

II Encontro Intern. Casa das Ciências  
Conheça as opiniões dos participantes

Prêmios Casa das Ciências 2014  
Conheça todos os recursos premiados

Imagens para as suas apresentações  
Veja as últimas imagens publicadas

# REVISTA DE CIÊNCIA ELEMENTAR

Volume 2 | Ano 2014

Número 3 | Julho a Setembro



# REVISTA DE CIÊNCIA ELEMENTAR

Volume 2 | Ano 2014

Número 3 | Julho a Setembro

## 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. Botânica - 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**  
Sardão  
Paulo Talhadas dos Santos

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

II Encontro Casa das Ciências - *Pedro Alexandrino Fernandes* ..... 5

## Nota da direção

Sobre este número da revista - *Manuel Luís Silva Pinto* ..... 7

## Especial II Encontro Internacional da Casa das Ciências

A promoção e divulgação de Ciência como “tarefa nobre” de todos nós - *Paulo Ribeiro Claro* ..... 10

O humor e a ciência - *David Marçal* ..... 14

Ensinar e aprender com *podcasts* - *Cristina Aguiar* ..... 17

Evolução biológica no dia a dia das escolas - *X. Pinto, R. Ponce, M. Fonseca, P. Oliveira & R. Campos* ..... 21

Computação científica no ensino - *João Nuno Tavares* ..... 26

Cinderella - *Jorge Nuno Silva* ..... 29

Da nanociência à nanotecnologia - *Eduardo F. Marques* ..... 33

A Geologia do futuro - *Luís Vitor Duarte* ..... 38

Sustentabilidade e questões de (Geo)ética - *Clara Vasconcelos & António Almeida* ..... 41

Recursos digitais no ensino das Ciências - *Jacinta Rosa Moreira & Margarida Maria Morgado* ..... 45

O que há de novo no Ensino da Física e Química? - *Carlos Fiolhais* ..... 48

## Sugestões de recursos educativos

Apresentações para as suas aulas ..... 51

## Banco de imagens

Fotos e ilustrações nas suas apresentações ..... 55

## Correio do leitor

Partilhe connosco as suas impressões a respeito da revista ..... 59



+ de **9.500 downloads**

+ de **700 partilhas** nas redes sociais

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

Partilhe também e ajude-nos a divulgar:



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

## Cassini há 10 anos a explorar Saturno



A sonda Cassini, que chegou ao sistema de Saturno a 30 de Junho de 2004, celebrou recentemente o 10º aniversário de exploração deste planeta. Ao longo deste 10 anos enviou uma enorme quantidade de dados científicos, que permitiram conhecer com maior detalhe Saturno e respetivos satélites.

## Estudo revela como eliminar células estaminais cancerígenas



Investigadores da Universidade de Coimbra lideraram uma equipa internacional que descobriu como eliminar células estaminais cancerígenas, manipulando a forma como estas produzem energia.

## CIBIO procura explicar padrões de espécies invasoras

Investigadores do CIBIO participaram num estudo que explica de que forma se distribuem as espécies invasoras, baseado na fisiologia e nas relações com outras espécies.

## Ciência Viva no Verão

**Centros Ciência Viva de todo o país**  
de 15 de julho a 15 de setembro

Os Centros Ciência Viva desenvolvem milhares de ações um pouco por todo o país, e sobre os mais variados temas.

## 18.ª edição do Ciência Viva no laboratório

**Centros Ciência Viva em todo o país**  
até 29 de Agosto

O programa Ciência Viva no Laboratório - Ocupação Científica de Jovens nas Férias proporciona aos estudantes do ensino secundário uma oportunidade de aproximação à realidade da investigação científica e tecnológica.

## Expoanimalia 2014

**Centro Ciência Viva do Algarve**  
até 31 de Agosto

Exposição que proporciona o contacto com animais exóticos, nomeadamente répteis e artrópodes: poderá observar e interagir com espécies como cobras, lagartos e tarântulas.

## Descobrimdo o Sol

**Centro Ciência Viva do Algarve**  
27 de Julho às 15h00m

Atividade que consiste na observação do Sol, em segurança, e que tem por objetivo dar a conhecer algumas das características da nossa estrela.

## Náutica e navegação na abertura do mundo moderno

**Biblioteca Pública Municipal do Porto**  
até 20 de setembro

Exposição bibliográfica sobre a temática da náutica e da navegação nos Descobrimentos para assinalar a passagem do 1º aniversário da classificação pela UNESCO, do *Roteiro da primeira viagem de Vasco da Gama à Índia*, como registo 'Memória do Mundo'.

## Illustrating Fish

**Museu Nacional de História Natural e da Ciência de Lisboa**  
até 31 de agosto

Exposição de ilustrações científicas de 40 espécies de peixes, elaboradas pelos conhecidos ilustradores Pedro Salgado e Cláudia Baeta.

# II Encontro Casa das Ciências

Pedro Alexandrino Fernandes

Nos dias 14, 15 e 16 de Julho realizar-se-á o segundo encontro da Casa das Ciências, no Instituto Superior de Engenharia do Porto. Trata-se de um encontro em forma de congresso, que conta com a participação de cerca de cinco centenas de professores, investigadores, divulgadores e pedagogos da ciência. Contará com quase quatro dezenas de palestras e mais de duas dezenas de workshops práticos. Esta dimensão mostra bem a fase de grande dinamismo que a comunidade docente portuguesa e estrangeira está a atravessar.

Este encontro visa materializar, personificar, e disseminar todo o vasto acervo de conhecimento científico que a Casa das Ciências tem congregado, fruto do gentil trabalho voluntário de inúmeros professores e pedagogos que, de uma forma benemérita, têm vindo a construir aquilo que é o maior repositório de ciência e pedagogia do nosso país.

A dimensão que a Casa das Ciências atingiu, ao longo dos seus cinco anos de existência, ultrapassou largamente as nossas mais positivas expectativas. Esperemos que continue a crescer, em qualidade e abrangência, de forma a fazer jus ao tanto saber que existe em Portugal. A todos os que participam neste congresso, e a todos os que ajudaram a construir esta casa, deixamos o nosso muito sincero e sentido agradecimento. Obrigado a todos pela casa que construíram!



*Pedro Alexandrino Fernandes*  
Departamento de Química e Bioquímica  
Faculdade de Ciências da Universidade do Porto



casadasciencias.org

PORTAL GULBENKIAN PARA PROFESSORES

II ENCONTRO  
INTERNACIONAL  
DA CASA  
DAS CIÊNCIAS

14 + 16  
JULHO  
2014

PORTO  
ISEP  
INSTITUTO SUPERIOR  
DE ENGENHARIA  
DO PORTO  
RUA DE SÃO TOMÉ

# ENSINO E DIVULGAÇÃO DA CIÊNCIA NO MUNDO DIGITAL DO INÍCIO DO SÉCULO XXI

**Ação acreditada** como Curso de Formação pelo Conselho Científico-Pedagógico da Formação Contínua com o registo CCPFC/ACC-77695/14, 25 horas correspondentes a 1 crédito, para os grupos de recrutamento 110, 230, 500, 510, 520 e 550.

## Sobre este número da revista

Manuel Luís Silva Pinto

Por incidências de um calendário (que em ciência procura ser o mais exato possível), demo-nos conta que a data prevista para a saída do 3º número de 2014 da Revista de Ciência Elementar, coincidia com o II Encontro Internacional da Casa das Ciências, que este ano organizamos com a preciosa ajuda do ISEP e dos Centros de Formação Júlio Resende e MaiaTrofa. Como se sabe, a periodicidade da Revista de Ciência Elementar é trimestral, com saída no dia 15 do mês correspondente ao meio do trimestre respetivo, com exceção do mês de Agosto em que se antecipa para Julho por causa das férias escolares. Assim, a data previsível para a “saída” deste número seria dia 15 de julho de 2014, em pleno II Encontro.



Colocou-se de imediato a hipótese de esse número da revista ficar associado ao tema do encontro, tentando encontrar a melhor forma de proporcionar aos nossos leitores um conjunto de opiniões interessantes, relevantes e cientificamente sustentadas.

Acontece que a diversidade das áreas e a complexidade do tema, não são elementos facilitadores dessa tarefa, pelo que seria muito difícil, senão quase impossível, termos apenas um tema a ser abordado por um significativo número de intervenientes. Por outro lado, as diferentes atividades previstas para os três dias de trabalhos, apontavam para leituras diversificadas e mesmo complementares sob um denominador comum.

Assim, optamos por “desafiar” - e foi este o termo que usamos - alguns dos intervenientes no II Encontro a escrever algumas linhas sobre a sua participação, concretamente sobre o tema que iriam apresentar ou sobre a visão que têm sobre o “Ensino e Divulgação da Ciência no Mundo Digital do Início do Século XXI”, ou ainda com um contributo pertinente que “coubesse” dentro desta temática, numa tentativa de encontrar ideias inovadoras que servissem de complemento ao debate que os três dias de trabalho vão decerto suscitar. Tinha este desafio também como objetivo inicial, encontrar um bom conjunto de contributos que substituíssem o artigo de opinião habitual em todos os números da revista.

Aconteceu, porém, que a resposta foi muito além das nossas espetativas e o conjunto de “artigos” que recebemos ultrapassou em larga escala, com o habitual e proverbial empenho dos colabores desta “Casa”, a dimensão que inicialmente tínhamos previsto. O conjunto de excelentes contributos que nos chegou, permitiu que todos os artigos deste número sejam “artigos de opinião” que, de uma maneira ou de outra, vão ao encontro das preocupações e ideias presentes no II Encontro. São mais de 60 páginas de ideias, de projetos, de reflexões que vão desde a Matemática à Biologia, passando pela Geologia e pela Física. Ideias de como se divulga, de como se ensina, de como se podem fazer novas experiências, de como se trabalham conceitos complexos de forma simples, ou mesmo de como se usam novas ferramentas ou se encontram novas perspetivas e abordagens do que é o Ensino e a Divulgação da Ciência. Alguns dos artigos são mesmo descrições e reflexões sobre atividades propostas e trabalhos realizados, que irão permitir a quem porventura fez outras opções, ter acesso a componentes que não assistiu.

A todos os que contribuíram e aos que por uma razão ou por outra se empenharam mas não o puderam fazer, aqui

# Nota da direcção

fica o nosso sincero obrigado.

Entendemos ser objecto desta publicação on-line, por um lado o conteúdo de informação científica relevante que interessa ao docente em ciências que utilize a língua portuguesa como veículo de comunicação e, por outro, a forma como esse conteúdo pode ser disseminado em termos de formação/informação, adequando-o aos destinatários, aos seus estádios de desenvolvimento e ao seu conhecimento prévio. Sabemos que é um desafio enorme e que o nosso contributo é uma simples gota no oceano daquilo que pode, deve e, em muitos casos, está a ser feito neste sentido. Mas temos também uma percepção muito clara que o oceano é feito de gotinhas, muitas com certeza, mas mesmo assim com o contributo de cada uma.

Este número da revista é, por isso mesmo, uma incursão por zonas de expansão da Ciência, no que toca ao modo como o seu conhecimento deve ser projectado, divulgado e estruturado. Temos a expectativa de mais tarde ou mais cedo voltar a estes temas, quer em artigos de opinião, quer em modo temático, mas por ora, vamos pensar apenas no número seguinte. Seguindo uma expressão muito comum, o que vem a seguir é que é o mais importante.

Em Novembro, quando surgir o número quatro deste ano, vamos regressar ao formato habitual, com os artigos de carácter eminentemente científico que procuram abordar as matérias que se lecionam no nosso sistema de ensino, não deixando de estar atentos ao que os nossos leitores nos dizem sobre outras temáticas que porventura possam interessar aos destinatários da Revista de Ciência Elementar.

*Manuel Luís Silva Pinto*

Diretor de Produção da Revista de Ciência Elementar  
Subcoordenador da Casa das Ciências

## Gramática do Português

 FUNDAÇÃO  
CALOUSTE GULBENKIAN

Uma obra que descreve o português europeu culto contemporâneo, sem deixar de incluir informação sobre os chamados regionalismos e o português do Brasil, de Angola e de Moçambique.

Para ficar a conhecer melhor a língua portuguesa, numa edição da Fundação Calouste Gulbenkian.





*(...) sem cultura científica, o mundo  
pode ser um sítio muito estranho!*

Paulo Ribeiro Claro

*(...) a sociedade atual tem atravessado  
profundas transformações que exigem o  
reequacionar do papel tradicional da escola (...)*

Jacinta Moreira & Margarida Morgado

*A “geologia do futuro” deverá continuar a  
trilhar o caminho do campo.*

Luís Vitor Duarte

*O professor ficou, portanto, com a liberdade de  
usar os contextos que julgar mais adequados  
às características das suas turmas.*

Carlos Fiolhais

*O conceito de algoritmo deve ser neste  
momento o conceito central de todo o  
ensino da Matemática*

João Nuno Tavares

## II Encontro Internacional da Casa das Ciências

### Textos do Encontro

*(...) o papel dos geólogos tem estado ao  
serviço dos exemplos mais gritantes de  
mutilação da natureza (...)*

Clara Vasconcelos & António Almeida

*A ciência e o humor têm algumas coisas  
em comum, como a criatividade e a  
necessidade de ver realidade através de  
novas perspectivas.*

David Marçal

*Em boa hora o governo português  
distribuiu por todas as escolas do país a  
versão portuguesa do Cinderella (...)*

Jorge Nuno Silva

*(...) desde muito cedo as crianças  
compreendem e podem aplicar uma  
conceção evolutiva correta (...)*

X. Pinto, R. Ponce, M. Fonseca, P. Oliveira & R. Campos

*A popularidade e simplicidade do  
podcasting rapidamente atraíram  
entusiastas oriundos de várias áreas (...)*

Cristina Aguiar

## A promoção e divulgação de Ciência como “tarefa nobre” de todos nós

Paulo Ribeiro Claro

«É melhor acender uma vela do que maldizer a escuridão»

Confúcio / Carl Sagan

A frase acima – atribuída ao filósofo chinês Confúcio – foi utilizada por Carl Sagan (1934-1996) num dos seus livros emblemáticos de divulgação científica, “O Mundo Assombrado pelos Demónios: a ciência vista como uma vela na escuridão”, para ilustrar a importância da ciência e da cultura científica. Neste livro, Carl Sagan faz a apologia da ciência, assumida como a única forma eficaz de combater a ignorância e desfazer mitos, fraudes, superstições e crendices. Esta visão da ciência como uma vela na escuridão tem unido cientistas por todo o mundo, num esforço contra o que alguns já designam como uma nova era de obscurantismo<sup>[1]</sup>.



De facto, é através da ciência que a humanidade melhor se relaciona com o mundo: a ciência permite-nos compreender os fenómenos da natureza, a complexidade do corpo humano, o movimento de uma bússola, o funcionamento de uma máquina fotográfica... – sem necessidade de sacrifícios aos deuses, danças da chuva ou exorcismos, sem sereias ou monstros marinhos, e sem receio que uma fotografia nos roube a alma!

A verdade é que vivemos numa sociedade de base científico-tecnológica e, sem cultura científica, o mundo pode ser um sítio muito estranho! O aproveitamento abusivo de termos e expressões da linguagem científica é amplamente utilizado para promoção fraudulenta de produtos. O processo cria frases sem sentido, mas que atingem o seu público-alvo: o cidadão com pouca formação científica. Assim se fez a história de sucesso da “pulseira magnética” (1980), da “pulseira de equilíbrio, com hologramas quânticos” (2010), da “água piramidal”, ou mesmo da “homeopatia”, para citar apenas alguns casos<sup>[2]</sup>.

A ciência é também indispensável à democracia. Só um cidadão consciente e informado pode, em rigor, tomar decisões ou avaliar de modo fundamentado os actos dos decisores políticos. Na actual sociedade, de cariz marcadamente científico-tecnológico, a iliteracia científica não só limita o exercício da cidadania como é, naturalmente, um factor de exclusão social.

Neste contexto, é com muita preocupação - e já pouca surpresa - que vejo os meios de comunicação social a reduzirem cada vez mais os seus conteúdos de ciência e tecnologia, com a agravante de estarem sempre disponíveis para dar espaço a curandeiros, cartomantes, astrólogos, adivinhos, médiuns e quejandos!<sup>[3]</sup>.

A cultura científica é indispensável à compreensão do mundo que nos rodeia - e é também a única forma eficaz de combater a ignorância e desfazer mitos, fraudes, superstições e crendices. Portanto, *partilhar o conhecimento* é a forma que está ao nosso alcance para ajudar as pessoas a compreender o mundo onde vivem e, assim, contribuir para uma sociedade melhor. Isto é válido para os cientistas e investigadores, mas é também verdade

para os professores de ciências das escolas básicas e secundárias.

Na verdade, não só são também detentores de conhecimento que podem partilhar, como frequentemente têm uma maior relação de proximidade com a comunidade em redor da escola.

Assim, é possível integrar as actividades de promoção e divulgação da ciência nas “tarefas nobres” de um docente, com a certeza de estar a contribuir para o bem-estar da sociedade – da mesma forma que se acende uma vela na escuridão.

Há certamente diversas formas de contribuir para a divulgação da cultura científica na comunidade escolar, mas eu poderei apenas recomendar aquelas que conheço melhor – e que são parte significativa do meu trabalho nos últimos anos. Naturalmente, são sobretudo actividades de “divulgação da química”, mas também funcionam como exemplo para outras disciplinas.

## ***Demonstrações***

Público-alvo: jovens estudantes, comunidade escolar.

Entre os exemplos de actividades apelativas para os mais jovens estão os espectáculos de demonstrações de ciência (a física e a química oferecem muitas oportunidades nesta área!). Estas demonstrações são sempre um ponto alto nas “Feiras de Ciência”, “Dias Abertos” e eventos similares.

As demonstrações são normalmente apresentadas como algo surpreendente ou espectacular que pode até parecer “magia”. E, neste caso, é muito importante sublinhar que existe uma explicação científica, que pode ser apresentada no final ou simplesmente deixada como desafio ao público.

Um exemplo bem sucedido é o conjunto de demonstrações de química que integra a programação permanente da Fábrica Centro Ciência Viva de Aveiro (Fábrica CCVA) com a designação “Química por Tabela”.<sup>[4]</sup>



**química**  
**tabela**<sup>por</sup>  
2.0

## ***Actividades laboratoriais***

Público-alvo: jovens estudantes.

A ciência é construída a partir da experiência e nada como as actividades “mãos na massa” para cativar os jovens! Neste caso a diversidade é enorme, mas há que ter em conta os custos e a complexidade de uma actividade laboratorial, bem como a necessidade de supervisão/segurança. Um exemplo testado é a actividade experimental que aplica técnicas de química com produtos de uso doméstico na identificação de substâncias na forma de pós brancos.<sup>[5]</sup>

## ***Cafés de Ciência***

Público-alvo: público em geral (professores, pais de alunos, comunidade em geral).

Nos últimos anos realizei um número apreciável de cafés de ciência em escolas (ou por organização da escola, mas em espaços próximos), normalmente em horário pós-jantar. Estas sessões têm sido muito bem recebidas pela comunidade, com audiências que frequentemente ultrapassam as expectativas iniciais dos organizadores. É certo que o tema é particularmente apelativo (“A Química do Amor”), mas não é caso único.

No formato “café de ciência”, o cientista faz uma pequena apresentação de um tema para lançar a discussão e depois a conversa segue de acordo com as questões e contributos da audiência – pelo que, na verdade, cada “café” é diferente do seguinte. É importante que o cientista convidado não extravase os seus conhecimentos científicos e consiga evitar a posição de “comentador de TV / especialista em tudo”: por vezes há perguntas a que simplesmente (ainda) não sabemos responder. E perceber isso é também parte da cultura científica.

## Debates

Público-alvo: público em geral (professores, pais de alunos, comunidade em geral).

Os debates entre especialistas podem garantir um bom serão de conversa, sem exigir o contributo do público. As opções são diversas, mas convém não esquecer que se pretende uma discussão científica. Em particular, o debate entre ciência e pseudociência, embora possa parecer apelativo para alguns, não é recomendado: convidar um astrónomo para discutir com um astrólogo, por exemplo, é colocar os dois ao mesmo nível, como se fossem alternativas comparáveis. E muito dificilmente os argumentos se manterão no domínio científico, propiciando a confusão com argumentos religiosos, evidências falaciosas, credices, etc.

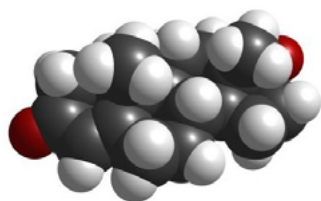
Um modelo recentemente utilizado em Aveiro (promovido pelo laboratório CICECO e pela Fábrica CCVA) juntou artistas e académicos para debater “grandes temas”, como Deus, o amor, o medo, a morte, o tempo, ... , com a designação “Havíamos de Falar Disso”. Um formato que se revelou excelente para a captação de novos públicos para a ciência, já que uma parte da audiência é atraída pela presença do artista e acaba por apreciar a abordagem científica.<sup>[6]</sup>

## Imprensa Regional

A imprensa regional é também um excelente veículo de divulgação de temas científicos, até pela receptividade a novos conteúdos.

O projecto “**Ciência na Imprensa Regional**” fornece uma plataforma eficaz para uma maior disseminação de textos,

mas o contacto directo com um jornal local é uma alternativa acessível. Por exemplo, a rubrica “Moléculas Sensacionais”, criada para o programa de rádio Click!/Antena 1, tem a versão de texto publicada no Diário de Aveiro.<sup>[7]</sup>



moléculas  
**SENSA  
CIONAIS**

Em conclusão, as actividades de divulgação científica junto do público devem ser encaradas pelos docentes como uma componente nobre da sua actividade – porque contribui efectivamente para o progresso da sociedade e para a melhoria das condições de vida dos cidadãos. E esses são naturalmente objectivos de realização profissional para quem tem por missão ensinar.

---

## Notas do autor

1. Um exemplo deste movimento é a associação “TSN – The Science Network”, que reúne reputados cientistas internacionais num esforço global em defesa da ciência contra o obscurantismo. Um obscurantismo que se revela, por exemplo, nas teorias que apresentam a ciência como uma mera “construção social” ou no crescimento insidioso do movimento criacionista, ambos os casos apostando na “fé”, por oposição à razão.

<http://thesciencenetwork.org/>

2. Para o leitor interessado, recomendo uma visita à página da internet da Comunidade de Cépticos Portugueses, onde poderá encontrar inúmeros exemplos de vigarice pseudocientífica, um bom conjunto de recursos sobre o tema (livros, documentários, palestras), além do original prémio “Unicórnio Voador”, atribuído às personalidades ou entidades nacionais que se distinguem na disseminação da pseudociência, da superstição e da desinformação no geral.

