómeno da dissociação (em iões) dos eletrólitos em solução. Ernst Beckmann introduziu melhorias significativas no método crioscópico de determinação de massas molares, o que fez com que se tornasse num método padrão de determinação de massas molares de substâncias orgânicas. No entanto, pelo final do século XX, os métodos baseados nas propriedades coligativas foram sendo substituídos pela determinação direta de massas moleculares através da espectrometria de massa.

Como as propriedades coligativas dependem apenas do número de partículas de soluto dissolvidas por unidade de massa de solvente, tem de se ter em consideração o facto de cada molécula de um soluto iónico dar origem a dois ou mais iões em solução. Por exemplo, ao dissolver-se uma mole de cloreto de potássio (KCl) em água, dado que se trata de um eletrólito forte, há uma separação total entre os iões, dando origem a uma mole de catião potássio (K^+) e a uma mole de anião cloreto (Cl^-). Como tal, é necessário introduzir um fator que tenha em consideração a formação de um maior número de partículas em solução.

A importância das propriedades coligativas torna-se evidente em muitos momentos do quotidiano. Um dos exemplos mais elucidativos é quando se espalha cloreto de sódio (“sal”) nas estradas com gelo. A depressão crioscópica resultante é suficiente para, na maior parte dos casos, diminuir bastante o ponto de fusão da água para valores abaixo de zero, o que origina a fusão do gelo e, conseqüentemente, torna a estrada transitável e consideravelmente mais segura.

Referências

Referências

1. M.F.-M. Raoult, C. R. Acad. Sci. Paris, Ser. 2, 87 (1878) 167-169

(disponível em <http://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k3044x.image.r=raoult.fl76.langFR>, consultado em 27 de Outubro de 2009)

Autor

Luís Spencer Lima
Doutoramento em Química pela
Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

Editor

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

Referência: Spencer Lima, L. (2014), Revista de Ciência Elementar, 2(01):0052

Abaixamento da pressão de vapor

O abaixamento da pressão de vapor é uma propriedade coligativa das soluções pois depende somente do número de partículas em solução, independentemente da sua natureza.

Considere-se um solvente puro (e.g. água destilada). Num sistema fechado e a uma determinada temperatura, as moléculas de solvente podem “escapar” da superfície

líquida e passar para a fase gasosa (evaporação); por seu lado, as moléculas da fase gasosa podem regressar à fase líquida (condensação). Quando as velocidades de evaporação e condensação são iguais, a composição das duas fases é constante e a pressão do sistema denomina-se pressão de vapor de saturação (ver figura 1).

Quando se dissolve um soluto não volátil num solvente puro, forma-se uma solução. As moléculas de soluto dispersam-se por toda a solução, inclusivamente pela superfície. Assim, apenas uma fração das moléculas à superfície é de solvente, o que diminui a probabilidade de evaporação (ver figura 2). A velocidade de evaporação é tanto menor quanto menor for a fração de moléculas de solvente na solução. No entanto, a velocidade de condensação não é afetada, pois o número de moléculas de solvente na fase gasosa em contacto com a superfície da solução é independente do número de moléculas de soluto.

Daqui resulta uma efetiva diminuição do número de moléculas no estado gasoso, ou seja, uma menor pressão de vapor da solução relativamente ao solvente puro. Este abaixamento da pressão de vapor é independente da natureza das moléculas de soluto mas depende da quantidade relativa de soluto dissolvido e é traduzido matematicamente pela lei de Raoult:

$$p_{\text{solvente}} = x_{\text{solvente}} \cdot p_{\text{solvente}}^* \quad (1)$$

Nesta equação, p_{solvente} é a pressão de vapor do solvente em solução, p_{solvente}^* é a pressão de vapor do solvente puro e x_{solvente} é a fração molar do solvente na solução. Para uma solução de um soluto volátil a pressão de vapor da solução resultante é dada por:

$$p_{\text{solução}} = x_{\text{solvente}} \cdot p_{\text{solvente}}^* + x_{\text{soluto}} \cdot p_{\text{soluto}}^* \quad (2)$$

onde p_{soluto}^* é a pressão de vapor do soluto puro e x_{soluto} é a fração molar de soluto na solução.

No caso do soluto ser não-volátil, $p_{\text{soluto}}^* \ll p_{\text{solvente}}^*$, e

como $x_{\text{solvente}} > x_{\text{soluto}}$, a segunda parcela da equação (2) pode ser desprezada, resultando em:

$$p_{\text{solução}} = x_{\text{solvente}} \cdot p_{\text{solvente}}^* \quad (3)$$

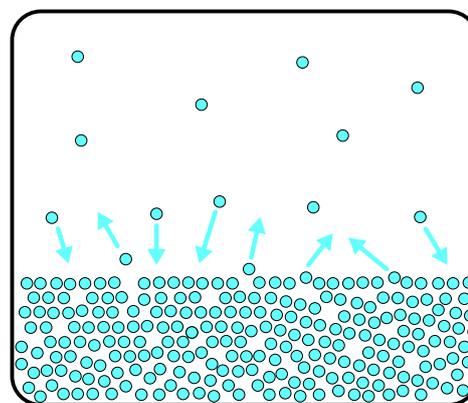


Figura 1 - Equilíbrio entre as fases líquida e gasosa do solvente puro após atingir-se a pressão de vapor de saturação, num sistema fechado. (Imagem cedida por <http://www.chemguide.co.uk/physical/phaseeqia/raoultnonvol.html#top>)

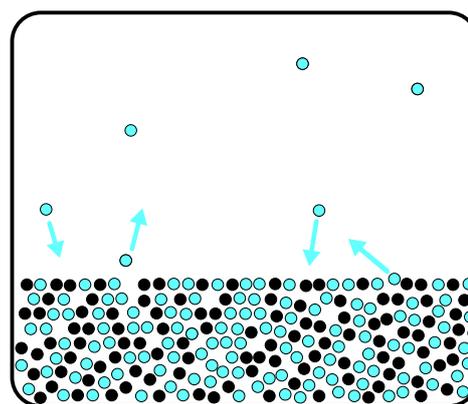


Figura 2 - Equilíbrio entre as fases líquida e gasosa de uma solução num sistema fechado, com evidência para a diminuição da pressão de vapor relativamente ao solvente puro. (Imagem cedida por <http://www.chemguide.co.uk/physical/phaseeqia/raoultnonvol.html#top>)

Autor

Luís Spencer Lima
Doutoramento em Química pela
Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

Editor

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

Referência: Spencer Lima, L. (2014), Revista de Ciência Elementar, 2(01):0053

Elevação ebulioscópica

A elevação ebulioscópica é uma propriedade coligativa das soluções e traduz o aumento da temperatura de ebulição de uma solução relativamente ao solvente puro. A explicação para este facto reside noutra pro-

priedade coligativa das soluções: o abaixamento da pressão de vapor. De facto, quando se dissolve um soluto num solvente, a pressão de vapor da solução resultante é mais baixa que a de um solvente puro. Por

isso, para a solução entrar em ebulição é necessário haver um aumento da temperatura. A equação que relaciona a diferença entre as temperaturas de ebulição de uma solução e do correspondente solvente puro (ΔT_e) com a concentração de soluto é a seguinte:

$$\Delta T_e = K_e \cdot m \cdot i$$

onde K_e representa a constante ebulioscópica do solvente, m a molalidade da solução e i o fator de van't Hoff. O fator de van't Hoff traduz o número de moles (de moléculas ou de iões) a que uma mole de soluto dá origem quando se dissolve num determinado solvente. Para soluções de não eletrólitos, $i = 1$, e para

soluções de eletrólitos, $i > 1$. Na tabela seguinte estão reunidos os valores da temperatura de ebulição (T_e) e da constante ebulioscópica para alguns solventes mais utilizados:

Composto	T_e / (K)	K_e / (K kg mol ⁻¹)
Água (H ₂ O)	373,15	0,512
Fenol (C ₆ H ₅ OH)	454,90	3,04
Ácido acético (C ₂ H ₆ COOH)	391,2	3,07
Benzeno (C ₆ H ₆)	353,2	2,53
Dissulfureto de carbono (CS ₂)	319,4	2,37
Tetracloroeto de carbono (CCl ₄)	350,0	4,95

Autor

Luís Spencer Lima
Doutoramento em Química pela
Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

Editor

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

Referência: Spencer Lima, L. (2014), Revista de Ciência Elementar, 2(01):0054

Depressão crioscópica

A depressão crioscópica é uma das propriedades coligativas de soluções e designa a diminuição da temperatura de fusão de uma solução relativamente ao solvente puro. A equação que relaciona a depressão crioscópica (diferença entre as temperaturas de fusão de uma solução e do correspondente solvente puro, ΔT_c) com a concentração de soluto é a seguinte:

$$\Delta T_c = K_c \cdot m \cdot i$$

onde K_c representa a constante crioscópica do solvente, m a molalidade da solução e i o fator de van't Hoff. Este fator contabiliza o número de moles (de moléculas ou de iões) que uma mole de um soluto origina quando dissolvido num determinado solvente. Por exemplo, quando dissolvidos em água, uma mole de sacarose (não eletrólito) origina uma mole de moléculas de sacarose hidratadas ($i = 1$), enquanto uma mole de hidróxido de sódio (eletrólito forte)

origina uma mole de catiões sódio e uma mole de aniões hidróxido, ou seja, duas moles de iões ($i = 2$). Na tabela são indicados os valores das temperaturas de fusão (T_f) e das constantes crioscópicas de alguns solventes mais utilizados.

Composto	T_f / (K)	K_c / (K kg mol ⁻¹)
Água (H ₂ O)	273,15	1,86
Fenol (C ₆ H ₅ OH)	314	7,27
Ácido acético (C ₂ H ₆ COOH)	289,8	3,90
Benzeno (C ₆ H ₆)	278,6	5,12
Dissulfureto de carbono (CS ₂)	161	3,8
Tetracloroeto de carbono (CCl ₄)	250	30
Clorofórmio (CHCl ₃)	209,6	4,68
Cicloexano (C ₆ H ₁₄)	279,6	20,2
Etanol (C ₂ H ₅ OH)	158,6	1,99
Éter etílico (C ₄ H ₁₀ O)	157,0	1,79

Autor

Luís Spencer Lima
Doutoramento em Química pela
Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

Editor

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

Referência: Spencer Lima, L. (2014), Revista de Ciência Elementar, 2(01):0055

Isómeros e isomerismo

Os compostos que apresentam a mesma fórmula molecular são designados por **isómeros**. O fenómeno caracterizado pela existência de compostos que apresentam a mesma fórmula molecular mas que diferem na fórmula de estrutura ou na fórmula estereoquímica é designado por **Isomerismo**.

Este fenómeno foi descoberto em 1827, quando o químico alemão Friedrich Wöhler (1800-1882) preparou ácido cianico e verificou que este composto, apesar de apresentar propriedades diferentes, tinha uma composição igual ao ácido fulmínico (figura 1).



Figura 1 - Isómeros inicialmente descobertos por Wöhler: (a) ácido cianico; (b) ácido fulmínico.

Wöhler, no ano seguinte, verificou o mesmo fenómeno para a ureia e o isocianato de amónio, ou seja, ambos os compostos apresentam a mesma fórmula molecular (figura 2) mas diferentes propriedades.

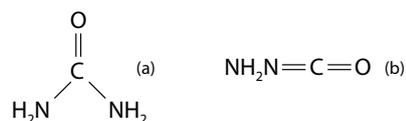


Figura 2 - Isómeros constitucionais: (a) Ureia; (b) isocianato de amónio.

Posteriormente, o químico sueco Jakob Berzelius justificou este fenómeno propondo que os átomos numa molécula podem-se ligar de diferentes maneiras, tendo introduzido o termo *isómero* para designar estes compostos. Etimologicamente, a palavra isómero deriva do grego *isos* que significa “igual” e *meros* que significa “parte”.

Os isómeros são classificados de acordo com os diferentes arranjos estruturais ou espaciais (figura 3). Os isómeros que diferem na fórmula de estrutura designam-se por isómeros constitucionais. Os isómeros que diferem apenas na fórmula estereoquímica (disposição espacial dos átomos), designam-se por estereoisómeros ou isómeros estereoquímicos (isómeros cis-trans, confórmers, enantiómeros).

