

## Educação em Ciências, Cultura e Cidadania: A poesia na sala de aula

Mostra-se como motivar os alunos para as ciências físico-químicas usando textos poéticos. Através de meia dúzia de poemas, apresentam-se sugestões didácticas que podem ser usadas em aulas para despertar, de um modo original, o interesse pela ciência.

## Interdisciplinaridade e Computação no Ensino Secundário

Durante o mês de Setembro vários professores do ensino básico e secundário tiveram oportunidade de participar em duas acções de formação que decorreram no Centro de Física Teórica e Computacional da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa e que visaram estimular a utilização de meios computacionais no ensino.

A Gazeta agradece o envio de contribuições para esta secção

gazeta@teor.fis.uc.pt

# ENSINO DA FÍSICA

## EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, CULTURA E CIDADANIA: A POESIA NA SALA DE AULA

É por certo consensual a importância da educação na cultura, na construção dos conhecimentos e no modo como se deve exercer a cidadania. Já não será tão consensual a necessidade de uma literacia científica no desenvolvimento dessa cidadania. Ainda persiste por vezes a ideia de que só uma cultura artístico-literária (dita humanista) é capaz de transmitir um sistema de valores democráticos. Vejamos o que dizem a este respeito Veríssimo e Ribeiro (Veríssimo e Ribeiro, 2001):

*"Ora, o simples contacto com conceitos oriundos das ciências habilita o cidadão a participar melhor (mais livre e consciente) e mais activamente no próprio processo de desenvolvimento social de que faz parte. Mas, se isso não bastasse, o contacto com a forma como a ciência é e foi construída é, porventura, a forma mais fácil de transmitir valores como a importância e o respeito pela diversidade, que são, por si só, o próprio fundamento da Democracia(...)*

*Por outro lado, o conhecimento científico por parte dos cidadãos permite a resistência a movimentos de tendência totalitária, que por vezes se instalam na sociedade através de visões distorcidas da realidade(...)*

*O ensin/aprendizagem da ciência baseado em paradigmas modernos, capazes de valorizar a contextualização no desenvolvimento dos conceitos e que se aproxima metodologicamente dos paradigmas em que assenta a construção das próprias ciências, são um meio de excepção para desenvolver as capacidades fundamentais citadas como primordiais na sociedade do futuro".*

Um dos aspectos que emerge dos excertos anteriores é a importância da exploração da história e da filosofia das ciências. A Association for Science Education (ASE) considera que

propósito da poesia científica de Vitorino Nemésio e dessa ligação poesia/ ciência, entre outros, o físico Niels Bohr e o poeta Robert Frost. Em Portugal há vários exemplos desta simbiose. Para além de Nemésio, merecem referência os médicos Miguel Torga e Fernando Namora, bem como José Régio e Fernando Pessoa que, na sua poesia, recorrem por vezes a conceitos científicos. Também Camões, nos "Lusíadas", alude várias vezes a fenómenos físico-químicos mostrando ter conhecimentos seguros sobre as ciências náutica e astronómica da sua época (Ferreira, 2003). Mas não se pode falar da ligação ciência-poesia sem referir o professor de Física e pedagogo Rómulo de Carvalho, de pseudónimo António Gedeão.

*"a falta de oportunidade para explorar a história e a filosofia da ciência e para estudar a ciência nos seus contextos sócio-económico e político é talvez o factor que mais contribui para a imagem da ciência construída pelos jovens. Eles estudam o assunto isolado da sua história e contexto. A maior parte dos jovens não vêem a ciência como ela é - uma das mais importantes actividades culturais realizadas pelo homem"* (ASE, 179, p. 24, citada por Sequeira e Leite, 1988, p. 31).

