

QUÍMICA

Editorial	2
Noticiário SPQ	3
Química On-line	15
Livros & Multimédia	17
Atracção Química	19
Química e Sociedade	
Ensino: uma questão política enredada num absurdo científico <i>Gabriel M. Ribeiro</i>	21
Entrevista	
Entrevista Prof. Miguel Castanho	27
Química e Ensino	
Educação em Química e Ensino de Química Perspectivas curriculares – Parte II <i>Isabel P. Martins et al.</i>	33
Como interpretar a entropia? <i>João P. M. Ferreira</i>	38
Instituto D. João V <i>Carlos F. Simões</i>	43
Opinião	
Ensinar mais para ensinar pior. Atropelos à Lei e à Química <i>Carlos Corrêa</i>	49
Artigos	
Algumas aplicações analíticas dos ultra-sons <i>Mauro Korn et al.</i>	51
A via proteolítica dependente de ubiquitina/proteassoma <i>Paula C. Ramos</i>	57
Roteiros de exploração	
Valorização pedagógica de <i>software</i> educativo de Química <i>João C. Paiva, Luiza A. Costa</i>	64
Roteiros de exploração com Tabelas Periódicas digitais <i>Flora B. Ferreira, João C. Paiva</i>	67
Folhas de Química	69
A pureza química e o Senhor de La Palice <i>M. Filomena Camões</i>	70
Actividades no Laboratório	
Redução da Cânfora <i>M. Elisa S. Serra, D. Murtinho, J. Seixas de Melo</i>	72
Tomar Nota	75
Arquivo	80

Atracção Química 19

A SPQ em acção nas várias frentes: Olimpíadas de Química; Química na *Internet*; Dias da Química; Encontros da Divisão e Divulgação da Química. Um projecto multifacetado para provocar uma forte Atracção Química.

Atracção Química



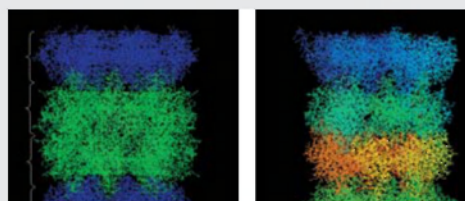
Aplicações Analíticas dos Ultra-sons 51

Exploração de uma gama de possibilidades de aplicações analíticas com processos assistidos por ultra-sons de baixa frequência. Os efeitos químicos da sonicação no tratamento de amostras líquidas com vista à decomposição de resíduos orgânicos ou geração *in situ* de espécies reactivas.

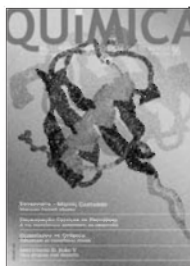


Degradação de Proteínas de Semi-vida Curta 57

Proteínas marcadas para morrer. A via proteolítica dependente da ubiquitina revoluciona a forma de olhar a degradação de proteínas intracelulares.



**Boletim da
SOCIEDADE PORTUGUESA DE QUÍMICA**



Capa: Joana Pinheiro sobre figura de Paula Ramos

Propriedade de:

Sociedade Portuguesa de Química
ISSN 0870-118C
Registo na DGCS n.º 101 240 de 23/9/72
Depósito Legal n.º 51 420/91
Publicação Trimestral
N.º 96, Janeiro - Março 2005

Redacção e Administração

Av. da República, 37 - 4.º Fax: 217 952 349
1050-187 LISBOA E-mail: boletim@fe.up.pt
Tel.: 217 934 637 www.spq.pt

Editor

Joaquim Faria

Editores-Adjuntos

Carlos Folhadela Jorge Morgado
Helder Gomes Marcela Segundic

Comissão Editorial

Hugh Burrows (FCT-UC) João Rocha (UA)
Maria José Calhorda (FC-UL) M. N. Berberan e Santos
J. Ferreira Gomes (FC-UP) (IST-UTL)
Ana Lobo (FCT-UNL) A. Nunes dos Santos
Irene Montenegro (UM) (FCT-UNL)

Neste número colaboram:

Cláudia Gomes da Silva (Laboratório de Catálise e Materiais, FEUP) Maria Clara Magalhães (Departamento de Química, UA)
Fernando Fernandes (Departamento de Química e Bioquímica, FCUL) Maria Filomena Camões (Departamento de Química e Bioquímica, FCUL)
José M.F. Nogueira (Departamento de Química e Bioquímica, FCUL) Paulo Ribeiro Claro (Departamento de Química, UA)
Margarida Bastos (Departamento de Química, FCUP) Teresa Cunha Diamantino (INET)
Patrícia Curval Fariz (Laboratório de Catálise e Materiais, FEUP)

Publicidade

Helder Gomes
Tel.: 273 303 112
Fax: 273 313 051
htgomes@ipb.pt

Grafismo

sentido: designers / Nuno Gonçalves

Execução Gráfica

FACSIMILE, Tel.: 213 829 792
Offset e Publicidade Fax: 213 829 794
Rua Vitor Bastos, 10-A mail@facsimile.pt
1070-285 LISBOA

Tiragem

2500 exemplares

Preço avulso

€ 12,50

Assinatura anual - quatro números

€ 45

(Continente, Açores e Madeira)

Distribuição Gratuita aos sócios da SPQ

As colaborações assinadas são da exclusiva responsabilidade dos seus autores, não vinculando de forma alguma a SPQ, nem a Direcção de "Química". São autorizadas e estimuladas todas as citações e transcrições, desde que seja indicada a fonte, sem prejuízo da necessária autorização por parte do(s) autor(es) quando se trate de colaborações assinadas. A Orientação Editorial e as Normas de Colaboração podem ser encontradas nas páginas interiores.

Publicação subsidiada pela

FCT Fundação para a Ciência e a Tecnologia
MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E DA TECNOLOGIA

Apoio do Programa Operacional Ciência, Tecnologia, Inovação do Quadro Comunitário de Apoio III



Este número marca o aparecimento de um novo Grupo no seio da SPQ – o Grupo de História da Química. O Grupo vem preencher um espaço que se reclamava há já algum tempo e cuja importância era por todos reconhecida. Cabe-nos pois desejar aos membros fundadores votos de sucesso e uma longa e profícua história.

O início de um novo ano de publicação exige mudança, evolução. Daí o aparecimento de novas secções no boletim: Atracção Química, Roteiros de Exploração e Folhas de Química. A primeira das secções visa acompanhar um programa abrangente de intervenção da SPQ iniciado com o lançamento das Olimpíadas de Química Júnior 2005, que procura reunir em torno da Química um conjunto de actividades capaz de mobilizar Universidades, Escolas e a Sociedade em geral. A secção dos Roteiros de Exploração surge como ferramenta para o aproveitamento de alguns programas educativos que por não serem auto-explicativos possuem uma riqueza de conteúdos por vezes negligenciada. Para promover o seu uso na sala de aula, os Roteiros vêm acompanhados de um guia de exploração para uso dos professores. Esta secção irá alternar com uma outra, Pais na Aprendizagem da Química (PAQ) onde se privilegiará o envolvimento dos pais em actividades curriculares no contexto do apoio às suas crianças enquanto alunos. Finalmente, o projecto Folhas e Estórias da Química, uma colectânea de crónicas dedicadas a tópicos correntes na área da Química enquadradas numa perspectiva de di-

vulgação científica. Espera-se que estas secções constituam fonte de inspiração, ou mesmo auxiliares práticos para actividades na sala de aula.

Ainda sobre o ensino, três visões distintas que apenas responsabilizam os seus autores. Independentemente da profundidade dos trabalhos, trazem a lume questões importantes que apelam à reflexão e ponderação. A fundamentação das críticas e das justificações não preconiza que se tenha encontrado o rumo certo! Mesmo assim há escolas que teimam em fazer o seu trabalho e distinguir-se pela positiva, como o demonstra a entrevista com elementos da direcção do Instituto D. João V – um relato verdadeiramente impressionante!

Finalmente lugar à ciência. A presença da bioquímica por via do artigo sobre os mecanismos de degradação celular de proteínas, muito a propósito do trabalho na base do prémio Nobel da Química 2005 (ver também Química On-line). A química analítica numa contribuição do outro lado do Atlântico Sul, pelos nossos colegas da Universidade da Baía. A carreira científica de um jovem investigador nas suas próprias palavras – a entrevista de Miguel Castanho, distinguido em 2004 com a Medalha Vicente Seabra.

Sirvam estes trabalhos para, pelo menos, mostrar que vale a pena apostar no conhecimento e na ciência para a construção de um futuro.

Joaquim Faria
boletim@fe.up.pt
www.spq.pt



Novo Grupo de História da Química da (SPQ)

O Grupo de História da Química da Sociedade Portuguesa de Química tem por principal objectivo a promoção da história da química e das diferentes sub-disciplinas desta ciência, não só no âmbito da SPQ, como para além dela. Neste sentido, definiu como prioritárias três áreas de intervenção fundamentais:

1 – A preservação da memória histórica, através da recepção, conservação e catalogação de manuscritos, *memorabilia* e colecções de livros e periódicos doados por químicos portugueses ou suas famílias.

2 – A divulgação da obra de químicos portugueses através do portal da SPQ (www.spq.pt), através de prosopografias e da digitalização de obras significativas

da história da química portuguesa, que ficarão assim acessíveis *on-line* a historiadores e demais interessados.

3 – Promover a publicação no *Boletim da Sociedade Portuguesa de Química* de trabalhos de investigação no âmbito história da química por historiadores portugueses e estrangeiros. No que respeita à orientação editorial e instruções para autores, os artigos seguirão as instruções vigentes (encontradas nas páginas interiores do presente número do boletim ou em www.spq.pt).

4 – Realização de encontros de dois em dois anos sobre um tema específico no âmbito da história da química.

Membros do Grupo

Ana Carneiro (Professora Auxiliar, Centro de História e Filosofia da Ciência e da Tecnologia, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa) Coordenadora do Grupo de História da SPQ; amoc@netcabo.pt

Bernardo Jerosch Herold (Professor Catedrático Jubilado, Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa); herold@ist.utl.pt

António Amorim da Costa (Professor Catedrático, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade de Coimbra); Representante português na EuCheMS; acosta@ci.uc.pt

António Manuel Nunes dos Santos (Professor Catedrático, Centro de História e Filosofia da Ciência e da Tecnologia, Fa-

culdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa); amns@fct.unl.pt

João Rui Pita (Professor Associado com Agregação, Faculdade de Farmácia, Universidade de Coimbra); jrpita@ci.uc.pt

Ana Simões (Professora Auxiliar com Agregação, Centro de História das Ciências da Universidade de Lisboa); <http://chcul.fc.ul.pt>; asimoes@fc.ul.pt

Isabel Amaral (Professora Auxiliar, Centro de História e Filosofia da Ciência e da Tecnologia, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa); ima@fct.unl.pt

José Luís Câmara Leme (Professor Auxiliar, Centro de História e Filosofia da Ciência e da Tecnologia, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa); jlcl@fct.unl.pt

Maria Elvira Callapez (Post-Doc. Universidade de Berkeley, EUA); mariaelvira@callapez@berkeley.edu

José Claro Gomes (Post-Doc. Universidade de Paris, França); Representante português na EuCheMS; zeclaro22@hotmail.com

Vanda Leitão, (Doutoranda, Centro de História e Filosofia da Ciência e da Tecnologia, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa); vmvsl@netcabo.pt

Ana Carneiro, SPQ

Preservação da Memória Histórica da Química em Portugal

A SPQ em estreita colaboração com o Grupo de História da Química, recentemente criado por iniciativa do seu Secretário-Geral, Professor Fernando Pina, passa, a partir de agora, a chamar a si uma nova responsabilidade, a de contribuir para a preservação da memória histórica da química em Portugal, através de uma iniciativa para a qual solicita o

empenhamento de todos os seus associados.