<http://concept.org/>

3. O caso da Radiotelevisão Portuguesa (RTP), empresa pública à qual compete o serviço público de televisão, é

*paradigmático: um estudo recente da Entidade Reguladora da Comunicação Social e do Instituto Gulbenkian da Ciência, “Ciência no Ecrã”, revela que apenas 0,8% do tempo dos telejornais em horário nobre é dedicado à ciência, sendo que a duração média das peças de ciência no telejornal da RTP, por exemplo, é de cerca de três minutos. No entanto, no passado mês de março, a RTP dedicou perto de 30 minutos do seu horário nobre (Telejornal) para publicitar um “especialista em medicina popular”, que afirma fazer diagnósticos médicos medindo, aos palmos, a roupa dos pacientes; uma cartomante, que diz acertar em 90% das vezes; um médium que afirma “incorporar” os espíritos “de quem partiu” para curar diversos males; e uma fitoterapeuta que afirma ter tratado o cancro de uma paciente com a raiz de uma planta de origem coreana que “tem a forma do corpo humano”.*

<http://dererummundi.blogspot.pt/2014/03/crendices-no-telejornal-da-rtp.html>

4. *Química por Tabela (2008-2010); Química por Tabela 2.0 (2011-presente), desenvolvidos por Paulo Ribeiro Claro e Brian Goodfellow, Universidade de Aveiro.*

*A construção destes conjuntos de demonstrações está descrita em textos publicados no boletim da Sociedade Portuguesa de Química:*

*Química, 110 (2008) 5-9.*

*Química 125 (2012) 73-77.*

5. *Actividade disponível na Fábrica CCVA com a designação “Pós Sob Investigação” e descrita no boletim da Sociedade Portuguesa de Química: “Identificação de pós brancos usando produtos químicos domésticos – uma actividade para motivar o interesse pela química”*

*R.M.S. Sousa, P. Ribeiro-Claro, B.J. Goodfellow, Química 127 (2012) 65-70.*

6. *Os vídeos das “conversas” estão disponíveis no Youtube (pesquisar por “Havíamos de Falar Disso”), mas podem ser encontradas com informação mais completa na página do Laboratório Associado CICECO:*

<http://www.ciceco.ua.pt/haviamosdefalardisso>

7. *O projecto “Ciência na Imprensa Regional”, coordenado por António Piedade e financiado pelo Ciência Viva, visa promover a publicação de conteúdos sobre ciência e tecnologia na imprensa regional portuguesa:*

<http://www.imprensaregional.cienciaviva.pt/>

*A versão áudio da rubrica “Moléculas Sensacionais” pode ser encontrada em:*

[www.ciceco.ua.pt/moleculassensacionais](http://www.ciceco.ua.pt/moleculassensacionais)

*Paulo Ribeiro Claro*  
Departamento de Química  
Universidade de Aveiro

## O humor e a ciência

David Marçal

Em 1947 Isaac Asimov, então com 27 anos, já tinha publicado alguns dos contos mais emblemáticos da sua obra de ficção científica. Mas, por essa altura, andava às voltas com o seu doutoramento em bioquímica. Parte do trabalho experimental consistia em dissolver cristais de catecol em água, o que acontecia instantaneamente. Ocorreu-lhe que se os cristais de catecol fossem mais solúveis, dissolver-se-iam antes de entrarem em contacto com a água. Asimov andava também preocupado com a escrita da sua tese, que estava para breve. Como escrevia profissionalmente havia nove anos, e procurava sempre escrever o melhor possível, temia que não fosse capaz de escrever suficientemente mal para produzir uma tese com um estilo aceitável pela academia. Com estas ideias a fervilhar na cabeça resolveu escrever um falso artigo científico (com gráficos, tabelas e falsas citações) de modo a praticar o estilo de escrita necessário para a tese.



Nesse falso artigo descreveu um composto imaginário, a que chamou tiotimolina, tão solúvel que se dissolvia 1,12 segundos antes de a água ser adicionada. Enviou-o para a revista *Astounding Science Fiction*, com a condição de que fosse publicado sob pseudónimo, pois receava que o júri de doutoramento não tivesse sentido de humor. Infelizmente esta condição não foi respeitada pelo editor, que publicou o artigo com o nome do autor. No entanto, o seu júri de doutoramento teve mais sentido de humor do que supunha. Não só a sua tese foi aprovada, como ainda respondeu a uma pergunta sobre a tiotimolina na parte final da defesa.

Alguns anos mais tarde Asimov regressou ao tema com um novo artigo intitulado “As aplicações micro-psiquiátricas da tiotimolina”. Neste, defendia que se poderia usar a tiotimolina para fazer uma avaliação quantitativa de determinadas perturbações mentais. Explicava como a solubilidade da tiotimolina dependia da determinação da pessoa que adicionava a água. No caso de pessoas com personalidades múltiplas, algumas partes da tiotimolina dissolviam-se antes das outras, como reflexo das várias determinações das diferentes personalidades. Apresentava ainda uma explicação para as estranhas propriedades cronológicas da tiotimolina: a estrutura da molécula era tão compacta que algumas ligações químicas eram forçadas a entrar pela dimensão do tempo, pois não podiam coexistir em simultâneo.

Em 1959 publicou um terceiro artigo com o título “Tiotimolina na era espacial”, que assumiu a forma de uma comunicação ao 12º Encontro Anual da Sociedade Cronoquímica Americana, uma organização que evidentemente ainda não existe. Neste trabalho, Asimov descrevia como uma equipa de investigadores escoceses tinha conseguido interligar 77 mil “endocronómetros” de modo a dissolver uma amostra de tiotimolina um dia antes de a água ser adicionada. Expressava ainda a sua preocupação de que a União Soviética pudesse ter instrumentos ainda mais sofisticados e fosse capaz de antecipar ainda mais a dissolução de grandes quantidades de tiotimolina.

Há uma longa tradição de cruzamentos do humor com a ciência, de que os falsos artigos de Asimov são um exemplo. O biólogo Ralph A. Lewin (1921-2008) disse que há pelo menos tantas pessoas com sentido de humor na ciência como em qualquer outra disciplina. E adiantou uma explicação: talvez seja porque haja tantas criaturas engraçadas na natureza, como os rinocerontes e os flamingos, já para não falar de alguns protozoários absolutamente ridículos.

Lewin fez uma recolha<sup>1</sup> de humor na literatura científica publicada entre 1923 e 1983. Encontrou várias descrições de espécies imaginárias, descrições humorísticas de espécies verdadeiras e até mesmo um artigo de revisão sobre veterinária dos animais empalhados. Na esfera médica descobriu um artigo<sup>2</sup> de 1965, publicado numa revista científica respeitável, acerca da “armipitina”, que seria um poderoso contraceptivo olfativo. O autor não revelava a estrutura completa da molécula, pois como afirmava no artigo pretendia “fazer uma fortuna”. Apresentava apenas uma parte das ligações químicas, que consistiam numa longa cadeia com vários NO (átomos de azoto ligados a átomos de oxigénio) e explicava que tinha recolhido várias provas testemunhais de que uma sucessão de “NO’s” pode ser bastante eficaz na prevenção de gravidezes. Lewin encontrou ainda um artigo que descrevia estudos psicanalíticos do ursinho Pooh.

Poderíamos acrescentar a esta lista um artigo publicado numa respeitável revista de neurocirurgia<sup>3</sup> em 2011, que faz uma avaliação dos traumatismos cranianos nos 34 livros do Asterix, através da análise de sinais indirectos, como olhos esbugalhados. Os autores concluem, sem surpresa, que o grupo sócio-cultural mais atingido são os romanos (63,9 por cento das vítimas) e que os gauleses causam a maioria dos traumatismos cranianos (87,1 por cento), metade dos quais da responsabilidade da dupla Asterix e Obélix. O artigo não era para ser levado a sério e foi publicado com uma nota do editor, que justifica a sua publicação com a necessidade de alertar para os factores de risco associados a traumatismos cranianos, nomeadamente a importância do uso de capacete. Toda a gente percebeu a ideia. Toda? Não. Um irreductível grupo de jornalistas ingleses resolveu levar o artigo a sério. Os jornais *Daily Telegraph* e *The Guardian*, assim como a cadeia de televisão BBC acharam por bem fazer notícias sobre o artigo, como se fosse mesmo a sério. Vários leitores indignados deixaram comentários chocados com a perda de tempo e o desperdício de dinheiro dos contribuintes em tão disparatada pesquisa. O primeiro autor do artigo, o médico Marcel Kamp, veio a público esclarecer a questão. Mas ninguém ligou e a notícia acerca dos cientistas idiotas que fazem investigação sobre assuntos inúteis acabou por correr o mundo, reproduzida de forma acrítica por vários órgãos de comunicação social. Em Portugal a agência noticiosa Lusa não deixou passar a novidade e os jornais i, DN, Destak, Correio da Manhã, os sítios da SIC e da RTP e a revista Lux fizeram questão de dar esta importante notícia de ciência. Neste caso as coisas não terão corrido como os autores do artigo esperavam. No entanto, é bem demonstrativo do potencial do humor como recurso de comunicação..

Dentro das publicações humorísticas de ciência, destaco ainda o *The Journal of Irreproducible Results*<sup>4</sup>, fundado em 1955, e o *Journal of Universal Rejection (JofUR)*<sup>5</sup>. Este último garante que todos os artigos submetidos, independentemente da sua qualidade, serão rejeitados. Os editores defendem que esta desvantagem é só aparente e apontam várias razões para escolher o JofUR: a redução da ansiedade, uma vez que é 100 por cento garantido que o artigo será rejeitado, e a possibilidade de poder dizer que o artigo foi submetido à revista mais prestigiada do mundo (a julgar pela taxa de aceitação).

Todos os exemplos anteriores são de falsos artigos deliberadamente escritos para serem engraçados. Por vezes também acontece que artigos científicos verdadeiros tenham bastante piada. A revista humorística *Annals of Improbable Research* atribui, desde 1991, os Prémio IgNobel, para galardoar trabalhos de investigação que primeiro nos fazem rir e depois fazem pensar. Por exemplo, o Prémio IgNobel da Economia de 2008 foi para uma equipa de investigadores que descobriu<sup>6</sup> que as bailarinas de strip-tease que fazem danças no colo (*lap dance*) ganham gorjetas mais elevadas quando estão na ovulação. Importa referir ainda o insólito caso do físico russo Andre Geim, que ganhou o IgNobel da Física no ano 2000 “pela levitação magnética de um sapo” e que em 2011 ganhou o Prémio Nobel da Física pela descoberta do grafeno, uma forma de carbono que consiste numa monocamada de grafite.

Há também alguma tradição, principalmente nos países anglo-saxónicos, de *stand-up comedy* sobre temas científicos. Exemplo disso é o norte-americano Brian Mallow, que se auto-intitula o primeiro comediante científico do planeta. O gato de Schrödinger entra num bar... e não entra. No Reino Unido o Bright Club produz regularmente espectáculos de *stand-up comedy*, nos quais actuam cientistas e comediantes profissionais, de modo intercalado. Na Nova Zelândia o grupo KinShip faz espectáculos humorísticos sobre ciência com uma qualidade artística e técnica bastante elevada, recorrendo ao canto, à dança e à representação.

Quanto comecei a usar o humor para fazer comunicação de ciência não conhecia a maior parte dos exemplos que aqui descrevi. Tal como Asimov estava a fazer o meu doutoramento em bioquímica e já escrevia profissionalmente há vários anos (as semelhanças, terminam aqui, não pretendo de modo nenhum comparar-me a Asimov). Nessa altura, em 2003, fazia parte da redacção do *Inimigo Público*, que é um suplemento satírico publicado com o jornal Público. Escrevia sobre vários temas da actualidade noticiosa, mas tinha muita ideias de ciência na cabeça, e por causa disso comecei a escrever falsas notícias de ciência. Como exemplo posso dar uma cujo título é “A Segunda lei da termodinâmica trama as autarquias nacionais”, que dava conta de um estudo científico, supostamente publicado no Boletim Anual da Associação Termodinâmica e Sociedade, segundo o qual os municípios tendem para a corrupção por razões relacionadas com a entropia. Noutra artigo dei a falsa notícia da descoberta de um manuscrito com a lista das compras de Einstein, que revelava que este apenas comprava um item de cada coisa, mas usava uma notação rocambolesca e variada para significar “1”. Comprava  $\cos(0)$  pacotes de arroz ou  $\log(10)$  latas de salsicha, ou seja um de cada. Tirando partido do meu doutoramento em biologia estrutural fiz ainda uma falsa notícia a propósito do Prémio Nobel da Medicina de 2009, afirmando que a estrutura do ribossoma (a máquina de fazer proteínas na célula) parece um molho de brócolos. Para isso fiz uma imagem, na qual sobrepos a estrutura molecular do ribossoma (que obtive no Protein Data Bank), com uma fotografia de um molho de brócolos (que obtive no frigorífico). Foram largas centenas as falsas notícias de ciência que escrevi no *Inimigo Público* durante vários anos. E foi muito divertido. A ciência e o humor são duas das minhas coisas preferidas.

Mais tarde fundei, juntamente com o actor Romeu Costa, um grupo de *stand-up comedy* formado por cientistas, chamado Cientistas de Pé<sup>7</sup>. Já actuaram em teatros, anfiteatros, centros de investigação, museus de ciência, jardins e para muitos polícias de trânsito, na esperança de verem perdoada uma multa de estacionamento abusivo de velocípede.

Outro formato que tenho explorado é o da falsa conferência humorística, interpretada por actores profissionais. Por exemplo, em 2009 escrevi “Stupid Design”, um espectáculo em que um conferencista defende uma teoria alternativa à evolução para explicar o mundo e a biodiversidade: o desenho estúpido. É uma sátira às teorias pseudocientíficas do desenho inteligente (segundo as quais, terá que ter havido um grande arquitecto inteligente a guiar a evolução das espécies, ou seja criacionismo mascarado de ciência). O falso conferencista descreve, no entanto, os principais conceitos da evolução, para que não o acusem de “falar por ignorância”, embora afirme não concordar com eles.

A ciência e o humor têm algumas coisas em comum, como a criatividade e a necessidade de ver realidade através de novas perspectivas. O uso do humor na comunicação de ciência não será certamente uma solução universal, capaz de chegar a toda a gente. Mas o humor é uma poderosa ferramenta de comunicação e tem certamente o seu lugar no leque das abordagens da comunicação de ciência.

---

## Notas do autor

1. Lewin, RA (1983) Humour in the scientific literature. *BioScience* 33: 266-268.
2. Greenstein, J. S., Studies on a New, Peerless Contraceptive Agent, *Can Med Assoc J.* Dec 25, 1965; 93(26): 1351–1355.
3. Kamp, M. a, Slotty, P., Sarikaya-Seiwert, S., Steiger, H.-J., & Hänggi, D. (2011). Traumatic brain injuries in illustrated literature: experience from a series of over 700 head injuries in the Asterix comic books. *Acta Neurochirurgica*, 153(6), 1351–5
4. <http://www.jir.com/>
5. <http://www.universalrejection.org/>
6. Ovulatory Cycle Effects on Tip Earnings by Lap Dancers: Economic Evidence for Human Estrus? Geoffrey Miller, Joshua M. Tybur, Brent D. Jordan, *Evolution and Human Behavior*, vol. 28, 2007, pp. 375-81.
7. Pinto, B., & Marçal, David, Vaz G., S. (2013). Communicating through humour : A project of stand-up comedy about science. *Public Understanding of Science (Bristol, England)*. doi:10.1177/0963662513511175

David Marçal  
Associação Viver a Ciência



## Ensinar e aprender com *Podcasts*

Cristina A. de Almeida Aguiar

Todos esperamos e desejamos que a educação forneça as competências, o conhecimento e os valores necessários para os jovens desenvolverem os seus talentos e enfrentarem os desafios da sua vida profissional e cívica. Mas neste mundo complexo, global e dinâmico em que hoje vivemos, muitos desafios se colocam aos profissionais da educação na sua missão de ensinar e formar. A atual geração de estudantes, os nossos “nativos digitais”, é inquieta, está sempre conectada, vive sedenta de tecnologia e de novidades. É inegável: os estudantes do século XXI são muito diferentes dos estudantes do passado e os métodos tradicionais de ensino, aprendizagem e avaliação afastam-se claramente da sua realidade. As características das sociedades atuais implicam também uma nova visão para a educação e a formação dos indivíduos. Não basta dotar os estudantes de saberes e técnicas que os preparem para uma profissão repetitiva, especializada e duradoura. Trata-se antes de formar indivíduos responsáveis pela sua formação, capazes de se atualizarem constantemente e de aplicar competências de autoaprendizagem ao longo de toda a sua vida. Estes contextos trazem grandes desafios e requerem que a pedagogia se transforme, reinventando abordagens e estratégias inovadoras para os processos de ensino aprendizagem, que precisam de ser estimulantes e desafiantes, visuais, tácteis, mas também flexíveis, adaptando-se às necessidades, às vontades e aos ritmos dos aprendentes. A aprendizagem hoje deveria ser tal qual a tecnologia: fácil, prática, rápida, móvel, portátil e excitante.



A funcionalidade das tecnologias da *Web 2.0.* permite-nos repensar as metodologias e estratégias adotadas no ensino. A própria natureza da *Web 2.0.*, de acesso livre, fácil utilização e editável, incentiva à colaboração, estimula a partilha de ideias, proporciona a criação de ambientes de aprendizagem únicos, e cria oportunidades para desenvolver tarefas de avaliação distintas. Dadas as características e apetências dos estudantes de hoje, a possibilidade de usar ao serviço do processo de ensino aprendizagem as ferramentas e a tecnologia que não dispensam no seu dia a dia representará, certamente, um estímulo. A integração das tecnologias de informação e comunicação no ensino e formação é incontornável e tem sido incentivada por entidades legisladoras. Tal integração tem-se revelado, de um modo geral, uma inovação muito positiva, não só para apoiar a aprendizagem, mas também como uma ferramenta motivacional e vários estudos têm efetivamente realçado o contributo significativo das inovações tecnológicas na resolução de desafios educacionais e o seu impacto no sucesso da aprendizagem.

Os *podcasts* são ficheiros áudio digitais que são disponibilizados na *Internet* e que podem ser descarregados automaticamente para um computador ou um dispositivo móvel (como os leitores de MP3/MP4 ou os telemóveis). A produção de *podcasts* é relativamente simples: pode recorrer-se a um programa de gravação de som que possibilita gravar e editar a locução, assim como guardar o ficheiro ou episódio num formato passível de ser disponibilizado *on-line*. A génese deste fenómeno remonta há precisamente dez anos atrás, quando foi emitido o primeiro programa de rádio na *Web*. O termo *podcast* foi cunhado por Adam Curry<sup>[1]</sup>, *video jockey* da MTV, ao combinar as palavras *iPod* - o leitor multimédia portátil mais popular do mercado - e *broadcasting* (radiodifusão) - que designa o processo de transmissão e difusão simultânea da informação para

vários recetores, um termo inicialmente associado às emissões radiofónicas mas atualmente transposto para a tecnologia RSS (*Really Simple Syndication*) *feed*.



“A popularidade e simplicidade do podcasting rapidamente atraíram entusiastas oriundos de várias áreas (...)”

Originalmente, os *podcasts* correspondiam unicamente a ficheiros áudio e o termo é usado por muitos autores de forma abrangente, aludindo a qualquer conteúdo áudio digital distribuído através da *Internet*. Mas, para além da componente áudio, os *podcasts* podem também integrar vídeo (*vidcasts*), incluir fotos ou imagens estáticas (*enhanced podcasts*), ou adicionar imagens capturadas de um ecrã (*screencasts*), uma diversidade tornada possível pelos recursos e ferramentas da *Web 2.0*.. A facilidade de produção, edição e publicação dos episódios, por um lado, e a simplicidade de subscrição e de utilização através de múltiplos ambientes, por outro, têm contribuído

para a rápida evolução e difusão deste conceito e tecnologia. A popularidade e simplicidade do *podcasting* rapidamente atraíram entusiastas oriundos de várias áreas para além da rádio, onde inicialmente surgiu. Os profissionais da educação, em particular, reconheceram rapidamente o grande potencial pedagógico desta tecnologia, explorando as suas aplicações pedagógicas nos processos de ensino aprendizagem<sup>[2]</sup>. O poder do áudio, através do ajuste de entoação, inflexão, ritmo, volume, intensidade e timbre pode influenciar a cognição e motivação<sup>[3]</sup>. Ao mesmo tempo, o *podcasting* ajuda a estabelecer uma presença social<sup>[4]</sup> e contribui para melhorar as relações professor-aluno<sup>[5]</sup>, sendo um canal especial de comunicação, e de alguma proximidade, entre ambos.

Enquanto docentes, facilmente vislumbramos que o *podcasting* pode ser explorado não só para disponibilizar conteúdos, mas também em recursos para substituição ou complementação das aulas, o que pode ser uma grande vantagem para explorar tópicos extra, avançar temas para as sessões seguintes ou mesmo para disponibilizar materiais educativos à distância. Do ponto de vista do aluno, a possibilidade de acesso aos vários episódios em qualquer momento ou lugar, e em dispositivos que são tão do seu agrado, confere aos *podcasts* uma enorme atratividade e potencialidade. A possibilidade adicional de recuar e/ ou avançar na gravação e de aceder aos episódios com a frequência que cada utilizador deseja, proporcionam maior versatilidade ainda. Mais importante, esta flexibilidade permite ir ao encontro dos diferentes estilos e ritmos de aprendizagem dos nossos alunos, ou de alunos com limitações visuais no caso de se utilizar apenas áudio, certamente beneficiando as suas aprendizagens.

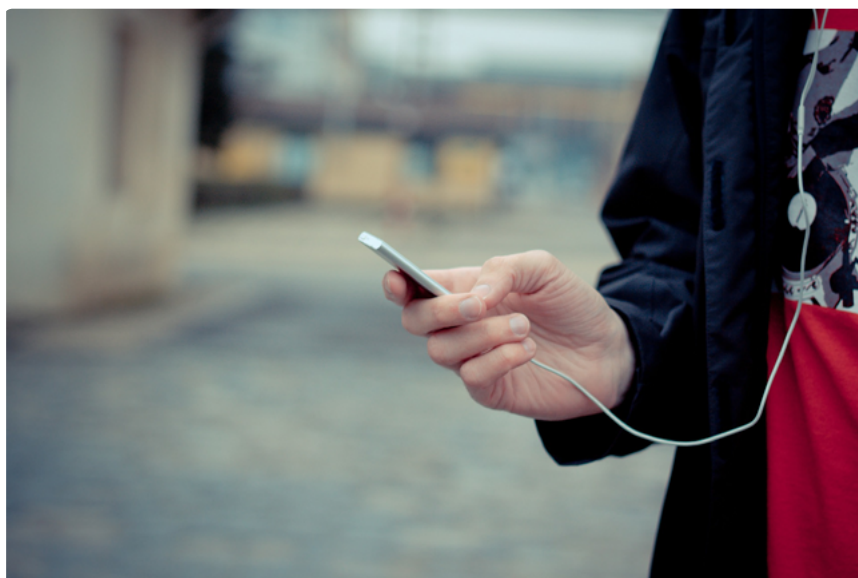
Inicialmente, os *podcasts* foram explorados para gravar aulas e servir essencialmente de suporte ao ensino tradicional, mas existem muitas outras oportunidades para a sua utilização em contexto pedagógico, como referido. As instituições de Ensino Superior, em particular, têm vindo a utilizar *podcasts* em muitas situações diferentes e para uma variedade de propósitos<sup>[6-9]</sup>: para fazer anúncios, fornecer informações, atribuir tarefas de casa, disponibilizar palestras, fazer resumos, clarificar regras de avaliação, explicar exercícios, desenvolver assuntos discutidos na aula, fornecer orientações de estudo, dar instruções para atividades laboratoriais ou trabalhos de campo, motivar os alunos, demonstrar a utilização de *software*, apresentar experiências laboratoriais, comentar trabalhos dos alunos, divulgar notícias ou para orientar o trabalho em grupo e o estudo individual. Num projeto realizado no Reino Unido<sup>[8]</sup>, os *podcasts* foram integrados com outras atividades de aprendizagem

# Ensinar e aprender com *podcasts*

*on-line* para desenvolver competências de estudo dos alunos através da aprendizagem colaborativa, fornecer extensões para palestras e recursos extra, apoiar o trabalho de campo, fornecer instruções, orientar trabalho prático e para observar espécimes de museu ilustrando estruturas específicas. Na Universidade do Minho foi realizado um estudo sobre o impacto e implicações pedagógicas dos *podcasts* em *blended-learning*, tendo como objetivo a sua introdução em contexto de ensino aprendizagem, a exploração de diferentes características dos *podcasts* e a avaliação da reação dos alunos à sua utilização<sup>[6,10]</sup>. Em termos globais, tem-se concluído que a integração pedagógica do *podcasting* é geralmente considerada uma estratégia muito útil para melhorar as aulas e uma inovação muito positiva, não só para apoiar a aprendizagem, mas também como fator de motivação. Os alunos consideram uma mais-valia que os episódios estejam permanentemente disponíveis e o seu conteúdo possa ser acedido em qualquer momento, sempre que necessário ou desejado.