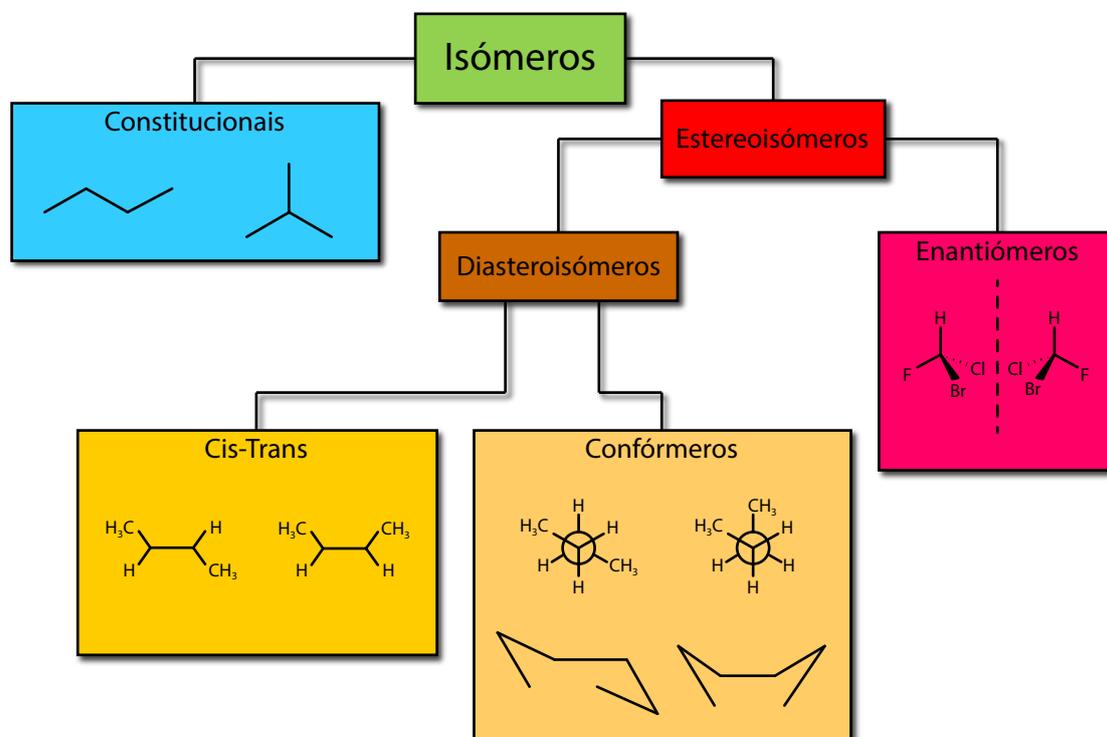


Figura 3 - Diagrama de classificação dos isómeros.

Autor

Ricardo Ferreira Fernandes
Mestrado em Química pela
Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

Editor

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

Radicais livres

A palavra **radical** era utilizada em Química Orgânica para designar um agrupamento de átomos ligados entre si, como o radical metilo, $\text{CH}_3\cdot$, que existia ligado a outros átomos, formando compostos estáveis, como o tolueno, $\text{CH}_3\text{-Ph}$, o cloreto de metilo, $\text{CH}_3\text{-Cl}$, e muitos outros. Não se sabia que o radical metilo podia existir livremente, desligado de outros átomos, constituindo um **radical livre**.

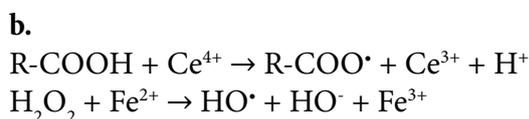
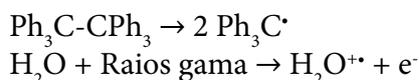
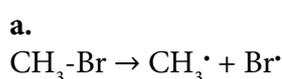
Em 1900, o químico Mose Gomborg (1866-1947) verificou que o hidrocarboneto hexafeniletano, $\text{Ph}_3\text{C-CPh}_3$, se dissociava gerando dois radicais trifenilmetilo, $\text{Ph}_3\text{C}\cdot$, o primeiro radical livre orgânico identificado. Wieland, em 1915, considerou os radicais livres como “complexos de valência anormal que possuem propriedades aditivas, mas que não possuem carga elétrica e não são iões livres.” Note-se que esta definição não inclui os iões-radicais.

A característica fundamental de um radical livre, a sua essência, é a existência de um elétron desemparelhado, isto é, de orbitais semipreenchidas. A IUPAC (Gold Book) define radical livre como “uma entidade molecular como $\text{CH}_3\cdot$; $\text{SnH}_3\cdot$ e $\text{Cl}\cdot$, que possui um elétron desemparelhado”. Repare-se que esta definição não parece muito apropriada, pois refere “entidade molecular” e inclui o átomo de cloro como radical. Note-se também, que não se excluem os metais de transição, que possuem elétrons desemparelhados em orbitais atômicas internas.

Assim, é preferível definir radical livre, ou simplesmente **radical***, como uma “partícula (atômica ou molecular) que possui um elétron desemparelhado numa orbital (atômica ou molecular) externa”. Esta definição exclui os átomos dos metais de transição, mas inclui átomos de metais alcalinos e de halogênios ($\text{Na}\cdot$, $\text{Cl}\cdot$, etc.).

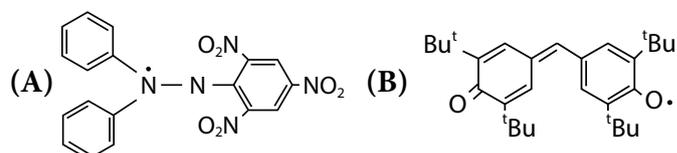
Se existirem dois elétrons desemparelhados (dois centros radicalares) em átomos diferentes, independentes um do outro, a partícula será um birradical, como é o caso de $\cdot\text{CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\cdot$.

Os radicais podem ser produzidos por a) cisão homolítica de uma ligação covalente (fotólise, termólise e radiólise) e por b) transferência eletrônica (oxidação e redução):

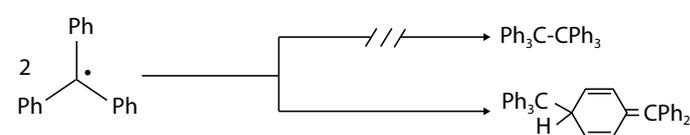


Os radicais são partículas normalmente muito reativas, embora existam radicais de elevada estabilidade (termodinâmica e cinética). A estabilidade termodinâmica de um radical depende da natureza do átomo onde se situa o elétron desemparelhado e da deslocalização do elétron desemparelhado.

Se o período de semitransformação do radical, $t_{1/2}$, é maior que 10^{-3} s, o radical diz-se “estável”, o que se deve a uma intensa deslocalização eletrônica do elétron desemparelhado, como sucede nos radicais difenilpicril-hidrazilo (A) e galvinoxilo (B), que são sólidos cristalinos que se podem conservar vários meses sem apreciável decomposição.

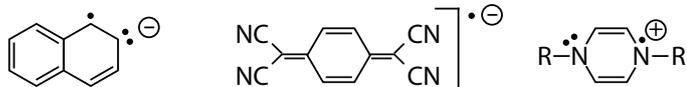


A estabilidade radicalar pode também resultar de fenómenos cinéticos, isto é, baixas velocidades de reação normalmente resultantes de fenómenos estereoquímicos em torno do centro radicalar como sucede no radical tris(trimetilsilil)metilo, $[(\text{CH}_3)_3\text{Si}]_3\text{C}\cdot$, que apresenta $t_{1/2}$ de cerca de 200 segundos. O radical trifenilmetilo deve a sua estabilidade à dificuldade de dimerizar devido à presença de três grupos volumosos em torno do carbono radicalar (a deslocalização eletrônica é baixa porque os grupos fenilo não se encontram no mesmo plano devido ao seu tamanho). Em vez de dimerizar, prefere atacar um dos anéis de outro radical:



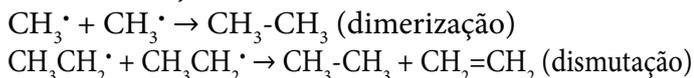
Os radicais podem ser carregados eletricamente (iões-radicais) como os aniões-radicais derivados do

naftaleno e do tetracianoquinonadimetano (TCNQ) e o catião-radical do sal de Weitz:

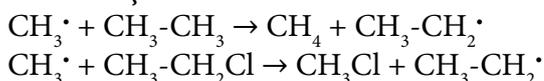


Os radicais podem reagir por:

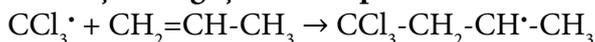
a. Combinação:



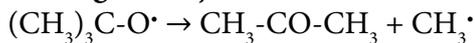
b. Remoção de átomos:



c. Adição a ligações múltiplas:



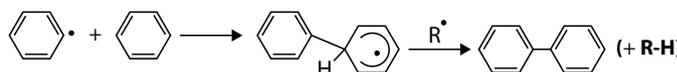
d. Fragmentação:



e. Abertura de anéis:



f. Substituição aromática:



As mais importantes aplicações industriais das reações de radicais livres são a polimerização por adição (75% dos polímeros), a cloração fotoquímica, as oxidações por oxigênio atmosférico (corantes, fenol, ácido adípico) e a combustão de hidrocarbonetos (obtenção de energia). Atualmente, descobriu-se que os radicais livres desempenham papéis muito importantes em Biologia e Medicina.

Materiais relacionados disponíveis na [Casa das Ciências](#):

1. [Em busca da verdade](#), de João Ricardo Soares.

Autor

Carlos Corrêa

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

Editor

Jorge Gonçalves

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

Referência: Corrêa, C. (2014), Revista de Ciência Elementar, 2(01):0057



Leve a revista para todo o lado no seu:

- computador
- tablet
- telemóvel
- leitor *e-book*

Escolha o formato que mais lhe convém:

- *.pdf*
- *.epub*
- *.mobi*

Clique [aqui](#) e visite o centro de downloads.

casa das ciências



A Casa das Ciências é um projeto da Fundação Calouste Gulbenkian, na sequência da forte tradição de apoio à qualidade da educação em Portugal, que esta instituição tem desenvolvido em diferentes frentes ao longo dos anos.



Trata-se de um projeto da Fundação que se desenvolve em torno de um portal para professores de Ciência e que se assume como um veículo integrador e amplificador dos esforços atuais na utilização das Tecnologias da Informação no processo de Ensino/Aprendizagem feitos por agentes muito diferenciados, e cujos resultados se encontram dispersos.



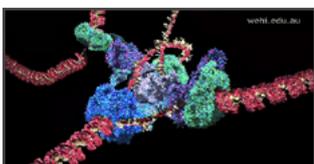
Pretende este portal dar visibilidade e utilidade aos esforços de muitos docentes, reconhecendo-lhes o mérito que efetivamente têm, transformando-se num sítio *web* de referência para todos os professores de Ciência em língua portuguesa.



Sendo um instrumento de suporte à atividade docente nas diferentes áreas das ciências, tem merecido, e espera-se que continue a merecer, o apoio generalizado, não só dos professores e instituições de educação básica e secundária mas também das instituições de educação superior.



Por outro lado, tem-se vindo a assumir como um portal de professores para professores, um espaço onde coexistem materiais que os próprios professores consideram úteis e eficazes para a sua atividade profissional, com materiais já validados internacionalmente e que são, sempre que possível, traduzidos e adaptados, todos previamente avaliados dos pontos de vista científico e pedagógico, e organizados de forma a acompanhar os programas oficiais.



A aceitação pela Comissão Editorial, e a publicação de uma determinada peça neste portal, tem sido vista e sê-lo-á cada vez mais, como prestigiante para os autores, em analogia com a publicação científica usual.