Conciliando este ponto de vista com o outro, antes referido, de que ainda persiste a ideia de que só uma cultura artístico literária é capaz de transportar e transmitir um sistema de valores democráticos, impõe-se um conceito de cultura que abranja as visões artístico-literária e científica, estabelecendo pontes entre elas. E essa visão transdisciplinar tem que começar a aparecer nas salas de aula. C. Ribeiro (Ribeiro,1993) afirma que:

*"Qualquer processo educativo deve conduzir ao crescimento harmonioso da sensibilidade, da moralidade e da inteligência e não só ao desenvolvimento preponderante desta; a educação pela arte produz o apuramento da sensibilidade"*.

É óbvio que uma dimensão cultural tal como a que acaba de ser defendida implica uma reflexão sobre a formação de professores. A este propósito Mellado (Mellado, 2000), refere que *"os professores não têm tido oportunidade de reflectir sobre aspectos-chave como a natureza e a construção social das teorias científicas, as relações entre a observação e a teoria ou a natureza do progresso científico"*.

Neste artigo vou apresentar uma estratégia pedagógica onde alguns conceitos físico-químicos são explorados a partir da sua imagem poética e integrados numa visão histórica do seu desenvolvimento. É do conhecimento geral a existência de "conexões" entre a ciência e a poesia. O neurocirurgião João Lobo Antunes refere, no seu livro "Memória de Nova Iorque e Outros Ensaios", a



Rómulo de Carvalho, 1952

Watts (2001) considera a poesia como um recurso tanto formal como lúdico através do qual se pode explorar a linguagem da ciência. Acontece que, infelizmente, a ligação ciência-poesia é muito pouco explorada nas salas de aula (digo infelizmente porque a formação dos jovens só poderia sair enriquecida de tal simbiose).

A estratégia que aqui se apresenta foi elaborada para o anterior programa de 11º ano na disciplina de Físico-Química mas é facilmente adaptável ao novo programa de 10º ano na medida em que permite a exploração de conceitos relativos a "Absorção e emissão de energia pelos átomos" (espectro electromagnético, cor, efeito fotoeléctrico, tabela periódica dos elementos).

Por que não abordar estes assuntos com o poema "Física" de José Saramago, prémio Nobel da Literatura, relativamente pouco conhecido como poeta (Saramago, 1999)?

## Física

Colho esta luz solar à minha volta,  
No meu prisma a disperso e recomponho:  
Rumor de sete cores, silêncio branco.  
Como flechas disparadas do seu arco,  
do violeta ao vermelho percorremos  
O inteiro espaço que aberto no suspiro  
Se remata convulso em grito rouco.  
Depois todo o rumor se reconverte  
tornam as cores ao prisma que define  
À luz solar de ti e ao silêncio

A leitura deste poema levará aos conceitos de dispersão da luz e à necessidade de conhecer a sua natureza. Esta abordagem permite entrar pela história da ciência com a polémica Newton/Huyghens. E, a propósito de Newton, poderá apresentar-se um excerto do poema "Newton" de Eugénio Lisboa (Lisboa, 2001).

## Newton

Da qualidade oculta de tudo,  
não cuida nem sei. Não é de ofício  
sério sabê-lo: o tudo é mudo  
e forçar-lhe a fala é sério vício...

A exploração da já referida polémica permite analisar fenómenos de refração, difração e interferência, a sua contextualização em termos sociais históricos e tecnológicos, com a consequente exploração experimental dos fenómenos em causa.

E, prosseguindo neste "caminhar" da ciência, surgem a radiação do corpo negro, o efeito fotoelétrico e a polémica sobre a natureza ondulatória/corpuscular das partículas. E, em simultâneo, a consequente evolução da teoria atómica. Aqui surge a oportunidade de apresentar o poema "Bohr", de Eugénio Lisboa (Lisboa, 2001), e o "Poema de ser ou não ser", de António Gedeão (Gedeão, 1990).

## Bohr

Os corpúsculos e as ondas  
são a mesma realidade  
Assim sendo, tu já sondas  
o começo de uma idade.  
(Perscrutar certos segredos  
que a natureza escondera  
é fundamento dos medos  
do frio que nos espera)..