A minha experiência com *podcasts* teve início no ano letivo de 2007/ 2008, precisamente no âmbito do projeto atrás referido, como membro da equipa de docentes de diferentes áreas que começou a criar e a disponibilizar *podcasts* aos seus alunos, explorando-os em diferentes cenários pedagógicos. Numa fase inicial, optei por fazer gravações simples para disponibilizar resultados de aprendizagem, informar e aconselhar a consulta de determinados recursos bibliográficos ou fornecer orientações de estudo. Mas desde então, não mais deixei de usar este recurso, e as finalidades dos episódios gravados são presentemente bem mais diversas. Assim, utilizo *podcasts* informativos para aprofundar determinados conteúdos, realçar conceitos importantes, fornecer conteúdos extra, disponibilizar sumários ou sínteses, dar notícias e avisos diversos, explicar a resolução de exercícios, ler excertos de livros, isto é, para disponibilizar algum tipo de informação que julgo de interesse. Quanto aos *podcasts* com instruções, são produzidos normalmente para fornecer orientações de estudo, orientar o trabalho laboratorial ou dar instruções para a execução de alguma tarefa específica. Outros *podcasts* contêm comentários e são, como o nome indica, episódios onde gravo comentários personalizados, normalmente a grupos de alunos e alusivos aos seus trabalhos ou intervenções. Os episódios produzidos são essencialmente *audiocasts*, alguns *enhanced podcasts* ou *vidcasts*, de duração normalmente curta (até 5 minutos) ou moderada (entre 5 e 15 minutos), indo de encontro às recomendações da literatura sobre o tema e às preferências manifestadas pelos alunos.

Os *podcasts* mais úteis serão provavelmente os episódios com conteúdos, pois podem ser reutilizados em diferentes anos letivos e contextos onde os mesmos temas forem abordados, como acontece com vários dos recursos educativos entretanto produzidos no âmbito da orientação que assegurei associada a Bolsas da Casa das Ciências. Episódios com instruções e orientações podem ser igualmente úteis e reutilizáveis, dependendo do tipo de gravação que se fizer. Talvez os menos atrativos, pelo menos sob o ponto de vista da possibilidade de reutilização, e por conseguinte da sua rentabilização, sejam os episódios com comentários personalizados. Porém, são por vezes



*“(...) os alunos não exploram uma das grandes vantagens dos podcasts, que é a sua portabilidade, utilizando preferencialmente o computador (...)”*

extremamente úteis, na medida em que permitem orientar e esclarecer, à distância, ao mesmo tempo que estabelecem uma ligação com os alunos, através da voz. Tendo em conta as opiniões dos cerca de 500 alunos com os quais já trabalhei este recurso, posso dizer que a grande maioria se mostra recetiva à utilização de *podcasts* em diferentes cenários pedagógicos, independentemente dos seus cursos ou dos tipos de *podcasts*<sup>[6,10-11]</sup>. O que

de mais curioso tenho observado – e que é aliás referido também por outros autores – é que os alunos não exploram uma das grandes vantagens dos *podcasts*, que é a sua portabilidade, utilizando preferencialmente o computador para a sua audição ou visualização. Não deixam no entanto de reconhecer, quase de forma unânime, que a introdução de *podcasts* no ensino é uma mais-valia.

A versatilidade e a liberdade criativa dos *podcasts* encontram múltiplas formas de exploração no atual paradigma do ensino: a promoção de formas de estudo independente e o aumento da autonomia do aluno na aprendizagem. Ajustam-se perfeitamente a modelos de *blended-learning*, *mobile-learning* e de *e-learning* ao fornecerem o suporte e forma para a criação de diversos recursos educativos. Dadas as suas características, o acesso aos episódios é possível onde e quando for mais conveniente a um dado utilizador, de acordo com as suas preferências e necessidades, o que é inegavelmente uma das maiores potencialidades deste recurso, a par da sua portabilidade. A aceitação e recetividade que têm sido encontradas face à sua integração em contextos pedagógicos, aliadas às vantagens em termos de flexibilidade, controlo e personalização da aprendizagem, auguram que a utilização do *podcasting* ultrapasse o caráter de inovação e atinja níveis superiores de implementação, ampliando o seu potencial e contribuindo para motivar e melhorar a qualidade da aprendizagem dos alunos, assim como o seu sucesso.

---

## Bibliografia

1. Richardson, W.: Blogs, Wikis, Podcasts and other powerful web tools for classroom. Thousand Oaks, California: Corvin Press (2006).
2. Salmon, G. and Edirisingha, P. (eds.) 2008. *Podcasting for learning in universities*. London; New York: Open University Press.
3. Durbridge, N.: Audio cassettes. In A. W. Bates (ed.), *The Role of Technology in Distance Education* pp. 99-107, Kent, UK: Croom Helm (1984).
4. Seitzinger, J. (2006). Be Constructive: Blogs, Podcasts and Wikis as Constructive Learning Tools. *The eLearning Guild's – Learning Solutions - Practical Applications of Technology for Learning e-Magazine*, July 31, 1-16.
5. Salmon, G., Nie, M. and Edirisingha, P.: Informal Mobile Podcasting and Learning Adaptation (IMPALA). e-Learning Research Project Report 06/07. Beyond Distance Research Alliance. University of Leicester, pp. 1-89 (2007).
6. Carvalho AA, Aguiar C, Maciel R (2009). Podcasts no Ensino Superior em Regime Blended-Learning: um estudo na Universidade do Minho. In Carvalho AA. (Org.) *Actas do Encontro sobre Podcasts*. Braga, CIED, 22-38.
7. Lee, M. & Chan, A. (2007). Reducing the effects of isolation and promoting inclusivity for distance learners through podcasting. *Turkish Online Journal of Distance Education – TOJDE*, 8(1), 85-104.
8. Salmon, G., Nie, M. and Edirisingha, P.: Informal Mobile Podcasting and Learning Adaptation (IMPALA). e-Learning Research Project Report 06/07. Beyond Distance Research Alliance. University of Leicester, pp. 1-89 (2007).
9. Gribbins, M. (2007). The Perceived Usefulness of Podcasting in Higher Education: A Survey of Students' Attitudes and Intention to Use. *Proceedings of the Second Midwest United States Association for Information Systems* (pp. 1-7). Springfield. IL.
10. Carvalho AA, Aguiar C, Santos H, Oliveira L, Marques A & Maciel R (2009c) Podcasts in Higher Education: Students' and Teachers' Perspectives. In Arthur Tatnall & Anthony Jones (Eds.), *Education and Technology for a Better World*. Berlin: Springer, 417-426.
11. Aguiar C, Carvalho AA, Maciel R (2009). Podcasts na Licenciatura em Biologia Aplicada: Diversidade na Tipologia e Duração. In Carvalho AA. (Org.) *Actas do Encontro sobre Podcasts*. Braga, CIED, 140-154.

*Cristina A. de Almeida Aguiar*

Departamento de Biologia  
Escola de Ciências da Universidade do Minho

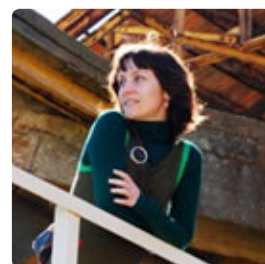
## Evolução biológica no dia a dia das escolas

Xana Sá-Pinto, Rita Ponce, Maria João Fonseca, Paulo de Oliveira, Rita Campos

O que têm em comum Dom Afonso Henriques, o bacalhau, o sobreiro, as castas de videiras ou as leveduras necessárias à produção do vinho do Porto? Podemos tentar enumerar algumas das (muitas) características partilhadas por estes seres vivos, mas uma resposta curta e completa será: um ancestral e uma longa história evolutiva comuns.

De facto, as características das espécies, bem como as interações ecológicas que estabelecem entre si são o resultado de uma longa história evolutiva. Assim, compreender a evolução biológica simplifica a descrição e a compreensão da diversidade de seres vivos que nos rodeiam, permitindo inter-relacionar conceitos de diversas áreas da biologia e integrá-los num quadro mais vasto de conhecimentos (National Academy of Sciences, 1998; National Science Teachers Association, 2003). Como tão bem resumiu o biólogo evolutivo e geneticista Dobzhansky no seu célebre artigo de 1973: “*nada em biologia faz sentido, exceto à luz da evolução*” (Dobzhansky, 1973).

Sendo fundamental para compreender e prever o comportamento dos sistemas biológicos, a evolução tem também implicações e aplicações muito importantes no nosso dia a dia. Por exemplo, na agricultura, é essencial para compreender a necessidade de manter a diversidade de espécies de cultivo e para minorar a evolução de pragas resistentes (ver Burdon *et al.*, 2014 sobre a aplicação de princípios evolutivos no combate às pragas em culturas de cereais). Em psicologia, é fundamental para compreender a forma como aprendemos, como nos relacionamos com os outros ou como percebemos o meio que nos rodeia (ver, por exemplo Pinker 2010). Em ciência forense, a biologia evolutiva tem permitido fundamentar a culpa ou inocência de pessoas (ver Oliveira *et al.*, 2006 sobre o caso da equipa de médicos e enfermeiros acusados de infectar crianças com HIV na Líbia). Na biotecnologia, mimetiza-se o processo de evolução por seleção natural para desenvolver artificialmente biomoléculas com características particulares (revisto em Meyer *et al.*, 2011). Na conservação da natureza, a compreensão da evolução biológica é também fundamental para desenhar planos de conservação e recuperação de espécies e ecossistemas que sejam eficazes a longo prazo. Na medicina humana e veterinária a biologia evolutiva contribui para compreender, por exemplo: *i*) a origem e padrões de distribuição da diversidade humana e suas implicações no desenvolvimento e escolha das melhores terapêuticas; *ii*) a origem de doenças causadas pelas mudanças do estilo de vida ao longo da nossa história evolutiva e consequentes alterações das pressões seletivas; *iii*) o desenvolvimento de doenças degenerativas, de que o cancro é um exemplo; ou *iv*) o surgimento de novas doenças e a evolução de organismos patogénicos, nomeadamente no que toca à sua virulência, à resistência a fármacos (como por exemplo antibióticos), ou à sua capacidade de “escapar” ao sistema imunitário (revisto em Stearns, 2014). O próprio desenvolvimento da vacina anual para o vírus



da gripe baseia-se na aplicação do conhecimento sobre a evolução do vírus. A relevância das aplicações biomédicas da evolução levou mesmo ao aparecimento de um novo campo de estudo, designado de medicina evolutiva ou medicina Darwiniana, que utiliza os conhecimentos e métodos desenvolvidos pela biologia evolutiva para compreender, prever, prevenir e tratar doenças que afetam a nossa espécie (revisto em Stearns, 2014).

Mas a evolução não é uma propriedade exclusiva dos sistemas biológicos. Os princípios da biologia evolutiva podem aplicar-se a todos os sistemas cujos elementos se “reproduzam” e tenham a possibilidade de sofrer alterações que possam ser transmitidas ao longo das gerações (Howe & Windram 2011). Esta descrição abrange vários aspetos da cultura humana que evoluem por processos semelhantes aos que promovem a evolução biológica. Alguns exemplos são as línguas, as tradições, a produção de artefactos ou mesmo a evolução e diversificação de contos infantis (Gray *et al.* 2009; Howe e Windram, 2011; Tehrani, 2013).

Os princípios da evolução biológica estão ainda na origem dos chamados algoritmos evolutivos, que mimetizam os processos de reprodução, mutação e seleção natural para otimizar soluções num dado “ambiente”, no qual as “pressões seletivas” são definidas pelo utilizador. Estes algoritmos têm sido usados com sucesso em áreas tão diversas como a engenharia, a economia ou a produção artística (ver por exemplo o software PoeTryMe que produz poemas em português usando algoritmos evolutivos; Oliveira, 2012).

A evolução não só tem importantes aplicações em diversas áreas do conhecimento como é fundamental para fazermos escolhas informadas e exercer uma cidadania participativa. Porque devemos usar antibióticos apenas quando estritamente necessário? Porque devemos evitar fragmentar populações naturais, e quais os reais impactos sobre a biodiversidade resultantes da construção de infraestruturas como barragens ou autoestradas? De que forma podem as alterações climáticas alterar o equilíbrio ambiental e as sociedades humanas? Em que medida as atividades humanas têm contribuído para aumentar a taxa de extinção das espécies? Qual a importância de preservar a biodiversidade nos sistemas agropecuários e nas populações naturais? Responder a estas questões implica que se compreendam os princípios e impactos da evolução biológica.

Apesar das implicações que a evolução tem no nosso dia a dia e das suas aplicações em diferentes áreas do conhecimento, subsiste um grande desconhecimento sobre este assunto no nosso país. A título de exemplo, em 2005, no âmbito de um inquérito sobre conhecimento científico aplicado em diversos países, entre os quais Portugal, mais de 30% dos 1009 portugueses inquiridos responderam não concordar ou não estarem seguros de que “O ser humano desenvolveu-se a partir de espécies animais mais antigas” (revisto em Miller *et al.*, 2006). Mas apesar de reveladores, estes números são provavelmente apenas a ponta do iceberg, uma vez que aceitar a evolução biológica não significa que as pessoas a compreendam. De facto as conceções erróneas sobre evolução são inúmeras (ver, por exemplo Campos *et al.*, 2013), sendo partilhadas por pessoas com idades, crenças religiosas, nacionalidades e formação académica diversas (ver exemplos em Rutledge and Warden 2000; Nehm and Reilly 2007; Prinou *et al.* 2011; Spiegel *et al.* 2012). Uma vez adquiridas, estas conceções erróneas revelam-se persistentes e difíceis de ultrapassar, nomeadamente por parte de alunos e mesmo professores, dificultando a compreensão dos processos envolvidos (Nehm and Reilly 2007). Em muitos casos, estas conceções erróneas são reforçadas pelo sistema de ensino, currículos e manuais escolares (Prinou *et al.* 2011). Por exemplo, quando pedimos aos alunos que identifiquem e descrevam as adaptações dos seres vivos ao meio onde habitam sem abordarmos o mecanismo responsável por estas adaptações – a seleção natural – podemos facilmente induzir e/ou fortalecer conceções criacionistas ou lamarckistas. Por outras palavras, sem um enquadramento evolutivo, os alunos poderão assumir que as características das espécies surgiram com um propósito, para desempenhar uma função específica. Com base nestas observações, vários investigadores e organizações científicas e educacionais propõem que a evolução seja explorada desde os primeiros anos de ensino obrigatório (National Research Council, 2007; Nadelson *et al.* 2009; Wagler 2010, 2012, Associação Portuguesa de Biologia Evolutiva [APBE], 2012;

# Evolução biológica no dia a dia das escolas

Campos e Sá-Pinto 2013). E de facto, os estudos realizados até à data com alunos do ensino pré-escolar e do primeiro ciclo revelam que estes conseguem explicar o mundo que os rodeia usando argumentos evolutivos e prever a evolução de populações em situações biologicamente realistas (Nadelson *et al.* 2009; Wagler 2012, Campos e Sá-Pinto, 2013, Figura 1).

A melhor forma de aprender biologia é exatamente à luz da evolução. Todos os conteúdos da biologia se encontram relacionados com a evolução, das características dos seres vivos aos sistemas de classificação, da célula aos ecossistemas, dos impactos das alterações do meio à conservação, da diversidade intraespecífica à diversidade interespecífica, passando pela hereditariedade e a genética. O enquadramento evolutivo das questões biológicas, permite compreender e relacionar conteúdos, evitando que o estudo da vida seja uma coleção de factos com os conteúdos “arrumados em gavetas”. Assim, a evolução não deve ser lecionada de forma isolada e apenas nos últimos anos do ensino obrigatório, mas, pelo contrário, deve ser explorada desde os primeiros anos de ensino, de forma transversal e enquadrada nos diversos conteúdos das Ciências da Natureza, com complexidade crescente ao longo do percurso escolar dos alunos.



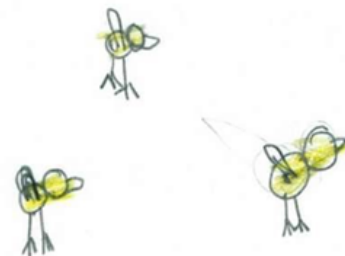
*Sobreviveram mais pequenos porque os outros tinham asas grandes e conseguiram voar e saíram dos ninhos e os gatos caçavam-nos e os pequenos não conseguiam voar, eles ficaram no ninho.*

*Sobreviveram [os] mais pequenos porque os outros tinham asas grandes e conseguiram voar e saíram dos ninhos e os gatos caçavam-nos e os pequenos não conseguiam voar, eles ficaram no ninho.*

1.º Ciclo, 2.º ano

*Os pássaros que não conseguem voar vão ser todos caçados e os que conseguem voar vão ter tempo de se reproduzir antes de morrerem. Vamos encontrar pássaros com asas grandes.*

*Os pássaros que não conseguem voar vão ser todos caçados e os que conseguem voar vão ter tempo de se reproduzir antes de morrerem. Vamos encontrar pássaros com asas grandes.*



1.º Ciclo, 3.º ano



*A minha conclusão é que irão morrer os de asas pequeninas, morriam por só podermos andar no chão e os de asas grandes não iam morrer porque voavam e os gatos não os conseguiam apanhar.*

*A minha conclusão é que irão morrer os de asas pequeninas.[.] Morriam por só podermos andar no chão e os de asas grandes não iam morrer porque voavam e os gatos não os conseguiam apanhar.*

1.º Ciclo, 4.º ano

Figura 1 – Exemplos de respostas de alunos do primeiro ciclo numa avaliação realizada após uma actividade de exploração do mecanismo de seleção natural. A maioria dos estudantes previu corretamente a ocorrência de alterações na frequência das características de uma população insular de aves com diversidade no tamanho das asas (que afetava a capacidade de voo) após a introdução de gatos pelos humanos, as quais justificam invocando sobrevivência diferencial (como nos exemplos da figura) e reprodução diferencial (como no segundo exemplo) dos mais aptos. Estas respostas revelam que desde muito cedo as crianças compreendem e podem aplicar uma conceção evolutiva correta para explicar e prever o mundo que as rodeia, confirmando a visão de que a Biologia pode (e deve) ser lecionada à luz da evolução desde os primeiros anos do ensino obrigatório (adaptado de Campos e Sá-Pinto, 2013).

Graças às propostas apresentadas pelo Núcleo da Educação e Divulgação da Evolução da APBE (NEDE-APBE) para a alteração da redação das metas curriculares da disciplina de Ciências Naturais do 5º ao 9º ano (NEDE-APBE, 2013a e 2013b), existe agora uma recomendação clara para que diversos conteúdos programáticos sejam abordados numa perspetiva evolutiva. As novas metas aprovadas mencionam inequivocamente a relação da evolução com os processos de extinção, relacionando-os com alterações do meio ambiente e/ou de relações bióticas (pontos 5.6, 6.5 e 11.4 das metas do 8º ano e 1.5 das metas do 9º ano), o impacto da evolução na nossa saúde (pontos 1.5 e 4.7 das metas do 9º ano) e de que forma as nossas características resultam da nossa história evolutiva (ponto 7.2 das metas do 9º ano). No entanto, no nosso entender, estas metas apenas poderão ser plenamente atingidas se os alunos compreenderem os processos que promovem a evolução, como a seleção natural e sexual e a deriva genética. Destacamos, nesse sentido, a disponibilidade de recursos didáticos desenvolvidos para promover a aprendizagem ativa sobre a evolução e os processos evolutivos, em diversos anos letivos e em diversos contextos biológicos (ver por exemplo Sá-Pinto e Campos, 2012 ou consultar o site *Understanding Evolution*; <http://evolution.berkeley.edu>).

Para que a evolução possa ser explorada em todos os níveis de ensino é também necessário apostar na formação de professores, sobretudo daqueles que não tiveram formação específica em biologia, a fim de promover a compreensão dos processos evolutivos, dos seus impactos no mundo natural e na sociedade, e de que forma podem ser explorados ao longo das diversas fases do percurso escolar dos alunos. Igualmente importante será dotar os professores de ferramentas que lhes permitam identificar e lidar com as várias conceções erróneas que frequentemente se manifestam neste domínio. Para isto, é fundamental encorajar o contacto direto entre professores, divulgadores de ciência e investigadores das áreas da didática e da biologia evolutiva. É para a construção destas PONTES\* que o NEDE-APBE pretende contribuir.

---

## Notas dos autores

\*PONTES é também o nome de um projeto do NEDE-APBE que visa promover o contacto entre a comunidade científica, as escolas e o público. Para mais informações contacte o NEDE-APBE pelo email [nede.apbe@gmail.com](mailto:nede.apbe@gmail.com).

## Bibliografia

1. Associação Portuguesa de Biologia Evolutiva (2012). Revisão da estrutura curricular, contributo da Associação Portuguesa de Biologia Evolutiva. APBE
2. Burdon, J.J., Barrett, L.G., Rebetzke, G., Thrall, P.H. (2014). Guiding deployment of resistance in cereals using evolutionary principles. *Evolutionary Applications* doi:10.1111/eva.12175
3. Campos R (ed.) et al. (2013). Um livro sobre evolução. CIBIO, Centro de Investigação em Biodiversidade e Recursos Genéticos. Porto, Portugal. <https://www.dropbox.com/s/t2iw0czeobtid5g/Um%20livro%20sobre%20evolucao.pdf>
4. Campos, R., Sá-Pinto, A. (2013). Early evolution of evolutionary thinking: teaching evolution in elementary schools. *Evolution: education and outreach*.6: 25 doi:10.1186/1936-6434-6-25
5. Dobzhansky T. (1973). Nothing in biology makes sense except in the light of Evolution. *The American Biology Teacher*, 35: 125-129
6. Gray R. D., Greenhill S. J., Drummond A. J. (2009) Language Phylogenies Reveal Expansion Pulses and Pauses in Pacific Settlement. *Science* 323: 479-483.
7. Howe C.J., Windram H.F. (2011) Phylomemetics—Evolutionary Analysis beyond the Gene. *PLoS Biol* 9(5):e1001069.
8. Meyer C, Hahn U, Rentmeister A (2011). Cell-Specific Aptamers as Emerging Therapeutics. *Journal of Nucleic Acids* 2011: 904750. doi:10.4061/2011/904750
9. Miller, J.D., Scott, E.C., Okamoto, S. (2006). Public acceptance of evolution. *Science*, 313, 765-766.
10. Nadelson, L, Culp, R, Bunn, S, Burkhart, R, Shetlar, R, Nixon, K, Waldron, J. (2009). Teaching evolution concepts to early elementary school students. *Evolution: Education and Outreach*, 4, 267-274.
11. National Academy of Sciences. (1998). Teaching about evolution and the nature of science. Washington: National Academy.
12. National Research Council. (2007). Taking science to school. Learning and teaching science in grades K-8. Washington, DC: The National Academies Press.