Assim, a partir de Abril de 2005, a SPQ está aberta a propostas de doação de espólios documentais de químicos portugueses, que os próprios ou as suas famílias entendam doar à SPQ. Destes espólios poderão constar manuscritos, *memorabilia*, livros, periódicos e outra documentação relevante, matéria-prima indispensável à construção de uma história da química em Portugal. No acto a SPQ, através da entrega de um docu-

mento escrito aos doadores, comprometer-se-á a zelar pela conservação do espólio doado em condições dignas e a proceder à sua catalogação.

Na linha de uma defesa da identidade disciplinar e profissional dos químicos portugueses, a SPQ pretende com esta iniciativa dar um contributo decisivo para a própria possibilidade de existir uma história da química do século XX, em Portugal, até porque as instituições universitárias, de investigação científica e as empresas normalmente negligem-

ciam a importância do legado das gerações passadas, pouco ou nada fazendo no sentido da sua preservação. Acresce ainda que os fundos documentais existentes para os séculos XVIII e XIX são muito pobres, restando apenas pouco mais do que materiais impressos (artigos e livros científicos e alguns obituários); será por isso de inverter a situação para o século XX, antes que seja tarde demais. A SPQ, enquanto agremiação

consciente das suas responsabilidades culturais, dará assim um exemplo que seria desejável ver seguido no seio da comunidade científica portuguesa, em prol de uma mudança de hábitos e pela promoção do respeito por todos aqueles que viveram e trabalharam antes de nós.

Contactos

Ana Carneiro (amoc@netcabo.pt)

Endereço

Sociedade Portuguesa de Química
Grupo de História da Química
Av. da República, 37 – 4.º
1050-187 Lisboa
Portugal
Tel.: 217 934 637
Fax: 217 952 349

Olimpíadas de Química... em várias frentes!

As "Olimpíadas de Química" continuam a mobilizar uma forte participação dos estudantes, com a indispensável colaboração entre as Escolas e as Universidades. E os primeiros meses de 2005 foram ricos em actividades, com números surpreendentes: ao todo, participaram em actividades das Olimpíadas de Química mais de 1000 alunos, cerca de 215 escolas, e mais de 400 professores de vários graus de ensino!

Seleção dos representantes portugueses nas Olimpíadas Internacionais

No dia 30 de Janeiro, decorreram no Departamento de Química (DQ) da Universidade de Aveiro (UA) as provas de selecção dos 6 alunos que representarão Portugal nas competições internacionais.

A prova, em moldes acordados previamente com os alunos e os seus professores, reuniu 12 candidatos seleccionados entre os alunos com menos de 17 anos melhor classificados nas Olimpíadas de Química de 2004.

Os 6 alunos seleccionados encontram-se actualmente a frequentar um Curso de Aperfeiçoamento, com aulas presenciais e não presenciais – estas utilizando a plataforma de ensino à distância da UA – com vista a uma participação mais competitiva nas exigentes Olimpíadas Internacionais. Em Maio será efectuada uma prova de ordenação que determinará a composição das equipas a enviar a Taipei – Taiwan (37th IChO) e a Lima-Peru (10.ª OIAQ).

Os alunos seleccionados:

Carlos Davide Oliveira Pinto – ES S. Pedro do Sul

Ana Raquel Rita Lopes – C.I. Carvalhos Duarte Saraiva Martins – ES Cacilhas – Tejo

Bruno Macedo – ES Rio Tinto
Pedro Leonel Sousa e Silva – ES Eng. Calazans Duarte
Miguel Nogueira – ES Eng. Calazans Duarte

Inscrições de Escolas Secundárias ultrapassam a centena

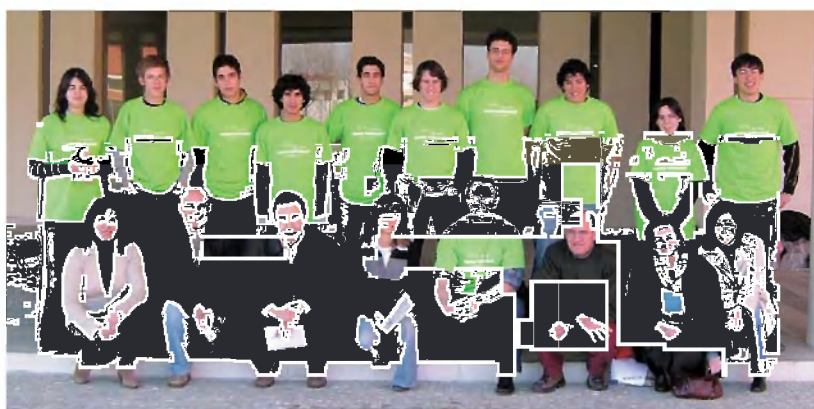
As Olimpíadas de Química estão definitivamente implantadas entre os alunos e professores do ensino secundário, como se pode avaliar pelo ritmo de crescimento constante do número de Escolas inscritas em cada ano. E, em 2005, foi ultrapassada a barreira dos dois dígitos, com a inscrição de 102 Escolas!

O sucesso desta iniciativa começa a criar alguns problemas de dimensão junto dos organizadores das semifinais, sendo de realçar o esforço efectuado para que a nenhuma Escola seja negada a oportunidade de participar.

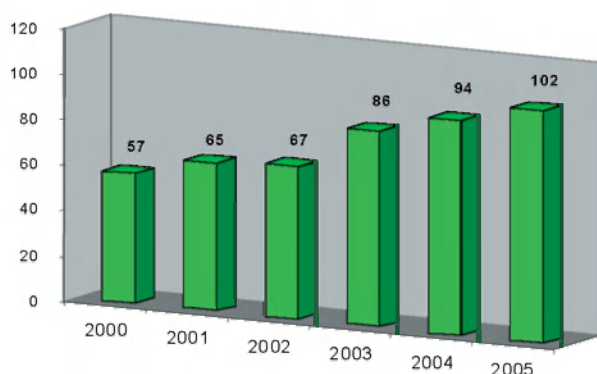
Após a distribuição das Escolas inscritas pelos 3 locais de realização das semifi-



A boa disposição dos participantes no fim da prova.



A selecção nacional: os atletas (alunos), os treinadores pessoais (professores), a secretária técnica (Carla Ranito) e o seleccionador (Paulo Ribeiro Claro).



Legenda: Evolução da participação das Escolas nas Olimpíadas de Química de 2000.

nais (Aveiro, Lisboa e Porto), de acordo com critérios geográficos, compete aos organizadores locais (Paulo Ribeiro Claro, Jorge Morgado e Maria das Dores Ribeiro da Silva) garantir as condições necessárias para acolher as equipas – o anfiteatro para a recepção, as salas de provas, as refeições, o júri de provas – sabendo que as condições do ano anterior já não são suficientes...

As provas decorreram a 26 de Fevereiro. Os resultados e outras informações estarão disponíveis no “sítio” da SPQ (www.spq.pt) no menu Olimpíadas e em (www.fc.up.pt/qui/). A Final nacional, que reúne os 27 vencedores numa competição individual, realizar-se-á na Universidade de Aveiro, no dia 7 de Maio.



Primeira edição das Olimpíadas Júnior a nível nacional

A realização das Olimpíadas de Química para o ensino básico a nível nacional tinha já sido anunciada no número anterior do “Química”. De qualquer modo, não é demais salientar que, depois da experiência bem sucedida na UA em 2004, só foi possível avançar para uma realização a nível nacional graças ao grande empenhamento dos Departamentos de Química das universidades portuguesas.

Apesar da data-limite para entrega desta notícia ser demasiado próxima da data de encerramento das inscrições, é já possível contabilizar 108 inscrições distribuídas pelo conjunto das instituições participantes, num total de mais de 700 alunos (o número total de alunos vai depender da capacidade de acolhimento de cada instituição, que determina o número de equipas por Escola).

Este número de Escolas inscritas é muito satisfatório para um ano de arranque, num nível de ensino onde as Olimpíadas de Química são ainda novidade. É de esperar (ou reacear?) que o número cresça nos próximos anos...

Os resultados finais da prova (9 de Abril) deverão ser encontrados nos “sítios” da *internet* dos Departamentos de Química participantes.

Paulo Ribeiro Claro, SPQ

Ambiente das provas de 26 de Fevereiro.

Medições de pH comparáveis por cadeias de rastreabilidade

A *International Union of Pure and Applied Chemistry* (IUPAC), cuja sede é actualmente nos Estados Unidos, é a organização mundial mais representativa dos químicos, tendo como objectivo promover o desenvolvimento das ciências químicas e contribuir para a aplicação da química ao serviço do Homem. Uma vez definidos tópicos prioritários e identificados os especialistas, estes são

convidados a constituir-se em grupos de trabalho, desenvolvendo projectos, que, publicados nos jornais oficiais da IUPAC vêm a constituir referências mundiais. Um dos projectos recém aprovados é o “Comparable pH measurements by metrological traceability/Medições de pH comparáveis por cadeias de rastreabilidade” (<http://www.iupac.org/projects/2004/2004-005-2-500.html>) coordenado pela Professora Maria Filomena Camões, docente do Departamento de Química e Bioquímica da FCUL. Este

projecto, previsto para três anos com início a 5 de Janeiro de 2005, surge na sequência de um outro “The Measurement of pH. Definitions, Standards, and Procedures/A Medição de pH. Definições, Padrões e Procedimentos (Recomendações IUPAC 2002)”, *Pure Appl. Chem.* **74**, 2169-2200 (2002), de cujo Grupo de Trabalho também fez parte a Professora Maria Filomena Camões, recentemente distinguida com o título de IUPAC Fellow.

O projecto apoiado pelas divisões de Química Analítica (V), Química Física e Biofísica (I), Química e Ambiente (VI), e pela Comissão de Química e Indústria, irá desenvolver-se no contexto das medições de pH em matrizes complexas. É constituído por duas partes, a saber: Parte I – Medições de pH em avaliação, monitorização e controlo de qualidade da água; Parte II – Medições

de pH de relevância clínica, bioquímica e ambiental.

O grupo de trabalho inclui especialistas da mais elevada craveira científica, nomeadamente Peter Atkins, Paul de Bièvre, Arthur Covington (Doutor *Honoris Causa* pela Universidade de Lisboa), Bjarne Kristensen, Erno Lindner, Gunther Meinrath, Martin Milton, Kenneth Pratt, Sandra Rondinini, Petra

Spitzer, David Turner, Yoshio Umezawa e George Wilson, o que, associado à relevância do tema e à multiplicidade de questões científicas envolvidas na medição e cálculo de pH certamente contribuirá para elevado impacto na comunidade científica.

Maria Filomena Camões (sócio n.º 1609)
(fcamoes@fc.ul.pt)

Fundamentos, Desenvolvimento e Aplicações de Cromatografia

O 3.º Encontro Nacional de Cromatografia decorreu na Torre do Tombo em Lisboa entre 15 e 17 de Dezembro de 2003, tendo o evento intitulado *Fundamentos, Desenvolvimento e Aplicações*, sido participado por mais de cem conferencistas vindos de todo o país e tido a adesão de diversos stands de empresas nacionais e estrangeiras da área da cromatografia.

Como vem sendo habitual, foram convidados dois reputados cientistas estrangeiros, o Prof. Pat Sandra do *Research Institute for Chromatography* (Kortrijk-Bélgica) e o Prof. Carlo Bicchi do *Departamento de Ciência e Tecnologia do Fármaco da Universidade de Turim* (Itá-

lia), que proferiram lições plenárias de excelência sobre os mais recentes desenvolvimentos associados às técnicas cromatográficas.

No totalidade, foram efectuadas mais de oitenta apresentações científicas entre lições convidadas, comunicações orais e pósteres, onde o denominador comum foi uma vez mais a partilha de experiências entre todos os participantes que estudam, desenvolvem e aplicam as técnicas cromatográficas.