## Poema de ser ou não ser

São ondas ou corpúsculos?  
Sim ou não?  
São uma ou outra coisa, ou serão ambas?  
São "ou" ou serão "e"?  
Ou tudo se passa como se?  
Percorrem velozmente órbitas certas  
as quais existem só quando as percorrem.  
Velozmente. Será?  
Ou talvez não se movam, o que depende  
do estado em que se encontre quem observa.  
Assim prosseguem rotineira marcha  
na paz podre do tempo.  
Oh! O tempo!  
Até que, de repente,  
por exigências igualmente certas,  
num sobressalto histórico,  
saltam da certa órbita  
e vão fazer o mesmo noutra certa  
tão certa como a outra.  
E assim prosseguem  
na paz podre do tempo.  
Eis senão quando,  
como pedra num charco ou estrela que deflagra,  
irrompem no vazio,  
e o vazio perturbado afunda-se e alteia-se  
e em esferas sucessivas, pressurosas,  
vão alagando o espaço próximo  
depois o mais distante,  
e seguem sempre, sempre, sempre, sempre, sempre, sempre, sempre, sempre,  
em quantas direcções se lhe apresentam.  
Sim, ou não?  
Estou à janela  
e vejo muito ao longe a linha do horizonte.  
Ser ou não ser?  
Eis a questão.

Regressando-se então ao problema da cor com que se iniciou a estratégia, poder-se-iam apresentar e explorar os poemas "Passa uma borboleta" (Caeiro, 1914) e "Cor" (Gouveia, 2001).

## Passa uma borboleta

Passa uma borboleta por diante de mim  
E pela primeira vez no Universo eu reparo  
Que as borboletas não têm cor nem movimento,  
Assim como as flores não têm perfume nem cor.  
A cor é que tem cor nas asas da borboleta,  
No movimento da borboleta o movimento é que se move,  
O perfume é que tem perfume no perfume da flor.  
A borboleta é apenas borboleta  
E a flor é apenas flor.

## Cor

A cor, o que é afinal? Energia, no essencial.  
 É emissão de fótons, é um salto de electrões,  
 absorções, emissões, ou também interacções  
 entre a luz e a matéria. Pode ser sublime, etérea.  
 Ela é interferência é período, é frequência  
 ela é excitação, e logo desexcitação,  
 ela é inspiração na paleta do pintor.  
 Afinal o que é a cor?  
 É o vermelho de Almada? É o azul de Chagall?  
 Seja ela tudo ou nada, a cor é fundamental.  
 Seja no azul do mar, que às vezes é cor de breu,  
 seja no azul do céu ou no verde de um olhar,  
 seja no roxo dos montes, seja no cinza das fontes,  
 nas searas amarelas, perturbantes de tão belas,  
 seja no verde das plantas, no colorido das mantas,  
 seja em janelas, portadas, seja em telhados, fachadas,  
 em azulejos, vitrais ou em tantas coisas mais,  
 a cor é fundamental.  
 O que é a cor afinal? Energia, no essencial.



Quadro de Rothko

Este é apenas um exemplo de uma estratégia possível em que a poesia serve de veículo para construir conhecimento conceptual, atitudinal, processual e metodológico. Mas poderiam ser apresentados muitos outros. A utilização do belíssimo *Poema para Galileu* de António Gedeão (Gedeão, 1968) permite, para além da exploração de inúmeros conceitos de mecânica, uma reflexão sobre valores como a tolerância, contrapondo-a aos fundamentalismos, que hoje, tal como no tempo de Galileu, ainda se tentam impor.