A Casa das Ciências, enquanto repositório de informação que se pretende qualificada para professores, possui, entre os materiais digitais destinados à atividade educativa, textos de caráter científico orientados predominantemente para alunos e professores, mas também passíveis de serem lidos por todas as pessoas, imagens

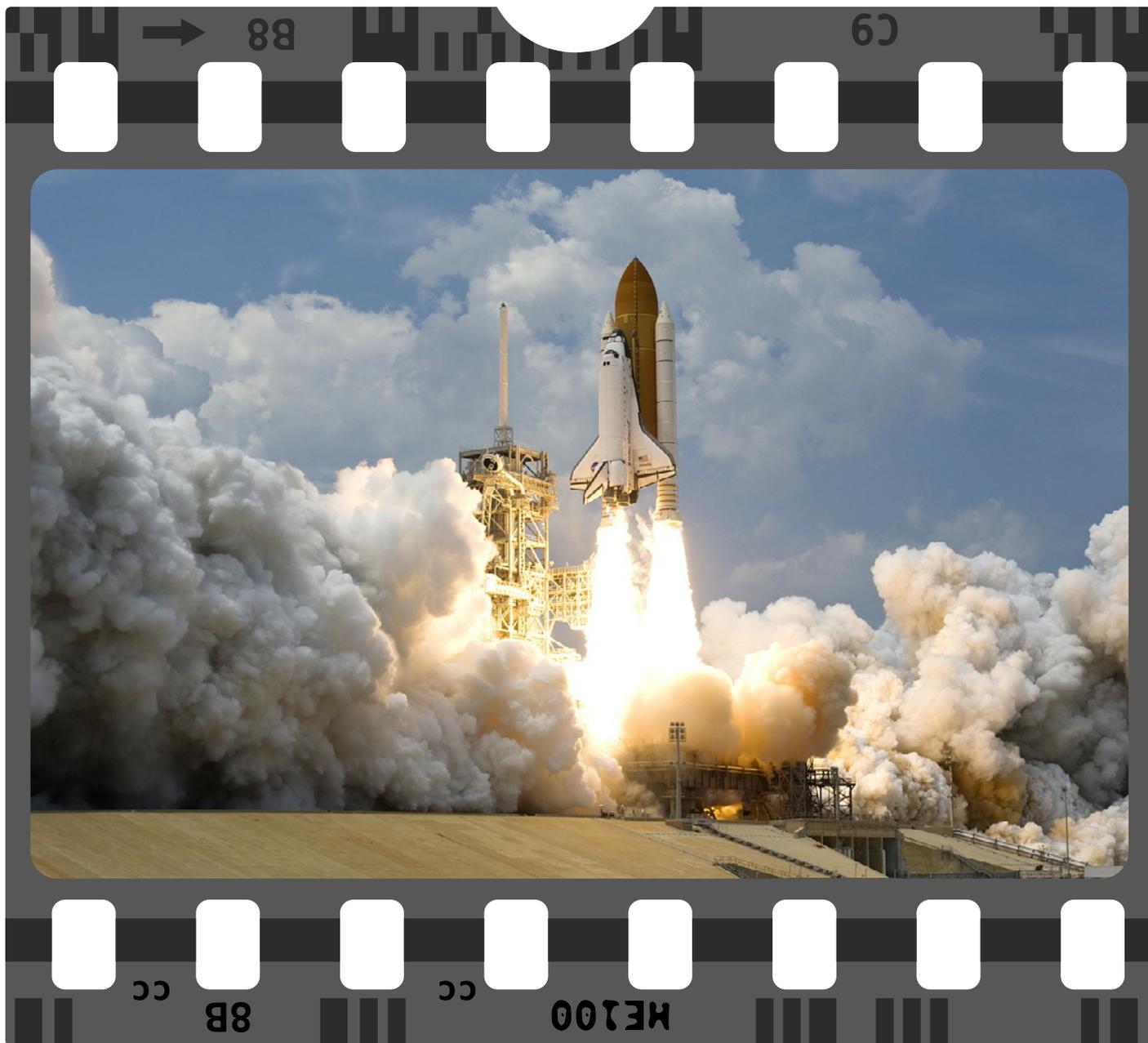
– fotografias e ilustrações – orientadas para os processos ilustrativos que os professores sempre usam nas suas aulas e todo o tipo de apresentações, vídeos, animações, simulações, etc.

O total destes materiais ultrapassa os 5 000 recursos diferentes que se destinam a servir o ensino das Ciências em português.

Mais de 400 animações em Flash
Mais de 300 simulações em Java
Mais de 160 documentos (alguns interativos) em PDF
Mais de 1 300 imagens publicadas
Mais de 780 artigos de ciência elementar

Visite-nos em

casadasciencias.org

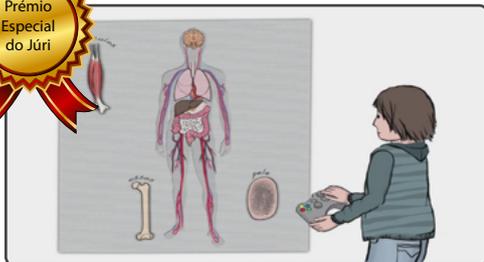


Vídeos e animações para as suas aulas

Do vasto conjunto de recursos educativos digitais disponibilizados gratuitamente pela Casa das Ciências, destacamos neste número da revista alguns vídeos e animações de várias áreas do conhecimento, na esperança de que possam ser úteis a professores, alunos e demais leitores. À semelhança do que acontece com todas as publicações no portal da Casa das Ciências, todos os recursos foram submetidos a uma avaliação *peer-review*, o que garante a qualidade científica e didática dos mesmos. O elevado número de downloads que cada um deles apresenta é, para nós, indicativo da sua utilidade.

Estes recursos aqui apresentados são um pequeno exemplo do que pode encontrar em casadasciencias.org onde, mediante um registo simples, pode descarregar estes e outros materiais e ainda submeter os seus para publicação. **Clique na imagem** de cada um dos recursos apresentados para os descarregar a partir do portal da Casa das Ciências.

Sugestões de recursos educativos



Eu e o meu corpo

Descrição: Vídeo que explora o conceito de células e as diferentes metodologias usadas pelos cientistas na investigação. Explica a existência de diferentes tipos de células e a sua função no corpo humano.

Tema: Células do corpo humano

Autor: Instituto Gulbenkian de Ciência



Reprodução nas plantas

Descrição: Vídeo muito útil para estimular a aprendizagem ou recapitulação dos conceitos associados à propagação de plantas, de uma maneira mais descontraída e mais atraente.

Tema: Reprodução nas plantas

Autor: Marina Maciel



Os dias e as noites

Descrição: Vídeo que relaciona o movimento de rotação da Terra em torno do seu eixo com o movimento aparente do Sol e com a sucessão dos dias e das noites.

Tema: Planeta Terra

Autor: Nuno Machado

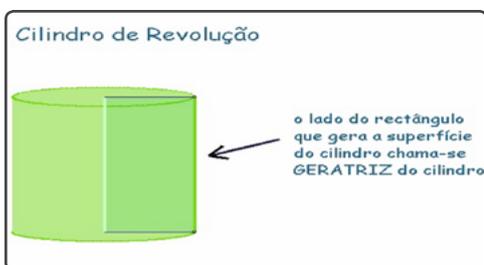


A química do fogo

Descrição: Vídeo da série “A Química das Coisas” onde se abordam as reações de combustão e os modos como estas reações podem ser impedidas de continuar, ou seja, os modos de extinção do fogo.

Tema: Reações de combustão

Autor: Paulo Ribeiro-Claro (UA e Ciência Viva / COMPETE)

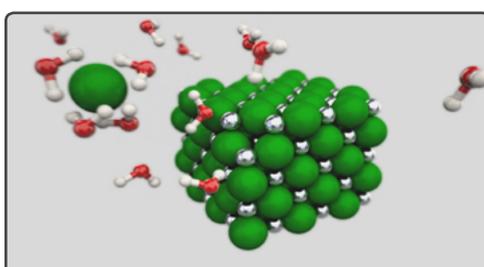


Sólidos de revolução

Descrição: Vídeo onde se visualiza a construção de um cilindro e de um cone de revolução e onde se identificam as geratrizes de cada um destes sólidos.

Tema: Espaço, outra visão

Autor: Cláudia Araújo



Dissolução do sal

Descrição: Vídeo representativo da dissolução do “sal” (Cloreto de Sódio), num processo que origina iões sódio solvatados e iões cloreto solvatados.

Tema: Dissolução de compostos iónicos

Autor: Paulo Ribeiro-Claro

Sugestões de recursos educativos



Potencial de ação e epilepsia

Descrição: Vídeo que identifica as unidades elementares do Sistema Nervoso Central e explica a base da rede de comunicação neuronal, descrevendo também o que ocorre em caso de crise epilética.

Tema: Regulação nervosa e hormonal em animais

Autor: Ermelinda Oliveira

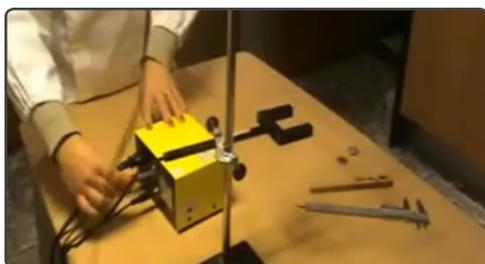


Geometria (analítica) em Guimarães

Descrição: Vídeo que parte de imagens da cidade de Guimarães para abordar os conceitos de geometria analítica lecionados no 10.º ano de escolaridade.

Tema: Geometria analítica

Autor: Maria Costa



Queda livre

Descrição: Vídeo da experiência “Queda livre”, integrada na unidade 1, no subtema “Da Terra à Lua”, da Física do 11.º ano. O vídeo vem acompanhado de um guião de exploração e de uma ficha de trabalho.

Tema: Queda livre

Autor: Olívia Cunha



Paraquedista

Descrição: Documento em pdf que inclui vídeos e animações que introduzem e exploram o movimento de queda de um paraquedista e a respetiva representação gráfica do movimento.

Tema: Queda livre

Autor: Domingos Costa

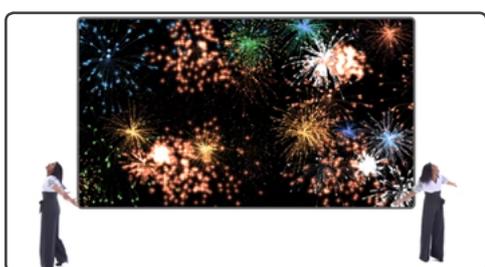


O amoníaco

Descrição: Apresentação em *powerpoint* que inclui um conjunto de vídeos muito úteis na abordagem da síntese industrial de amoníaco, e onde são explicados os fenómenos químicos associados a essa síntese.

Tema: Produção industrial do amoníaco

Autor: Carlos Corrêa

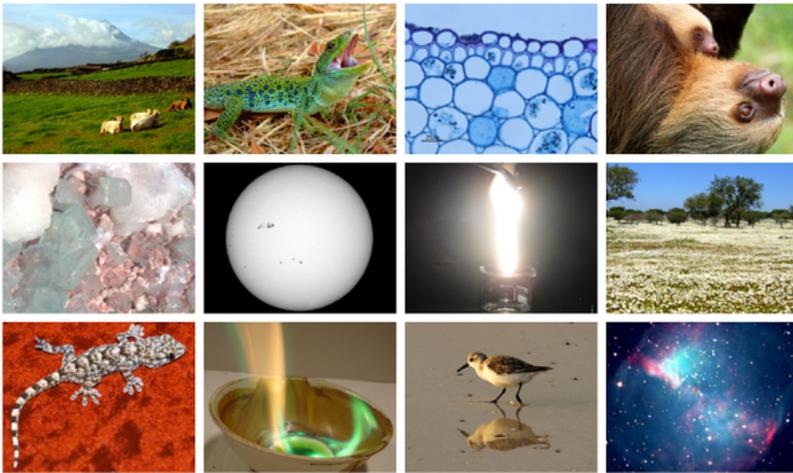


A química do fogo de artifício

Descrição: Vídeo da série “A Química das Coisas” onde se explica a Química que se encontra por trás das explosões coloridas do fogo de artifício.

Tema: Energia, calor, entalpia e variação de entalpia

Autor: Paulo Ribeiro-Claro (UA e Ciência Viva / COMPETE)



Um dos interessantes componentes do portal da Casa das Ciências é o do Banco de Imagens.

Por volta de 2009, a “Casa” em colaboração com as Direções Regionais de Educação e Instituições do Ensino Superior, realizou, um pouco por todo o país, pequenas ações de divulgação do projeto em que, simultaneamente, procurávamos saber como era recebido e o que se poderia fazer para que fossem encontradas respostas que se adequassem à necessidade dos professores. Um dos padrões que nos acompanhou por quase toda a parte foi

o da falta de imagens para ilustrar questões científicas, sobretudo imagens de utilização livre, cientificamente consistentes e “sem” “acrescentos” publicitários que nem sempre são desejáveis e que os professores pudessem utilizar nas suas apresentações, documentos, testes, etc.

A ideia foi-se cimentando, fomos criando um modelo que permitisse uma utilização partilhada simples e, em meados de 2011, foi colocado on-line, com alguns desafios a fotógrafos/cientistas para que partilhassem algum do seu espólio.

Da fotografia, nasceu a necessidade da ilustração; da ilustração científica a necessidade da didática; desta, as adequações aos diferentes ciclos (nomeadamente para os ciclos mais elementares não se mostrou nada simples) e por aí adiante.

Hoje, temos mais de 1.300 imagens distribuídas por diferentes áreas disciplinares, com maior incidência ainda nas Ciências Naturais (Biologia e Geologia), mas com todas as outras com sinais evidentes de crescimento e a precisar do “seu” particular contributo. As categorias que, por ora, estão criadas, são as que indicamos abaixo, algumas ainda com muito pouca informação, mas tudo depende de si.

Garantimos apenas uma coisa. Quando a imagem é depositada, alguém (por norma, alguém da especialidade) a vê, faz a sua apreciação e a publica. Se o não fizer, terá a obrigação de lhe dizer porquê.

Notas finais

O descritivo das imagens deve ter informação clara e precisa. Refira o que a imagem contém e certifique-se que está cientificamente correto.

Mais de **1.300** imagens distribuídas por área disciplinar

Astronomia
Biologia
Física
Geologia

Informática
Introdução às Ciências
Matemática
Química

Visite-nos em

imagem.casadasciencias.org



Pardal-comum - *Passer domesticus* (Foto de Paulo Talhadas dos Santos)

Fotos e ilustrações nas suas apresentações

O conjunto de imagens que selecionamos para este número da revista, ainda que pequeno, atesta a variedade e a qualidade das publicações no Banco de Imagens da Casa das Ciências. Desde flores a animais, fósseis, rochas e minerais, galáxias, paisagens e até exemplos de reações químicas, é possível encontrar um pouco de tudo, com a garantia da avaliação *peer-review* e a possibilidade de utilização para fins educacionais ao abrigo da licença Creative Commons.