13. National Science Teachers Association. (2003). An NSTA position statement: The teaching of evolution. NSTA.
14. Nehm, R.H., Reilly, L. (2007). Biology major's knowledge and misconceptions of natural selection. *BioScience*, 57(3), 263-272.
15. Núcleo da Educação e Divulgação da Evolução da Associação Portuguesa de Biologia Evolutiva (2013a). Metas Curriculares do Ensino Básico para as Disciplinas de Ciências Naturais do 2º e 3º Ciclos, contributo do Núcleo da Educação e Divulgação da Evolução da Associação Portuguesa de Biologia Evolutiva. APBE
16. Núcleo da Educação e Divulgação da Evolução da Associação Portuguesa de Biologia Evolutiva (2013b). Metas Curriculares do Ensino Básico para as Disciplinas de Ciências Naturais do 9º ano, contributo do Núcleo da Educação e Divulgação da Evolução da Associação Portuguesa de Biologia Evolutiva. APBE
17. Oliveira, T. d., Pybus, O.G., Rambaut, A., Salemi, M., Cassol, S., Ciccozzi, M., Rezza, G., Gattinara, G.C., D'Arrigo, R., Amicosante, M., Perrin, L., Colizzi, V., Perno, C.F., Benghazi Study Group (2006). HIV-1 and HVC sequences from Libyan outbreak. *Nature* 444: 836-837
18. Oliveira, H.G. (2012). PoeTryMe: a versatile platform for poetry generation. In Proceedings of the ECAI 2012 Workshop on Computational Creativity, Concept Invention, and General Intelligence, C3GI 2012, Montpellier, France.
19. Pinker, S. (2010) The cognitive niche: Coevolution of intelligence, sociality, and language. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, 107, 8893-8999.
20. Prinou L, Halkia L, Skordoulis, C. (2011). The inability of primary school to introduce children to the theory of biological evolution. *Evolution: Education and Outreach* 4(2): 275-285.
21. Rutledge, M.L., Warden, M.A. (2000). Evolutionary theory, the nature of science & high school biology teachers: critical relationships. *The American Biology Teacher* 62(1): 23-31.
22. Sá-Pinto, X., Campos, R. (2012). As borboletas da Floresta Amarela. *Cibio - Centro de Investigação em Biodiversidade e Recursos Genéticos. Vairão*. [https://dl.dropboxusercontent.com/u/206969216/As\\_Borboletas\\_da\\_Floresta\\_Amarela.pdf](https://dl.dropboxusercontent.com/u/206969216/As_Borboletas_da_Floresta_Amarela.pdf)
23. Spiegel, A.N., Evans, E.M., Frazier, B., Hazel, A., Tare, M., Gram, W., Diamond, J. (2012). Changing museums visitor's conceptions of evolution. *Evolution: Education and Outreach* 5: 43-61.
24. Stearns, S.C. (2014). Evolutionary medicine: its scope, interest and potential. *Proceedings of the Royal Society B* 279: 4305-4321. doi:10.1098/rspb.2012.1326
25. Wagler, R. (2010). A missing link: K-4 biological evolution content standards. *Evolution: Education and Outreach*, 3, 443-450.
26. Wagler, R. (2012). Assessing "the framework" for kindergarten through fifth grade biological evolution. *Evolution: Education and Outreach*, 5, 274-278.

*Xana Sá Pinto*

CIBIO InBio, Universidade do Porto  
NEDE - APBE

*Maria João Fonseca*

CIBIO InBio, Universidade do Porto

*Rita Ponce*

Centro de Biologia Ambiental, FCUL  
NEDE - APBE

*Paulo de Oliveira*

CIBIO InBio, Universidade do Porto  
Dep. Biologia, Universidade de Évora

*Rita Campos*

CIBIO InBio, Universidade do Porto  
NEDE - APBE

## Computação científica no ensino

João Nuno Tavares

Estamos num século de (mais uma) profunda revolução científica e tecnológica, que muito se deve à comunicação e cooperação de comunidades científicas, oriundas das mais variadas áreas do conhecimento, criando equipas multidisciplinares responsáveis por progressos vertiginosos. É cada vez mais difícil definir objectivos específicos a cada uma das áreas tradicionais de investigação, e assiste-se a uma visão holística do conhecimento, traduzida em conteúdos cada vez mais inter e multidisciplinares.



São muitos os exemplos. Só para citar alguns mais recentes – o programa de descodificação do genoma humano, as técnicas de optimização de inspiração biológica e física, os sistemas imunológicos artificiais, que permitem uma compreensão cada vez mais profunda de doenças e terapêuticas (HIV, Cancro, etc.), e reciprocamente a criação de redes imunes a vírus, as células virtuais, os sistemas ecológicos virtuais, e muitos outros.

É claro que o factor mais determinante é o acesso generalizado a ferramentas computacionais cada vez mais potentes e eficientes.

Uma nova ciência emerge - a chamada Computação Científica (ou Ciência Computacional), um ramo da ciência moderna, que estuda métodos de modelação matemática e técnicas de análise quantitativa, usando computadores para analisar e resolver problemas científicos e tecnológicos. Tipicamente envolve a criação de simulações em computador (laboratórios virtuais), e o uso de técnicas numéricas, estatísticas e de programação computacional, juntamente com possibilidades sofisticadas de visualização, modelação matemática, programação, estruturas de dados, redes complexas, computação simbólica, etc.

No verão de 2005, a Microsoft patrocinou uma reunião de um grupo internacional de peritos para definir e produzir uma nova visão e um roteiro da evolução da ciência nos próximos quinze anos. O documento resultante, *Towards 2020 Science*, identifica os requisitos necessários para acelerar os avanços científicos, particularmente os que resultam da síntese crescente entre computação e ciências, e os “novos tipos” de ciência daí emergentes. De facto, o computador é visto não como o tradicional auxiliar de cálculo, mas como uma nova forma de fazer ciência, em muitos casos a única forma que supera a incapacidade dos instrumentos clássicos de análise.

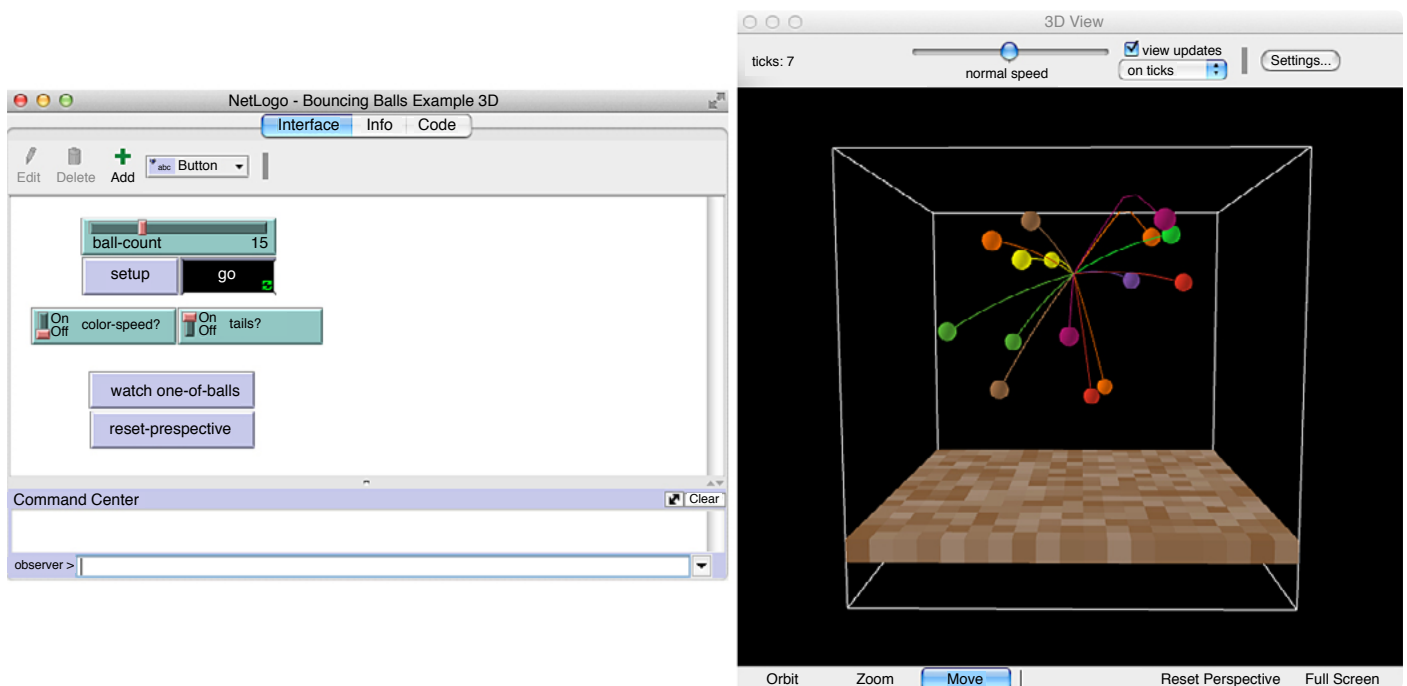
Neste quadro, é cada vez mais urgente repensar os currícula das áreas científicas de ensino pré-universitário e universitário, na tentativa de inovar metodologias e conteúdos de ensino que sejam o reflexo desta nova modernidade.

Vou ser mais específico e concreto. A revisão recente dos programas de Matemática de Ensino Básico e Secundário, e as chamadas Metas Curriculares, não contemplam este carácter multidisciplinar da ciência

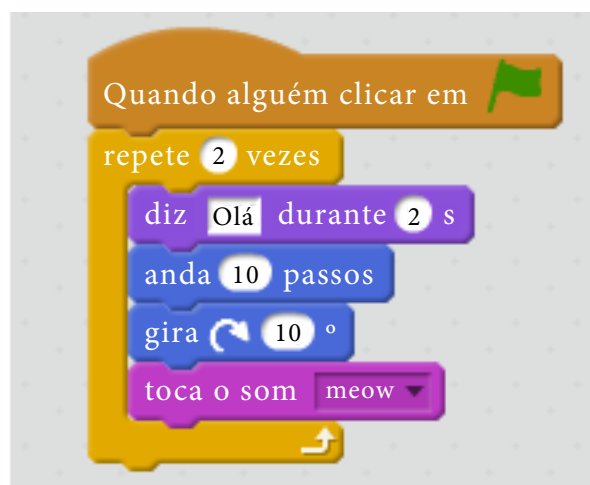
# Computação científica no ensino

moderna, e, em particular, a possibilidade de ensinar simulação, programação e algoritmia computacional básica nestes níveis de escolaridade obrigatória. Será importante levantar a questão? Será útil?

Esta discussão foi lançada já há vários anos nos EUA, em particular no MIT e no Northwestern University's Center for Connected Learning and Computer-Based Modeling, onde nasceram várias experiências nesse sentido, as mais conhecidas StarLogo, desenvolvido por Mitchel Resnick, no MIT Media Lab and MIT Teacher Education Program in Massachusetts, e mais recentemente Scratch, desenvolvido pelo Lifelong Kindergarten group, liderado por Mitchel Resnick. O primeiro evoluiu para o actual NetLogo, desenvolvido por Uri Wilensky, director do Northwestern University's, um dos principais instrumentos (*freeware*) para modelação e simulação por agentes (ABM), um paradigma cada vez mais usado em várias áreas de investigação, desde a Biologia, Economia, Sociologia Quantitativa, etc. O segundo (também *freeware*) está mais vocacionado para ensino básico e foi desenvolvido por um dos principais criadores do conceito ABM, Mitchel Resnick.



Exemplo de utilização do NetLogo



Exemplo de utilização do Scratch

No princípio do século XX, Félix Klein iniciou uma profunda reforma da educação matemática que reuniu numa série de volumes sobre Matemática Elementar, recentemente traduzidos pela SPM. O paradigma

(slogan) era privilegiar o que chamou “pensamento funcional”. O conceito chave era o de função a partir do qual toda a estrutura emerge. Mas, com a actual disseminação e popularização dos computadores, cada vez mais acessíveis a toda a população escolar, não será altura de acrescentar (não substituir) novos paradigmas – o de “pensamento algorítmico” e o de “pensamento computacional”? O conceito de algoritmo deve ser neste momento o conceito central de todo o ensino da Matemática, como muito bem assinala o matemático Arthur Engel no seu livro “*Elementary mathematics from an algorithmic standpoint*”. Toda a comunidade deveria fazer um esforço para que os conteúdos sejam repensados, tendo como ponto central o conceito de algoritmo.

O pensamento computacional poderá incluir, neste nível de escolaridade, experiências e simulações em computador, com autómatos celulares e simulação por agentes, usando por exemplo a ferramenta Netlogo atrás referida, ou Scratch para níveis mais elementares. A revolução digital torna possível implementar mudanças radicais nos conteúdos e metodologias de ensino. É pois altura de incorporar nos currícula como é que as novas tecnologias computacionais podem transformar as concepções tradicionais de aprendizagem, educação e conhecimento. A aprendizagem da dinâmica complexa dos sistemas, através da computação científica, possibilita um ensino integrado, multidisciplinar e articulado das várias áreas científicas.

Resnick, referindo Seymour Papert, fala de construcionismo, um novo paradigma em educação que envolve dois tipos de construção. Em primeiro lugar, afirma que a educação é um processo activo, no qual a criança activamente constrói conhecimento a partir da sua experiência do mundo (esta ideia é baseada no construtivismo de Piaget). A isto, o construcionismo junta a ideia de que o aluno constrói novo conhecimento, com particular eficácia, quando está envolvido em construir coisas que tenham significado para si. Podem ser castelos de areia, máquinas de Lego, ou programas de computador. O importante é que estejam activamente comprometidos criando algo. Isto contrasta com o instrucionismo. Este foca-se em novas formas dos professores ensinarem enquanto que construcionismo se foca em novas formas dos alunos construírem. O maior desafio é pois criar ferramentas e ambientes para que seja possível aos alunos construírem, criarem, inventarem e experimentarem.

Os modelos principais são os da “nova” ciência da complexidade, fenómenos cooperativos, sistemas auto-organizados, sistemas adaptativos, fenómenos emergentes, fenómenos críticos, etc. Alguns exemplos testados: sistemas predador-preza, formiga de Langton, jogo da vida de Conway, etc. Apesar da enorme diversidade de exemplos (disponíveis na biblioteca NetLogo, p.ex.) há muito trabalho a fazer nesta área, sobretudo de adaptação para objectivos de ensino. Eis algumas referências:

Scratch <http://scratch.mit.edu/>; NetLogo <https://ccl.northwestern.edu/netlogo/>;

Microsoft Research, *Towards 2020 Science* <http://research.microsoft.com/en-us>

Mitchel Resnick, *Turtles, Termites and Traffic Jams: Explorations in Massively Parallel Microworlds* (Complex Adaptive Systems), MIT Press.

Vanessa Stevens Colella, Eric Klopfer, Michel Resnick, *Adventures in Modeling: Exploring Complex, Dynamic Systems with StarLogo*, Teachers' College Press.

João Nuno Tavares

Departamento de Matemática

Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

# Cinderella

Jorge Nuno Silva

O programa de Geometria Dinâmica *Cinderella* foi criado por Jürgen Richter-Gebert e Ulli Kortenkamp nos anos 90 do século passado. Outros programas existiam e tinham seguidores entusiastas, mas o *Cinderella* apresentava algumas características que o faziam único. Destaquemos nomeadamente que esta aplicação foi escrita em Java, sendo implementável em qualquer plataforma sem problemas. A participação do utilizador era agradável, cingia-se ao uso do rato. Desenvolvido com base numa teoria matemática sólida e sofisticada, o desempenho era rápido e certo.



Entre nós foi criado um fórum (<http://cinderella.ptmat.fc.ul.pt/>) onde as construções geométricas se podiam partilhar e comentar. Este site serviu também como apoio a algumas disciplinas universitárias, nomeadamente nas universidades de Lisboa e Coimbra. Muito do material aí disponibilizado, em forma de construções interactivas, exportadas em Java para o ambiente *web* é ainda muito relevante. Uma das primeiras contribuições permite experimentar uma corrida do Mantorras ao longo da linha lateral, procurando o ângulo/momento óptimo para rematar (os jogadores passam, a geometria fica!...).

## Cinderella

Cinderella > Fórum > P0 > Mantor-

### P0 - Mantorras

Jorge Nuno Silva, 2001-12-19 17:54 [#12]

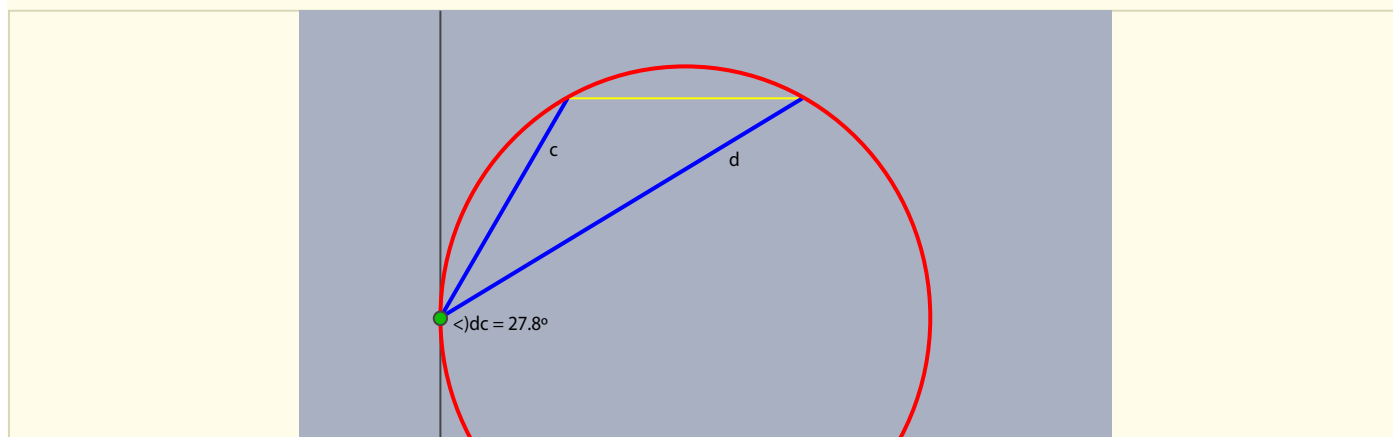
Publicado em 2001-12-20 16:17

Tópicos: [ângulos](#), [problemas](#)

Ficheiros anexos: [mantorras.html](#) [mantorras.cdy](#)

O Mantorras corre ao longo da linha lateral. Em que ponto tem ângulo mais favorável para rematar à baliza do Salgueiros?

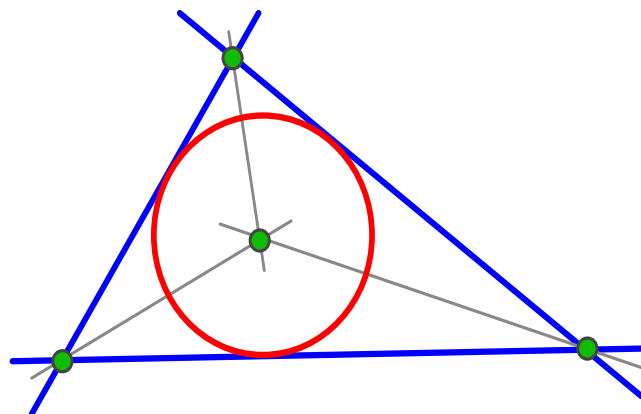
Ficheiro anexo 'mantorras.html':



>>Pode [comentar com uma nova mensagem sua](#) << [ajuda](#)]

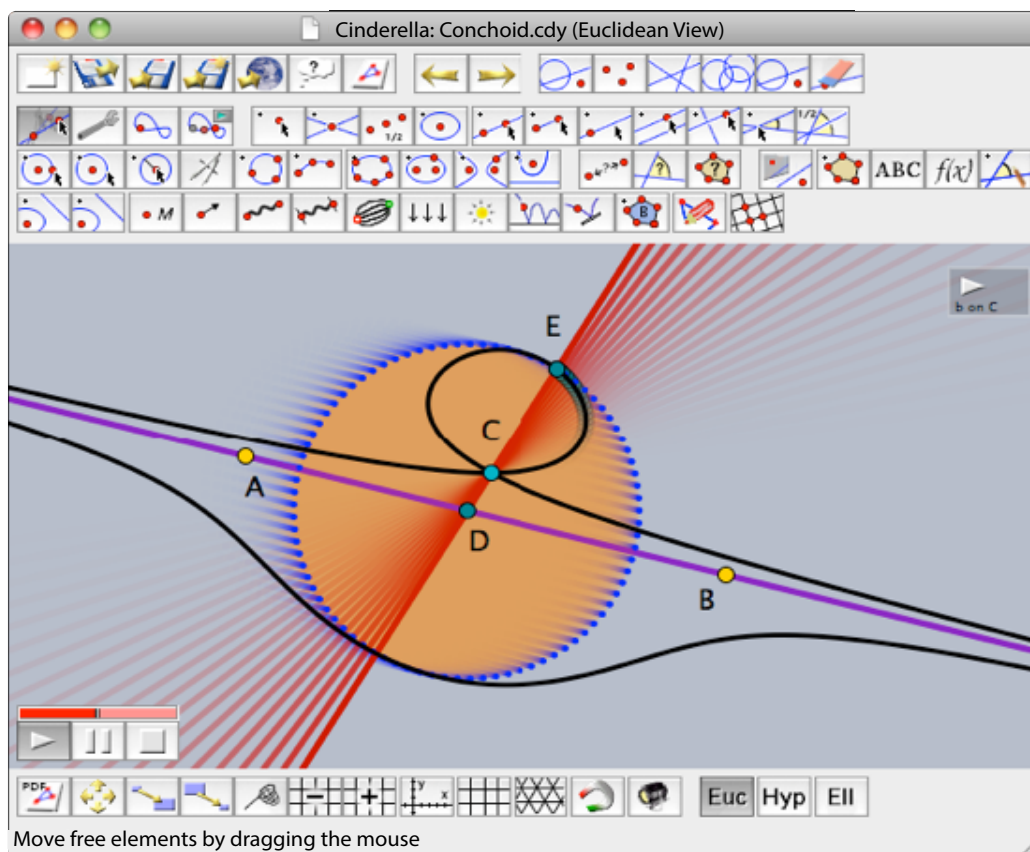
Em boa hora o governo português distribuiu por todas as escolas do país a versão portuguesa do *Cinderella*,

que tivemos o prazer de traduzir. Este programa está particularmente vocacionado para as actividades lectivas, por ser simples de implementar e partilhar, e também por proporcionar instrumentos originais, como o detector de teoremas, que assinala qualquer facto geométrico relevante na construção (como a colinearidade de três pontos construídos independentemente, ou a concorrência num ponto de mais de duas rectas, etc) e a possibilidade de gerar exercícios interactivos, que reconhecem a bondade das respostas independentemente dos métodos seguidos (desde que válidos, naturalmente).