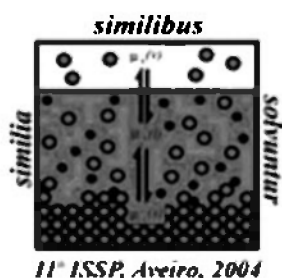
Durante o evento houve uma clara adesão de jovens conferencistas, tendo a *International Organization for the Promotion of Microcolumn Separations* (IOPMS) atribuído dois prémios às melhores comunicações apresentadas e que se saldou com duas bolsas a estudantes de pós graduação para participa-

rem no 27th *International Symposium on Capillary Chromatography*, que se realizou em Riva del Garda (Itália) entre Maio e Junho de 2004.

A Comissão Organizadora e diversos colegas do Grupo de Cromatografia em particular, mostraram interesse em descentralizar o próximo evento, no sentido de uma divulgação mais abrangente desta área noutras instituições nacionais, tendo ficado decidido que o 4.º *Encontro Nacional de Cromatografia* teria lugar na Universidade de Évora durante o corrente ano.

Apela-se por isso mesmo a todos os potenciais participantes que enriqueçam o evento com a respectiva presença.

JMF Nogueira, SPQ
(sócio n.º 933)



11th International Symposium on Solubility Phenomena – Including Related Equilibrium Processes (11th ISSP)

O “11th ISSP” organizado pelo *Subcommittee on Solubility and Equilibrium Data* da IUPAC realizou-se na Universidade de Aveiro, entre 25 e 29 de Julho de 2004, precedido pela reunião anual desta subcomissão nos dias 24 e 25. Após as conferências do Canadá, Estados Unidos da América, Reino Unido, Rússia, Argentina, Áustria, Japão, Tunísia e Bulgária coube a Portugal a realização deste simpósio pela Universidade de Aveiro em colaboração com a Sociedade Portuguesa de Química.

A solubilidade e as soluções resultantes da dissolução de solutos estão omnipresentes na história da terra e a todos os

níveis da actividade. A presença generalizada do fenómeno da solubilidade faz com que passe, muitas vezes, despercebido tanto em termos científicos como educacionais. O “International Symposium on Solubility Phenomena” foi criado precisamente para realçar a importância das teorias relacionadas com os fenómenos de solubilidade, como refere H. L. Clever na sua “Brief History of the IUPAC Solubility Data Project” (*Chem. Int.* 2004 **26**(3), versão electrónica).

A denominação inicial do simpósio foi este ano alterada para traduzir o alargamento dos interesses e competências científicas da primitiva Subcomissão de

Solubilidade aos vários processos de equilíbrio, originando o Subcommittee on *Solubility and Equilibrium Data (SSED)*. A reunião anual do SSED realizou-se na Universidade de Aveiro sob a presidência de Heinz Gamsjager e secretariada por Dana Knox. No decurso desta reunião foi atribuído o prémio Franzosini de 2004 a Marian Góral do Instituto de Química Física da Academia Polaca de Ciências. Marian Góral desenvolveu uma nova equação de estado para o estudo da solubilidade de sistemas água-hidrocarbonetos.

O Simpósio esteve organizado em nove sessões: Aplicações Industriais, Líquidos Iónicos e Electrólitos, Modelação e Aspectos Computacionais, Equilíbrios Gás-Líquido, Termodinâmica de Soluções, Polímeros e Não-electrólitos, Determinação Experimental de Solubilidades, Aspectos Educacionais da Solubilidade, e Aplicações Ambientais e Geoquímicas. A sessão plenária de abertura intitulada "Solubilities in supercritical fluids" proferida por Dana Knox (EUA) foi uma excelente introdução à sessão orientada para as aplicações industriais. A sessão plenária de encerramento intitulada "Solutions in the Big Laboratory: towards a model for metals at the Earth's surface" proferida por Peter Williams (Austrália) foi uma lição fascinante sobre a ligação entre a composição das águas naturais, como a água do mar e outras águas superficiais, e os minerais que cristalizam nesses ambientes. Teve direito a uma ovação após uma elucidativa demonstração experimental em que mostrava que a composição da solução, representada pela ordem diferente de adição dos reagentes, é determinante da composição do sólido final. As outras duas plenárias foram proferidas por Jean-Pierre Grolier (França) sobre "Modification of the glass transitions of polymers by high pressure gas solubility" e Eugénia Macedo (Portugal) sobre "Solubility of aminoacids, sugars and proteins". Além destas quatro plenárias, foram apresentadas nove comunicações convidadas, vinte e sete comunicações orais e cinquenta e três apresentações



Marian Góral entre James Gamsjager (Austria) e Adam Strzeżewski (Polónia) num momento da reunião da Subcomissão de Solubilidade e Equilíbrio

em painel. As lições plenárias e as comunicações convidadas serão publicadas num dos números de 2005 da revista *Pure and Applied Chemistry* sob a responsabilidade dos editores Clara Magalhães, Glenn Heffer e Heinz Gamsjager. Todas as outras comunicações poderão ser publicadas na revista *Monatshefte für Chemie / / Chemical Monthly* sujeitas aos processos normais de revisão.

Neste Simpósio foram atribuídos três prémios para a melhor apresentação em painel – dois prémios foram oferecidos pela IUPAC e consistiam num certificado passado por aquela instituição e um ano de assinatura da revista *Chemistry International* e o outro prémio foi oferecido pela John Wiley and Sons que ofereceu um exemplar do livro *The Experimental Determination of Solubilities*. Os prémios da IUPAC foram atribuídos a Mara G. Freire, do Departamento de Química da Universidade de Aveiro e a Ada Villafila Garcia, do Departamento de Engenharia Química da Universidade Técnica da Dinamarca. O prémio oferecido pela John Wiley and Sons foi atribuído a Martin Slavik do Departamento de Química da Universidade Técnica de Liberec, República Checa.

A relação entre a ciência e a arte também não foi esquecida neste Simpósio e no dia da recepção foi inaugurada a exposição *Solubility: Art and Science* que esteve patente durante toda a semana do Simpósio. Nesta exposição, de que foi comissária Rosa Maria Oliveira do Departamento de Comunicação e Arte da Universidade de Aveiro, foram apresentados trabalhos de artistas convidados mas também de docentes e estudantes de pós-graduação da Universidade de Aveiro.

O simpósio teve os seguintes patrocínios: Universidade de Aveiro; CICECO – Centro de Investigação em Materiais Cerâmicos e Compósitos; US Army-Research, Development, and Standardization Group UK; Fundação para a Ciência e Tecnologia; Fundação Oriente; Fundação Luso-Americana para o Desenvolvimento; Câmara Municipal de Aveiro; Universidade de Coimbra; John Wiley and Sons; Rota da Luz; e Millenium BCP.

O próximo simpósio realizar-se-á na Alemanha, em Julho de 2006, em Freiberg, na Saxónia.

Maria Clara Magalhães (sócio n.º 553)
Departamento de Química,
Universidade de Aveiro

Boletim da SPQ – Guia para autores

Orientação Editorial

Química, o Boletim da Sociedade Portuguesa de Química, versa todos os assuntos relacionados com a Química, e em particular todos aqueles que dizem respeito à Química em Portugal.

Química, publica entrevistas, reportagens, artigos solicitados e propostos, noticiário, resenhas de livros e outras publicações e correspondência dos leitores. É incentivada a submissão voluntária de artigos de carácter relativamente geral e escritos de modo a despertar interesse a um vasto leque de leitores.

Química, não sendo especializado na história e filosofia da química, está aberto e pretende encorajar a publicação de contribuições nesta área. O *Química* pode também incluir artigos de autores especialmente convidados para publicarem sobre temas específicos da história e da filosofia da química.

Normas de Colaboração e Instruções para os Autores

1. Os artigos devem ser enviados por correio electrónico, para o endereço do *Química*, boletim@fe.up.pt dirigidos ao Editor do *Química*. O material submetido deverá conter o seguinte:

a) Um arquivo MS Word ou PDF com as figuras e tabelas incorporadas. O texto deve ser escrito com espaçamento duplo. Tabelas, gráficos e ilustrações devem ser numerados e incorporados com as respectivas legendas descrevendo sumariamente o seu conteúdo. As citações longas devem ficar destacadas no texto; as curtas devem ser colocadas entre aspas.

b) Um arquivo adicional devidamente identificado, por cada gráfico ou ilustração, em formato JPG, com a resolução

adequada a uma boa reprodução gráfica no tamanho original.

2. Os artigos devem conter um resumo de 50 a 200 palavras com a descrição do respectivo conteúdo. Salvo casos excepcionais, os textos não devem exceder cerca de 30 000 caracteres (5 a 6 páginas da revista, incluindo as figuras). As figuras deverão ter a qualidade indispensável.

3. Os artigos devem seguir, tanto quanto possível, as recomendações da IUPAC quanto à nomenclatura e unidades.

4. As referências devem ser reunidas no fim do texto, obedecendo o seguinte formato no caso de livros:

1 S.J. Formosinho, *Fundamentos de Cinética Química*, Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa, 1982.

2 R. S. Turner, 'University Reformers and Professional Scholarship in Germany, 1760-1806', in L. Stone (ed.), *The University in Society*, Princeton: Princeton University Press (1974) 495-531.

3 R. S. Turner, op. cit. 'University', 496-497.

Para artigos em publicações periódicas escreva o nome da revista por extenso e dê o intervalo de páginas:

4 G. Krager, *Nachrichten aus der Chemie*. **53** (2005) 136-138.

As fontes manuscritas devem conter todas as informações necessárias que permitam a localização da fonte; referências posteriores devem citar nome, data e abreviatura da fonte, caixa, número da página ou fólio:

5 Carta de Adolphe Wurtz a Jean-Baptiste Dumas, 15 de Fevereiro de 1864, Paris, Archives de l'Académie des Sciences, Dossier Wurtz.

Os agradecimentos devem ser colocados no fim dos artigos, antes das referências.

6. O corpo editorial acusará a recepção das colaborações propostas e os textos serão apreciados por um ou mais avaliadores. Com base nas apreciações obtidas, será decidida a aceitação, recusa das colaborações propostas, ou eventualmente a revisão dos textos pelos autores antes de tomar uma decisão definitiva.

a) Artigos no âmbito do grupo de História da Química serão avaliados pelo menos por um dos membros da Comissão Editorial para a História da Química, sendo seguidamente apreciados por dois avaliadores anónimos. Os artigos que não correspondam aos padrões de qualidade do *Química* poderão ver recusada a sua publicação. Neste caso, o artigo será devolvido ao autor.

7. Em casos especiais, sujeitos à concordância da Comissão Editorial do *Química*, as contribuições poderão ser publicadas em inglês, ou noutra língua estrangeira, devendo então conter um resumo suplementar em português.

8. Os artigos submetidos para publicação no *Química* não podem ser submetidos a outras revistas. A reprodução de figuras já publicadas carece da devida autorização pelo detentor dos direitos. A autorização para reproduzir imagens é inteiramente da responsabilidade do autor, o que deverá ser referido nos casos em que se aplique.

9. Os direitos de autor dos artigos publicados são propriedade da Sociedade Portuguesa de Química, não se autorizando a sua reprodução total ou parcial, mesmo sob a forma de tradução numa língua diferente, salvo com autorização escrita da Comissão Editorial.

10. No caso dos autores desejarem corrigir as provas dos textos aceites para publicação, deverão indicá-lo expressamente quando da submissão do texto.

11. As provas tipográficas dos artigos em co-autoria bem como as separatas serão enviadas para o autor responsável, a menos que o Editor seja informado do contrário.