Descarregue gratuitamente estas e outras imagens do Banco de Imagens da Casa das Ciências e comece hoje mesmo a produzir apresentações ou páginas *web* com imagens de grande valor científico e didático, com a garantia de qualidade da Casa das Ciências.

Aceda a imagem.casadasciencias.org ou **clique nas imagens** para as descarregar a partir do Banco de Imagens.



Inflorescência de Língua-de-ovelha - *Plantago lanceolata* (Foto de Rubim Silva)



Lagurus (Foto de Nuno Machado)



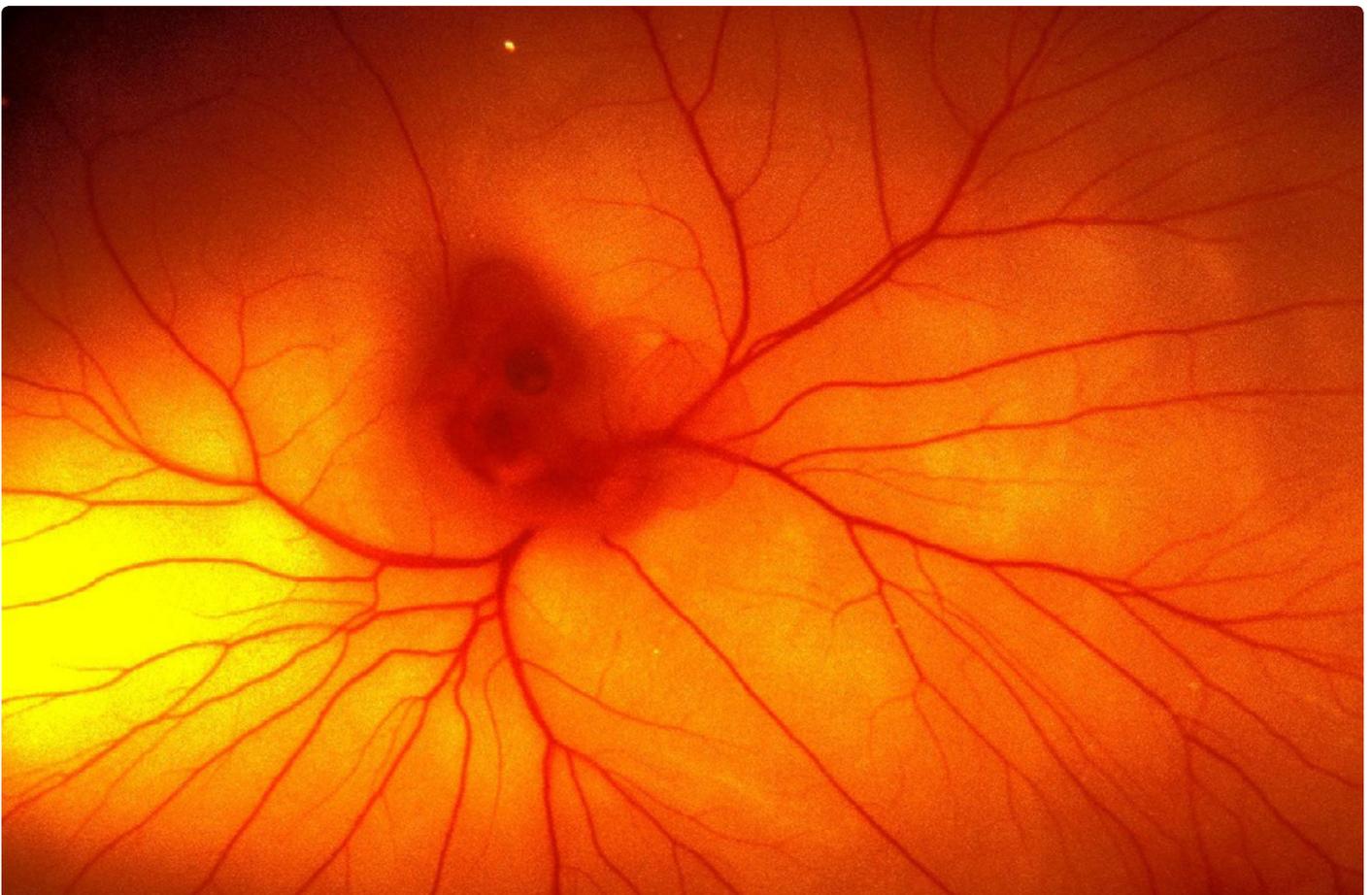
Líquene folhoso - *Lobaria* sp. (Foto de Rubim Silva)



Papoila - *Papaver rhoeas* (Foto de Elsa Oliveira)



Simpétrum-de-nervuras-vermelhas - *Sympetrum fonscolombii* (Foto de Paulo Talhadas dos Santos)



Embrião de galinha (Foto de Paulo Talhadas dos Santos)

Banco de imagens



Vulcão do Fogo - Ilha do Fogo - Cabo Verde (Foto de Nuno Machado)



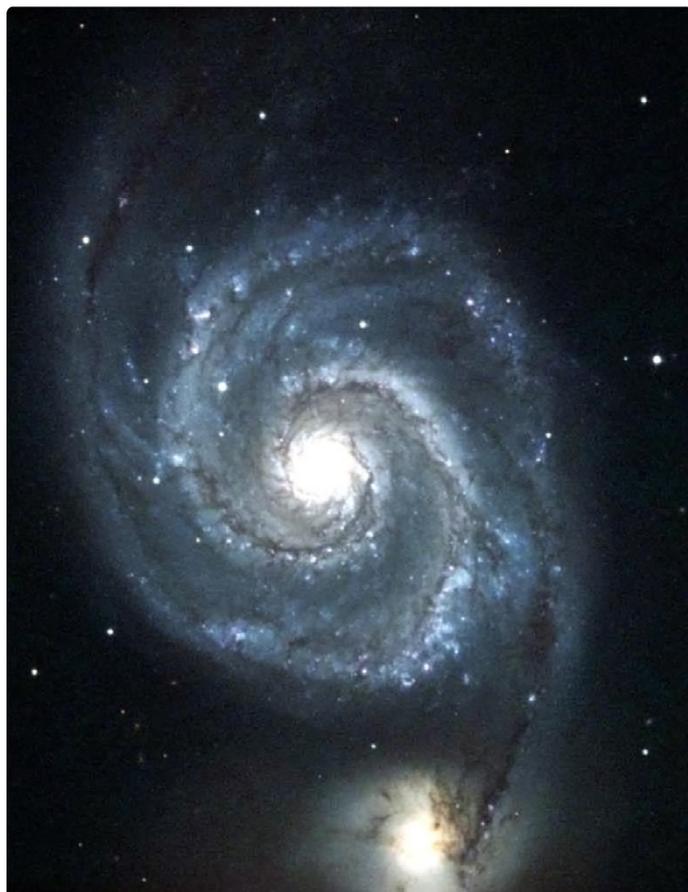
Vulcanismo ativo - Hawaii (Foto de Paulo Talhadas dos Santos)



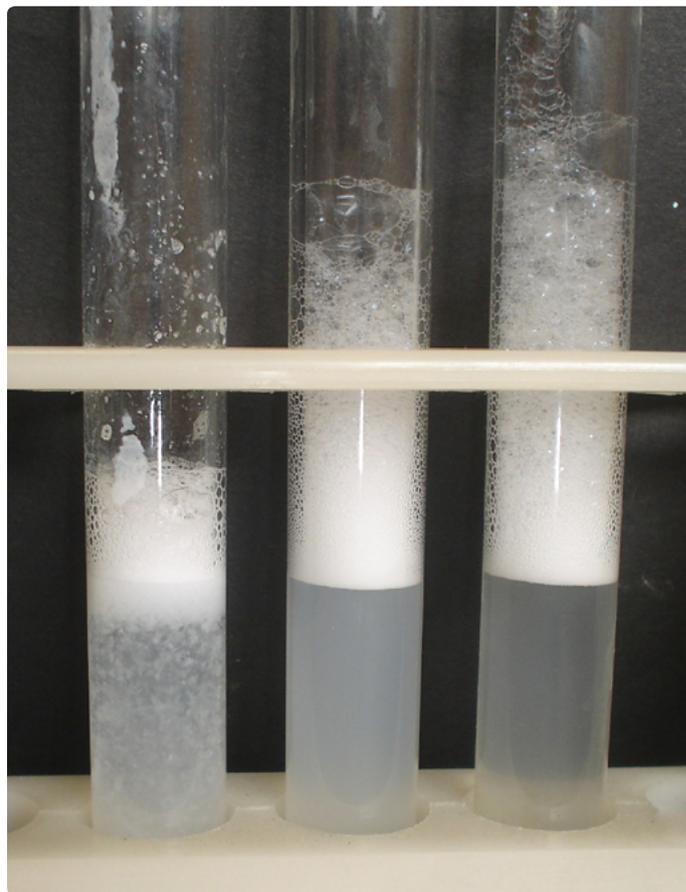
Fenómenos de vulcanismo secundário - Furnas, Açores (Foto de Eugénia Pinto)



Quartzo (Foto de Miguel Sousa)



M51 (Foto de Miguel Neta)



As águas duras (Foto de Carlos Corrêa)



Combustão do magnésio (Foto de Carlos Corrêa)



Chama verde (Foto de Carlos Corrêa)



Aprenda a construir animações interativas

As animações e aplicações interativas são, nos dias que correm, de extrema importância para motivar e estimular os nossos alunos. São especialmente úteis quando o objeto de estudo não pode ser mostrado ou simulado em sala de aula, ou quando se pretende que o aluno, autonomamente, construa o seu próprio conhecimento.

É objetivo desta revista não apenas mostrar as animações que já se encontram construídas e publicadas no portal da [Casa das Ciências](#), mas também levar os professores, alunos e todos os demais interessados a construir as suas próprias animações e simulações.

A ferramenta escolhida para a criação destes conteúdos é o *Adobe Flash*, que fornece um ótimo ponto de partida a quem se quer iniciar na construção de animações ou simulações. Esta ferramenta permite criar desde simples apresentações a simulações e jogos complexos que podem ser exportados como aplicações para os sistemas *Android* e *iOS*. A última versão do *Adobe Flash* permite ainda criar animações que podem ser exportadas diretamente para HTML5, o que significa que poderão ser visualizadas em qualquer dispositivo - computador, telemóvel ou *tablet* - que possua um *browser* de internet atualizado.

A primeira lição destina-se a iniciados e dá a conhecer o interface do programa, introduz a criação de objetos, a importação de imagens e, por último, a animação.

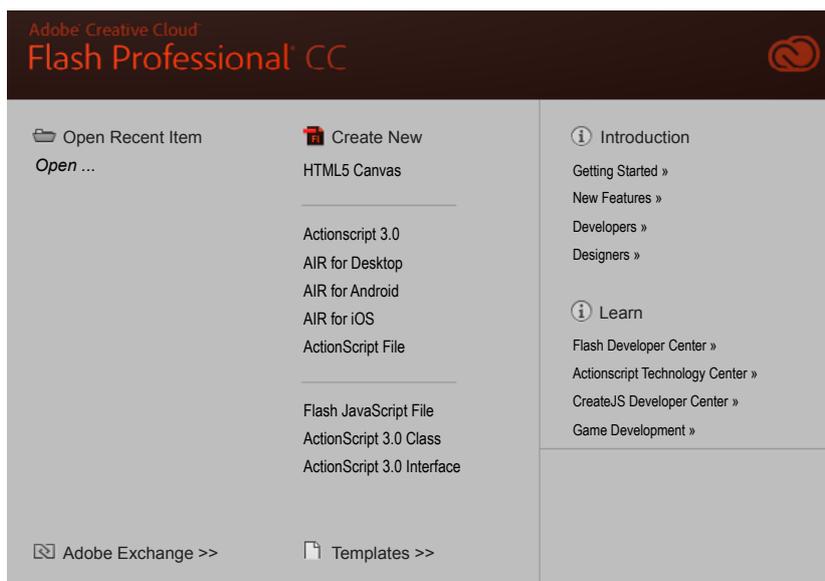
Caso ainda não tenha o *Adobe Flash* clique [aqui](#) para efetuar o download da versão experimental, gratuita por 30 dias. Todos os recursos necessários para o cumprimento do tutorial podem ser descarregados a partir do [centro de downloads](#) da página da revista ou clicando [aqui](#).