REGINA SOUSA GOUVEIA

Escola Secundária Carolina Michaelis, Porto

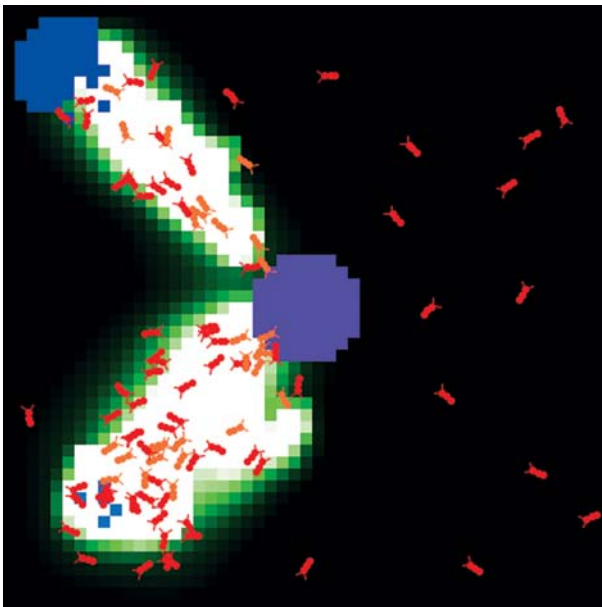
gouveias@tvitel.pt

## REFERÊNCIAS

- Antunes, J. L., *Memória de Nova Iorque e Outros Ensaios*, Gradiva, Lisboa, 2002.
- Caeiro, A., "O Guardador de Rebanhos", em *Poemas*, Ática, Lisboa, 1945.
- Ferreira, M., "Poesia e Ciência", *Super Interessante*, 63, 2003, p. 30.
- Fiolhais, C., "Física e Poesia", *Gazeta de Física*, 26, fasc. 1, 2003, p. 44-45.
- Fiolhais, C., "Física e Poesia têm pontos de contacto", *Gazeta de Física*, 26, fasc. 1, 2003, p. 46.
- Gedeão, A., *Poesias Completas*, Portugalíia, Lisboa, 1968.
- Gedeão, A., *Novos Poemas Póstumos*, Edições João Sá da Costa, Lisboa, 1990.
- Gouveia, R., *Reflexões e Interferências*, Editora Palavra em Mutação, Porto, 2001.
- Lisboa, E., *O Ilimitável Oceano*, Edições Quasi, Vila Nova de Famalicão, 2001.
- Mellado, V., "Es adecuada la formación científica del profesorado de ciencias de secundaria para sus necesidades profesionales?", *Alambique, Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 24, 2000, p. 57-65.
- Ribeiro, C., "Educação e arte", *Revista Portuguesa de Educação*, 6, nº 1, Universidade do Minho, 1993, p. 103-108.
- Saramago, J., *Os Poemas Possíveis*, 5ª edição, Caminho, Lisboa, 1999.
- Sequeira, M, Leite, L., "A história da ciência no ensino-aprendizagem das ciências", *Revista Portuguesa de Educação*, 1, nº 2, Universidade do Minho, 1998, p. 29-40.
- Veríssimo, A., Ribeiro, R., "Educação em Ciências e Cidadania? Porquê? Onde e Como?" em *(Re)pensar o Ensino das Ciências*, EEC, Ministério da Educação, Departamento do Ensino Secundário, 2001, p. 155-163.
- Watts, M., "Science and poetry: passion v. prescription in school science?", *International Journal of Science Education*, 23, nº 2, 2001, p. 197-208.

## INTERDISCIPLINARIDADE E COMPUTAÇÃO NO ENSINO SECUNDÁRIO

Decorreram no mês de Setembro no Centro de Física Teórica e Computacional (CFTC) da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa (FCUL) duas acções de formação dirigidas aos professores de várias áreas científicas dos ensinos básico e secundário. Em Novembro teve lugar uma nova acção de formação.