A exploração da Geometria Euclidiana é particularmente adequada a este *software*, onde os cliques correspondem exactamente à utilização pura da régua e compasso de Euclides.

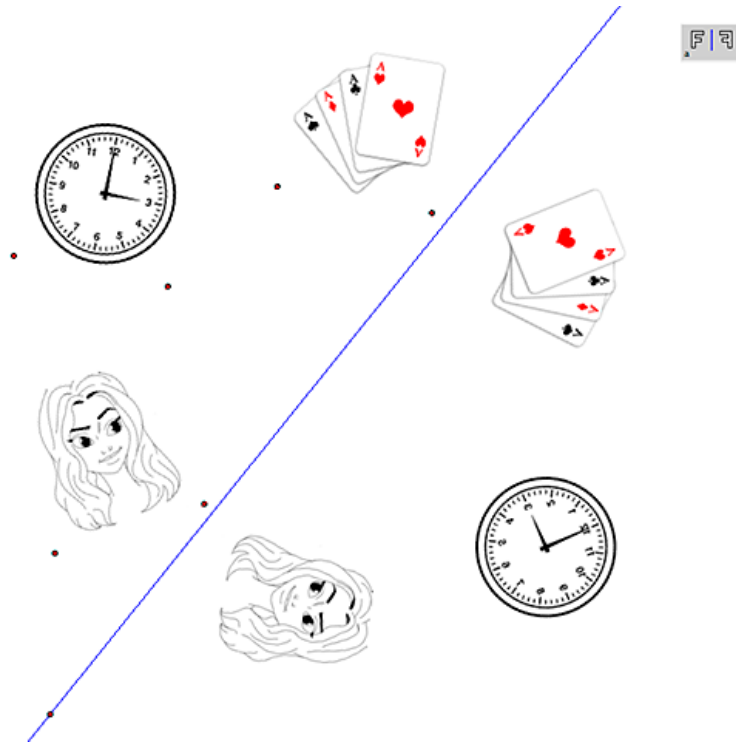
As animações e suas exportações para a *web* são particularmente interessantes, pela simplicidade de construção e robustez de comportamento. Como os autores explicam no Manual, essa robustez deve-se ao facto de todo o programa estar construído sobre um núcleo matemático interno muito sofisticado.



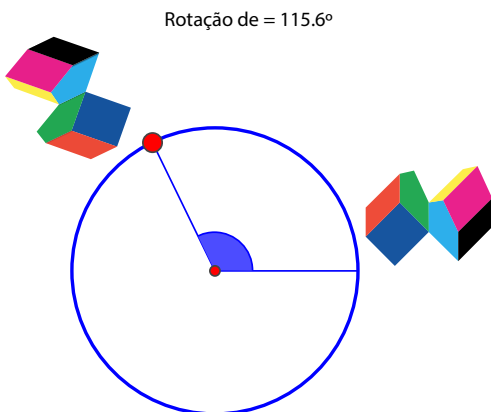
Screenshot de uma animação

Ao longo do tempo outros programas têm surgido, alguns disponibilizados gratuitamente na internet. Talvez essa tenha sido uma das razões que levaram os autores a criar uma nova versão, também ela de distribuição livre.

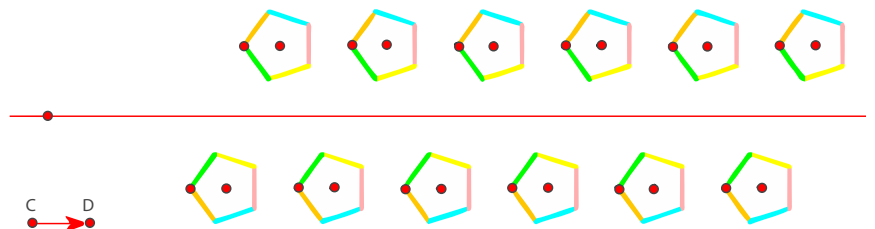
O *Cinderella.2* apresenta, contudo, inovações espectaculares. Tentaremos referir algumas. São introduzidas as transformações do plano, com aplicações naturais ao estudo de frisos, padrões, fractais, etc. A simplicidade de interacção mantém-se, privilegiando-se a utilização do rato.



Exploração interativa das reflexões

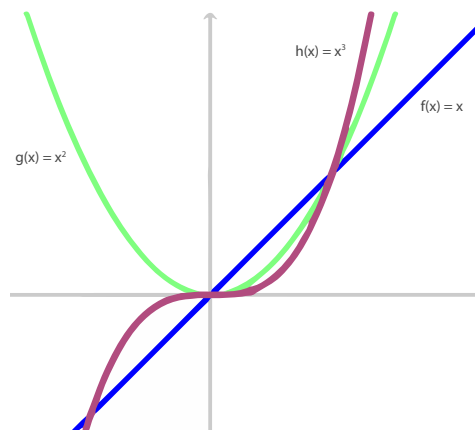


Exploração interativa das rotações



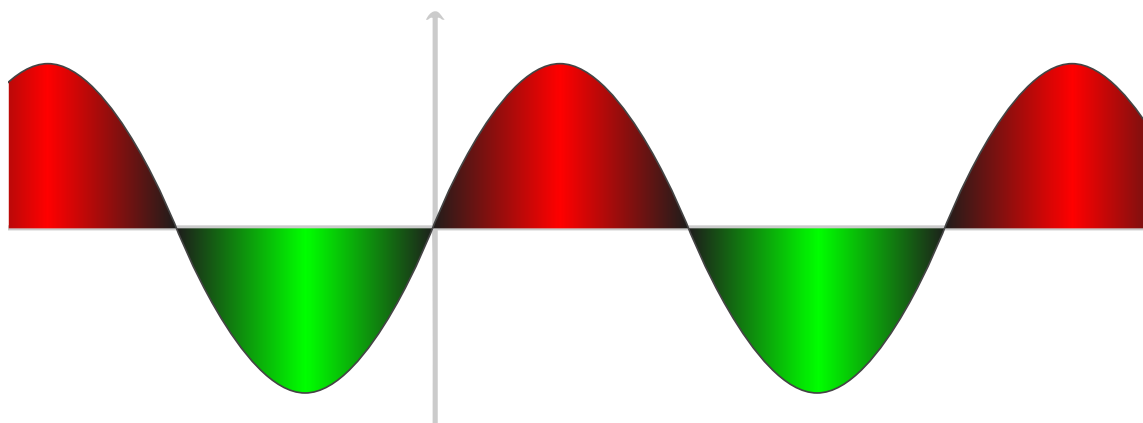
Exploração interativa das reflexões deslizantes

Muitas outras transformações são implementáveis com poucos cliques do rato. Agora é também fácil tratar gráficos de funções em geral, quer para o seu estudo, quer para produção de ficheiros gráficos de grande qualidade.



Os polinómios mais simples

As possibilidades são ilimitadas.



Uma função sinusoidal

O *Cinderella* continua a proporcionar ferramentas especializadas noutras geometrias (hiperbólica, elíptica). A nova versão inclui também a implementação de vários elementos próprios à simulação física, o CindyLab. Emular órbitas de planetas, gravidade, conservação de momento, etc são construções ao alcance do utilizador médio.

Por fim, é possível operar com o *Cinderella* por intermédio da sua linguagem de programação própria – o CindyScript – disponibilizada a todos pelos autores.

Tentámos dar uma pálida ideia das potencialidades deste *software* maravilhoso. Sugerimos ao leitor a consulta do seu Manual, publicado pela Springer (*The Cinderella.2 Manual: Working with The Interactive Geometry Software*), bem como a página <http://cinderella.de>.

*Jorge Nuno Silva*  
Centro Interuniversitário de História das  
Ciências e da Tecnologia (CIUHCT)  
Associação Ludus



## Da nanociência à nanotecnologia

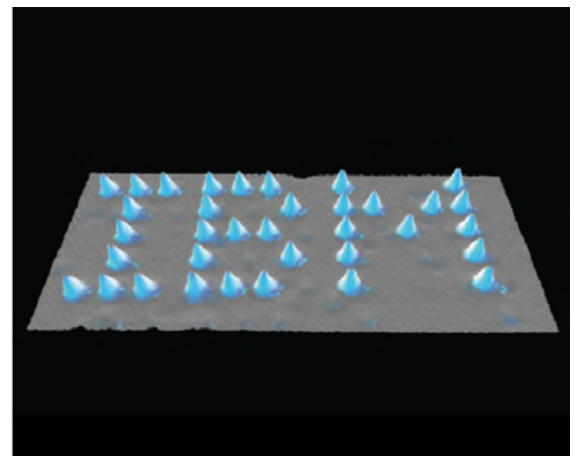
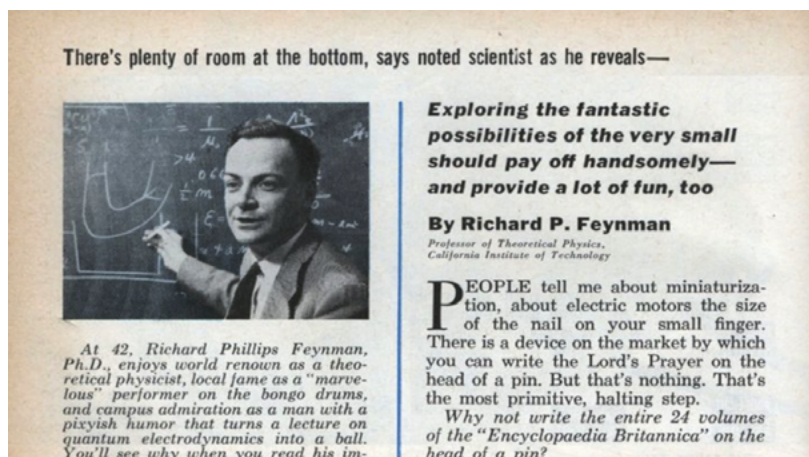
### A realidade do futuro

Eduardo F. Marques

Quando em 29 de Dezembro de 1959, numa reunião de físicos no campus do Caltech, Richard Feynman — um dos nomes cimeiros da Física do século XX — proferiu uma célebre palestra intitulada “*There’s plenty of room at the bottom*” (numa tradução livre: “*Há imenso espaço no fundo!*!...), estava lançado de forma genial, provocatória e visionária um repto científico que iria ecoar por décadas... Feynman não conhecia limites para a curiosidade e o desafio científicos, e a sua visão de ciência, partindo de uma formação física fundamental, era genuinamente holística e integrada. Os dados estavam lançados não só para físicos como para químicos, biólogos, cientistas e engenheiros da área dos materiais das gerações seguintes.



Mas de que falava afinal Feynman? Dizia ele que num futuro não muito distante seria possível desenhar e construir materiais átomo-a-átomo, molécula-a-molécula por manipulação controlada e organizada (o que exigiria naturalmente o desenvolvimento de tecnologia adequada, por ex. microscopia eletrónica), sem que tal implicasse a violação de qualquer lei científica fundamental. Ficção científica? É preciso não esquecer que por essa altura, o computador mais avançado do mundo, o UNIVAC 1, ocupava uma sala inteira. Mais: Feynman previa que seria possível escrever os 24 volumes da Encyclopedia Britannica na cabeça de um alfinete! Em 1990, cerca de 30 anos mais tarde, engenheiros da IBM em Zurique conseguiam depositar átomos de Xe numa superfície Ni de forma tão rigorosamente ordenada que o nome da empresa emergia de modo espetacular (Figura 1). Um triunfo da ciência e da técnica: o futuro tornara-se realidade. A nanociência e a nanotecnologia tinham assim dado um salto quântico irreversível.



**Figura 1** À esquerda: A célebre palestra de Richard Feynman noticiada à época (1959); à direita: imagem de microscopia de varrimento por tunelamento (STM, scanning tunnelling microscopy) da sigla IBM, composta por átomos de Xe depositados numa superfície de Ni cristalino (110), publicada em 1990.

O que são então a nanociência, a nanotecnologia e os nanomateriais, designações científicas que extravasaram há muito o domínio académico e surgem com alguma regularidade nas notícias do quotidiano, por boas razões (muitas) ou por más razões (algumas)?... Aproximemos, com alguma dose de imaginação, uma molécula de água a uma esfera. Tal esfera terá um diâmetro aproximado de 0.18 nm, sendo que  $1 \text{ nm} = 1 \times 10^{-9} \text{ m}$ . Quando o tamanho de qualquer tipo de partícula (no sentido lato do termo) se situa abaixo de 1 nm estamos claramente no domínio atómico-molecular. Acima desta escala, entramos no domínio da nanociência e, como se verá, Feynman estava correto: há muito espaço no fundo para arrumar coisas... Os nanomateriais, ou materiais organizados à nano-escala, são materiais que, independentemente da sua composição química e estrutura fina detalhada, apresentam distâncias características compreendidas tipicamente entre 1-100 nm (embora aqui o limite máximo não seja rígido, podendo ir a poucas centenas de nm).

Estamos, assim, no limite inferior do domínio coloidal (1-1000  $\mu\text{m}$ ). A ciência que se dedica à conceção, caracterização estrutural e estudo das propriedades destes sistemas e materiais é a nanociência. Ainda mais disseminado e popular que nanociência é o termo nanotecnologia, que pode ser definido como a capacidade para construir materiais e dispositivos funcionais com base na manipulação controlada de matéria à escala nanoscópica (1-100 nm) para aplicações tecnológicas específicas, explorando fenómenos físicos, químicos ou biológicos a essa escala. É preciso notar que os objetos à nano-escala de que aqui se trata são conjuntos de átomos, moléculas gigantes, conjunto de moléculas, ou partículas que os contêm em número razoável (dezenas, centenas ou uns poucos milhares).

Embora os nanomateriais tenham ganho um enorme protagonismo no domínio da investigação científica e tecnológica, o mistério deles é não terem mistério algum: a sua utilização remonta a tempos ancestrais e para uma variedade de utilizações! Assim, os Maias usavam argilas de silicato de alumínio e magnésio que continham canais nanoporosos preenchidos por água. As civilizações da Mesopotâmia usavam vidro colorido para fins decorativos que continham nanopartículas metálicas impregnadas. No entanto, a primeira utilização do termo nanotecnologia surge apenas numa conferência de engenharia em 1974, na qual Norio Taniguchi, professor da Tokyo University of Science, descreveu o seu trabalho de investigação em semicondutores por uso de técnicas de deposição de filme e feixes de energia de elevada precisão, com controle nanométrico das dimensões. Deste modo, para que a nanociência e nanotecnologia se constituíssem como verdadeiras áreas científicas, com um corpo de conhecimento organizado e sistematizado, radicado essencialmente na química e na física, foi necessário chegarmos ao final dos anos 70 do século passado. Se pensarmos nas disciplinas básicas estabelecidas em termos de diagramas de Venn, a nanotecnologia não é um círculo independente isolado, mas é aquele que se sobrepõe a todos os existentes e que continuará a crescer à medida que se desenvolve (Figura 2). Na nanociência cabem a nanofísica, a nanoquímica, a nanobiologia e a ciência dos materiais - é um verdadeiro “albergue espanhol” multidisciplinar para as ciências fundamentais. À nano-escala, as fronteiras científicas diluem-se: há apenas o detalhe da abordagem, do ângulo de visão ou do sistema concreto em estudo. Porém, a necessidade de conhecimento transdisciplinar é imperiosa para a compreensão dos fenómenos e para a verdadeira inovação.

Mas o que têm afinal de especial os nanomateriais, que os tornam tão únicos e promissores no plano científico e técnico? Em primeiro lugar, há que reconhecer que no regime de tamanho nanoscópico, os sistemas e materiais apresentam uma elevada razão área/volume. Tal facto traduz-se numa enorme área superficial disponível para fenómenos de adsorção (física ou química) e reatividade química para com o meio envolvente, essencial por exemplo para processos de catálise, para sensores e para reconhecimento molecular em

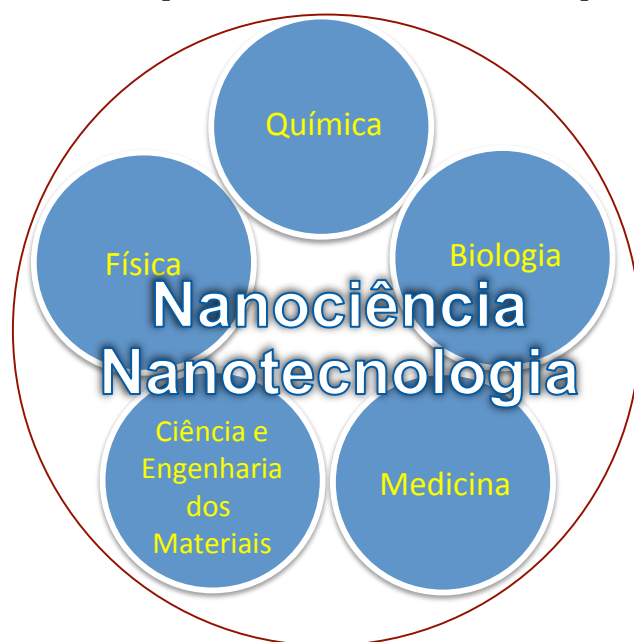
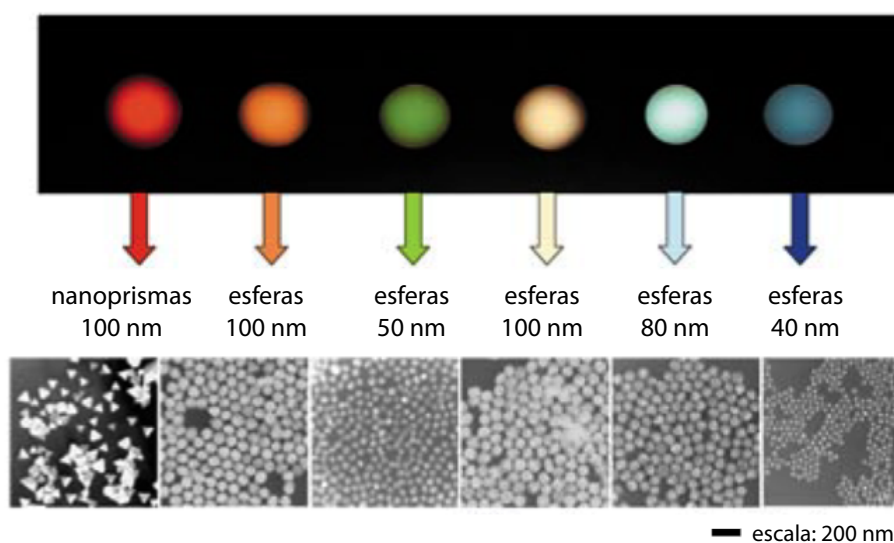


Figura 2 A nanociência e a nanotecnologia e sua deslocalização pelas áreas fundamentais da ciência e tecnologia.

# Da nanociência à nanotecnologia

geral. Há um mundo de oportunidades para controlar e funcionalizar os nanomateriais!

Em segundo lugar, uma dada substância quando miniaturizada para uma escala sub-100 nm apresenta propriedades novas quer relativamente ao material macroscópico (i.e., estruturado em domínios de dimensão igual ou superior ao micrómetro,  $1 \mu\text{m} = 1 \times 10^{-6} \text{ m}$ ), quer relativamente aos átomos ou moléculas individuais. Este efeito está intimamente relacionado com o anterior, já que é a elevada proporção de átomos ou moléculas existentes à superfície relativamente aos do interior de fase que está na base das novas propriedades. As propriedades óticas, elétricas, mecânicas, magnéticas e químicas podem ser manipuladas de forma controlada e sistemática ajustando o tamanho, a forma e a composição química destes materiais. As nanopartículas de metais nobres e de semicondutores ilustram este princípio de forma espetacular (Figura 3)!



**Figura 3** Nanopartículas de Ag: o tamanho e forma das partículas influencia drasticamente as suas propriedades de dispersão de luz e cores daí resultantes, num fenómeno físico conhecido como ressonância do plasmão de superfície (adaptado de C.A. Mirkin, Small, 2005, 1, 14).

Finalmente, como os sistemas biológicos apresentam frequentemente a matéria organizada à nano-escala – por exemplo, proteínas com diâmetros da ordem de 1-20 nm, vesículas lipídicas de 5-100 nm de diâmetro, membranas celulares com espessura de 3-5 nm — o fabrico de materiais neste regime de tamanhos possibilita a introdução de componentes artificiais no interior das células para diagnosticar ou combater doenças (entre outras aplicações). Acresce que a Natureza é fértil em adaptações funcionais dos seres vivos ao meio baseados em processos e estruturas à nano-escala. Dois exemplos fascinantes: o efeito lótus associado à superhidrofobicidade e autolimpeza das folhas da planta de lótus e que inspira o desenvolvimento de superfícies sintéticas com propriedades semelhantes; o efeito gecko (uma espécie de lagarto) de superadesão a superfícies devido a forças de van der Waals muito intensas e que inspira o desenvolvimento de super-adesivos. Na biomimética (um ramo da bionanotecnologia), o Homem está sempre um passo atrás da Natureza...

Podemos assim, sem exagero, afirmar que estamos a assistir nas últimas duas décadas a uma evolução científica e tecnológica rápida e sem precedentes devido à versatilidade funcional dos materiais auto-organizados ou estruturados à nano-escala. Os nanomateriais constituem pela sua diversidade química e estrutural um verdadeiro jardim zoológico (e também um jardim de delícias para quem os investiga e manipula!). A chave para a conceção de inúmeros destes materiais radica num conhecimento profundo da química a nível fundamental e na manipulação das suas ferramentas. Em termos genéricos, os blocos de construção deste tipo de materiais são partículas inorgânicas (por ex., metálicas ou de compostos iónicos), moléculas orgânicas (por ex. polímeros, lípidos ou tensioativos) ou estruturas híbridas (orgânicas/inorgânicas). Estas unidades são organizadas para poderem realizar tarefas tão distintas como catálise, transporte e cedência controlada de biomoléculas, funcionar como sensores e repórteres do meio ambiente, ou como semicondutores em circuitos eletrónicos. Os materiais nano-estruturados podem ser duros — tais como as nanopartículas e os nanotubos de carbono — ou moles — tais como as micelas, bicamadas e cristais líquidos.

Em termos de estruturação, podemos distinguir os nanomateriais como estando organizados em várias dimensões (Figura 4). Para 0D (comprimento = largura), tal como o ponto final desta frase, surgem as nanopartículas e os nanocristais, que podem ser gerados com formas geométricas muito distintas e surpreendentes. Os pontos quânticos (*quantum dots*) são nanocristais muito particulares (1-30 nm), constituídos por compostos semicondutores e que apresentam propriedades óticas e elétricas altamente controláveis. Atualmente apresentam aplicações importantes como em sensores, marcadores biológicos e lasers. Por exemplo, os discos de alta densidade (tais como os HD-DVD e *blue-ray* DVD) só podem ser lidos por lasers azuis fabricados a partir de pontos quânticos.