Introdução ao *flash*

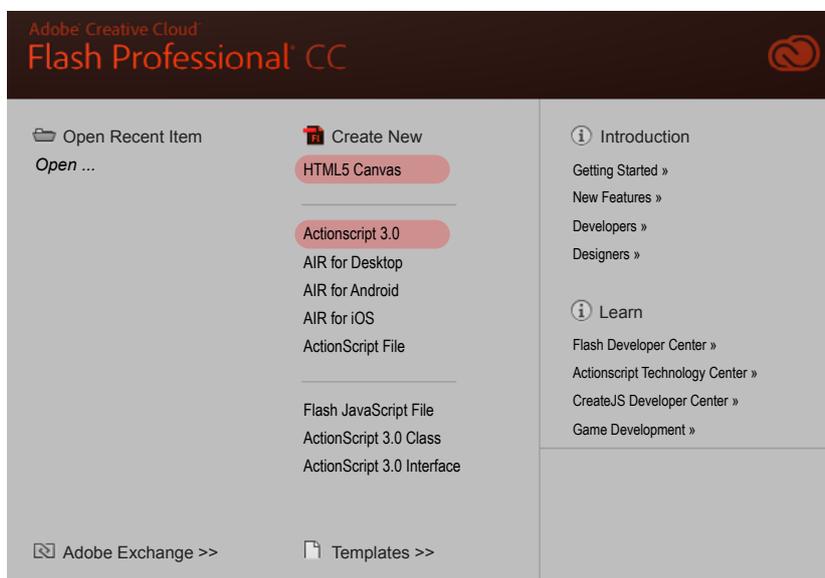
Esta primeira lição é de iniciação ao *flash* e servirá para apresentar o *interface* do programa, criar e importar objetos para a cena e animar esses mesmos objetos, portanto vamos começar....

Parte 1 - *Interface* e primeiras formas

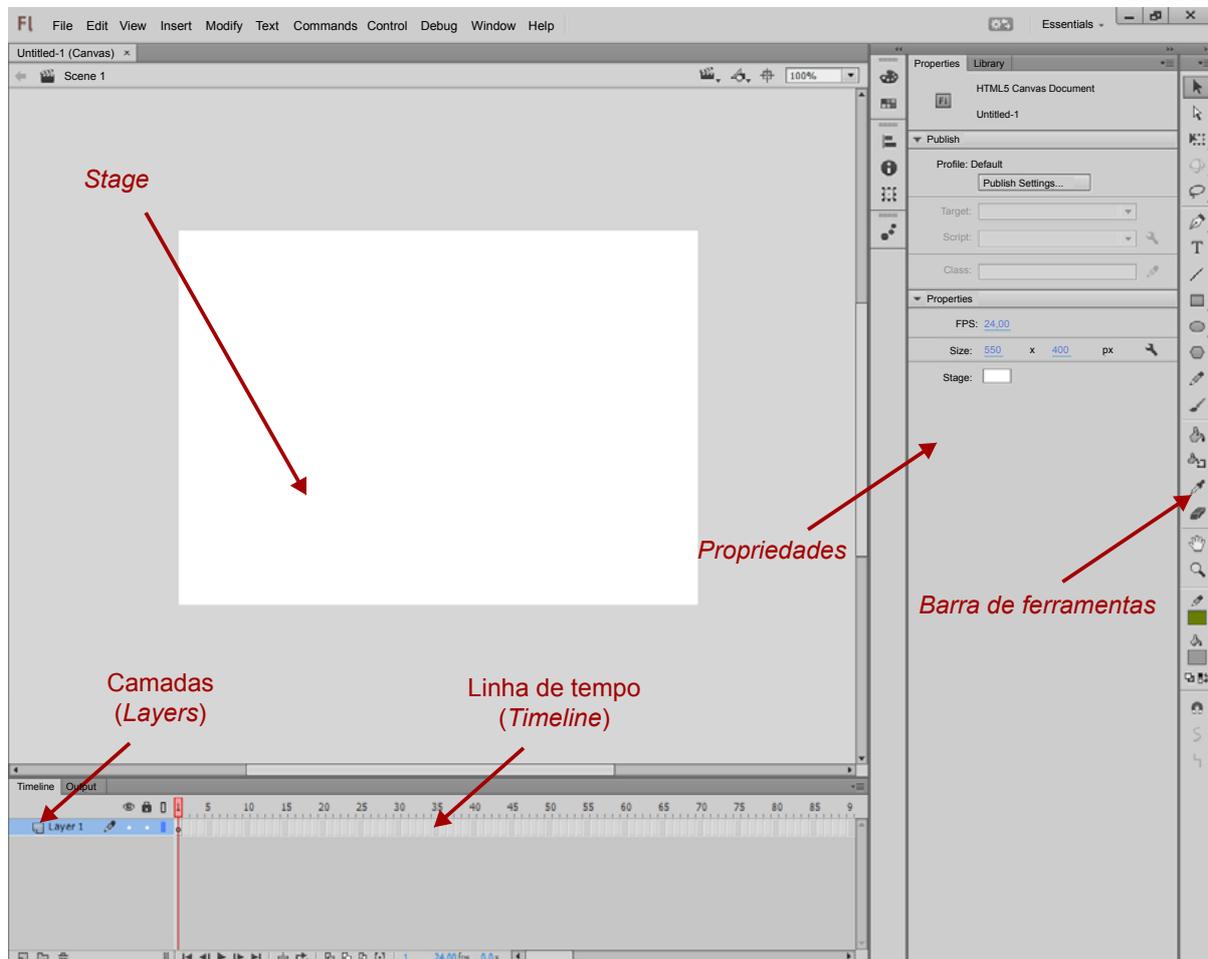
1. Depois de instalar o *flash*, execute o programa. Deverá surgir a seguinte janela de opções:



2. Se estiver a utilizar a versão mais recente do programa, as duas primeiras opções para a criação de novo documento (na coluna central), são **HTML5 Canvas** e **Actionscript 3.0**. A primeira permite exportar a animação em HTML, o que significa que poderá ser vista em qualquer dispositivo com um *browser* de internet atualizado, incluindo dispositivos móveis. A segunda opção permite exportar a animação para um documento com extensão *.swf*, que necessita do *flash player* instalado para poder ser aberto. Dada a utilização crescente de dispositivos móveis nos dias que correm, vamos optar pela primeira opção, **HTML5 Canvas**. Caso não tenha a última versão do flash, selecione a opção **Actionscript 3.0**, pois uma vez que não utilizaremos o editor de código, o resultado final será semelhante, sendo a única diferença ao nível da exportação da animação.



3. Depois de escolher o tipo de documento, surge no ecrã um retângulo em branco - o *stage* -, uma linha de tempo (*timeline*), uma camada (*layer*), uma barra de ferramentas e um menu de propriedades:



- O *stage* é a nossa área de trabalho propriamente dita, pois é nele que irá colocar os objetos (imagens, textos, formas...) que intervêm na animação;
- As camadas (*layers*) têm um importante papel pois permitem organizar os conteúdos. Pode adicionar várias camadas ao mesmo documento e colocar nelas diferentes objetos;
- A linha de tempo (*timeline*) servirá para definir os diferentes estados dos objetos nos diferentes momentos da animação;
- O menú de propriedades é útil para definir propriedades, quer dos objetos criados, quer do documento;
- A barra de ferramentas contém ferramentas indispensáveis de seleção, desenho e formatação.

4. Salve o seu documento numa pasta à escolha e atribua-lhe o nome '**licaol**'.

5. Antes de começar a adicionar e animar objetos, é importante ter três aspetos em consideração: a dimensão da área de trabalho (*Size*), definido em *pixel* (px), o número de frames por segundo (*FPS*), e a cor de fundo da animação. Nos três casos podemos alterar os valores no menú de propriedades:



Criação de recursos educativos

No separador FPS pode alterar o número de frames por segundo. Este número é importante, já que um FPS muito baixo não transmite ao utilizador a sensação de movimento fluído, sempre que ocorrer uma animação. Alguns dos valores mais utilizados são 24, 30 ou 60. Quanto maior o valor de FPS, mais fluído o movimento, mas também maior a quantidade de recursos computacionais exigidos. Uma vez que a taxa de atualização da maioria dos monitores é de 60Hz, o ideal é utilizar também 60 FPS;

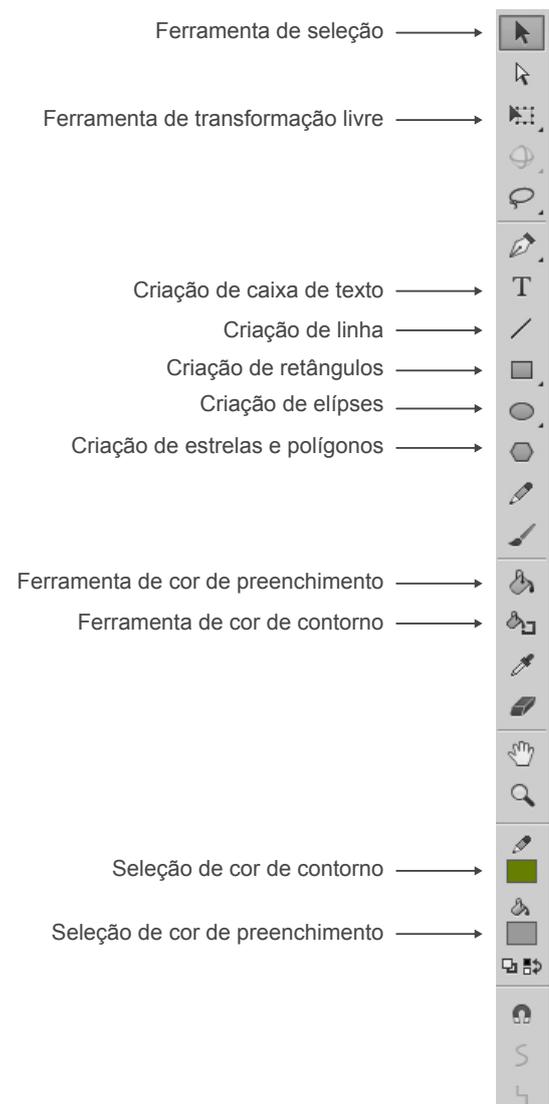
No separador *Size* pode alterar as dimensões pré-definidas para os valores que pretender, aumentando ou diminuindo o espaço de trabalho;

No separador *Stage* pode definir a cor de fundo clicando sobre o retângulo de cor que por pré-definição é branco.

6. Neste caso, vamos alterar o valor de FPS para 30 e manter a dimensão da tela e a cor nos valores pré-definidos:



7. Definidas as propriedades da animação, vamos agora focar-nos na barra de ferramentas. A figura abaixo mostra esta barra, com uma legenda para as ferramentas essenciais. As restantes ferramentas serão identificadas apenas quando necessário.



8. Selecione a **ferramenta de criação de retângulos** , clique sobre a *stage* e arraste até que o retângulo tenha as dimensões pretendidas.



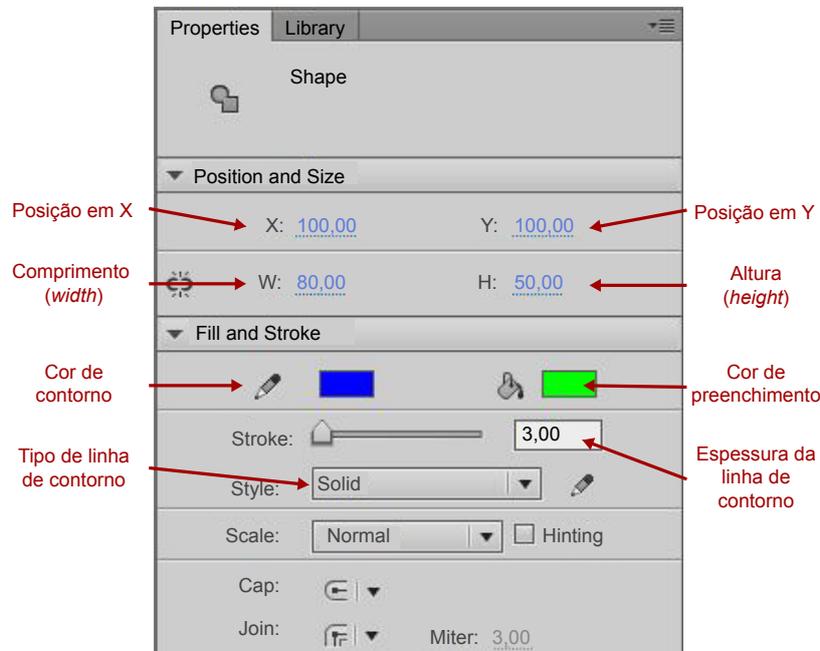
9. Apesar das cores do seu retângulo serem provavelmente diferentes destas, repare que o retângulo tem uma linha de contorno (neste caso a preto) e um preenchimento (a vermelho). Escolha agora a **ferramenta de seleção**  e dê um duplo clique no interior do retângulo criado (ao dar um duplo clique certifica-se que seleciona o preenchimento e a linha de contorno do retângulo, enquanto que se der um único clique seleciona apenas o preenchimento):



Quer o preenchimento, quer o contorno ficam cobertos por um

pontilhado, que indica que a forma se encontra selecionada. No menú de propriedades pode agora alterar a posição, as dimensões e a cor deste retângulo.