12. A inobservância de qualquer das normas de colaboração poderá levar à devolução do texto recebido.

Contactos

Editor do Boletim da Sociedade Portuguesa de Química

Joaquim Luís Faria

Departamento de Engenharia Química
Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

Rua Dr. Roberto Frias s/n

4200-465 PORTO

Tel.: 225 081 645

Fax: 225 081 449

e-mail: jlfaria@fe.up.pt

Comissão Editorial para a História da Química

A. M. Nunes dos Santos

(amns@fct.unl.pt)

Ana Simões (asimoes@fc.ul.pt)

José Luís Câmara Leme (jlcl@fct.unl.pt)

Ana Carneiro (amoc@netcabo.pt)

Sociedade Portuguesa de Química

Grupo de História da Química

Av. da República, 37 – 4.º

1050-187 Lisboa

Tel.: 217 934 637

Fax: 217 952 349

Actualidades Científicas

Nanotubos de Carbono de Parede Dupla de Elevada Pureza

Desde a descoberta dos nanotubos de carbono que se tem procurado a produção massiva de nanotubos de carbono de parede múltipla (MWNT) e de nanotubos de carbono de parede simples (SWNT), materiais com elevada resistência mecânica, condutividade térmica e estabilidade estrutural. No entanto, apesar do seu processo de produção ser menos investigado, os nanotubos de carbono de parede dupla (DWNT) parecem apresentar propriedades superiores às dos MWNT e dos SWNT. A produção de DWNT de elevada pureza e cristalinidade, necessária para estudar as suas propriedades com mais profundidade, tem-se revelado difícil.

Recentemente, uma equipa internacional, liderada por Morinobu Endo, Professor da Universidade Shinshu em Nagano, Japão, desenvolveu um processo para produzir DWNT de elevada pureza por deposição química em fase vapor (*Nature* **433** (2005) 476). O processo envolve a formação de DWNT sobre SWNT usando um catalisador de molibdeno, seguida de purificação com HCl e posterior oxidação com ar.

O processo desenvolvido, permite produzir nanotubos com diâmetros uniformes e remover eficientemente impurezas na forma de SWNT, carbono amorfo, catalisadores metálicos e materiais de suporte. (adaptado de *Chemical & Engineering News* **83** (6) (2005) 9)

Helder Gomes

O Protector Solar das Plantas

A molécula que as plantas usam para se protegerem dos perigos associados a uma exposição solar excessiva durante a fotossíntese foi recentemente descoberta por uma combinação de técnicas de espectroscopia ultra rápida e de genética de plantas.

As plantas necessitam da luz solar para produzir energia química pelo processo de fotossíntese. Há mais de duas décadas que se sabia que as plantas se protegem da luz solar excessiva, evitando a oxidação da clorofila e de outros pigmentos fotossintéticos importantes. Mas, o mecanismo biofísico deste processo manteve-se misterioso durante todo este tempo.

O químico Graham Fleming, o biólogo de plantas Krishna Niyogi e colaboradores do Laboratório Nacional de Lawrence Berkeley e da Universidade da Califórnia em Berkeley, observaram que a zeaxantina, um carotenóide produzido pelas plantas em resposta a luz solar intensa, é a responsável pelo efeito protector (*Science* **307** (2005) 433).

Usando técnicas de espectroscopia ultra rápida e genética de plantas, a equipa observou que a exposição de folhas de espinafre a luz intensa conduz à formação de radicais catiónicos de zeaxantina. A formação destes radicais ocorre quando a zeaxantina se liga a moléculas de clorofila fotoexcitadas, potencialmente perigosas. A zeaxantina liberta um electrão para a clorofila excitada, produzindo um radical aniónico de clorofila e um radical catiónico de zeaxantina. Posteriormente, estes produtos realizam uma recombinação de carga, permitindo a libertação de energia em condições de segurança, do estado excitado da clorofila sob a forma de calor. (adaptado de *Chemical & Engineering News* **83** (4) (2005) 10)

Helder Gomes

9th International Conference in Chemometrics in Analytical Chemistry (9th CAC)

A 9th CAC (CAC-2004), dedicada ao tema “Novos Desafios para uma Ciência em Maturação”, realizou-se em Lisboa entre 20 e 23 de Setembro de 2004, contando com a participação de 240 pessoas de todo o mundo. O programa deste evento patrocinado pela SPQ, contou com 49 apresentações orais proferidas por quimiométricos de renome mundial e pela maioria dos fundadores da disciplina, e mais de 190 posters (informação detalhada do programa em dequim.ist.utl.pt/cac2004/program.htm).

O primeiro dia de trabalhos foi dedicado a problemas biológicos abordados por métodos tradicionais e inovadores em quimiometria e por análise de processos. Foram particularmente focados os desafios para a quimiometria na indús-

tria farmacêutica. No segundo dia, os oradores abordaram essencialmente a tecnologia analítica de processo. Durante uma das lições, foram lançados dois grandes desafios aos quimiométricos. O primeiro, desenvolver hipóteses para incluir a metodologia da quimiometria na avaliação do risco global. O segundo, simplificar a comunicação entre os “outputs” da quimiometria e todos os indivíduos envolvidos no processo. Outras lições incidiram sobre novos cenários para a introdução da quimiometria na produção farmacêutica e na indústria em geral e na análise e monitorização de processos.

A manhã do terceiro dia da conferência foi dedicada ao desenvolvimento do produto e optimização, e ao papel da quimiometria na análise de dados ambientais. Nas sessões da parte da tarde abordaram-se os desafios biomédicos para a quimiometria, tendo sido dado

ênfase às suas novas aplicações em espectroscopia de RMN e à análise de dados de imagem. O último dia da conferência foi totalmente dedicado aos novos métodos e abordagens em quimiometria, desde o projecto experimental a novas metodologias para manipular grandes conjuntos de dados.

Resumindo, as comunicações apresentadas nas 14 sessões temáticas formaram uma excelente representatividade dos desafios que os quimiométricos de diversas áreas enfrentam, incluindo biologia de sistemas, processamento químico, ambiental e farmacêutico. A próxima edição da CAC, a 10.^a será realizada em 2006 em Campinas, Brasil.

(Fonte: Meeting Report de Márcia M. C. Ferreira, Instituto de Química, Universidade Estadual de Campinas, UNICAMP, Campinas, Brasil)
Helder Gomes

4.^{as} Jornadas da Revista Corrosão e Protecção de Materiais

As 4.^{as} Jornadas da Revista Corrosão e Protecção de Materiais realizaram-se no passado dia 25 de Novembro de 2004, no Pólo Tecnológico de Lisboa, tendo estado envolvidos na comissão organizadora dois sócios da SPQ, nomeadamente a Prof.^a Inês Fonseca da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa (sócio n.º 1312) e o Prof. Victor Lobo da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra (sócio n.º 2442).

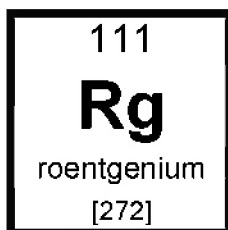
O evento contou com a presença de cerca de 130 participantes, tendo sido apresentados 20 trabalhos, agrupados em 4 temas: (i) Corrosão e Protecção em Betão Armado; (ii) Revestimentos; (iii) Corrosão Metálica e Tratamento de Superfícies; (iv) Ambiente. Pela 1.^a vez, devido ao número elevado de comunicações, recorreu-se a duas sessões paralelas. Foram ainda proferidas 2 Conferências Plenárias. A primeira, pela Prof.^a

Oladis Trocónis de Rincon da Universidade de Zulia, veio evidenciar os efeitos negativos da corrosão em estruturas importantes para o quotidiano do Homem, como pontes, viadutos e outras grandes estruturas de betão. A segunda, pelo Eng.º Paulo Torres, Director da Divisão de Tratamento de Superfícies da Salvador Caetano, traçou uma excelente panorâmica dos progressos tecnológicos da protecção anticorrosiva no sector automóvel e evidenciou a permanente luta que vem sendo travada ao nível global, mas claramente “motorizada” pelo sector automóvel, na busca das melhores soluções de protecção anticorrosiva, dos mais variados componentes dos veículos, de preferência ao melhor custo, mas, obrigatoriamente, cada vez mais amigas do Ambiente e do Homem.

Na sua globalidade, as Jornadas vieram confirmar que o desenvolvimento de novos produtos e tecnologias de produção e de aplicação anticorrosivas, continua focado na protecção do Ambiente e do Homem, sendo envidados grandes esforços e recursos na substituição de

produtos tóxicos e cancerígenos e técnicas e tecnologias que afectem negativamente o Ambiente. Confirmaram ainda a existência de um significativo número de excelentes Equipas no nosso País empenhadas na luta contra a corrosão dos materiais, equipamentos e estruturas, operando nos mais variados meios, dos quais o marinho apresenta especial realce. Confirmaram também que existe um significativo número de jovens investigadores portugueses, cujo entusiasmo e capacidade são o garante da continuação da luta contra a corrosão ao nível nacional. Este facto foi reconhecido pelo INETI, que patrocinou o prémio atribuído ao melhor dos trabalhos das Jornadas apresentados por Jovens. Como conclusão final, ao nível de intervenção, da corrosão dos materiais e da luta anticorrosiva, existe capacidade e entusiasmo suficientes, para representar condignamente Portugal, no próximo Congresso Europeu de Corrosão – o “EUROCORR’2005”, que se realizará em Lisboa em Setembro de 2005.

Teresa Cunha Diamantino, INETI



O elemento 111 da Tabela Periódica

Em 2003 a descoberta do elemento com número atómico 111 foi confirmada por um grupo de trabalho constituído por membros da IUPAC e da IUPAP. As experiências que levaram à formação deste novo elemento estão descritas no trabalho de Hofmann et al. (*Pure App. Chem.* **75** (2003) 1601-1611) desen-

volvido em Darmstadt, Alemanha, no Gesellschaft für Schwerionenforschung mbH. De acordo com os procedimentos da IUPAC, a designação do novo elemento foi inicialmente proposta pelos autores da descoberta, que escolheram um nome e um símbolo para o elemento em causa. Neste caso, o nome proposto foi *roentegenium*, com símbolo Rg. Seguidamente, a aceitação da proposta foi recomendada pelo comité da Divisão de Química-Inorgânica da IUPAC. Esta recomendação provisória já foi examinada e aceite por peritos e o período de auscultação pública já terminou. Desta forma a designação proposta, que manteve a tradição de nomear os elementos de forma a homenagear cientistas famosos, foi aceite.

Em Novembro de 1895, Wilhelm Conrad Roentgen descobriu os raios X, um novo tipo de radiação ao qual atribuiu este nome tendo em conta a incógnita que constituía a sua natureza. A sua posterior utilização veio a revolucionar a medicina, proporcionando novas tecnologias de diagnóstico e foi precursora da idade moderna da física, baseada em propriedades atómicas e nucleares. Em 1901, seis anos após esta descoberta, os benefícios dos raios X para a humanidade já eram tão evidentes que Roentgen foi galardoado com o primeiro prémio Nobel da Física. O elemento 111 foi sintetizado exactamente 100 anos após a descoberta de Roentgen e, em sua honra, nomeado roentgénio. (Adaptado de *Chemistry International* **27** (2005) 16)

Marcela Segundo

Chemistry: A Revista Europeia celebra uma década de existência

No âmbito das comemorações do 10.º aniversário da revista *Chemistry*, editada pela Wiley-VCH, irá realizar-se em Estrasburgo no próximo dia 15 de Abril um simpósio subordinado ao tema "Stimulating Concepts in Chemistry".

O primeiro passo para o nascimento da *Chemistry* foi dado em 1993 numa conferência em Munique, após uma discussão de ideias entre os Professores Jean-Marie Lehn (prémio Nobel da Química em 1987) e Heinrich Noth, da Sociedade Alemã de Química e o Dr. Peter Goltz, da editora VCH. O primeiro número da *Chemistry* foi publicado em Abril de 1995. A ambição inicial em tornar a *Chemistry* uma revista de qualidade su-

perior, com um espírito Europeu e internacionalmente atractiva, foi rapidamente concretizada (ver entrevista com Neville Compton, Editor-Chefe noutras páginas deste número). De facto, a *Chemistry* tornou-se numa das revistas científicas com maior crescimento, apresentando actualmente um factor de impacto de 4.353, indicador da sua elevada qualidade.