De entre os nanomateriais 1D (comprimento > largura), tal como um “I” neste texto, temos os nanotubos, os nanofios e as nanofibras. Os nanotubos de carbono – uma das (inúmeras) formas alotrópicas deste elemento, para além do diamante e da grafite – constituem o material mais duro e resistente conhecido até ao momento. A 2D podemos ter como exemplos os dendrímeros — macromoléculas ramificadas como árvores, com elevada simetria e com importantes aplicações como agentes de imagem, sensores e transportadores de fármacos — e o grafeno. Este último (outro alótropo cristalino de carbono), consiste numa folha de carbono com a espessura de uma camada de átomos, os quais se encontram num arranjo covalente hexagonal. O grafeno é basicamente uma folha de grafite individualizada com a sua estrutura de favos de colmeia. Desde que isolado pela primeira vez em 2004, este material tem suscitado um enorme interesse científico devido às suas propriedades diferenciadas (100 vezes mais resistente que o aço e condutividades térmica e elétrica muito elevadas). Os nanomateriais 2D e 3D podem incluir arranjos espaciais organizados dos blocos 0D e 1D já referidos. As superfícies funcionalizadas por via química e física à nano-escala, as quais apresentam aplicações relevantes como sensores e em processos de molhagem (hidrofobicidade e hidrofiliabilidade) e adesão, são também exemplos de nanomateriais 2D, frequentemente de composição híbrida e hierárquica.

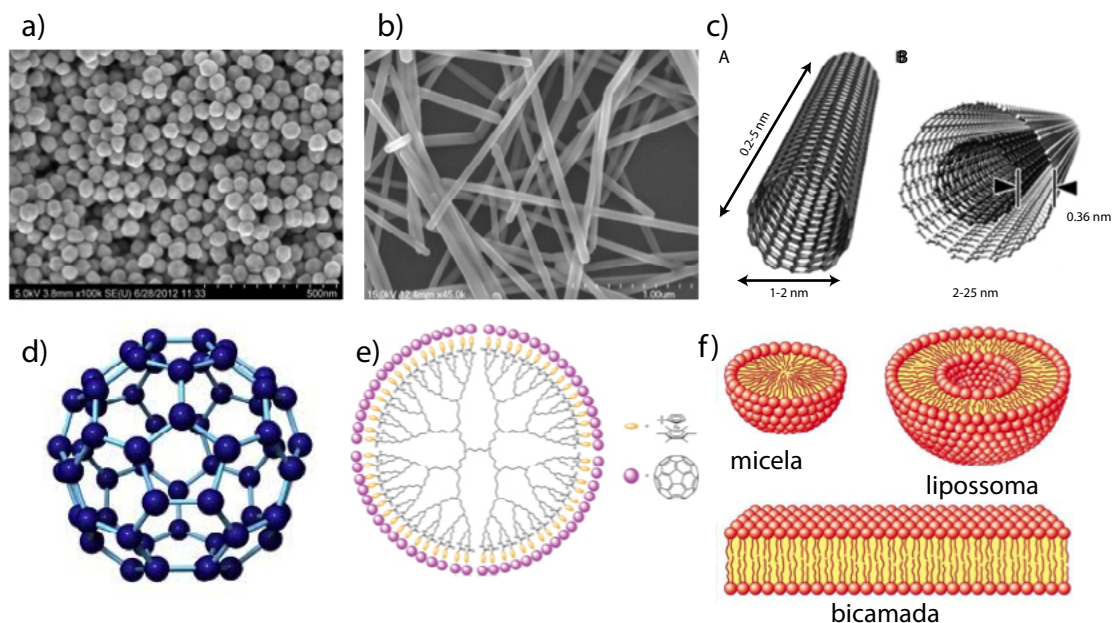
Para os materiais 3D, encontramos também os materiais coloidais auto-organizados, resultantes da agregação (não covalente) de moléculas anfífilas tais como os tensoativos, lípidos e os copolímeros de bloco. Incluem as micelas, os lipossomas, as estruturas em bicamadas, nanotubos e cristais líquidos liotrópicos. Por si só, constituem um mundo de estruturas fluidas fascinantes, facilmente convertíveis umas nas outras por manipulação de variáveis intensivas tais como a concentração, a temperatura, a força iónica e o pH. A utilização destas estruturas como nano-transportadores de fármacos e material genético para o interior das células constitui um dos grandes temas atuais de investigação na química-física aplicada, biofísica e biomedicina. A combinação de nanomateriais com biomoléculas tem aberto e seguramente continuará a abrir novos caminhos nos diagnósticos médicos e na cedência controlada de fármacos específicos em células-alvo. Isso abrirá a oportunidade para estudar e contribuir para o tratamento de doenças debilitantes ou letais como Alzheimer, HIV-SIDA, e muitas formas de cancro.

Mais aplicações, sem dúvida, irão ser descobertas à medida que as nanociências se consolidam e amadurecem. Uma possibilidade excitante é a da construção de nano-circuitos a partir de pontos quânticos, nanofios e outros blocos, organizados numa matriz montada numa superfície. Outra possibilidade é a criação de dispositivos capazes de trazer compostos químicos em quantidades minúsculas e levá-los a reagir por forma a produzir um sinal registável. Estes dispositivos conhecidos como LOC (*lab-on-a-chip*) poderão vir a tornar-se a base para sensores químicos mais exatos e fiáveis do que aqueles atualmente conhecidos e suficientemente pequenos para serem injetáveis no sangue.

A nível tecnológico, dado que vivemos num mundo macroscópico, as próximas gerações de materiais terão dimensões físicas semelhantes aos atuais produtos de consumo. Ou seja, teremos já encolhido o tamanho de telemóveis e computadores portáteis praticamente aos seus limites funcionalmente úteis. No entanto, embora o tamanho dos dispositivos eletrónicos tenda a permanecer constante, a velocidade e capacidade computacional destes dispositivos irá continuar a aumentar. Isso traduz-se em materiais que são construídos a partir do zero, com cada nano-bloco de construção a ser posicionado de cada vez, num processo designado por *bottom-up* (*baixo para cima*). No entanto, torna-se sinteticamente muito dispendioso, e não escalável em termos industriais, proceder à montagem de tais pequenas unidades nas suas posições desejadas de modo operado manualmente. Consequentemente, químicos e

# Da nanociência à nanotecnologia

físicos da área dos materiais estão em grande parte focados em desenvolver e aperfeiçoar técnicas de *bottom-up* que sejam rentáveis para a automontagem das pequenas unidades de nano-escala que compõem o material final desejado. Além disso, esforços paralelos estão a ser dirigidos para processamentos *top-down* (*cima para baixo*) por engenheiros de materiais, por forma a produzir nanomateriais e nanodispositivos através de técnicas ultra-sofisticadas de litografia, ablação e gravura.



**Figura 4** Diversidade química e estrutural de nanomateriais e sistemas estruturados à nano-escala (exemplos): a) e b) nanocristais de Au e nanofios de Ag, respetivamente, observados por microscopia eletrónica de varrimento (SEM); c) nanotubos de carbono de parede simples (SWNT) e múltipla (MWNT); c) molécula de buckminsterfullereno (*buckyball*), com ca. de 1 nm de raio; e) dendrímero G5 funcionalizado covalentemente na orla, com diâmetro da ordem de 10 nm; f) estruturas auto-agregadas (colóides associativos) de lípidos e tensoativos, micelas (4-5 nm), lipossomas (10-1000 nm), bicamada membranar (espessura típica de 4-5 nm).

Estamos assim numa verdadeira explosão de aplicações a partir destes blocos de construção à nano-escala, sejam elas na área da eletrónica, fotónica e miniaturização, da biomedicina e da robótica, dos biossensores altamente seletivos e sensíveis, da energia solar e das baterias, e da prospetiva computação quântica. No entanto, apesar de todos os avanços, falhanços, promessas e especulações da nanotecnologia, é preciso não esquecer outro tipo de questões emergentes. O que irá acontecer com a introdução em larga escala de nanomateriais no nosso quotidiano? Será que a sua introdução perturba o equilíbrio natural da biosfera de formas não previstas e dificilmente controláveis? Haverá problemas toxicológicos e ambientais relacionados com a utilização disseminada de materiais nano-estruturados em produtos do quotidiano, produtos médico-farmacêuticos e processos técnicos? Poderá desenvolver-se “nano-armamento” invisível? E quanto a questões éticas e filosóficas sobre a relação máquina-Homem?

Sem dúvida que serão os próprios investigadores das nanociências, entre outros agentes do conhecimento, os primeiros interessados em trazer respostas a estas interrogações e dúvidas, como sempre o fez a ciência ao longo da sua história. Certo é que a nanociência e a nanotecnologia há muito que saíram da sua infância e estão trilhando o seu percurso para aplicações tecnológicas cada vez mais inovadoras. A constante evolução no plano das metodologias e técnicas experimentais — de que são exemplos as microscopias de sonda de varrimento, como STM e AFM, e técnicas de pinças óticas (*optical tweezers*) — oferece novas dimensões a este campo a cada ano que passa, num efeito de retroação positiva. Embora muitas questões suscitem debate na comunidade académica e fora dela, o interesse geral em nanociência e nanotecnologia seguramente crescerá durante as próximas décadas.

*Eduardo F. Marques*

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

## A geologia do futuro

### Algumas reflexões

Luís Vitor Duarte

O espaço aqui consignado à “geologia do futuro” nasce do repto lançado pela Casa das Ciências ao signatário desta prosa, no âmbito do II Encontro Internacional da Casa das Ciências. Com um tema desta magnitude, proposto pela Comissão Organizadora do referido evento, muito pode ser dito ou refletido, ainda mais numa área do conhecimento tão fluida e cada vez mais cruzada com as áreas da química, física e biologia. O que aqui se reproduz tem o traço e a sensibilidade do autor e a sua experiência como geólogo, investigador e agente de ensino.



Numa primeira aproximação, a “geologia do futuro”, com a imprevisibilidade subjacente a este tema e toda a subjetividade deste olhar cúmplice, poderá significar a geologia que não se toca, que está muito longe, apoiada em imagens milimétricas resultantes dos sensores tecnologicamente mais sofisticados e evoluídos. Sobressai, aqui, a chamada “geologia planetária”, marcada, em lugar cimeiro, pelos estudos do Planeta Marte, um corpo celeste cada vez mais cartografado e conhecido, geologicamente, com base nas analogias e evidências reconhecidas neste Planeta em que vivemos e que melhor conhecemos. A referir também os 10 anos de descobertas da sonda Cassini no Planeta Saturno, que, a par dos temas *Sights and sounds: volcanoes on Earth and Mars* e *Fingerprints of life: from the early Earth to outer space*, constituíram três dos doze temas escolhidos pela organização do *meeting anual da European Geological Union (EGU) 2014*, realizado já este ano em Viena, e apresentados como *press conferences* (ver em <http://www.egu2014.eu/>). Convém reforçar que a *General Assembly* da EGU deste ano reuniu mais de 12000 geocientistas, envolveu mais de 14000 comunicações e 550 sessões científicas dos diversos ramos das geociências, que, tal como o próprio nome sugere, vão da geologia mais clássica, passando pelas biogeociências à atmosfera. Voltando à geologia planetária, reconhecem-se todos os avanços no conhecimento, ao alcance de um “clique”, aparentemente tão fácil quanto veloz, proporcionando às “massas” visões geológicas, apoiadas no forte poder da imagem e da sua manipulação, científica. Na verdade, com a tecnologia atual, já não é só a leitura da nota científica, é, sobretudo, a imagem dos planetas longínquos, das suas paisagens, algumas em tempo real, vistas a distâncias “próximas do infinito”. Veja-se o caso do Kepler-10C, um planeta rochoso recentemente descoberto, lá para a constelação Draco, através do telescópio Galileu (<http://www.cfa.harvard.edu/news/2014-14>). Um potencial fantástico que permite aprender e aperfeiçoar o conhecimento. Igualmente, especulativo... porque não se toca. Mas este é, sem dúvida, um lado da “geologia do futuro”. De onde virão, certamente, algumas das maiores descobertas.

Num outro prisma, a “geologia do futuro” oferece uma vertente ainda desconhecida das profundezas do nosso Planeta “Azul”, dos fundos oceânicos ao interior mais profundo da Terra. Neste âmbito, a geologia já está mais “próxima” do investigador, pois é possível tocar, observar, descrever, analisar e classificar a base daquilo que é a investigação primária em geologia: uma amostra de rocha. Afinal, não é a geologia a ciência das “pedras”?! Entenda-se: das rochas. E, antes disso, dos minerais que as constituem, resultado de construções químicas, das mais simples às mais complexas. Todavia, a geologia é, nos dias de hoje, muito mais ampla, na medida, também,

em que importa assegurar a sustentabilidade dos recursos da Terra. E, para os prospear, é preciso conhecer os minerais e as rochas, e as condições em que se geram e se associam a outros tipos litológicos. E é assim que se reclama o conhecimento: o saber, que se inicia no nível mais elementar dos sistemas de ensino, ampliado no secundário, cimentado na universidade. São as lembranças que qualquer geólogo tem do seu professor de ciências naturais, ou de geologia, no ensino secundário... e que o ajudou a traçar o seu caminho, o seu futuro. A este respeito, e isso também é falar da “geologia do futuro”, importa enfatizar a realidade brasileira, onde o curso de Geologia é um dos mais procurados de todos no universo do ensino superior. Sabendo, de antemão, o significado deste facto, o Brasil é um país de muitos e variados recursos geológicos e, numa expressão feliz, tipicamente brasileira, onde os geólogos não chegam para a *demand*a. Que o diga a Vale do Rio Doce, uma das maiores empresas do mundo na área da exploração mineira, com sede no Brasil. Embora a geologia seja hoje – sempre o foi – uma ciência com implicações globais.

Mas, voltando ao conhecimento geológico das profundezas deste nosso planeta, e permanecendo no Brasil, não são alheias as descobertas de hidrocarbonetos no subsolo profundo do Atlântico Sul, a começar nas camadas de sedimentos basais da Bacia de Santos, uma morfologia originada durante o Cretácico Inferior, resultante da abertura deste vasto oceano que dividiu o então continente *Gondwana*. Este processo deu origem à sobreposição de sucessivas camadas de sedimentos de vários tipos e ambientes sedimentares. Depois, é subjacente a um espesso empilhamento de rochas evaporíticas, como tal designadas de Pré-Sal, a mais de 4000 metros de profundidade em relação ao nível do mar – com todas as difíceis implicações tecnológicas associadas à fase extrativa – que se aglutinaram importantes recursos de hidrocarbonetos (<http://www.petrobras.com.br/pt/nossas-atividades/areas-de-atuacao/exploracao-e-producao-de-petroleo-e-gas/pre-sal/>). Num conjunto de rochas carbonatadas que, após a sua formação em vastos ambientes lacustres, lagos que terão bordejado, então, também, aquilo que é hoje a costa angolana, nunca terão visto a “luz do dia”. Entretanto, a recuperação de amostras e de colunas de centenas de metros de sedimentos resultantes da complexa fase de perfuração da referida bacia, vieram revelar rochas formadas em condições paleoambientais pouco vistas em qualquer análogo atual, à superfície da Terra – e de repente, vem à lembrança, todos os exercícios e analogias com Marte, dos *Sights and sounds: volcanoes on Earth and Mars* do EGU-2014 –. Eis um problema, o do Pré-Sal, para os sedimentólogos e, em particular, para os especialistas em rochas carbonatadas. Os mesmos que julgavam ter visto tudo nos célebres modelos deposicionais atuais. Se a isto somarmos toda a “película” sedimentar registada na crosta do planeta, em grande parte ainda desconhecida, o que não existirá por descobrir em toda essa imensidão oceânica.

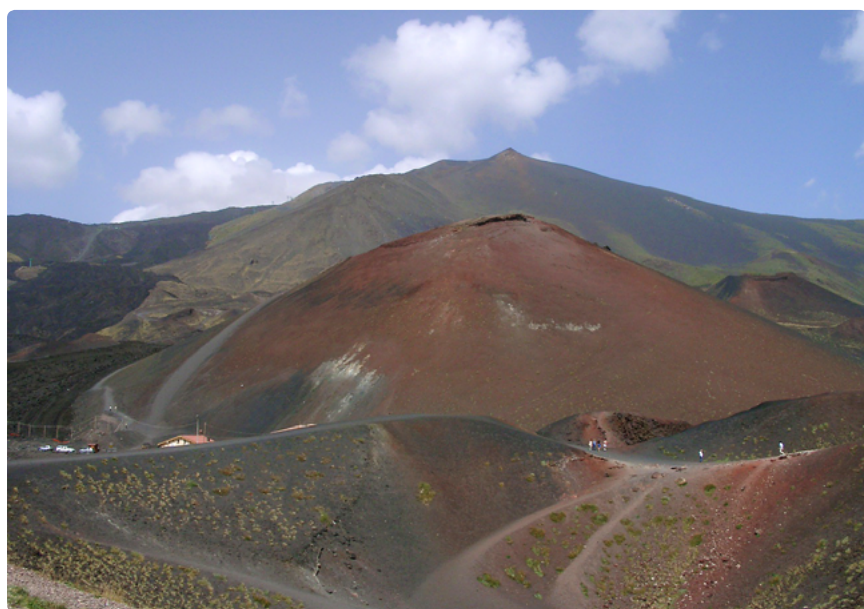
Desde a sua génese, como ciência independente, já na perspectiva de James Hutton (1726-1797) com a sua *Theory of the Earth*, que a geologia tem no geólogo o indivíduo que calcorreia montanhas e vales à procura de algo ainda desconhecido. E sempre sob os seus pés. O campo, a ida ao campo, o trabalho de campo, as botas de campo, um dos seus maiores símbolos, que passeiam sempre na mala de um qualquer veículo adaptado a “todo o terreno”. A satisfação inerente a esta profissão está na liberdade de dizer: “Vou amanhã para o campo!”. E após um dia de trabalho, exultante, pensar: “Acabei de vir do campo”! O lado romântico da geologia que só o geólogo consegue alcançar. Olhar a rocha e nela tocar, eleva-nos à



Procurando o limite Cretácico-Paleogénico  
(Caravaca de la Cruz, Espanha)

percepção do seu contexto genético e faz sobressair os contornos das suas paisagens. E com o auxílio de meios de diagnóstico, como são as análises geoquímicas super especializadas de acordo com os três ramos clássicos da geologia (magmático, sedimentar e metamórfico), e outros meios de visão microscópica e manométrica, é possível vislumbrar cenários que, só o olho preparado e especializado do geólogo, consegue alcançar. E também confundir, quando se impõe a necessidade de comparação com outros exemplos.

O passar repetidamente pelo mesmo local e olhar para aspetos que antes não tínhamos notado. O caso de uma mineralização ou associação mineralógica específica, de um fóssil, uma descoberta nova que vem ampliar o conhecimento ou alterar ou contrariar antigos julgamentos e posições, quanto a determinados intervalos da história da Terra que, porventura, levará à publicação numa revista científica internacional de grande impacto – se for dinossauro, ganhará, certamente, espaço privilegiado no mundo da comunicação global –. São também as *field trips*, realizadas e sempre disponíveis por esse mundo fora, que fazem deslocar – sempre com as suas botas e elevada ansiedade – os geólogos, pelos lugares mais recônditos da nossa Terra. É desta forma que o geólogo pode comprovar, com os seus próprios olhos, determinada ideia ou teoria. As tais analogias com vista ao aprofundamento do conhecimento.



Morfologias vulcânicas nas imediações do Etna (Itália)

Uns sortudos, estes geólogos! É um facto! Poder confirmar os fatores erosivos do rio Colorado numa sucessão estratigráfica com centenas de milhões de anos, observar, ao vivo, e recolher a competente amostra sedimentar, com as evidências de irídio, da passagem Cretácico-Paleogénico – a célebre, que levou à extinção dos dinossauros e de outros menos “famosos” grupos de animais, tão ou mais importantes para a ciência –, ou sentir as diversas feições do vulcanismo atual na Sicília, no Etna, com fortes implicações nas populações vizinhas, mas que nos ajudam a compreender como o nosso planeta funciona e é dinâmico.

A “geologia do futuro” deverá continuar a trilhar o caminho do campo. Para além de ser o grande alicerce na investigação científica, subsequente a qualquer questão ou problema colocado – qual seja o local na imensa Terra ou passagem da sua imensa história, registada nas rochas –, as observações de campo, com a prática de todos os princípios da geologia, permitirão, ainda mais, ao geocientista ou ao geólogo agente de ensino de qualquer nível de aprendizagem, poder partilhar, com as diversas plateias, o seu conhecimento para além da consulta ou simples cópia livresca. As observações geológicas *in situ* permitirão uma maior proximidade com a verdade científica, sendo, necessariamente e sempre, mais atrativas. Quantos bons exemplos de educação científica (geológica) não temos à porta de nossa casa!

Como urge o homem (geólogo) ir a Marte!

*Luís Vitor da Fonseca Pinto Duarte*

Departamento de Ciências da Terra e IMAR-CMA  
Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra



## Sustentabilidade e questões de (Geo)ética

Clara Vasconcelos & António Almeida

A (Geo)ética é um caminho para a sustentabilidade.

A sustentabilidade é a capacidade de um sistema se manter em permanência. O princípio do desenvolvimento sustentável decorre da conceptualização a que é inerente a ideia de que a satisfação das necessidades do presente não pode comprometer as necessidades das gerações vindouras. Pensar as necessidades do presente e do futuro liga-se de imediato ao uso e gestão dos recursos naturais, de modo a procurar encetar passos efetivos que conduzam a uma justiça intra e intergeracional. Sem querermos entrar em demasia na polémica de como caminhar para uma sociedade sustentável, por não ser esse o foco deste texto, importa ainda assim afirmar que esse caminho se nos afigura difícil quando associado ao modelo económico dominante. Particularmente relevante será a análise de recursos naturais como a água, indispensável à vida, e o petróleo e o gás natural, fontes de energia essenciais (por enquanto) às sociedades industriais, ainda que, nos dias de hoje, fontes alternativas de energia, menos poluentes, tenham vindo a ganhar relevância. Mas este mais não será do que um exemplo da multiplicidade de dimensões que a noção de desenvolvimento sustentável hoje abarca. Para a abordagem que pretendemos privilegiar, constitui um adquirido consenso o facto de, após a II Guerra Mundial, a preocupação para com o estado ambiental do planeta se ter intensificado exponencialmente. Desde logo, o paradigma da Geologia deixou de se centrar na compreensão do passado para passar a pensar o futuro, como, por exemplo, garantir o armazenamento de resíduos nucleares em locais (pretensamente) seguros, salvaguardando impactos ambientais negativos que façam perigar gerações vindouras. A partir de preocupações como estas, surgiram questões legítimas que devem ser encaradas como profundas inquietações. *Que legitimidade têm as transformações que temos vindo a provocar em todo o planeta? De que forma essas transformações nos afetam ao ponto de pensarmos que a nossa espécie se encontra em perigo? Que obrigações temos para com as gerações futuras? Que legitimidade têm as nossas ações quando afetam a sobrevivência de outras espécies? Pode a parte inanimada do planeta ser olhada de forma meramente instrumental? Qual a gravidade dos problemas que enfrentamos e que nós próprios criámos? Que opções políticas e modelos de desenvolvimento podem contribuir melhor para minimizar esses mesmos problemas? Que caminhos escolher para atingir uma sociedade dita sustentável?* Todas estas perguntas, se relacionadas com aspetos de natureza política, económica e social, apontam inequivocamente para a centralidade da dimensão ética associada ao princípio da sustentabilidade quando se pensam as questões ambientais.