10. Altere a posição para X:100 e Y:100, as dimensões para W:80 e H:50, a cor do contorno para azul e a cor do preenchimento para verde. Altere também a espessura da linha de contorno para 3 e mantenha o tipo de linha de contorno em **Solid** (sólido), tal como indicado na figura seguinte:



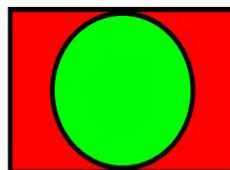
11. Experimente agora criar novas formas e alterar as suas propriedades.

Parte 2 - Fusão de formas

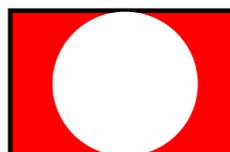
1. Selecione e apague todas as formas anteriores do *stage* ou crie um novo documento;

2. Desenhe um retângulo com a cor e dimensão que entender;

3. Desenhe agora um círculo de modo a que este interseje o retângulo, semelhante ao representado na figura seguinte:



4. Estas figuras, como estão representadas na mesma camada, estão agora ligadas. Escolha agora a ferramenta de seleção , dê um duplo clique no interior do círculo para o selecionar e prima a tecla **delete** para o eliminar. O resultado deverá ser semelhante ao da figura seguinte:



Uma vez que as duas formas se encontravam ligadas, a área do retângulo coberta pelo círculo desaparece. Caso as

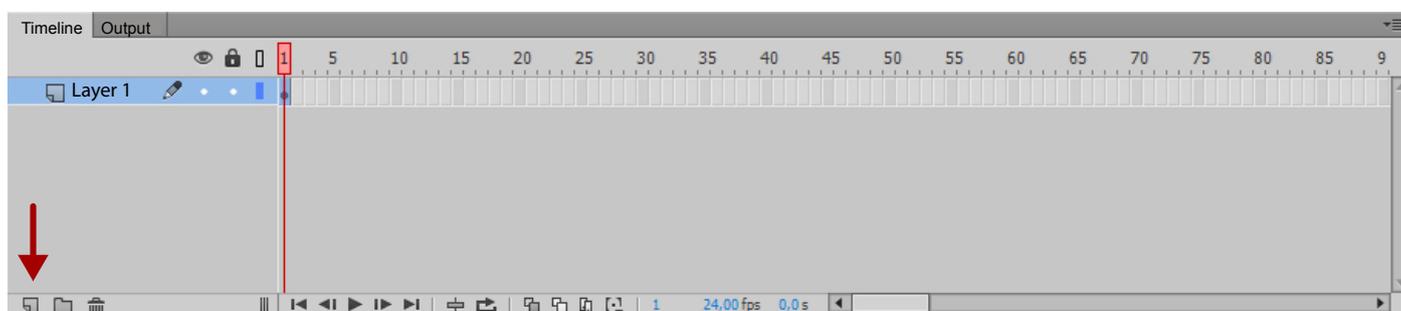
Criação de recursos educativos

duas formas não tivessem linha de contorno e fossem da mesma cor, ficavam unidas numa só. Assim, é possível criar formas com um elevado grau de complexidade.

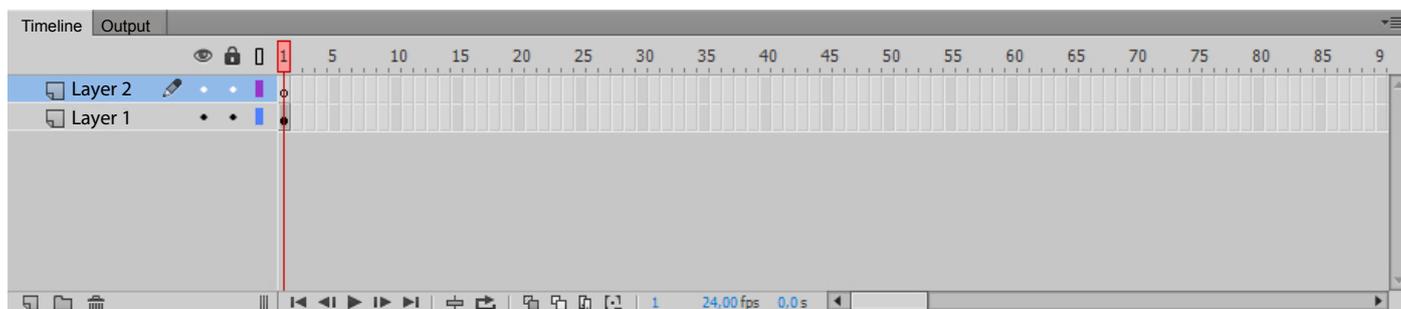
Parte 3 - Trabalhar em camadas (*layers*)

A versatilidade e simplicidade do *flash* deve-se em parte à capacidade de criação de diversas camadas que permitem organizar os conteúdos. As camadas funcionam como se fossem transparências (acetatos) sobrepostos, em que cada uma possui determinado conteúdo. A sua sobreposição permite mostrar (ou esconder) ao mesmo tempo o conteúdo das diferentes transparências.

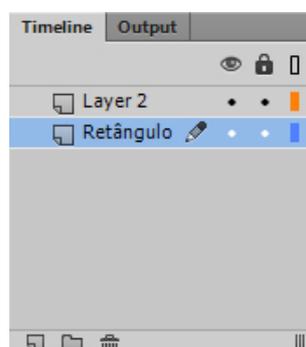
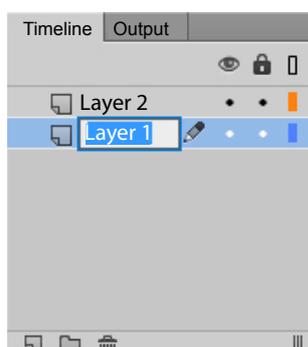
1. Selecione e apague todas as formas anteriores do *stage* ou crie um novo documento;
2. Desenhe um retângulo no centro do stage com as dimensões desejadas;
3. Crie agora uma nova camada (*layer*), clicando no ícone  , que por pré-definição se encontra no canto inferior esquerdo:



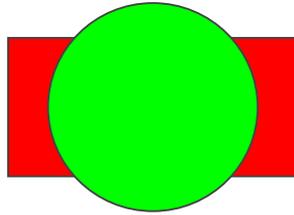
A nova camada criada surge por cima da primeira. Tem agora duas camadas onde pode inserir conteúdos:



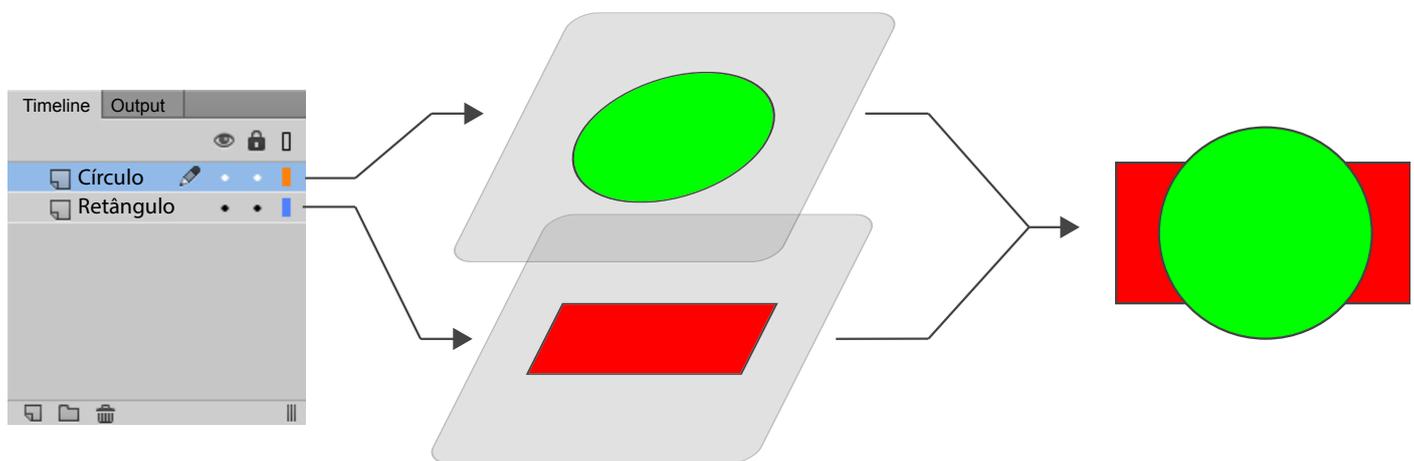
4. Para evitar confusões, é boa prática atribuir um nome a cada camada, nome esse que deverá ser indicativo do conteúdo. Neste momento, as nossas camadas têm a designação de '*Layer 1*' e '*Layer 2*'. Na '*Layer 1*' encontra-se o nosso retângulo, por isso vamos atribuir a esta camada o nome '**Retângulo**'. Dê um duplo clique sobre o nome da camada e escreva a palavra '**Retângulo**' assim que o texto se torne editável:



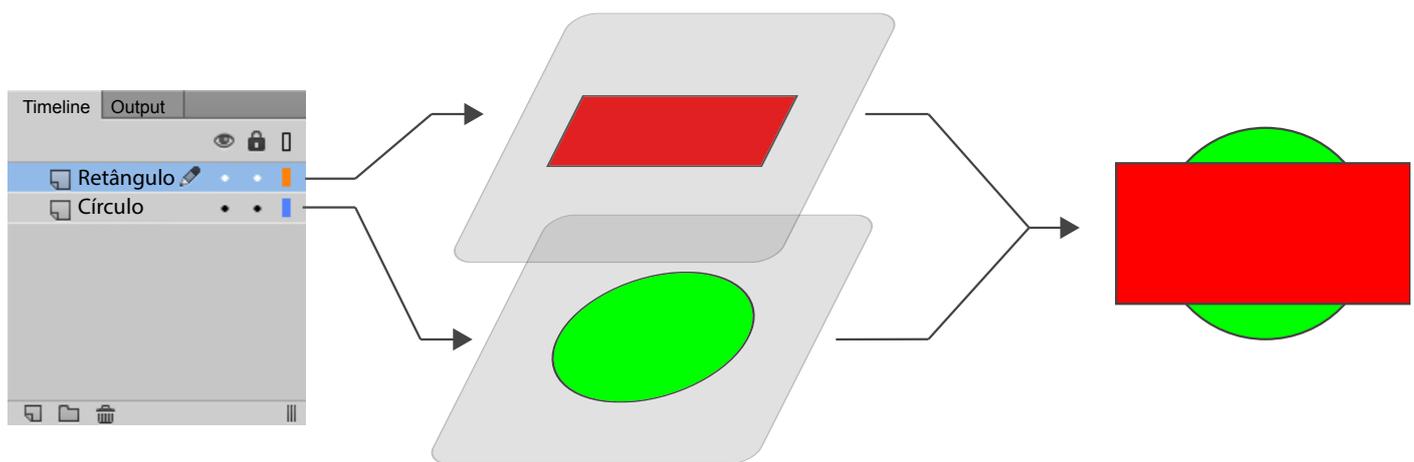
5. Vamos agora seleccionar e inserir conteúdo na segunda camada. Clique sobre a camada com a designação '*Layer 2*', e desenhe um círculo no *stage*, de modo a que em parte se sobreponha ao retângulo criado anteriormente. Atribua a esta camada o nome '*Círculo*'. O resultado obtido deverá ser semelhante ao da figura seguinte:



Repare que a camada onde se encontra o círculo se encontra por cima da camada onde se encontra o retângulo, motivo pelo qual o círculo oculta parte do retângulo:



6. Experimente trocar agora a ordem das camadas, passando a camada '*Retângulo*' para cima da camada '*Círculo*'. Para trocar a ordem das camadas clique e arraste sobre a camada pretendida, até que esta ocupe a posição desejada:



O retângulo está agora por cima do círculo, ocultando parte deste, tal como se indica na imagem anterior.

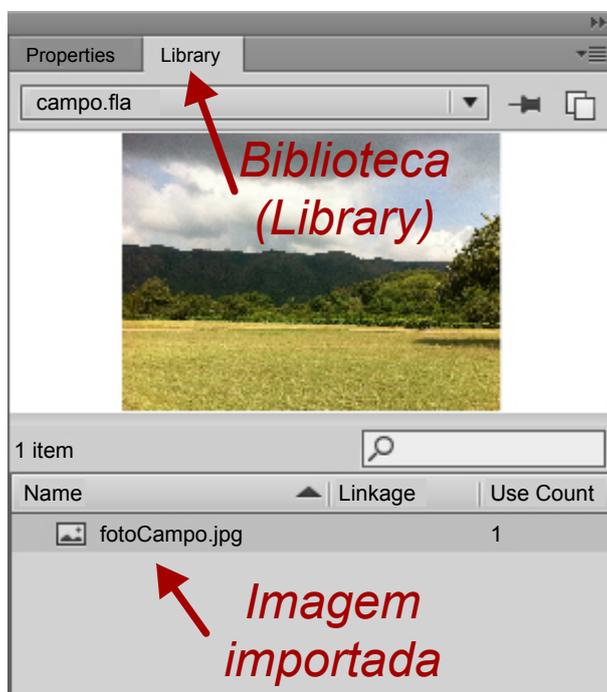
Parte 4 - Importar imagens

Se ainda não fez o download da pasta de recursos, clique [aqui](#). Depois de efetuar o download, descompacte a pasta *.zip* e abra-a. No interior da pasta irá encontrar as imagens utilizadas neste tutorial.