A revista *Chemistry* e a Wiley-VCH pertencem às 14 Sociedades Europeias de Química (EU ChemSoc), co-organizadoras do simpósio comemorativo. O programa do 10.º aniversário da *Chemistry*, procura realçar a diversidade, a internacionalização e a qualidade da química que tem sido publicada na revista, tendo sido elaborado pelo Presidente do Corpo Editorial, o Professor Jan Backvall e pelo Presidente das Sociedades Euro-

peias de Química, o Professor Wolfram Koch. O sucesso do programa está a partida garantido com a presença dos Professores José Barluenga da Universidade de Oviedo, Steven Ley da Universidade de Cambridge, Frans De Schryver da Universidade Católica de Louvain, Günter Schmid da Universidade de Essen, J. Fraser Stoddart da Universidade da Califórnia e George Whitesides da Universidade de Harvard, químicos de renome mundial, que irão proferir estimulantes lições plenárias.

O registo no simpósio é gratuito, podendo ser feito através da respectiva página web (10th-anniversary.chemeurj.org). Para informações adicionais, contactar o gabinete editorial da *Chemistry* (chemistry@wiley-vch.de).

Helder Gomes

A SPQ CONTA CONSIGO!

O QUÍMICA conta com os seus sócios para cumprir a sua missão. Se está interessado em contribuir para as secções de Noticiário SPQ, Tomar Nota, ou tem uma ideia para as Actividades no Laboratório, contacte-nos em boletim@fe.up.pt. Todas as contribuições serão bem vindas!

Qualidade conta: 10 anos da Chemistry

A *Chemistry – A European Journal* está idealmente posicionada e preparada para os desafios futuros, suportada por 14 Sociedades Europeias de Química e por muitos dos melhores autores de todo o mundo, que utilizam esta revista como fórum de investigação. O 10.º aniversário da revista constitui uma oportunidade para avaliar o seu progresso: Neville Compton, Editor-Chefe, à conversa com Gerhard Karger da *Nachrichten aus der Chemie*.

Nachrichten aus der Chemie: Dr. Compton, a *Chemistry* iniciou o seu 10.º aniversário com um primeiro número de Janeiro contendo 428 páginas, o que nem sempre foi o caso.

Neville Compton: Não. Originalmente a *Chemistry* aparecia mensalmente como complemento da *Angewandte Chemie*. Tornou-se independente em 1997 aumentando a frequência para 24 números por ano em 2000. Em 2004 publicámos mais de 6550 páginas. Dez vezes mais do que em 1995.

NCh: *Chemistry – Uma história de sucesso? Voltamos ao início. O que atraiu a comunidade a esta revista em 1995?*

Compton: Bem, o mais empolgante foi o facto da nova revista, a *Chemistry*, ter sido fundada na Europa. Rapidamente conseguiu um forte apoio uma vez que muitos dos autores tinham uma estreita relação com a Europa e muitas das Sociedades Europeias de Química estiveram directamente envolvidas desde o início.

NCh: *O que havia de especial?*

Compton: A *Chemistry* foi a primeira revista dedicada a artigos de todas as áreas químicas, o que a levou a alcançar uma efectiva aceitação internacional. Em contraste com as pequenas comunicações, o formato de artigo completo oferecia espaço para uma discussão detalhada dos resultados. Competimos directamente com o *Journal of the American Chemical Society (JACS)*, preenchendo uma importante lacuna no mercado.

NCh: *Que também existia nos EUA?*

Compton: Sim. Temos publicado artigos

dos EUA desde o início. Entretanto, recebemos cada vez mais trabalhos de fora da Europa e a contribuição Asiática tem crescido excessivamente.

NCh: *Sente que o crescimento da Chemistry tem provocado um efeito adverso em outras revistas?*

Compton: Em geral o número de publicações tem aumentado. A pressão para que Professores publiquem os seus resultados tem aumentado significativamente, em particular para justificar e assegurar o financiamento da investigação. Além disso, tal como mencionado anteriormente, tem havido um enorme aumento na submissão de artigos provenientes de países como a China. Na *Chemistry*, tal como em outras revistas, estamos, claro, empenhados em atrair os melhores artigos – *la crème de la crème*.

NCh: *Como consegue atrair os autores hoje em dia?*

Compton: Oferecendo-lhes o melhor serviço. Neste momento estamos a trabalhar na redução dos prazos de publicação. Actualmente o tempo médio é de 5 meses, mas quando se torna necessário acelerar o processo por motivos de competição, conseguimos publicar artigos no prazo de 4 semanas. O nosso sistema editorial *manuscriptXpress* tem contribuído consideravelmente para tornar o processo mais simples, rápido e eficiente. Aumentámos o pessoal para lidar com o enorme fluxo de manuscritos. Todas as contribuições estão disponíveis *online* após as correcções dos autores terem sido incluídas. Esta data é então considerada como a data da pu-

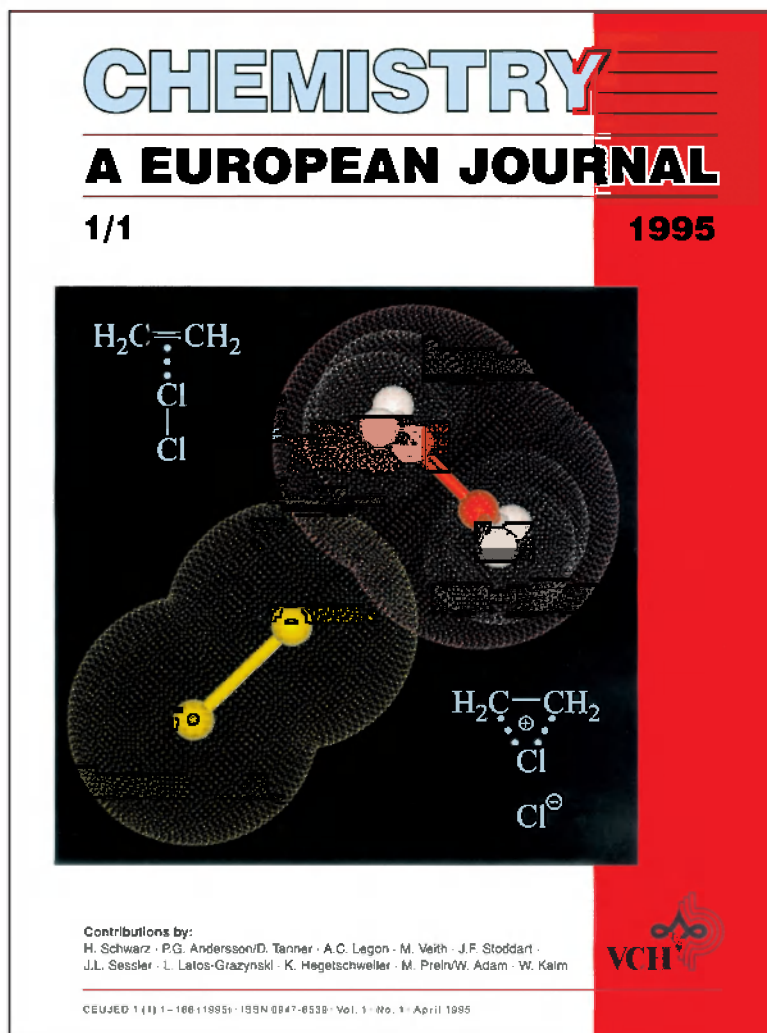


figura 1 Capa do primeiro número da Chemistry



figura 2 Capa do primeiro número de 2005

blicação, desde que o conteúdo científico não volte a ser alterado.

NCh: Esta versão final está pronta para download?

Compton: Sim. As nossas estatísticas da internet mostram que muitas dessas contribuições são lidas antes da edição impressa da revista estar disponível. O número de *downloads* tem aumentado incrivelmente.

NCh: Mas os *downloads* têm custos?

Compton: Sim e não. O serviço é gratuito para os subscritores. Todos os outros podem aceder aos artigos através do nosso serviço *pay-per-view*.

NCh: Por quanto tempo haverá uma edição impressa da *Chemistry*?

Compton: Enquanto puder ser.

NCh: Um dos serviços disponíveis aos leitores é a possibilidade de pesquisar textos online.

Compton: Esse é o motivo pelo qual disponibilizamos o texto integral *online*. A Wiley Interscience, juntamente com uma série de outros editores, implementou o projecto CrossRef. Um simples click na referência da versão electrónica direcciona-nos para o respectivo artigo, desde que tenhamos subscrito a publicação.

NCh: Do ponto de vista dos autores, outra das características atractivas numa revista é um elevado índice de impacto. Comparativamente com as revistas da concorrência, em que posição se situa a *Chemistry*?

Compton: O factor de impacto do nosso principal concorrente, o JACS, é mais

elevado do que o nosso, mas estamos a trabalhar nisso.

NCh: Em termos numéricos?

Compton: Actualmente, O factor de impacto do JACS é 6.516. Nós temos um factor de impacto de 4.353, enquanto que outro dos nossos concorrentes, o *New Journal of Chemistry*, tem um factor de impacto de 2.272.

NCh: Qual a actual taxa de rejeição?

Compton: Cerca de 50%.

NCh: A taxa de rejeição varia de acordo com as diferentes áreas da química, ou de país para país? Há diferenças consideráveis para a China?

Compton: Em termos de qualidade, os manuscritos estão distribuídos de igual forma por todas as áreas de investigação. Em termos geográficos há algumas diferenças. Por exemplo, no caso dos autores Chineses, houve um período em que nitidamente bateram o terreno em várias revistas com manuscritos de diferentes áreas para tentarem definir o perfil exigido. Inicialmente era submetido um grande número de artigos sem o nível de qualidade exigido pela *Chemistry*, o que levou claramente a uma elevada taxa de rejeição. No entanto, os autores foram aprendendo com a sua experiência e esta situação melhorou notavelmente. Nos últimos 2 anos, os artigos provenientes da China melhoraram consideravelmente não só em termos de qualidade como de requerimentos formais, facilitando o trabalho dos revisores.

NCh: Então não há tratamento especial para novos autores?

Compton: Não. Reiterando uma vez mais: o nosso principal critério para a aceitação de trabalhos é e será sempre a sua qualidade. Não há preferências nem restrições geográficas, nem é suposto haver um determinado número de artigos Europeus. No entanto, a competição pelo espaço tem sido intensificada. Naturalmente, temos continuado a crescer numa tentativa de não aumentar a taxa de rejeição para níveis que se tornem contraproducentes para o desenvolvimento da *Chemistry*.

NCh: Torna-se um problema para os revisores quando muitos autores desconhecidos tentam publicar na *Chemistry*?

Compton: É difícil dizer. Espera-se sempre que a avaliação assente em critérios puramente científicos.

NCh: Existe actualmente algum grupo de autores Chineses que submetam regularmente artigos para a revista? Tem identificado grupos de investigação particularmente activos?

Compton: Presentemente há cerca de 10 Institutos que contribuem regularmente com artigos excelentes. Outras revistas estão a verificar tendências semelhantes.

NCh: A *Chemistry* tem um vasto Quadro Editorial Internacional. De que forma tem este grupo contribuído para o sucesso de revista?

Compton: Os membros do Quadro de Editores auxiliam em casos difíceis, como por exemplo, quando há dois relatórios de avaliação extremamente conflituosos. Nas suas comunidades actuam como embaixadores e divulgadores.

NCh: Mesmo quando pertencem a outros Quadros? Não surgem conflitos de interesses para pessoas como Barry Trost ou Fraser Stoddart? Não colaboram também com as revistas da ACS?