O objectivo dessas acções foi estimular a utilização autónoma de recursos computacionais, em particular os que estão disponíveis através de software do domínio público, a fim de levar a modelação computacional à sala de aula, integrada nas actividades curriculares em várias áreas das ciências sociais e da natureza. Participaram nesta edição-piloto professores de Matemática, Física, Química, Biologia, Informática, Geologia e Geografia, que prepararam módulos de simulação de diferentes sistemas passíveis de ser integrados nas aulas que leccionam.

Esta iniciativa inspirou-se num projecto de formação de professores, resultante da colaboração do Santa Fe Institute com o Massachusetts Institute of Technology (MIT), nos Estados Unidos, que incluiu o desenvolvimento de um pacote de software distribuído livremente, o *StarLogo*, cuja utilização dispensa formação específica.

O CFTC recebeu o apoio da Fundação Calouste Gulbenkian para desenvolver competências básicas na utilização de meios informáticos e na sua aplicação em simulações adaptados a vários níveis de ensino e a várias disciplinas.

O projecto levado a cabo pelo CFTC assenta na utilização do *NetLogo*, uma evolução do *StarLogo* escrita em Java que permite desenvolver modelos sem limitações ou especificidades relacionadas com os diferentes sistemas operativos. Do ponto de vista de conteúdos, o projecto é marcadamente multidisciplinar,

proporcionando uma plataforma comum para estudar sistemas que vão da actividade viral ao escoamento de tráfego, e agregação a ecossistemas.

Contactada pela "Gazeta", Margarida Telo da Gama, coordenadora científica do CFTC e responsável pelo projecto, mostrou-se muito satisfeita com os resultados desta acção: "É necessário aumentar o peso deste tipo de formação, em que os estudantes são tradicionalmente deficitários, para conseguir melhorar o perfil dos nossos recursos humanos. Por outro lado, a modelação computacional de sistemas complexos está associada a uma intensa actividade científica de carácter interdisciplinar, que há que fazer chegar à escola, modificando a formação do secundário para a tornar menos compartimentada e mais fluente na utilização de meios informáticos". Referiu igualmente que espera que o Ministério da Educação e a Sociedade Portuguesa de Física se interessem por esta iniciativa, de modo a dar ao projecto a continuidade e a dimensão necessárias para que possa produzir efeitos.

O projecto contempla também a formação de formadores que, com o apoio das entidades competentes, permitirá multiplicar o impacto deste programa. Para Margarida Telo da Gama, esta é mais uma maneira de a FCUL intervir na formação de professores: "As Faculdades de Ciências perderam o papel central que já tiveram na formação de professores, perda essa à qual não será alheia a reconhecida degradação da qualidade do ensino das ciências em Portugal. Alterar todo o enquadramento legal e político que se desenvolveu ao longo das últimas décadas e ao qual se deve o triste estado em que o país se encontra neste sector está muito para além da nossa capacidade de intervenção. O que podemos é aproveitar os mecanismos de progressão na carreira previstos na lei para chegar aos professores que já exercem a profissão e dar-lhes apoio". A coordenadora do



CFTC é também responsável por outra acção de formação da FCUL, o ciclo de palestras "De Kepler aos fractais", no qual

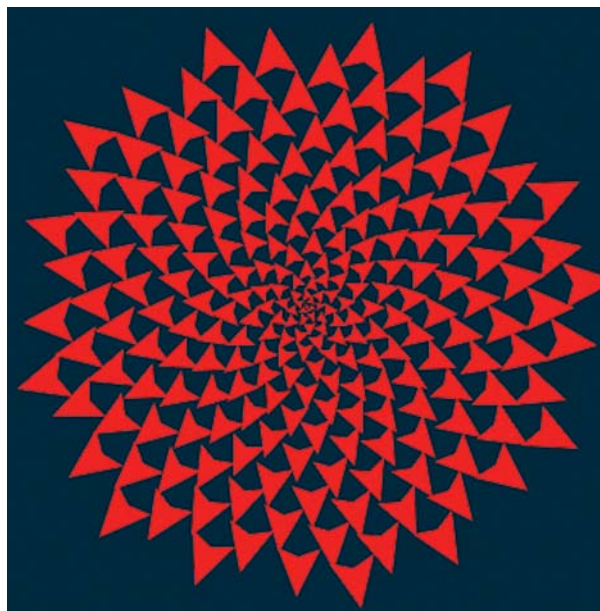


vários tópicos actuais de física assim como assuntos interdisciplinares em que a física intervém são apresentados numa linguagem acessível.