Há diversas formas de importar uma imagem para a sua animação. A forma mais simples é arrastar essa imagem para o *stage*, tal como faz com qualquer documento *powerpoint* ou *word*, por exemplo.

Criação de recursos educativos

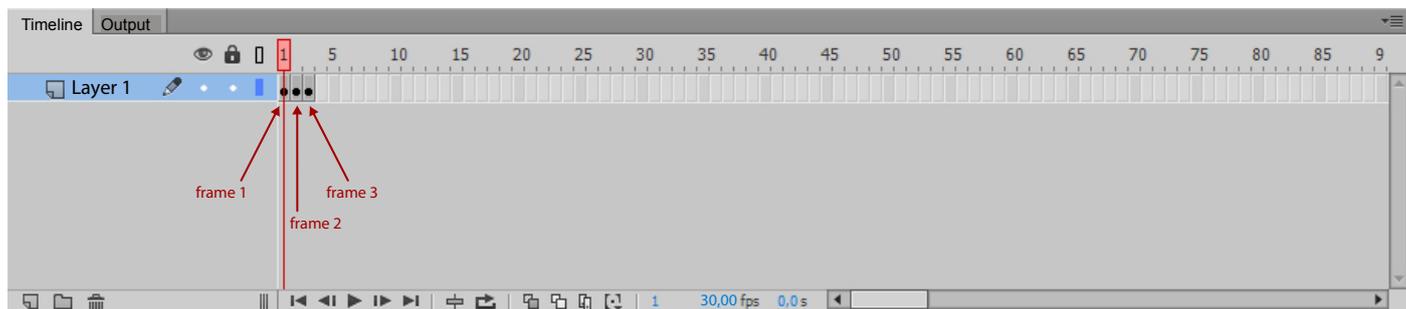
1. Crie um novo documento, tal como fez na **Parte 1** deste tutorial;
2. Guarde o documento com o nome 'campo';
3. Na pasta de recursos localize a imagem com o nome 'fotoCampo.jpg' e arraste-a para o *stage*;
4. Como a imagem arrastada tem uma resolução bastante maior do que a do *stage*, temos que ajustar o seu tamanho. Selecione para isso a **ferramenta de transformação livre** , e arraste os vértices da imagem até que esta se ajuste ao *stage*. Reposicione a imagem se necessário, bastando para isso clicar e arrastar sobre esta.
5. A imagem importada pertence agora à biblioteca (*library*) do flash. Pode assim ser utilizada o número de vezes necessário, sem ter que ser novamente importada. Para aceder à biblioteca (*library*) do documento, clique no separador 'Library' no canto superior direito:



6. Pode agora inserir várias cópias da mesma imagem a partir da biblioteca, bastando para isso que clique sobre a imagem pretendida e a arraste para o *stage*. Experimente...

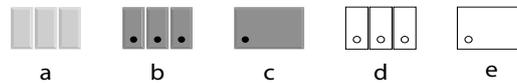
Parte 5 - Linha de tempo (*timeline*) e animação

A linha de tempo (*timeline*) é uma ferramenta essencial do flash. É através dela que daremos vida aos objetos que se encontram no *stage*. A linha de tempo (*timeline*) encontra-se dividida em pequenos retângulos, em que cada um representa o espaço de um frame de animação:



Esta linha deve ser ‘lida’ da esquerda para a direita, pois os frames são apresentados em sucessão, da esquerda para a direita, e a cada instante é apresentado apenas o conteúdo de um só frame.

O aspeto de cada um dos retângulos representado na linha de tempo (*timeline*) informa-nos se este contém ou não frame e qual o seu estado. A figura seguinte mostra-nos cinco representações possíveis:



- a. três espaços sem qualquer frame inserido;
- b. três frames-chave (*keyframes*) inseridos. Os frames-chave (*keyframes*) indicam-nos que a representação dos objetos pode ter sofrido alterações face ao frame anterior;
- c. três frames, sendo o primeiro um frame-chave (*keyframe*). O frame-chave (*keyframe*) indica-nos que a representação dos objetos nele contidos pode ter sofrido alterações face ao frame anterior. Os dois frames seguintes não são frames-chave (*keyframes*), e por isso possuem exatamente o mesmo conteúdo do frame-chave (*keyframe*) que se encontra imediatamente antes deles;
- d. três frames-chave (*keyframes*) vazios, sem qualquer conteúdo visível no *stage*;
- e. um frame-chave (*keyframe*) vazio e dois frames também vazios, tal como o frame-chave (*keyframe*) imediatamente antes deles.

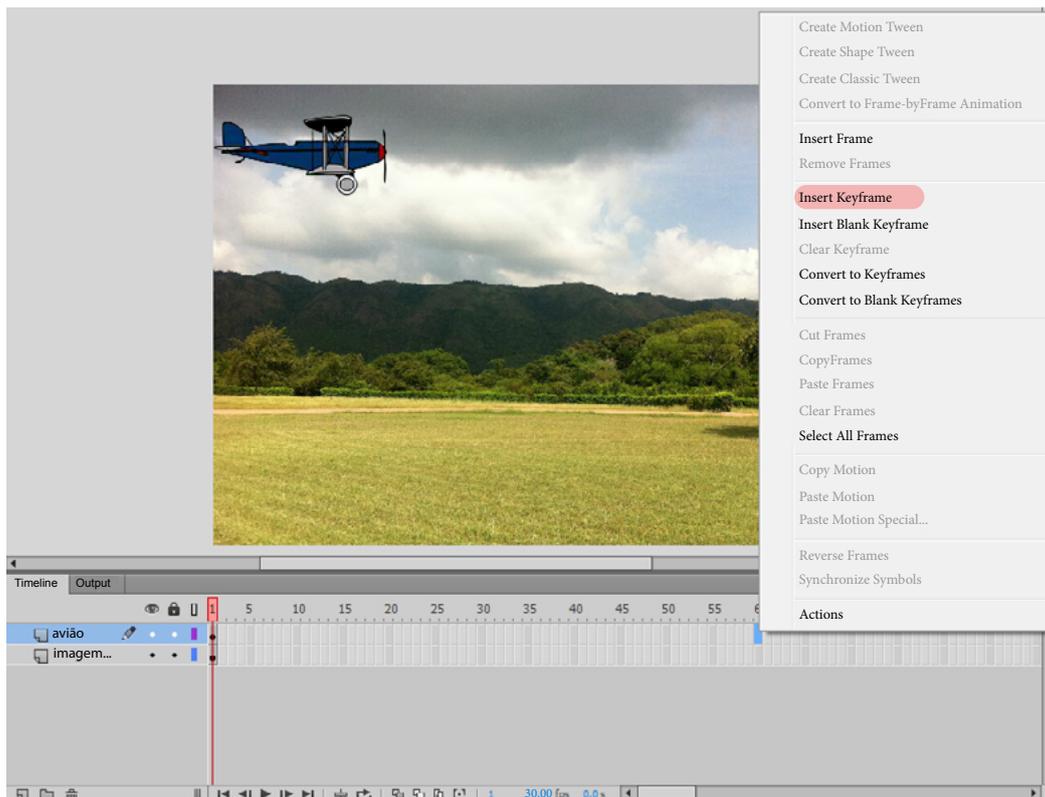
Vamos então introduzir um novo objeto, neste caso um avião, na cena criada na **Parte 4** e, de seguida, animá-lo, de forma a que pareça voar de uma extremidade à outra do campo representado na imagem.

1. Abra o documento ‘campo.fla’ criado na Parte 4;
2. Altere o nome da única camada (*layer*) existente para ‘**imagem de fundo**’;
3. Insira uma nova camada (*layer*), clicando no ícone  no canto inferior esquerdo e atribua-lhe o nome ‘**avião**’;
4. **Selecione a nova camada (layer)** e localize na pasta de recursos a imagem com o nome ‘**fotoAviao.png**’;
5. Arraste a imagem para o *stage* e posicione-a junto ao canto superior esquerdo;

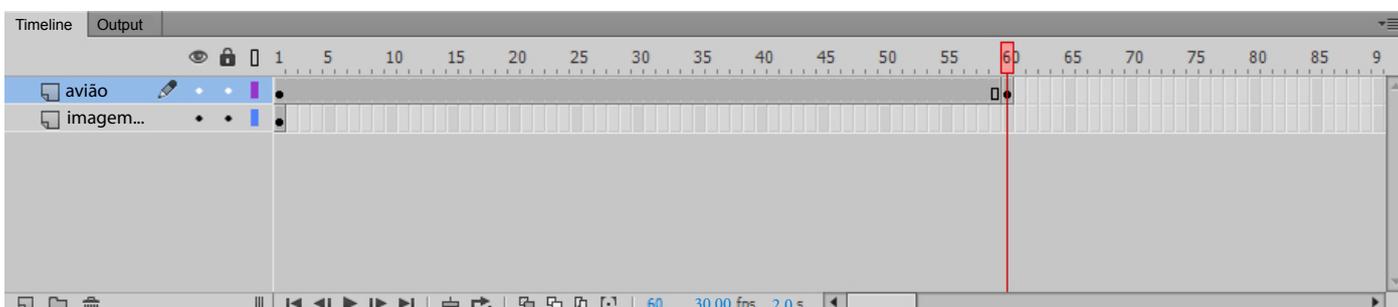


6. Localize na linha de tempo, o espaço que ocupa a posição que corresponderá ao frame 60;
7. Na linha que diz respeito à camada (*layer*) com o nome ‘**avião**’, clique com o botão direito sobre o retângulo que ocupa a posição 60 e escolha a opção **Insert keyframe** (Inserir frame-chave), tal como indicado na figura seguinte:

Criação de recursos educativos



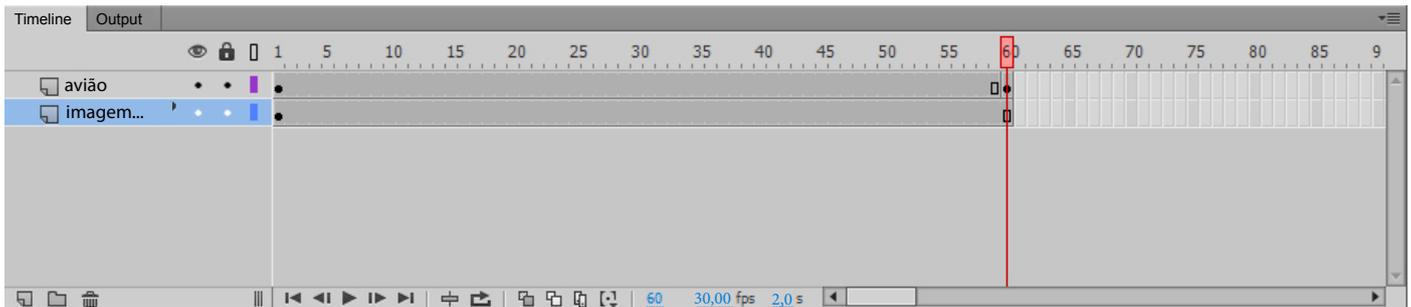
Neste momento a sua linha de tempo deve estar semelhante à da figura seguinte:



O avião continua a ocupar a posição que ocupava inicialmente, mas a imagem de fundo desapareceu. Isto acontece porque apesar da camada (*layer*) com o avião ter um frame - neste caso um frame-chave (*keyframe*) - na posição 60, a camada (*layer*) que contém a imagem de fundo não tem qualquer frame nesta posição, e se não tem frame então não tem conteúdo na posição 60. Se arrastar a *'playhead'* - retângulo assinalado a vermelho sobre a linha de tempo - verá que quando esta se encontra sobre o frame 1, a imagem de fundo aparece no *stage*, uma vez que a camada (*layer*) que a contém tem um frame-chave (*keyframe*) na posição 1, mas a partir do frame 2 deixa de aparecer, já que para esta camada não existe mais nenhum frame. Vamos então adicionar a imagem de fundo a todas as posições entre a 1 e a 60.