Compton: Definitivamente não. Eles foram e continuam a ser muito úteis. Fraser Stoddart está em vias de publicar o seu 50th na *Chemistry*. Não só tem o seu nome envolvido no produto como também contribui activamente com excelentes resultados e artigos resultantes do seu trabalho de investigação. Tal exemplo tem encorajado outros colegas altamente qualificados a publicar connosco.

NCh: Voltando à fundação da *Chemistry* e ao papel desempenhado pelas Sociedades de Química, actualmente a revista pertence a 14 Sociedades Europeias. Qual o seu papel?

Compton: Em primeiro lugar elas apoiam a investigação química nos seus próprios países, encorajando os melhores químicos a publicarem na *Chemistry*. Luís Oro, presidente da Sociedade Espanhola de Química e membro da Sociedade de Proprietários tem sido particularmente activo e bem sucedido. Por outro lado, promo-



figura 3 Gerhard Karger à conversa com Neville Compton, Editor-Chefe da *Chemistry* (à direita).

vem a *Chemistry* nas suas revistas nacionais, como os leitores da *Nachrichten* bem sabem.

NCh: De que forma estão as Sociedades financeiramente envolvidas?

Compton: Inicialmente as diferentes Sociedades investiram capital e compraram acções de revista, ficando um determinado número de acções de parte para potenciais futuros parceiros. Hoje em dia as Sociedades recebem royalties de acordo com a sua quota. Com o passar do tempo, as Sociedades agruparam-se e formaram a *Editorial Union of Chemical Societies (EUChemSoc)*. Os proprietários não impõem o número de páginas a publicar por ano. Contudo, interferem na fixação do preço final da revista. Na reunião inicial dos proprietários, o gabinete editorial informa acerca do crescimento da revista e do planeamento futuro. Isto é importante na medida em que poderá, por exemplo, ser necessário publicar, e consequentemente financiar, 500 páginas extra.

NCh: Olhemos agora para o futuro, para uma Europa Unida que cientificamente tem uma voz importante.

Compton: Em linha com a expansão da União Europeia, naturalmente que há opções para expandir a "Chemistry Community". Há 10 anos atrás, os criadores da revista, Jean-Marie Lehn, Peter Göltz do *Angewandte Chemie*, o então presidente do GDCh Heinrich Noth, e o Director

Geral do GDCh, Heindirk tom Dieck, foram capazes de tomar as necessárias providências para que outras Sociedades pudessem associar-se.

NCh: Depois de tanto trabalho há motivo para celebrar. O ponto alto das celebrações do 10.º aniversário será o simpósio no ISIS Institute em Estrasburgo, onde Jean-Marie Lehn está afiliado. Quem deverá participar e quem estará presente?

Compton: Temos seis oradores principais, da Europa e não só, acerca dos quais disponibilizámos informações na nossa homepage. Estes não só contribuíram de forma importante em várias áreas da química como têm apoiado a revista desde a sua fundação. A selecção foi feita com base nas contribuições do Quadro Editorial e das Sociedades.

NCh: Ainda há vagas disponíveis?

Compton: De momento sim, mas o super programa tem suscitado muito interesse. Estamos a organizar o evento juntamente com o Departamento de Conferências do GDCh. Na nossa homepage [www.chemeurj.org] encontra-se um link para Frankfurt onde se pode registar.

Gerhard Karger, Frankfurt

Nota: Esta entrevista foi originalmente publicada na revista de membros da Sociedade Alemã de Química (*Nachr. Chem.* **53** (2005) 136-138) para referenciar a festa dos 10 anos do *Chemistry*. Tradução a partir da versão inglesa de Patrícia Curval Faria.

10. No caso dos autores desejarem corrigir as provas dos textos aceites para publicação, deverão indicá-lo expressamente quando da submissão do texto.

11. As provas tipográficas dos artigos em co-autoria bem como as separatas serão enviadas para o autor responsável, a menos que o Editor seja informado do contrário.

12. A inobservância de qualquer das normas de colaboração poderá levar à devolução do texto recebido.

Contactos

Editor do Boletim da Sociedade Portuguesa de Química

Joaquim Luís Faria

Departamento de Engenharia Química
Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

Rua Dr. Roberto Frias s/n

4200-465 PORTO

Tel.: 225 081 645

Fax: 225 081 449

e-mail: jlfaria@fe.up.pt

Comissão Editorial para a História da Química

A. M. Nunes dos Santos

(amns@fct.unl.pt)

Ana Simões (asimoes@fc.ul.pt)

José Luís Câmara Leme (jlcl@fct.unl.pt)

Ana Carneiro (amoc@netcabo.pt)

Sociedade Portuguesa de Química

Grupo de História da Química

Av. da República, 37 – 4.º

1050-187 Lisboa

Tel.: 217 934 637

Fax: 217 952 349

Actualidades Científicas

Nanotubos de Carbono de Parede Dupla de Elevada Pureza

Desde a descoberta dos nanotubos de carbono que se tem procurado a produção massiva de nanotubos de carbono de parede múltipla (MWNT) e de nanotubos de carbono de parede simples (SWNT), materiais com elevada resistência mecânica, condutividade térmica e estabilidade estrutural. No entanto, apesar do seu processo de produção ser menos investigado, os nanotubos de carbono de parede dupla (DWNT) parecem apresentar propriedades superiores às dos MWNT e dos SWNT. A produção de DWNT de elevada pureza e cristalinidade, necessária para estudar as suas propriedades com mais profundidade, tem-se revelado difícil.

Recentemente, uma equipa internacional, liderada por Morinobu Endo, Professor da Universidade Shinshu em Nagano, Japão, desenvolveu um processo para produzir DWNT de elevada pureza por deposição química em fase vapor (*Nature* **433** (2005) 476). O processo envolve a formação de DWNT sobre SWNT usando um catalisador de molibdeno, seguida de purificação com HCl e posterior oxidação com ar.

O processo desenvolvido, permite produzir nanotubos com diâmetros uniformes e remover eficientemente impurezas na forma de SWNT, carbono amorfo, catalisadores metálicos e materiais de suporte. (adaptado de *Chemical & Engineering News* **83** (6) (2005) 9)

Helder Gomes

O Protector Solar das Plantas

A molécula que as plantas usam para se protegerem dos perigos associados a uma exposição solar excessiva durante a fotossíntese foi recentemente descoberta por uma combinação de técnicas de espectroscopia ultra rápida e de genética de plantas.

As plantas necessitam da luz solar para produzir energia química pelo processo de fotossíntese. Há mais de duas décadas que se sabia que as plantas se protegem da luz solar excessiva, evitando a oxidação da clorofila e de outros pigmentos fotossintéticos importantes. Mas, o mecanismo biofísico deste processo manteve-se misterioso durante todo este tempo.

O químico Graham Fleming, o biólogo de plantas Krishna Niyogi e colaboradores do Laboratório Nacional de Lawrence Berkeley e da Universidade da Califórnia em Berkeley, observaram que a zeaxantina, um carotenóide produzido pelas plantas em resposta a luz solar intensa, é a responsável pelo efeito protector (*Science* **307** (2005) 433).

Usando técnicas de espectroscopia ultra rápida e genética de plantas, a equipa observou que a exposição de folhas de espinafre a luz intensa conduz à formação de radicais catiónicos de zeaxantina. A formação destes radicais ocorre quando a zeaxantina se liga a moléculas de clorofila fotoexcitadas, potencialmente perigosas. A zeaxantina liberta um electrão para a clorofila excitada, produzindo um radical aniónico de clorofila e um radical catiónico de zeaxantina. Posteriormente, estes produtos realizam uma recombinação de carga, permitindo a libertação de energia em condições de segurança, do estado excitado da clorofila sob a forma de calor. (adaptado de *Chemical & Engineering News* **83** (4) (2005) 10)

Helder Gomes

Nobel da Química 2004

<http://nobelprize.org/chemistry/laureates/2004/illpres/>

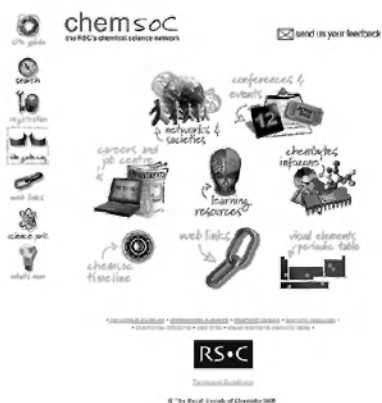


O Prémio Nobel da Química 2004 foi atribuído a Irwin Rose da University of California, Avram Hershko e Aaron Ciechanover do Israel Institute of Technology, pelo seu estudo na área da degradação celular de proteínas. Desde há muito tempo é conhecido o mecanismo de formação de proteínas nas células. O processo inverso, um dos principais mecanismos de controlo celular, foi descoberto por este grupo de cientistas no início da década de 80. A chave deste mecanismo encontra-se numa pequena proteína, a ubiquitina, existente nas células de diferentes organismos. A formação das células sexuais e a prevenção de auto-polinização das plantas são exemplos de processos controlados por esta proteína. Neste portal encontram-se disponibilizados os principais tópicos sobre esta descoberta, para além de indicações para leitura adicional sobre este tema.

Cláudia Silva

chemsoc – Rede Electrónica de Química

<http://www.chemsoc.org/>

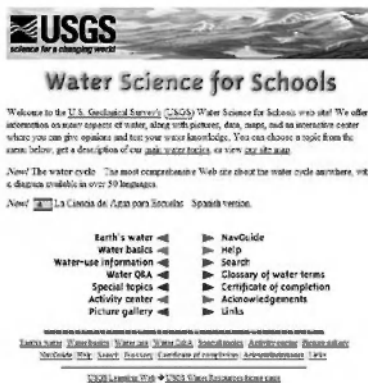


Portal desenvolvido recentemente pela *Royal Society of Chemistry* (RSC). A informação presente nesta página é disponibilizada por várias associações nacionais de química (actualmente cerca de 30) para a sua disseminação num só sítio da *web*. A página é de fácil navegação, apresentando um grafismo bastante apelativo. Permite a ligação a outros sítios *web* sobre as várias disciplinas da química e apresenta uma área de informação, onde são publicadas diariamente notícias sobre a indústria química, novos produtos e novas publicações. Um dos pontos altos desta página reside numa versão electrónica da tabela periódica que inova pelo seu excelente aspecto gráfico e através da qual o utilizador pode exportar informação sobre todos os elementos desde a sua descoberta, origem, utilização e propriedades físico-químicas. Saliente-se ainda a existência de uma bolsa de emprego e de uma base de dados de conferências e eventos. O registo nesta página permite ao utilizador receber via *e-mail* notícias da sua actualização, para além de ter acesso a informação apenas disponibilizada a membros da RSC.

Cláudia Silva

As Ciências da Água na Escola

<http://ga.water.usgs.gov/edu/index.html>



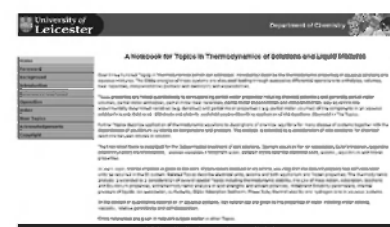
A *U.S. Geological Survey's* (USGS) apresenta neste sítio da *web* informação diversa relativa à Água destinada sobretudo ao público mais jovem. Assuntos como a origem e propriedades da água, sua distribuição e localização no planeta, sua utilização em diversas vertentes (industrial, doméstica, produção de energia, etc.) e tópicos actuais como as chuvas ácidas, contaminação de águas

subterrâneas, qualidade da água, entre outros, são apresentados neste sítio recorrendo a uma linguagem simples, sempre acompanhados por ilustrações sugestivas relativas a cada tema, mapas e testes interactivos.