Hans Jonas foi dos autores que melhor assinalou esta centralidade quando, em 1979, publicou *Das Prinzip Verantwortung* (Princípio Responsabilidade), obra em que defende a incapacidade da ética tradicional para responder aos desafios colocados pela presente crise ambiental, por aquela se encontrar confinada a horizontes espaciais e temporais limitados. Em conformidade, coloca a responsabilidade no centro do domínio da ética, de forma a sublinhar os deveres do Homem para consigo mesmo, a sua posteridade e a plenitude da vida terrestre

que se encontra sob o seu domínio. Para Jonas (1994), o modelo dominante de desenvolvimento económico é indissociável do progresso tecnológico, constituindo esta simultaneidade talvez um dos seus maiores perigos. O perigo da tecnologia atual não decorre meramente dos dispositivos tecnológicos em si mesmos, mas igualmente do valor simbólico que os mesmos transportam, em que todos os seres se transformam em objetos quantificáveis e manipuláveis, incluindo o próprio ser humano. Trata-se para Jonas de um perigo relativamente recente, uma vez que a técnica tradicional era eticamente neutra, tanto em relação ao objeto como ao sujeito da ação, e porque a ordem natural das coisas não era posta em causa, funcionando a tecnologia como um tributo perante a necessidade. Mas a moderna tecnologia transformou-se no mais significativo empreendimento da espécie humana, direcionado para realizações aparentemente cada vez mais grandiosas e cujo êxito é avaliado pela capacidade de controlo sobre todas as coisas. Assim, este autor considera que, perante a natureza das nossas intervenções, tem vindo a encurtar-se a distância entre as questões quotidianas e as extremas, outrora ocasionais, e entre as ocasiões para as quais é necessário mera prudência e as que exigem profunda sabedoria. E uma vez que os processos iniciados se tornam a dado momento incontrolláveis, seguindo o seu próprio caminho, não possuímos o conhecimento necessário para enfrentar os problemas que o empreendimento tecnológico nos está a colocar. Por isso, propõe uma heurística do medo, uma atitude que dê prioridade às profecias de catástrofe em detrimento das de felicidade, e funcione como travão ao que considera ser o incontrollável poder tecnológico. Salientamos estas ideias de Hans Jonas não só pela relevância que as mesmas nos parecem encerrar num certo percurso acrítico da Humanidade como porque colocam inequivocamente a dimensão ética no centro dos problemas que enfrentamos. Também demonstram as limitações da denominada ética tradicional, centrada nas relações entre seres humanos, como insuficiente para pensar todo o quadro das transformações ambientais encetadas e os próprios caminhos da sustentabilidade. Todavia, a percepção de que a ética tradicional já não consegue responder aos desafios da contemporaneidade decorre igualmente da constatação do surgimento de novos campos no domínio da ética. Talvez os mais conhecidos do público sejam a Ética Ambiental e a Bioética.

De entre os vários autores que influenciaram o desenvolvimento do florescente campo da Ética Ambiental, que se afirmou na década de 70 do século XX, destacamos dois cujas obras aparecem sistematicamente como suas precursoras. Aldo Leopold (1886-1948), no seu livro *A Sand County Almanac*, publicado um ano após a sua morte, num dos ensaios intitulado “The Land Ethic”, propõe o alargamento ético à comunidade de forma a incluir solos, água, plantas e animais, e em que a terra não é olhada meramente como solo mas como um sistema vivo merecedor de consideração moral. Apesar de publicado ainda na década de 40, o impacto das ideias de Leopold só se começou a fazer sentir verdadeiramente a partir dos anos 60 do século XX. Já Rachel Carson, pioneira no alerta lançado em 1962 na sua obra *Silent Spring*, sobre os problemas resultantes da bioacumulação por ingestão de substâncias não metabolizáveis por parte dos seres vivos, como o DDT, viu o impacto das suas ideias manifestar-se logo após a publicação da referida obra, pela franca oposição que recebeu das indústrias responsáveis pela produção dos referidos agroquímicos. Outras obras influentes poderiam ser citadas, mas o que importa por agora assinalar é que, no preponderante campo da Ética Ambiental, se acabaram por abrigar perspectivas ideológicas muito diversas acerca da relação entre o ser humano e o mundo natural e acerca dos próprios caminhos para atingir a sustentabilidade.

Processo diferente se verificou em relação à Bioética, cujo surgimento se encontra devidamente atribuído a dois autores que propuseram o termo quase em simultâneo no início da década de setenta. Segundo Neves (2001), o termo Bioética corresponde a um neologismo criado em 1971 por dois eminentes médicos, Van R. Potter e André Hellegers, que, sem terem conhecimento mútuo, o introduziram separadamente. Potter foi em termos temporais o primeiro a propô-lo num livro com edição em janeiro de 1971 intitulado *Bioethics bridge to the future* que incluía um capítulo denominado *Bioethics, the Science of Survival*, publicado em artigo no ano anterior. O sentido dado por Potter foi predominantemente ecológico, visto estar preocupado com a ação humana negativa no ambiente e, particularmente, com o impacto que o crescimento demográfico poderia ter na própria sobrevivência da espécie humana. Curiosamente, ainda no decurso de 1971, o mesmo termo Bioética surge proposto por Hellegers, agora associado ao contexto das Ciências médicas, enquanto ética das Ciências

da vida, particularmente consideradas ao nível humano individual. Este sentido claramente mais restrito de Bioética acabou por se tornar dominante, mas não eliminou o entendimento polissémico do conceito que deriva desta origem dual. Mas apesar de mais restrito, este campo não deixa de se enquadrar nas preocupações de Hans Jonas anteriormente referidas sobre o impacto da tecnologia no próprio ser humano. É que, para além de aspetos relacionados com o exercício da medicina ou das questões associadas à confidencialidade e autonomia do doente, o campo da Bioética introduz a necessidade de refletirmos acerca do impacto da tecnologia no Homem, e promove a discussão em torno de temas como a experimentação em seres humanos, a terapia genética, a eugenia ou a seleção sexual.

Dir-se-ia que o alargamento da ética tradicional para os campos da Ética Ambiental e da Bioética poderia ter sido suficiente para acolher todo um leque de preocupações novas que se colocaram com o desenvolvimento da presente crise ambiental. Todavia, tal não foi o caso, uma vez que Václav Němec introduziu um novo conceito, o de Geoética, em 1993, no *International Conference on Geoscience Education and Training* que teve lugar em Southampton, Reino Unido. Com este conceito fazia alusão à necessidade de se associarem princípios éticos à extração mineira que, importa recordar, encerra em muitas situações uma enorme complexidade por a ela convergirem aspetos não meramente ambientais, mas igualmente económicos, sociais e políticos. O conceito parece ter ganho relevância, pelo menos ao nível da comunidade das Geociências, passando a Geoética a ganhar lugar nos temas de destaque de vários congressos internacionais, como é o caso do 2.º Congresso de Geologia dos Países de Língua Portuguesa, a realizar-se no Porto em julho de 2014, ou o 7<sup>th</sup> *International Geoscience Organization Congress*, a realizar-se em Hyderabad na Índia em setembro do mesmo ano, e a darem origem à *International Association for Geoethics*. Assim, apesar da sua juventude enquanto campo disciplinar, menos de duas décadas foram suficientes para que ocorresse o alargamento do próprio conceito, inicialmente focado na questão da gestão de recursos. A definição mais elaborada e ampla data de 2013 e encontramos-a no sítio da referida associação: *Geoethics is an interdisciplinary field between Geosciences and Ethics which involves Earth and Planetary Sciences as well as applied ethics. It deals with the way of human thinking and acting in relation to the significance of the Earth as a system and as a model. Geoeducational, scientific, technological, methodological and social-cultural aspects are included (e.g. sustainability, development, geodiversity and geoheritage, prudent consumption of mineral resources, appropriate measures for predictability and mitigation of natural hazards, geoscience communication, museology, etc). In addition, the necessity of considering appropriate protocols, scientific integrity issues and a code of good practice – regarding the study of the abiotic world – is covered by this discipline. Studies on planetary geology (sensu lato) and astrobiology also require a geoethical approach).*

No âmbito da Geoética cabe assim uma reflexão acerca do modo como o ser humano, em geral, se relaciona com a geosfera, mas incide, particularmente, na maneira como os geólogos atuam no decurso da sua atividade académica e profissional. Esta reflexão constitui um imenso desafio que se coloca a todos os que exercem profissões no campo das Geociências, já que se afasta de práticas que visam o pretensão domínio da natureza e a sua exploração de forma não sustentável. Introduce, talvez não exatamente uma heurística do medo, como pretendia Hans Jonas, mas algo que a ela se assemelha no sentido de transformar a Geologia numa ciência que impõe limites, adicionando a dimensão da precaução aos nossos planos e ambições. De facto, tradicionalmente o papel dos geólogos tem estado ao serviço dos exemplos mais gritantes de mutilação da natureza, de que a exploração mineira é o exemplo paradigmático, e igualmente de algumas das formas de exploração humana mais vergonhosas. Tenha-se como exemplo o relato de Marques (2011) sobre o que se passa na província angolana da Lunda-norte, que não só nos dá conta de situações de clara escravatura, como ainda do envolvimento de altos representantes do poder político e militar no negócio dos diamantes. Poder-se-á sempre argumentar que ao geólogo cabe fazer o seu trabalho, e que todos os aspetos referidos tocam dimensões económicas e políticas exteriores a esse mesmo trabalho. Mas o campo da Geoética vem alertar que a postura dos geólogos nas sociedades contemporâneas não pode continuar a assemelhar-se à de Pilatos.

Pensamos que importa ainda refletir se o campo da Geoética se revela necessário, uma vez que os anteriores campos da Ética Ambiental e da Bioética, principalmente no seu sentido menos restrito, poderiam promover

igualmente uma reflexão acerca dos temas que a Geoética chama para si. Por exemplo, para Lucchesi & Giardino (2012), a Geoética não deixa de fazer parte da Ética Ambiental, pois encerra subjacente todo o leque de questões que se colocam acerca da relação do ser humano com o ambiente que o rodeia. Ainda assim, pensamos que este novo campo se revela necessário, senão mesmo fundamental, uma vez que nas diferentes teorizações associadas à Ética Ambiental o mundo inanimado nem sempre ganha a centralidade que consideramos necessária, mundo esse que é o suporte, tantas vezes esquecido, da Vida. Ora, esta centralidade passa a ser inequivocamente ganha com o campo da Geoética. Depois, porque assume a necessidade da procura de um código de conduta para os geólogos no exercício da sua atividade profissional, aspeto aliás com contornos semelhantes aos da Bioética no sentido mais restrito mas para outro grupo profissional, o dos médicos. Este código só pode ser um código de responsabilidade, que poderia ir beber a muitas das ideias de Hans Jonas a que fizemos referência, evidenciando que os geólogos podem (e devem) ter um papel influenciador dos decisores políticos em escolhas mais sustentáveis, incluindo as geradas no domínio da tecnosfera. E ainda porque chama para si outros aspetos menos focados em outros campos da Ética, como sejam a mitigação dos diversos riscos de origem geológica, a promoção do papel social das Geociências em domínios como a Geomedicina e a Geologia Forense, a sensibilização para a importância do património geológico, a articulação com entidades de ensino formal e não formal e com o público em geral no sentido de contribuir para a veiculação de informação correta, mas assumindo os limites do próprio conhecimento científico.

Acompanhamos com imenso interesse os desenvolvimentos deste novo campo disciplinar, sabendo que estes não estarão isentos de hesitações e mesmo de contradições, até porque, como começamos por salientar, os caminhos para uma sociedade mais sustentável são complexos e de difícil conciliação com determinados modelos económicos. Mas partilhamos com Wright (2006) a ideia de que é terrivelmente redutor pensar o progresso humano em associação exclusiva ao avanço tecnológico. Por isso, talvez os campos recentes da Ética Ambiental, da Bioética e da Geoética possam vir a colocar o domínio da ética associada ao verdadeiro progresso da Humanidade.

---

## Bibliografia

1. Carson, R. (1962). *Silent Spring*. New York: Houghton Mifflin.
2. International Association of Promoting Geoethics. Acedido a 25 de maio de 2014 em: <http://www.icog.es/iageth/index.php/home/>
3. Jonas, H. (1984). *The Imperative of Responsibility. In Search of an Ethics for the Technological Age*. Chicago: The University of Chicago Press. (Publicado originalmente em alemão em 1979)
4. Jonas, H. (1994). *Ética, medicina e técnica*. Lisboa: Vega.
5. Leopold, A. ([1949] 1989). *A Sand County Almanac*. New York, Oxford: Oxford University Press.
6. Lucchesi, S. & Giardino, M. (2012). The role of geoscientists in human progress. *Annals of Geophysics*, 55 (3), 355-359.
7. Marques, R. (2011). *Diamantes de Sangue. Corrupção e tortura em Angola*. Lisboa: Tinta da China.
8. Neves, C. (2001). *Bioética. Temas elementares*. Lisboa: Fim de Século.
9. Wright, R. (2006). *Breve História do Progresso*. Lisboa: Dom Quixote.

*Clara Vasconcelos*

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

*António Almeida*

Escola Superior de Educação de Lisboa

## Recursos digitais no ensino das Ciências

### Exemplos de Integração nas Metas Curriculares de Ciências Naturais

Jacinta Rosa Moreira & Margarida Maria Morgado

Como já tivemos oportunidade de afirmar, o processo de Ensino e de Aprendizagem (E/A) pode ser encarado como um sistema de comunicação intencional que se produz num contexto institucional e no qual se geram estratégias desenvolvidas para promover a aprendizagem. Na medida em que definem quer uma atividade quer o resultado da mesma, o ensino e a aprendizagem, encontram-se intimamente associados e têm como finalidade a organização de situações de aprendizagem suscetíveis de proporcionar ao aluno uma participação ativa na edificação de saberes e no desenvolvimento de capacidades e de aptidões que se deseja que o acompanhem, de forma dinâmica ao longo da vida. Deste modo, o ato educativo reflete e assume um significado social, encontrando-se, nessa medida, sujeito tanto às variações entre atores curriculares quanto às pressões exteriores e às definições institucionais dos seus papéis.

Ora, a sociedade atual tem atravessado profundas transformações que exigem o reequacionar do papel tradicional da escola e requerem a reestruturação dos processos de E/A. Por outro lado a evolução tecnológica tem colocado ao ato educativo desafios que este não pode ignorar, nem aos quais pode ficar indiferente. A par da evolução das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) surgem, também, alterações a nível curricular e desse natural desenvolvimento decorre a necessidade de reajustes entre uns e outros, no sentido de contribuirmos para o sucesso dos que agora são alunos e serão os cidadãos de amanhã. Falamos, concretamente, da entrada em vigor das metas curriculares no ensino básico no ano letivo de 2014/2015 e do reequacionar do papel dos recursos multimédia à luz das exigências dos objetivos e dos descritores nelas enunciadas, concretamente as metas curriculares de Ciências Naturais.

Como não poderia deixar de ser, a evolução tecnológica registada nos últimos anos colocou novos desafios aos autores das metas curriculares de Ciências Naturais, que valorizaram a sua integração na conceção das mesmas, no sentido de estas virem a constituir-se como mais uma ferramenta ao dispor dos professores no ensino e na aprendizagem das Ciências (Bonito *et al.*, 2013). Deste modo foram propostos vários descritores que remetem para a utilização das TIC no contexto de sala de aula onde, através de sugestões de pesquisa orientada, se recomenda a exploração e o aprofundamento de diversas temáticas.

A atual realidade tecnológica, marcada por extraordinários avanços na diversificação das ferramentas tecnológicas, justifica a valorização e a utilização das mesmas no ensino e na aprendizagem das Ciências. Estas poderão: a) melhorar capacidades de comunicação escrita e oral; b) promover o trabalho colaborativo entre os alunos; c) fomentar a participação ativa dos alunos em discussões/debates relativos a problemas que envolvam



a Ciência, a Tecnologia, a Sociedade e o Ambiente.

Os processos de ensino e de aprendizagem podem ser orientados de acordo com um *learning design* de cariz construtivista (Oliver & Herrington, 2003), onde é sugerida uma sequência tripartida para a utilização das TIC, em que se distingue a sua utilização como recurso de aprendizagem, como atividade de aprendizagem e/ou como suporte de aprendizagem (Jones, 2007) (Figura 1).

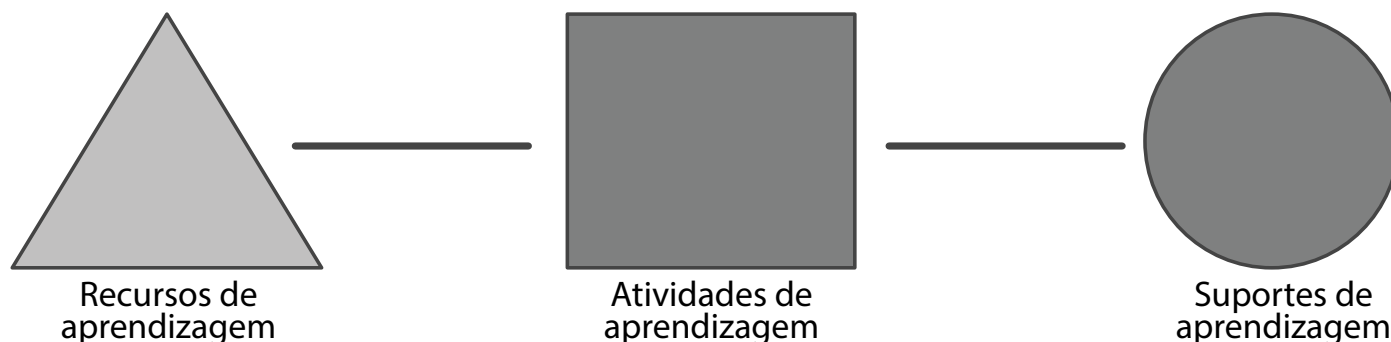


Figura 1 Sequência de *learning design* (Jones, 2007).

De acordo com Oliver e Herrington (2003) as TIC podem constituir-se como *recursos de aprendizagem*, quando são utilizadas pelos professores de modo a que os alunos completem, com sucesso, as atividades propostas no decorrer das estratégias implementadas. Podem ser utilizadas como *atividades de aprendizagem* quando envolvem os alunos no processo de aprendizagem. Podem, ainda, ser utilizadas como *suportes de aprendizagem* quando são utilizadas para edificar a aprendizagem *online* e fornecer *feedback* aos alunos do evoluir da mesma. Jones (2007) considera que a *learning design* apresentada permite a construção de diversificadas sequências de ensino e de aprendizagem que evidenciem as suas inter-relações ao longo do tempo, permitindo ao professor maximizar a articulação dos ambientes de aprendizagem que irão contribuir para a construção de conhecimento.

A título de exemplo, e numa análise das metas curriculares do 8º ano de escolaridade para a disciplina de Ciências Naturais, pode constatar-se que o objetivo geral 12 explicita a necessidade de sintetizar medidas de proteção dos ecossistemas (Bonito *et al.*, 2013). Para a consecução deste objetivo geral são apresentados cinco descritores: indicar três medidas que visem diminuir os impactes das catástrofes de origem natural e de origem antrópica nos seres vivos e no ambiente; categorizar informação sobre riscos naturais e de ocupação antrópica existentes na região onde a escola se localiza, recolhida com base em pesquisa orientada; identificar medidas de proteção dos seres vivos e do ambiente num ecossistema próximo da região onde a escola se localiza; construir documentos, em diferentes formatos, sobre medidas de proteção dos seres vivos e do ambiente, implementadas na região onde a escola se localiza; explicitar o modo como cada cidadão pode contribuir para a efetivação das medidas de proteção dos ecossistemas. Numa análise breve aos descritores apresentados, pode constatar-se que as TIC podem ser utilizadas na consecução destes descritores e em diferentes sequências de *learning design*. Cabe, no entanto, aos professores a seleção do modo como as TIC podem ser utilizadas na efetivação dos descritores apresentados. Assim, importa que os professores reflitam se na efetivação destes descritores vão utilizar as TIC como *recursos de aprendizagem*, como *atividades de aprendizagem* ou como *suporte de aprendizagem*. Importa, também, que reflitam acerca: do tipo de estratégias e de atividades práticas que podem propor aos alunos para permitir a consecução dos descritores definidos; do tipo de metodologia que vão desenvolver; da necessidade de desenvolverem documentos de apoio específicos para orientar o trabalho dos alunos; e do modo como vão verificar a evolução da aprendizagem dos alunos.

Exemplo de uma sequência de aprendizagem que se configura como *learning design* e que operacionaliza o objetivo 12 das metas curriculares do 8º ano, pode ser encontrada em Moreira, Sant'Ovaia & Pinto (2014: 166-167). Trata-se de um conjunto de atividades que se constituem como *recursos de aprendizagem*, enquanto ferramentas multimédia: a apresentação em PowerPoint disponível na Pen Drive que acompanha o projeto

destes autores; a exploração do e-book “Nós e os Riscos”, disponível no sitio da Proteção Civil recomendado pelos mesmos; a visualização do vídeo também aí sugerido (*idem*). Pode também assumir-se como *atividade de aprendizagem*, na medida em que estes autores propõem a realização da atividade 7, intitulada “*Como minimizar os riscos naturais e de ocupação antrópica existente na nossa região?*” na qual, de acordo com a dinâmica que o professor queira imprimir à prática educativa, os alunos podem usar as TIC para pesquisar, organizar, comunicar e divulgar o resultado dos seus trabalhos. Finalmente a referida atividade pode constituir-se como *suporte de aprendizagem* ao ser usada como guião de orientação pelo professor, para monitorizar ou difundir o trabalho dos alunos recorrendo, por exemplo, a uma plataforma de gestão de cursos *online*.

Na nossa opinião, a conceção de propostas didáticas e de materiais curriculares que valorizem as TIC no ensino e na aprendizagem das Ciências Naturais deve envolver os professores na conceção e/ou na adaptação de materiais curriculares disponibilizados, na implementação e na avaliação dos mesmos em contexto educativo, bem como na reflexão acerca da importância dos mesmos para a melhoria da qualidade das aprendizagens dos alunos e na sua divulgação em diferentes contextos (ex.: cursos de formação, seminários, Casa das Ciências).

---

## Bibliografia

1. Bonito, J.; Morgado, M.; Silva, M.; Figueira, D.; Serrano, M.; Mesquita, J.; & Rebelo, H. (2013). *Metas Curriculares do Ensino Básico de Ciências Naturais*. Lisboa: Ministério da Educação.
2. Jones, P. (2007). *When a wiki is the way: exploring the use of a wiki in a constructively aligned learning design*. Paper presented at the ASCLITE ICT: Providing Choices for Learners & Learning, Singapor.
3. Moreira, J.; Sant’Ovaia, H.; & Pinto, V. (2014). *Compreender o Ambiente* 8. Porto: Areal Editores. Parte 1.
4. Oliver, R. & Herrington, J. (2003). Exploring technology-mediated learning from a pedagogical perspective. *Journal of Interactive Learning Environments*, 11(2), 111-126.