8. Na camada (*layer*) com o nome 'imagem de fundo', localize na linha de tempo (*timeline*) o retângulo correspondente à posição 60 e clique sobre este com o botão direito do rato;

9. Selecione a opção **Insert Frame** (Inserir Frame). Neste caso, e ao contrário do avião, como a imagem de fundo não terá qualquer tipo de animação, opta-se por inserir um frame simples. Com isto estamos a indicar ao flash que não queremos efetuar qualquer alteração na imagem de fundo, e que esta deve permanecer tal como está do início ao fim da animação:



10. Se arrastar a *'playhead'*, verá que entre as posições 1 e 60 a imagem de fundo já aparece no *stage*;

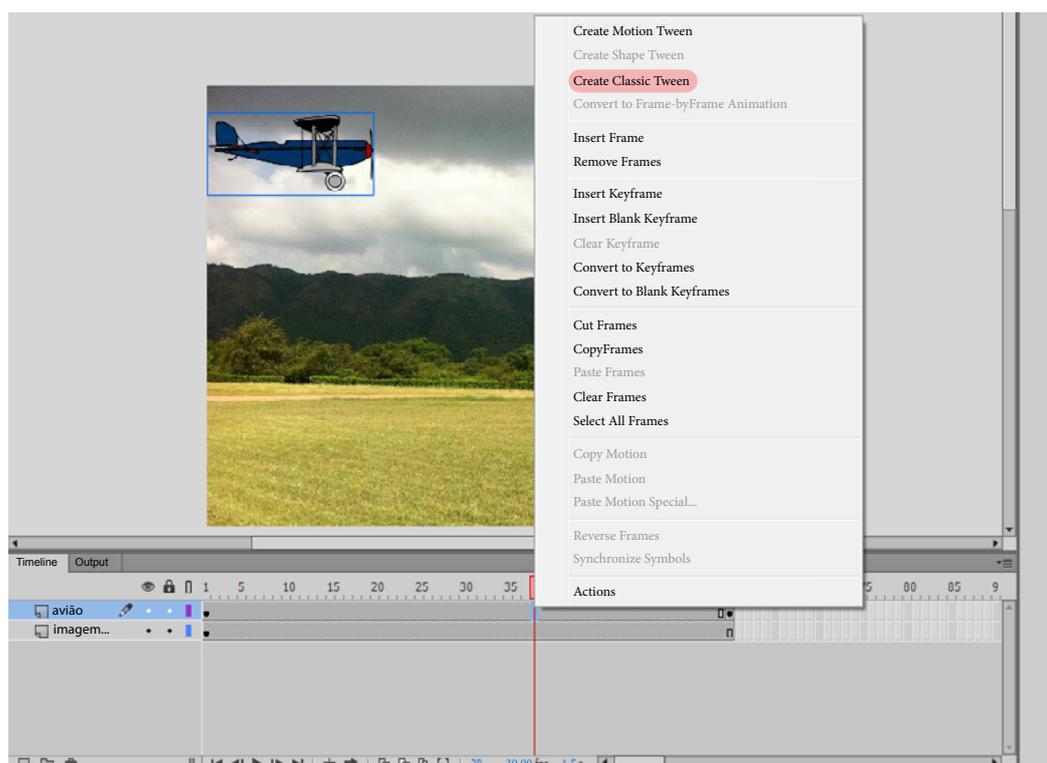
11. Na camada (*layer*) com o nome **'avião'** selecione o frame-chave (*keyframe*) na posição 60;

12. Escolha a **ferramenta de seleção** , clique sobre o avião e arraste-o para a extremidade direita do *stage*;

13. Desloque agora a *'playhead'* entre as posições 1 e 60. Observará que na posição 60, tal como esperado, o avião se encontra do lado direito do *stage*, enquanto que entre as posições 1 e 59 o avião está do lado esquerdo do *stage*. Isso acontece porque a camada (*layer*) que contém o avião tem apenas dois frames-chave, um na posição 1 e outro na posição 60. Todas as posições, da 2 à 58, possuem frames simples que indicam que o conteúdo da camada naquele frame é exatamente igual ao conteúdo existente no frame-chave (*keyframe*) anterior.

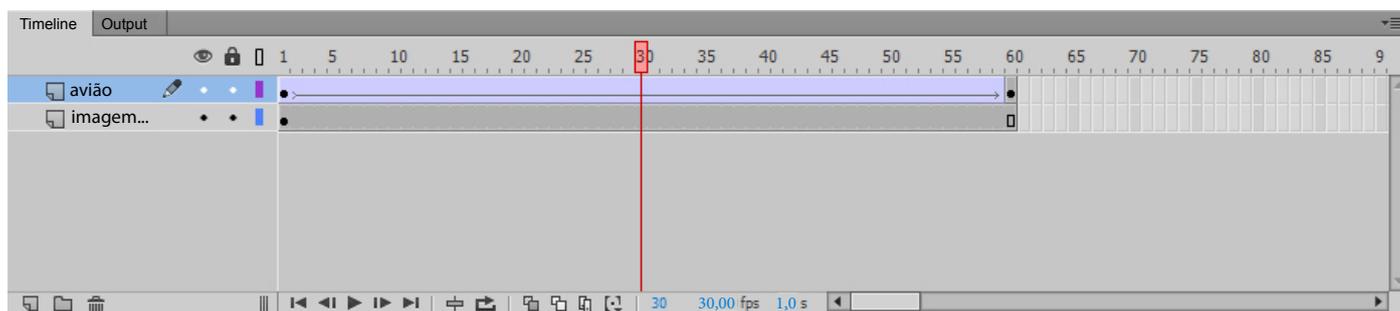
O avião já muda de posição, mas ainda não temos uma animação propriamente dita. Para tal, vamos simular todas as posições que o avião ocupa desde o ponto onde inicia o movimento (correspondente à posição em 1, quando está do lado esquerdo) e o ponto onde termina o movimento (correspondente à posição em 2, quando está do lado direito). Felizmente, não precisamos de alterar a posição do avião manualmente em todos os frames. Basta, como já fizemos, indicar a posição inicial e a posição final do movimento e o *flash* encarrega-se de calcular todas as posições intermédias.

14. Selecione a camada (*layer*) que contém o avião e, sobre qualquer um dos frames contidos entre as posições 1 e 59, clique com o botão direito do rato e selecione a opção **Create Classic Tween**:



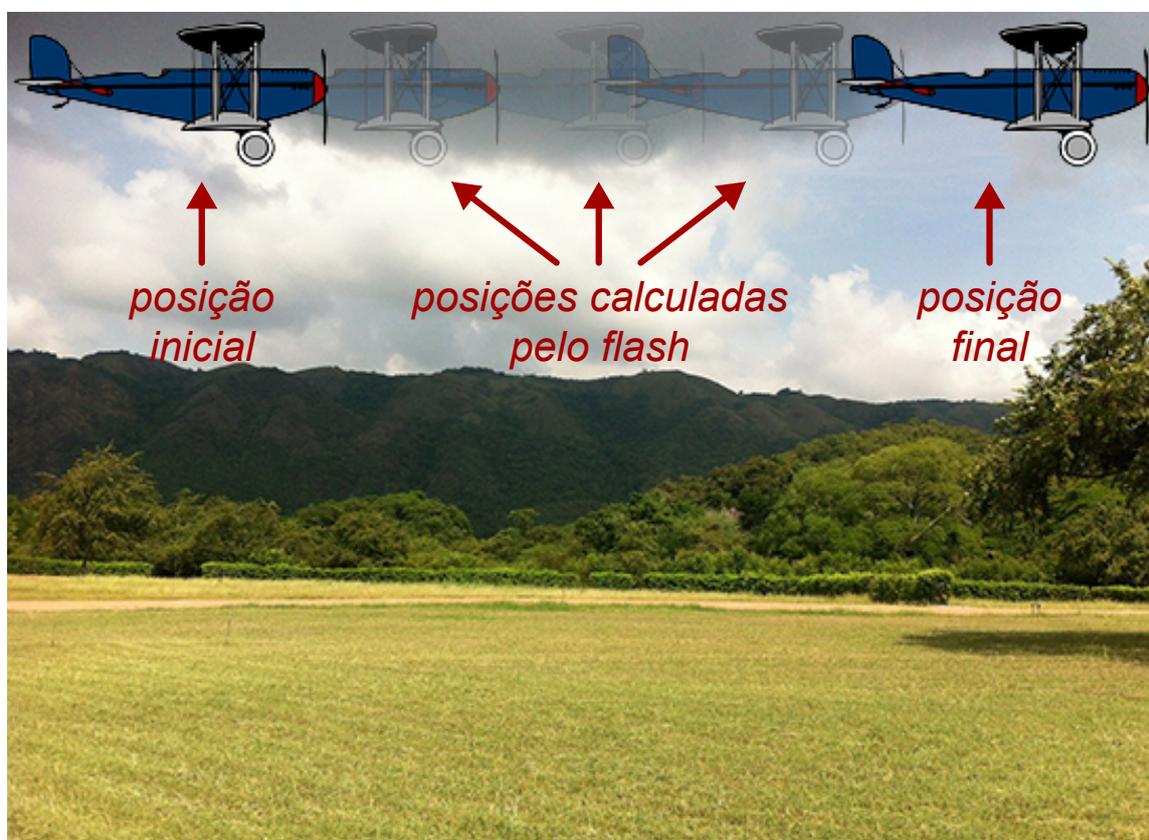
Criação de recursos educativos

A sua linha de tempo (*timeline*) deverá ser semelhante à da figura seguinte:



A mudança de cor dos frames e o aparecimento de uma seta indicam a existência de uma animação.

15. Pressione **CTRL + Enter** (ou **Cmd + Enter** se estiver a trabalhar em Mac) para pré-visualizar a animação:



16. Caso a animação esteja do seu agrado, já pode publicá-la para um ficheiro (ou conjunto de ficheiros) que pode ser aberto pelos potenciais utilizadores. Para isso, no menú de janela escolha a opção **File** e clique em **Publish**;

17. Parabéns! Acabou de criar a sua primeira animação em flash! Abra a pasta onde anteriormente guardou o seu ficheiro com o nome campo.fla e localize o ficheiro html com o nome **campo.html**. Abra este ficheiro no seu browser de internet habitual e assista à animação.

Com estes novos conhecimentos, já está apto a criar um vasto conjunto de pequenas animações. Explore um pouco mais o programa, crie as suas animações e aguarde pelo próximo número da revista, onde serão exploradas novas ferramentas.



Esta revista surgiu a pensar em si e por isso é muito importante para nós conhecer as suas opiniões.

Envie-nos os seus comentários e sugestões para o endereço rce@casadasciencias.org.

Acabo de ler o 1º número da Revista de Ciência Elementar que considero muito interessante e de facto nota-se que constitui “ um esforço enciclopédico que só a participação de toda a comunidade permitirá levar por diante”, e por isso gostaria de me oferecer para colaborar (...).

Cristina Sousa

Foi com agrado que li a nova revista de Ciência Elementar, cujo enfoque é feito no ensino e a divulgação de ciência.

Durante essa leitura surgiu-me a ideia em dar o meu contributo para essa divulgação de ciência, ainda para mais frequentando o programa doutoral de Ensino e Divulgação das Ciências na Faculdade de Ciências da Universidade do Porto(...).

José Ferreira

(...)tive conhecimento da revista de ciência elementar, e desde já felicito esta iniciativa, que com certeza irá enriquecer a profissão dos docentes desta área.

Sou professora de biologia e geologia e gostaria de saber de que modo posso colaborar com a revista.

Clara Gomes

Parabéns por mais uma excelente ideia da Casa das Ciências! Estive a dar uma vista de olhos e gostei muito. É muito útil para professores, estudantes e não só.

João Calafate

Congratulo-me com a existência desta revista em prol da ciência. Está bem estruturada com assuntos diversificados e com a marca da excelência. Agradeço à direção da Casa das Ciências pelo empenho na melhoria da literacia científica.

Olga Sousa

Não sei se se enquadra nos objetivos da revista, mas acho que deviam ser incluídas algumas ciência sociais, como a Economia, a Ciência Política, a Antropologia e outras.

Rui Almeida

Talvez no futuro a área das Ciências Sociais possa vir a ser integrada nesta revista mas, de momento, não faz parte dos nossos objetivos explorar esta área. Obrigado pelo seu contributo.

A equipa de produção

Muitos parabéns pela edição desta revista! Espero pelo próximo número!

Sandrina Martins

Estava bem entusiasmada com a primeira edição da revista Ciência Elementar, conteúdo legal, incrível mesmo. Mas, no momento em que realmente peguei para estudo, na página 14, me deparo com um notável erro no resumo sobre o conteúdo de DNA. No quinto ponto, as bases purinas e pirimidinas estão classificadas erradas. Anteriormente no texto estão colocadas corretamente, mas no resumo encontra-se errado.

Jéssica Lohmann

Desde logo o nosso muito obrigado pela preferência e pela referência que fez. Foi com efeito um erro que se deveu à conversão de texto, que já se encontra corrigido. Compreenderá que, na obtenção do produto final, numa revista com 84 páginas, lapsos gráficos não são admissíveis, mas poderá acontecer, como foi o caso, que palavras certas sejam colocadas em locais errados. De qualquer modo uma vez mais obrigado pelo seu alerta e acreditamos que continue a dar-nos a sua preferência.

A equipa de produção



Casa das Ciências

Portal Gulbenkian para professores