Cláudia Silva

Tópicos em termodinâmica de soluções e misturas líquidas

<http://www.le.ac.uk/chemistry/thermodynamics/>



Durante muito tempo Mike Blandamer (Professor *Emeritus* de Química-Física na Universidade de Leicester, mjb@le.ac.uk), compilou uma colecção de pequenos textos sobre temas específicos de termodinâmica de soluções. A sua maioria foi usada como apontamentos pelos alunos de graduação e mesmo como notas de consulta para alunos de pós-graduação. João Carlos Reis, Professor Associado da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa (jcreis@fc.ul.pt), achou que essas notas dispersas mereciam uma compilação sistemática e incentivou Mike Blandamer a produzir uma Colecção de Tópicos exaustiva e abrangente a partir dessas notas. É essa colecção que se encontra agora em livre acesso na WWW. São cerca de 300 tópicos que podem ser acedidos isoladamente e que descrevem as propriedades termodinâmicas de soluções aquosas e misturas aquosas. Em cada tópico as equações envolvidas são cuidadosamente elaboradas de modo a garantir que as unidades das propriedades derivadas estão coerentes com as dos parâmetros envolvidos segundo os requisitos do SI. Assim, se pretende eliminar uma fonte de confusão corrente entre os alunos que se iniciam nesta matéria. Comentários ou sugestões são encorajadas e devem ser comunicadas aos autores.

JLF

Introdução à Estatística

Uma perspectiva química

por Natália Cordeiro e Alexandre Magalhães

LIDEL – Edições Técnicas Lda, Lisboa, 2004, 190 pp. 14,95 €. ISBN 972-757-276-6

FERNANDO M. S. SILVA FERNANDES*



"Num mundo incerto, inseguro, estocástico não podemos deixar de usar este manual como permanente vade mecum. De facto, a Estatística é uma disciplina relativamente recente. Só depois de um grande progresso na descrição rigorosa e quantitativa do nosso mundo nos damos conta das limitações dessa descrição determinística. Esta é uma das grandes aquisições do Século XX!...

Tão ubíqua é a Estatística no nosso mundo de hoje que não poderá nenhum Químico nem, mais genericamente, nenhum aspirante a uma cultura científica básica dispensar-se de fazer uma sólida iniciação a esta disciplina. Este livro poderá abrir esse caminho de uma forma suave mas segura."

(do antelóquio por José Ferreira Gomes)

O elevado insucesso escolar em Matemática poderá, em nossa opinião, ser substancialmente reduzido desde que se retomem algumas práticas salutares que já estiveram implementadas no passado e que se foram perdendo, desde a escola primária, mercê algumas experiências pedagógicas e didáticas.

A Matemática é uma linguagem analítica e geométrica que permite traduzir, de forma elegante e útil, os problemas científicos. Assim, necessita de ser intensamente praticada através de muitos e variados exercícios que contemplem as áreas específicas de aplicação. Se um músico é obrigado a solfejar diariamente, se um actor é obrigado a decorar os seus papéis, se somos obrigados a repetir, vezes sem conta, exercícios linguísticos quando desejamos aprender uma língua estrangeira, porque não são os estudantes obrigados a um treino intenso em Matemática? É claro que isto pressupõe uma acção eficaz desde a instrução primária como, por exemplo, decorar, sublinho decorar, a tabuada, e exercitar cálculo mental e raciocínio abstracto. O cérebro humano tem, entre outras, duas características típicas: a capacidade de aprender com a experiência e os saltos intuitivos. Para o desenvolvimento de ambas são essenciais a repetição e a memorização. Que não causam "traumatismos" nos cérebros das crianças!

O livro que os Professores Natália Cordeiro e Alexandre Magalhães, da Universidade do Porto, nos apresentam é um belo exemplo no sentido de um treino eficaz da Estatística nas áreas da Química e

da Física. A prosa e a substância são excelentes. Embora não subestime a abstracção matemática, o seu aspecto mais forte é o rico recheio de exemplos e exercícios de aplicação imediata. Que os estudantes sejam obrigados a estudá-los e a resolvê-los, passo por passo! Não ficarão, certamente, traumatizados, antes terão a agradável sensação de aprender a aplicar a Estatística e de se lançarem em vãos mais delicados.

Concordamos com o Professor Ferreira Gomes quando, no Antelóquio, afirma: "não podemos deixar de usar este manual como permanente *vade mecum*".

Os proventos materiais deste manual talvez não habilitem os autores a passearem-se de Rolls-Royce pelas ruas da Invicta! No entanto, estamos certos de que já tiveram, pelo menos, uma compensação: a do prazer intelectual de escreverem este livro. E fazemos votos para que este livro estimule outros colegas a escreverem, e publicarem, as notas das suas actividades docente e pedagógica. Contribuirão, sem dúvida, para o enriquecimento do nosso património científico-cultural. Mas que este voto seja consubstanciado, também, por um outro aspecto: que essas publicações sejam, definitivamente, contabilizadas devidamente, e não ignoradas ou menosprezadas, nas avaliações dos curricula dos autores.

Ao lermos este livro, lembrámo-nos do que Enrico Fermi disse: "*one should never underestimate the pleasure we feel from hearing something we already know*".

* Departamento de Química e Bioquímica,
Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa (fsilva@fc.ul.pt)

Tópicos de Biofísica de Membranas

por Luís M. S. Loura e Rodrigo F. M. de Almeida

LIDEL – Edições Técnicas Lda, Lisboa, 2004, 190 pp. 13,89 €. ISBN 972-757-324-X

MARGARIDA BASTOS*



"A vida tal como a conhecemos, é impossível de conceber sem as membranas biológicas (ou biomembranas). Em todos os seres vivos. O elemento estrutural básico de todas as biomembranas é o mesmo: uma bicamada de moléculas de lípido que serve de solvente "bidimensional" para várias proteínas."

(do prefácio)

O livro "Tópicos de Biofísica de Membranas" é um excelente texto de introdução ao tema, em que todas as técnicas relevantes nesta área são referidas. Constitui assim um texto iniciático da maior importância para uma área emergente como é de momento em Portugal a Biofísica.

Pela sua forma e estrutura, representa claramente um livro que pode ser usado como texto de referência (sempre) ou como primeira leitura para estudantes a iniciar os seus trabalhos nesta área. Neste último sentido integra-se na filosofia dos textos que a Lidel tem vindo a editar nesta colecção. Embora possa ser

usado a nível de pré-graduação, eu diria que o público que mais terá a ganhar com a sua leitura se situa a nível da pós-graduação, dado que a sua estrutura densa e muito referenciada será de mais difícil acesso a estudantes menos iniciados na leitura científica.

Embora os autores refiram na introdução que naturalmente o texto foi condicionado pela sua área de trabalho, isso não é muito aparente, à parte evidentemente a perspectiva biofísica, que é inerente e está patente no título. É de referir, na realidade, a excelente cobertura e referência a todas as técnicas experimentais actualmente usadas em investigação em Biofísica de membranas, embora muitas delas não sejam da especialidade (ou sequer de uso) dos seus autores. De todo o texto transparece um conhecimento profundo da área abordada e um elevado rigor formal. É de salientar uma outra preocupação referida na introdução e patente ao longo do texto, nomeadamente, a preocupação de uso exclusivo de termos em língua portuguesa. Esta preocupação é particularmente importante numa área que é relativamente nova em Portugal (a Biofísica), em que é mais fácil usar termos ou designações em inglês, que estão aceites e são entendidas por todos. Mas como em qualquer outra área do saber, a criação de um léxico na nossa língua é muito importante para a nossa afirmação na especialidade.

O livro aborda a evolução histórica dos modelos de membranas e uma referência muito útil aos sistemas modelo mais usados. Segue para a apresentação de resultados em membranas modelo, uma apresentação termodinâmica rigorosa dos diagramas de fases de mistura de fosfolípido(s)/água (em que se inclui a

abordagem dos sistemas ternários (com colesterol) e a noção de "jangadas lipídicas", temas de grande importância na investigação mais actual) e finalmente a área das interacções lípido/proteína. Neste último capítulo são apresentados vários exemplos relevantes de diferentes tipos de proteínas e suas interacções com bicamadas (energética e estrutura). Um aspecto particularmente curioso deste texto é a referência constante ao longo dos capítulos acima referidos às técnicas que foram (são) relevantes para se poder chegar às conclusões apresentadas, sempre referenciadas para os últimos capítulos – o capítulo 5 onde cada uma dessas técnicas é apresentada separadamente, e o 6, da bibliografia seleccionada. No capítulo 5 as técnicas são apresentadas de uma forma clara, envolvendo sempre inicialmente uma explicação dos princípios de base da técnica (o que é estudado e como é estudado), com boa ilustração, e sem um detalhe formal que dificultaria a leitura a estudantes a iniciar os seus trabalhos nesta área. Toda a parte matemática e o aprofundamento dos conhecimentos sobre cada uma, quer a nível de tratamento de dados ou de interpretação de resultados, é remetida para a bibliografia especializada devidamente referenciada no capítulo 6. No fim da leitura do capítulo 5 fica-se com uma ideia clara sobre qual o tipo de informação que pode ser obtido com cada uma das técnicas abordadas.

Em suma, a existência deste texto representa uma contribuição muito importante para os estudos de Biofísica de membranas em Portugal e é de esperar que sirva de texto introdutório a alunos de Mestrado e/ou Doutoramento nesta área.

* Prof. Auxiliar Departamento de Química Faculdade de Ciências da Universidade Porto (mbastos@fc.up.pt)

Atracção Química

PAULO RIBEIRO CLARO*

O lançamento do Programa Atracção Química pressupõe que este se iria construindo a partir de um conjunto inicial de actividades, às quais se iriam progressivamente juntando todas as outras que a SPQ pudesse levar a cabo em colaboração com os Departamentos de Química

das universidades, as Escolas e a Sociedade em geral. O acompanhamento desta evolução da Atracção Química pelos sócios, far-se-á pela divulgação regular das actividades no “sítio” da SPQ e no boletim “Química”. Uma presença regular que se inicia neste número.

Breve referência às actividades já anunciadas

Quando este número chegar aos sócios, ter-se-ão já realizado as Olimpíadas de Química Júnior (ver Noticiário SPQ). Os resultados finais desta iniciativa só poderão ser avaliados a médio / longo prazo, mas o grau de satisfação de professores e alunos dará um indicador mais imediato da sua relevância na vida das escolas.

Está planeado para estas Olimpíadas a distribuição dos primeiros folhetos de promoção da Química como disciplina de estudo e opção profissional. Espera-se que o teste “Tens queda para a Química?”, baseado num folheto similar da *Royal Society of Chemistry* (Reino Unido), possa dar aos participantes uma outra visão da Química.

Entretanto, continua a renovação profunda, embora ainda pouco visível, do “sítio” www.spq.pt, que se pretende que dê aos sócios e às futuras Direcções da SPQ uma plataforma de trabalho ímpar para apoio às suas actividades.

Novas actividades

A *Química na Internet* – a importância da *internet* como fonte de informação para os mais jovens não pode ser ignorada. Actualmente, a busca na *internet*

substitui de forma sistemática a consulta de um dicionário, de uma enciclopédia, de um livro de texto... (mesmo para aqueles que nunca tiveram hábitos de consulta destas fontes de informação!). O problema está, é claro, na ausência de filtros que garantam a qualidade da informação obtida. Este problema pode ser parcialmente ultrapassado pela criação de um número elevado de “sítios” fidedignos, havendo, portanto, todo o interesse em aumentar o número de páginas de Química em português na *internet*.

Assim, a SPQ convidou os DQs das Universidades a criarem nos seus “sítios”, páginas especificamente dedicadas à divulgação da Química (como ciência e como actividade profissional) dirigidas aos jovens dos 10 aos 17 anos. Quem já visitou as páginas dos DQs sabe que é fácil encontrar informação institucional, mas difícil encontrar conteúdos (e concepções gráficas) destinados aos jovens. Como estímulo, a SPQ pretende instituir um sistema de prémio e divulgação destas páginas.