As acções de formação de Setembro e Novembro, que correspondeu a dois créditos atribuídos pelo Conselho Científico-Pedagógico da Formação Contínua, através do Centro de Formação "Formar para Educar", constaram de um curso de uma semana (25 horas presenciais) que incluiu uma introdução à fenomenologia dos sistemas complexos (5 horas teóricas), a exploração dos modelos propostos (10 horas teórico-práticas) e o treino de programação (10 horas práticas). Complementou este curso um projecto (25 horas não presenciais), em que cada um dos formandos desenvolveu um modelo computacional integrável na matéria que lecciona.

Cada dia do curso foi dedicado a um tema. A equipa do CFTC desenvolveu cinco módulos temáticos: percolação, fractais, ecologia, transições de fase e sistemas adaptáveis.

Informação adicional sobre este projecto pode ser encontrada em <http://cftc.cii.fc.ul.pt/ICES> <http://cftc.cii.fc.ul.pt/ICES>. O manual desenvolvido para este projecto está disponível *on-line*, funcionando não só como texto de apoio para os cinco módulos mas também como um curso rápido da linguagem *NetLogo*. O download do *NetLogo*, incluindo a sua biblioteca de mode-



los, pode ser efectuado a partir de <http://ccl.northwestern.edu/netlogo>, onde também se pode aceder a grupos de discussão sobre a linguagem, a novos modelos e a ideias para a sua utilização na sala de aula.

PAULA ALMEIDA  
paula-almeida@netcabo.pt

# Texas Instruments

## CALCULADORAS GRÁFICAS | TI-84 Plus TI-84 Plus Silver Edition

A tecnologia gráfica portátil Texas Instruments é conhecida pela sua resistência, durabilidade, economia e por se adequar às necessidades de professores e estudantes. Isto pode ser demonstrado pelo crescente número de estudantes que desejam possuir a calculadora gráfica, para a poderem usar em qualquer momento e local.

A última geração em tecnologia que opera como a TI-83 Plus, mas com MAIOR CAPACIDADE

- Mais MEMÓRIA - mais espaço para armazenamento de Aplicações (APPS).
- Mais RÁPIDA - na execução de cálculos, gráficos e download de Aplicações (APPS).
- PORTA USB - mais velocidade e maior estabilidade nas comunicações.

TI-84 Plus

TI-84 Plus Silver Edition

Cabo USB e CD - para ligação ao PC  
- incluídos em ambos os modelos

TI-84 Plus

- 32 Kb RAM
- 480 Kb ROM Flash
- 11 Aplicações (APPS) incluídas

TI-84 Plus Silver Edition

- 32 Kb RAM
- 1,54 Mb ROM Flash
- 28 Aplicações (APPS) incluídas

**DISMEL**  
Distribuidor de Material Electrónico, Lda.  
Rua Coronel Ferreira do Amaral, 9 - C  
1900-165 LISBOA  
Tel.: 218 160 320 Fax: 218 160 329  
E-mail: [info@dismel.pt](mailto:info@dismel.pt) [www.dismel.pt](http://www.dismel.pt)

**TETRI**  
EQUIPAMENTOS ELECTRÓNICOS, LDA.  
Estrada Exterior da Circunvalação, 798 - Apartado 48 - 4439-909 RIO TINTO  
Tel.: 224 899 532 Fax: 224 800 527 E-mail: [tetri@tetri.pt](mailto:tetri@tetri.pt) [www.tetri.pt](http://www.tetri.pt)