*Jacinta Rosa Moreira*

Departamento do Património e Ciências da Educação  
Universidade Portucalense  
Escola Secundária Carolina Michaëlis - Porto

*Margarida Maria Morgado*

Escola Secundária do Viriato - Viseu  
Coautora das Metas Curriculares do 2º e 3º CEB

## O que há de novo no Ensino da Física e da Química?

Carlos Fiolhais\*

No ano de 2013 foram definidas metas curriculares para a disciplina de Físico-Química (o nome mais adequado seria Ciências Físico-Químicas) no 3.º ciclo do ensino básico, e novos programas e respectivas metas para a disciplina de Física e Química A do Curso Científico-Humanístico de Ciências e Tecnologias do ensino secundário (10.º ao 11.º ano), e metas para as disciplinas de Física e Química do mesmo curso (12.º ano). No ensino básico mantiveram-se, por decisão ministerial, os programas que vigoravam e só se objectivaram, através da indicação de metas curriculares, os conteúdos e capacidades a solicitar aos alunos. No ensino secundário foi-se um pouco mais longe no 10.º e 11.º anos, tendo sido empreendida uma modificação dos programas (uma mudança ligeira uma vez que, por uma questão de pragmatismo, foi decidido manter mais de 80 por cento dos actuais programas), tendo as metas sido ligadas aos novos programas. No 12.º ano, a fim de não causar neste momento rupturas nesse nível de escolaridade, que necessitará do ponto de vista curricular de uma análise mais global, foi decidido manter os programas de Física e de Química em vigor, embora elaborando as metas de acordo com uma redução horária que tinha sido determinada pelo Ministério da Educação e Ciência.



No ensino básico, obedecendo ao programa há mais de uma década em vigor, mantiveram-se como temas no 7.º ano o Espaço, Materiais e Energia, no 8.º ano as Reacções Químicas, o Som e a Luz, e no 9.º ano os Movimentos e Forças, a Electricidade e a Classificação dos Materiais. No ensino secundário, os programas incluíram no 10.º ano, na componente da Química, os Elementos Químicos e a sua Organização e Propriedades e Transformações da Matéria e, na componente da Física, a Energia e a sua Conservação. No 11.º ano, na Física, incluiu-se a Mecânica e Ondas e Electromagnetismo e, na Química, o Equilíbrio Químico e Reacções em Sistemas Aquosos. Cada uma das componentes, Física e Química, deve ser, como até agora, leccionada em metade do ano letivo, alternando-se a ordem de leccionação nos dois anos – o 10.º ano começa com a componente de Química e o 11.º ano com a componente de Física. Finalmente, o programa do 12.º ano de Física inclui como temas a Mecânica, os Campos de Forças e a Física Moderna, ao passo que do de Química fazem parte Metais e Ligas Metálicas, Combustíveis e Ambiente, e Plásticos, Vidros e Novos Materiais.

A principal novidade, para além da alteração menor dos programas do secundário, foi a introdução de metas curriculares. De onde vêm e o que são estas metas? Tem havido uma tendência em vários países, designadamente os que participam em avaliações internacionais (PISA e PIRLS) em objectivar o progresso esperado, em cada ano, por parte dos alunos, quer na interiorização de conteúdos científicos quer na aquisição de capacidades, estando estas naturalmente ligadas aos conteúdos. Em vários países chamam-se *standards*, em Portugal começaram por se chamar “metas de aprendizagem” e hoje chamam-se “metas curriculares”. Segundo o Despacho n.º 15971/2012, de 14 de Setembro, as metas curriculares



# O que há de novo no Ensino da Física e da Química?

“*identificam a aprendizagem essencial a realizar pelos alunos... realçando dos programas o que deve ser objecto primordial de ensino.*” Estas metas referem-se a mínimos exigidos, podendo os professores fazer uso, na sala de aula, da sua liberdade pedagógica. O passo ora dado entre nós, não só nas áreas da Física e da Química, mas também em quase todas as disciplinas, pretendeu clarificar o papel da escola e facilitar o apuramento de desempenhos escolares. Tal como ficou escrito no documento do programa e metas do secundário, as metas curriculares permitem:

“- *identificar os desempenhos que traduzem os conhecimentos a adquirir e as capacidades que se querem ver desenvolvidas no final de um dado módulo de ensino;*  
- *identificar o referencial para a avaliação interna e externa;*  
- *orientar a acção do professor na planificação do seu ensino e na produção de materiais didácticos;*  
- *facilitar o processo de auto-avaliação pelos alunos.*”

Tanto no básico como no secundário, os conteúdos das metas foram organizados por domínios e subdomínios (que têm nomes da Física e da Química), em cada ano de escolaridade, tendo a sequência sido baseada nas práticas lectivas consolidadas entre nós. Os objetivos gerais foram pormenorizados pelos chamados “*descritores*”. Estes traduzem o desempenho que se espera do aluno, estando esse desempenho clarificado por meio de uma tabela que explicita o que é esperado com os verbos usados. Capacidades como o raciocínio e a comunicação foram consideradas transversais a todos os objetivos. Como a Física e a Química são ciências eminentemente experimentais, incluíram-se com carácter obrigatório no básico e secundário conteúdos e capacidades de carácter experimental. No ensino secundário foram incluídas metas transversais a todas as actividades laboratoriais e também metas específicas para cada uma delas.

Embora houvesse em princípio a possibilidade de alterações maiores, a equipa dos programas e metas decidiu não efectuar alterações de monta no ensino secundário, a fim de não causar mudanças bruscas num sistema educativo que enfrenta conhecidas dificuldades. Do ponto de vista dos conteúdos foram retirados alguns tópicos face à extensão reiteradamente apontada aos programas anteriores e à dificuldade conceptual de alguns temas (como as leis da radiação, a modulação de sinais, a arquitectura do Universo, os números quânticos em níveis atómicos). Em sua substituição, foi introduzido na Física o tema dos fenómenos eléctricos com o objetivo de consolidar e aprofundar, no ensino secundário, alguns conceitos do 3.º ciclo do ensino básico, e proporcionar uma introdução ao fenómeno da indução electromagnética, tão presente no nosso dia-a-dia. Por seu lado, na Química foram introduzidos alguns aspectos da ligação química considerados relevantes (polaridade das moléculas e ligações intermoleculares).

Do ponto de vista das metodologias a adoptar no ensino secundário foram dadas algumas orientações gerais que procuraram valorizar o saber profissional dos professores a respeito dos processos de ensino e de aprendizagem, resultantes de quase uma década de prática na aplicação do programa agora substituído. A contextualização dos conteúdos foi sugerida como forma de facilitar a aquisição do conhecimento dos alunos, mas deixou de ser obrigatório o uso de contextos específicos para cada tema como acontecia até agora (GPS, etc.). O professor ficou, portanto, com a liberdade de usar os contextos que julgar mais adequados às características das suas turmas. Escreveu-se no programa:

“*Os domínios, bem como os subdomínios, são temas da física ou da química. Mas, dado o impacto que os conhecimentos da física e da química e das suas aplicações têm na compreensão do mundo natural e nas interações dos seres humanos com esse mundo e entre si, sugere-se que a abordagem dos conceitos científicos parta, sempre que seja possível e adequado, de situações variadas como, por exemplo, casos da vida quotidiana, avanços da ciência e da tecnologia, contextos culturais, episódios da história da ciência e outras situações socialmente relevantes. A escolha desses contextos por parte do professor deve ser flexível e adequar-se às condições particulares de cada escola e turma. Tal opção permitirá uma mais fácil concretização e interiorização de aspectos formais abstractos das ciências em causa e um reforço da motivação dos alunos*”

*pela aprendizagem. Em particular, a invocação de situações da história da ciência permite compreender o modo como ela se constrói e evolui.”*

As metas do básico e os programas e metas do secundário estiveram em discussão pública, tendo a maior parte das sugestões recebidas sido incorporadas nos documentos finais. Agradecem-se, mais uma vez, os contributos recebidos, que permitiram melhorar bastante as propostas submetidas.

Por último, quis a equipa das metas e programas manifestar superiormente a sua incomodidade com a actual menorização da Física e da Química no 12.º ano, disciplinas que neste momento são frequentadas por muito poucos alunos. Em carta aberta ao ministro, a equipa defendeu que a situação marginal da Física e da Química no 12.º ano não poderá ser mantida por muito mais tempo por contrastar não só com a relevância das duas disciplinas no mundo de hoje como com os currículos nos países europeus mais desenvolvidos. Parece aliás paradoxal defender a exigência no ensino das ciências ao mesmo tempo que se mantém a Física e a Química num lugar subalterno no ano final dos estudos secundários. A alteração da situação actual passará pelo aumento da carga lectiva dessas disciplinas e também eventualmente, após a devida ponderação, pela transferência do exame nacional, actualmente no 11.º ano, para o 12.º ano, como acontece no Português e na Matemática. A equipa manifestou o seu acordo com os pareceres que, sobre o lugar da Física e da Química no 12.º ano, foram oportunamente emitidos pelas Sociedades Portuguesas de Química e de Física. O Ministério não deu qualquer resposta a essa carta.

---

## Nota do autor

\*Coordenador da equipa das metas e programas. Nessa equipa dois professores eram do ensino superior e seis do ensino básico e secundário.

*Carlos Fiolhais*  
Centro de Física Computacional  
Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra



## Novos materiais para as suas aulas

Para este número da revista optamos por divulgar algumas das publicações mais recentes do portal [Casa das Ciências](#), bem como todos os recursos distinguidos no âmbito do Prémio Casa das Ciências 2014. Descarregue gratuitamente estes 12 recursos de grande qualidade e comece já a preparar o próximo ano letivo.

Os recursos aqui apresentados constituem apenas um pequeno exemplo da grande variedade de recursos 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** sobre cada um dos recursos apresentados, para os descarregar a partir do portal da [Casa das Ciências](#).

# Sugestões de recursos educativos

Prémio de Distinção



## Borboletas da floresta amarela

**Descrição:** Conjunto de actividades que podem ser usadas para explorar evolução desde o primeiro ciclo do Ensino Básico até ao Ensino Secundário.

**Tema:** Genética

**Autor:** Xana Sá Pinto e Rita Campos

Menção Honrosa



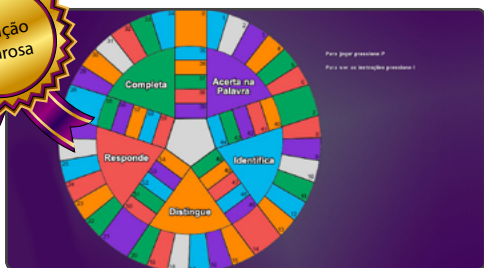
## À descoberta da água no Parque das Nações

**Descrição:** Guião de trabalho de campo que visa explorar as potencialidades do Parque das Nações através da realização de um conjunto de actividades diversas sobre a temática da água.

**Tema:** A água

**Autor:** Bento CAvadas

Menção Honrosa



## Jogo BioTrivial

**Descrição:** Jogo que se assemelha ao popular jogo de tabuleiro “Trivial Pursuit”, e que pretende testar os conhecimentos dos alunos sobre o transporte de nutrientes e de oxigénio até às células.

**Tema:** Transporte de nutrientes e oxigénio até às células

**Autor:** Marina Maciel

Menção Honrosa



## Diversidade microbiana

**Descrição:** Vídeo educativo que demonstra a realização de uma experiência prática relativa ao crescimento microbiano, e que procura dar um incentivo ao trabalho em laboratório.

**Tema:** Micróbios

**Autor:** Diana Lobo

Prémio de Distinção



## Sistema urinário

**Descrição:** Prezi que aborda a morfofisiologia do sistema urinário, com imagens da morfologia do sistema, a forma de excreção dos produtos resultantes do metabolismo celular e a formação da urina.

**Tema:** Morfofisiologia do sistema urinário

**Autor:** Ângela Rodrigues, Fátima Faria e Lurdes Araújo

Geologia, da sala de aula ao ambiente natural,  
na região oeste de Portugal  
(Caldas da Rainha, Nazaré e Alcobça)



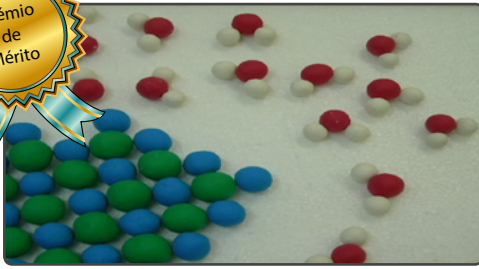
## Geologia, da sala de aula ao ambiente natural

**Descrição:** Atividades de diversos temas como areias, paleolaguna da Pederneira, dunas e dinossáurios, com materiais de apoio para alunos e professores.

**Tema:** Vários temas

**Autor:** Susana Fernandes

# Sugestões de recursos educativos

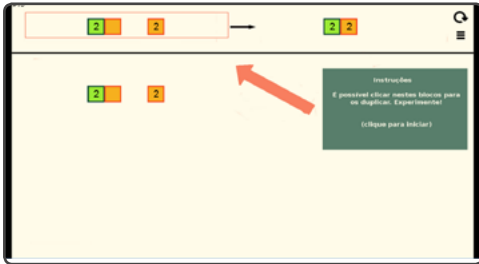


## Dissolução passo a passo

**Descrição:** Vídeo que representa a dissolução do cloreto de sódio pela água. O objetivo do vídeo é explicar o modo como as moléculas de água dissolvem um sal através da remoção dos iões da sua estrutura iónica..

**Tema:** Reações químicas

**Autor:** Ana Coelho, Ana Lima, Marina Graça, Miguel Neta e Susana Neves



## Puzzle simples

**Descrição:** *Puzzle* cuja resolução assenta nos mesmos princípios dos utilizados no acerto de equações químicas, excelente para introduzir o tema.

**Tema:** Acerto de equações químicas

**Autor:** Ricardo Rodrigues

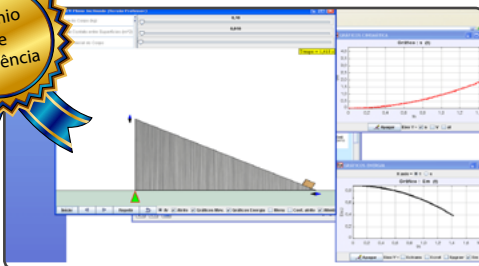


## Metabolismo energético

**Descrição:** Atividade Experimental Virtual (AEV) representa a interação física entre as superfícies de um corpo e de um plano inclinado, com vários parâmetros suscetíveis de serem alterados.

**Tema:** Metabolismo energético

**Autor:** Antónia Ribeiro

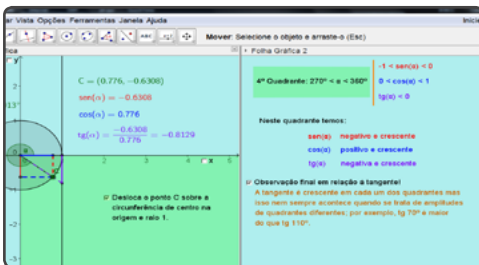


## AEV Plano inclinado

**Descrição:** *Powerpoint* onde é abordada a formação de elementos a partir de partículas sub-atómicas e da fusão nuclear que ocorre no núcleo das estrelas.

**Tema:** Plano inclinado

**Autor:** Marcelo Rodrigues e Paulo Simeão de Carvalho



## Círculo trigonométrico

**Descrição:** GeoGebra que permite ao utilizador a exploração do círculo trigonométrico, incluindo a indicação das funções trigonométricas em cada quadrante e as respetivas variações ao longo dos quadrantes.

**Tema:** Funções trigonométricas

**Autor:** Maria do Carmo Pereira



## Triângulo de Pascal e binómio de Newton

**Descrição:** Apresentação em *powerpoint* que aborda, com bastante rigor detalhe, todos os conteúdos referentes ao Triângulo de Pascal e ao Binómio de Newton.

**Tema:** Binómio de Newton

**Autor:** Maria Costa



I CONGRESSO INTERNACIONAL  
DO CÍRCULO LITERÁRIO AGUSTINA BESSA-LUÍS



FUNDAÇÃO  
CALOUSTE GULBENKIAN  
QUALIFICAÇÃO DAS NOVAS GERAÇÕES

# Ética e Política na Obra de Agustina Bessa-Luís

Lisboa, Fundação Calouste Gulbenkian  
14 e 15 de outubro de 2014





Flor dunar - Linaria- *Linaria polygalifolia* (Foto de Diana Barbosa)

## Fotos e ilustrações nas suas apresentações

Para este número da revista selecionamos mais um pequeno conjunto de imagens que estão disponíveis no Banco de Imagens da Casa das Ciências. 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 e licença *Creative Commons*.

Aceda a [imagem.casadasciencias.org](http://imagem.casadasciencias.org) ou clique nas imagens para as descarregar a partir do Banco de Imagens.



## Ritidoma.

A “casca” mais externa das árvores (bem como de arbustos, lianas e outros vegetais) consiste principalmente naquilo que em botânica se denomina “ritidoma”, uma camada de protecção que impede a entrada de organismos patogénicos (insectos, microorganismos, etc.) ao mesmo tempo que protege os tecidos interiores de variações extremas de temperatura, Também impede a perda de água por evaporação ao mesmo tempo que permite trocas gasosas entre o interior e o exterior da planta através de regiões especializadas denominadas “lenticelas”. Um exemplo de ritidoma bem conhecido é a “cortiça”. Na imagem, ritidoma de *Arbutus xalapensis* Kunth (Ericaceae), conhecido por “medronheiro-do-texas”.

*Arbutus xalapensis*

Foto de Rubim Silva.



## Filídio de musgo.

Filídeo de um musgo com margem denticulada, visto ao microscópio e ilustrando a morfologia das células onde sobressaem os cloroplastos de cor verde. Briófitas.

Foto de Isabel Santos.



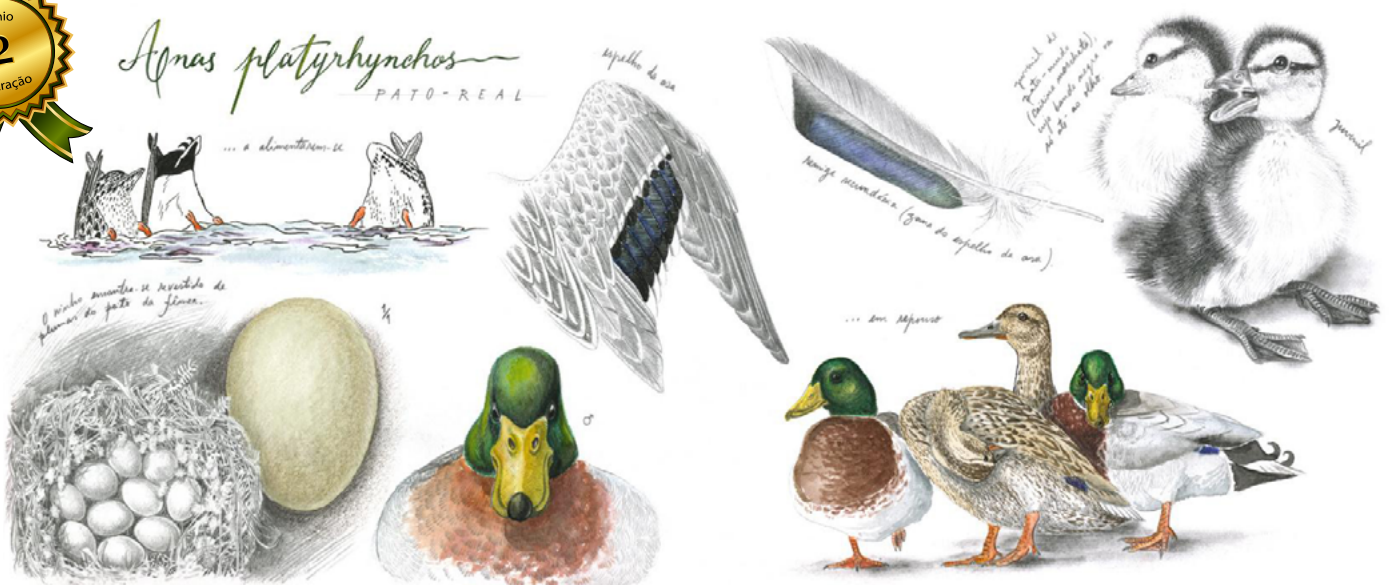


## Coruja-das-torres.

Coruja-das-torres (*Tyto alba*). Imagem composta por duas fotografias que ilustra alguns detalhes das penas (rêmiges e retrizes) durante o voo.

*Tyto alba*

Foto de Artur Vaz Oliveira.



## Fieldsketching: Pato-real.

Prancha em estilo de desenho de campo, ilustrando comportamento, ninho, dimorfismo sexual e morfologia do Pato-real *Anas platyrhynchos*.

*A. platyrhynchos*

Foto de Marco Nunes Correia.



**Fendas de tração.**

Fendas de tração sub-perpendiculares, preenchidas por quartzo em grauvaques Paleozóicos na Praia de Almogrove

Foto de Raquel Antunes.



**Complexo vulcânico dos Picos.**

Área de vulcanismo fissural, geologicamente recente, formada por cerca de 200 cones de escórias e por escoadas lávicas de natureza basáltica. Localiza-se na região central da Ilha de São Miguel, ocupando toda a área entre o vulcão das Sete Cidades e o vulcão do Fogo.

Foto de Alexandra Coelho.



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](mailto:rce@casadasciencias.org).

*Gostaria de sugerir o tema de Divulgação da Ciência para a revista. Principalmente sobre ações em Museus e Centros de Ciências.*

**Simone Pinto**

Como é habitual divulgamos algumas das ações a que se refere na nossa agenda. Esta revista é aberta aos contributos dos leitores, pelo que desde já fica o

convite para que nos submeta a informação relativa a eventos que gostaria de ver divulgados na agenda de um próximo número da revista. Pode ainda submeter descrições, resumos ou comentários a atividades que julgue relevantes, com vista à sua publicação em edições futuras. Obrigado pelo seu contributo.

**A equipa de produção**

## Nota da equipa de produção

No que diz respeito ao artigo *O Grafeno*, da autoria de João Lopes dos Santos e publicado no número anterior, este apresentava um erro numa expressão matemática (entretanto já corrigido), erro esse da inteira responsabilidade da equipa de produção, pelo que desde já pedimos desculpa ao autor e aos leitores da revista. Assim, no último parágrafo da página 9, onde se lê...

*Com efeito, das relações de Einstein,  $E = h \nu$ , e de de Broglie,  $p = h / \lambda$  resulta  $E(p) = cp$  (para a luz  $c = \lambda \nu$ ).*

... deve ler-se...

*Com efeito, das relações de Einstein,  $E = hv$ , e de de Broglie,  $p = h / \lambda$  resulta  $E(p) = cp$  (para a luz  $c = \lambda \nu$ ).*



Leve a revista para todo o lado no seu:

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

Visite o [centro de downloads](#) e escolha um formato:

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

Ou faça o download a partir da iBook Store:





# Casa das Ciências

Portal Gulbenkian para professores