Os *Dias da Química* – a organização de actividades de divulgação dos DQs, durante os Dias Abertos, Semana da Ciência, e similares, é fortemente encorajada pela SPQ. No entanto, apesar da realização destas iniciativas ser já rotineira em algumas instituições, não há um siste-

ma de troca de informações, partilha de experiências, e avaliação de resultados. Deste modo, a SPQ estabeleceu com o DQ da UNL uma parceria-piloto para o desenvolvimento destas actividades. O Dia da Química, realizado a 3 de Março, foi o primeiro passo para a criação de um fórum de actividades de divulgação e promoção da Química entre os jovens.

IV DEDQ – os Encontros da Divisão de Ensino e Divulgação da Química sempre mereceram uma atenção especial da(s) Direcção(ões) da SPQ. Depois de 2 edições na Universidade de Aveiro, e do III DEDQ no Porto, criou-se uma indefinição quanto ao futuro. Face a esta situação, a Direcção decidiu assumir a realização do IV DEDQ, considerando-o como uma iniciativa de importância estratégica, com um papel relevante na promoção da Química nas Escolas.

O IV DEDQ tem já a sua realização marcada para os dias 26 e 27 de Outubro próximo, no Parque das Nações, em Lisboa (ver Tomar Nota), passando a integrar o Programa Atracção Química. Fazendo jus ao nome da Divisão, o programa do Encontro deverá incluir componentes de Ensino e de Divulgação da Química. Um projecto para provocar uma forte Atracção Química.

* Coordenador da Olimpíadas de Química da SPQ, (pclaro@dq.ua.pt)

Ensino: uma questão política enredada num absurdo científico¹

GABRIEL MITHÁ RIBEIRO*

Resumo A reflexão que segue visa equacionar alguns dos problemas estruturais do ensino básico e secundário em Portugal no início d século XXI. Incidirá em quatro pontos:

I – A ideologia em forma de ciência;

II – A escola e a regulação de relações entre pessoas;

III – O sistema de avaliação como reflexo da escola que temos;

IV – O dilema da função docente: servir o aluno ou servir o conhecimento?

I – A ideologia em forma de ciência

A escola vive uma grave crise de identidade enquanto espaço social simbólico. Para tentar ultrapassar isso será necessário romper com a ideologia «anti-conhecimento» que domina o sistema escolar, perfeitamente espelhada nas correntes dominantes das auto-denominadas «ciências da educação» e na cultura hedonista que as caracteriza e que ganhou forte expressão social.

Este é o mais importante nível em que se tem de situar o problema da crise cultural, seja científica, seja humanista. A essência do problema reside, sem dúvida, nos decisivos ensinamentos básico e secundário.

Parece-me óbvio que os três pilares em que assenta (e sempre assentou) o sistema de ensino são:

- 1.º) o conhecimento;
- 2.º) o professor;
- 3.º) e o aluno.

Não é por acaso que os coloco por esta ordem.

De modo nenhum pretendo desvalorizar qualquer deles, mas tão só mostrar que é um erro não tomar o conhecimento

como o «sector de ponta» do sistema de ensino e, como consequência, será também um erro não considerar o professor, antes e acima de tudo, como um transmissor de conhecimentos. Ensino básico quer dizer precisamente isso: transmitir saberes elementares, algo em que se tem sistematicamente falhado. Cumprida essa função, o professor pode ser tudo o resto.

É um erro grave, particularmente no ensino básico, considerar o professor, em primeiro lugar, como um animador de aprendizagens ou de auto-aprendizagens dos alunos. Essa deriva visionária da função docente tem de ser invertida.

A raiz do desastre está precisamente nas paranóicas pedagogias activas centradas no aluno.

Parece evidente que o problema do ensino é e sempre foi um problema político, concretamente um problema ideológico. Para se fugir a essa dimensão incómoda, precisamente porque não se tem sabido lidar com ela dada a inabilidade das utopias em lidar com o contraditório, criou-se um mecanismo ilusório para erradicar a dimensão política ou ideológica do ensino que está a ter efeitos gravemente perversos.

Ele deixou o ensino e, portanto, a essência do nosso projecto de sociedade, nas mãos de uma minoria supostamente iluminada.

Essa minoria iluminada agrega-se em torno das ditas ciências da educação. Ao tentarem tornar científico o que é político – ou, na melhor das hipóteses, o que é cultural, do bom senso, do senso comum, da tradição de ensinar, do domínio da opinião, do livre debate de pontos de vista – as ciências da educação acabaram por ter o efeito de radicalizar a dimensão política, tornando o nosso ensino dogmático e muito colado à conjuntura revolucionária dos anos 70 em que foi moldado².

O grave é que isso está a ser feito de modo inconsciente, numa espécie de "caldo de cultura política monolítica" que vai acumulando sucessivas vitórias contra o conhecimento, precisamente no núcleo duro onde isso jamais deveria acontecer: no sistema de ensino.

O que há de saberes académicos ou científicos no ensino (refiro-me, em particular, ao ensino básico e secundário) são as áreas disciplinares – o português, a matemática, a história, a geografia, a filosofia, a física, a química, etc. – e nunca uma visão global sobre o ensino.

¹ Comunicação apresentada a 18.10.2004 no Fórum Ciência – Por uma cultura científica em Portugal, 18 & 19 de Outubro de 2004, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

* Professor de História do ensino secundário – Almada (mitharibeiro@net.sapo.pt)

Currículos, regulação de relações de trabalho no contexto da instituição-escola, cargas horárias, sistemas de avaliação, gestão das escolas, etc., isto é, aquilo que é a essência das ciências da educação, nada tem a ver com o conhecimento científico ou académico necessário e indispensável a professores e alunos. Tem a ver com opções políticas no sentido puro e duro, a debater nos espaços de cidadania e de decisão política das nossas democracias, e não pode estar preso ou dependente de qualquer pretensa ciência. Esse é um dos nossos grandes equívocos: transformou-se, com um golpe de magia, o que era político em pseudo-científico, à custa precisamente da menorização do conhecimento científico.

II – A escola e a regulação de relações entre pessoas

Muitas vezes quando se discutem os deficientes ou mesmo maus resultados das aprendizagens dos alunos no ensino básico e secundário, que depois se reflectem no ensino superior (mesmo sabendo que aí só chegam as elites), tendemos a omitir um elemento crucial: a indisciplina. Os contextos em que decorrem as aprendizagens (hoje e sempre) são decisivos. Refiro-me, em concreto, aos ambientes de sala de aula. Se aí não houver silêncio ou, no mínimo, tranquilidade, tudo o resto fica negativamente condicionado. A esmagadora maioria dos princípios pedagógicos que nos dominam apontam precisamente no sentido da histeria: da sala de aula e da escola.

Na verdade, só com uma grande dose de ingenuidade ou de cinismo é que nós não consideramos a questão da indisciplina como um dos problemas mais sérios das nossas escolas.

A raiz do problema da indisciplina tem a ver com dois pontos que me parecem cruciais:

- 1.º) a maneira como se concebe a relação professor/aluno/instituição-escola (dimensão ideológica);
- 2.º) a inexistência, nas escolas, de estratégias objectivas para enfrentar o problema da indisciplina (dimensão administrativa)³.

Vou abordar apenas, de forma sucinta, o primeiro aspecto – maneira como se concebe a relação professor/aluno/instituição.

As correntes pedagógicas centradas no aluno criaram a falsa ideia da parceria ou da irmandade entre professores e alunos. Como consequência todos nós (dentro e fora da escola, mas sobretudo entre os docentes do básico e do secundário) passámos a dar relevância à hipótese errada de que tudo deve ser negociado com os alunos. Desde questões científicas, passando pelo cumprimento de programas, pela regulação de comportamentos ou pela avaliação, para se chegar à gestão partilhada dos espaços dentro da escola.

“Na verdade, só com uma grande dose de ingenuidade ou de cinismo é que nós não consideramos a questão da indisciplina como um dos problemas mais sérios das nossas escolas.”

Por muito que a realidade depois negue esse princípio idílico, paira sempre a ideia perversa de que adultos/professores, por um lado, e crianças/adolescentes/alunos, por outro lado, são pares e devem buscar permanentemente pontos de negociação como forma de melhor prevenir e resolver os problemas, muitas vezes aparecendo até como a única via.

Nada de mais errado ou, no mínimo, duvidoso. É aí que reside a «fonte-mãe» da fraqueza dos professores, da sua forte tendência para a demissão do seu papel de liderança, e por aí se alimenta a indisciplina.

A indisciplina está precisamente nos antípodas da cultura do saber.

Uma instituição específica com as características da escola não pode assen-

tar num contrato social onde paire a ideia de que está permanentemente tudo em aberto, para que a todo o momento professores e alunos negoceiem.

Em contexto escolar o contrato social implica (ou tem de implicar), obrigações mútuas de parte a parte, praticamente todas definidas logo à partida. Quanto mais específica for uma instituição, menor será a margem de negociação ou então é a própria ideia de instituição que perde sentido.

É evidente que isso pressupõe obrigações para os professores. Isso é indiscutível. E a obrigação dos professores é ensinar. No entanto, ao contrário do que muitos pedagogos tendem a sugerir, é errado pensar que, na actual conjuntura, o problema da indisciplina tenha a sua origem na transmissão de conhecimentos pelos professores em sala de aula. Não está. Está nos ideólogos do sistema que têm impedido que a sala de aula seja um espaço para a tranquilidade do saber.

Se fizermos incidir a nossa visão sobre o ensino, antes e acima de tudo, no conhecimento, muitos dos problemas disciplinares que temos seriam resolvidos ou mais facilmente delimitados e abríamos, de facto, a porta para a cultura científica e para a cultura humanística.

A questão da indisciplina e, no geral, do fracasso da escola está também, sem dúvida, relacionada com outra ideia feita em que muitas vezes todos embarcamos:

«Os encarregados de educação são elementos decisivos no processo educativo dentro da escola» (sublinho intencionalmente a expressão).

Só tenho razões para discordar desse apriorismo que, para mim, é insensato.

A relação entre a escola, a família e a comunidade é um dos assuntos que tem sido tratado de ânimo leve e tem subjacente a ideia de que os professores são incapazes de darem um rumo à instituição-escola: por falta de capacidades, por falta de competência, por falta de interesse, por comodismo ou por razões corporativas. O resultado perverso da tônica excessiva na necessidade demagógica de aprofundar a relação escola, família e comunidade tem-se traduzi-

do no enfraquecimento do corpo docente, na sua marginalização.

A verdade é que são cruciais para o sucesso de qualquer sistema de ensino as consciências dos professores e o que realmente se passa na intimidade da sala de aula onde tudo pode ser pervertido. Tem-se passado sempre ao lado disso, e essa é uma das razões centrais para os sucessivos fracassos das reformas do ensino. Os "negociadores" têm sistematicamente confundido um "lobby" minúsculo, mas poderoso, que associa os representantes dos sindicatos, as correntes dominantes das ciências da educação e alguns políticos demagógicos, têm confundido isso com o corpo heterogêneo e vasto dos professores.

Se algum grupo profissional tem de ser auscultado pela voz própria de cada um, e não por representatividade, é precisamente o dos docentes do ensino básico e secundário, de tal maneira estão distorcidas ou desacreditadas as formas de representatividade hoje existentes, dentro e fora das escolas.

O produto final dessa relação perversa entre a escola, a família e a comunidade tem sido uma perda prejudicial da identidade da escola enquanto espaço específico de conhecimento. Ou seja, estamos face a uma escola que vai perdendo a dimensão institucional que a deveria caracterizar, uma escola que tende a deixar de viver virada para dentro (em torno da escrita, da leitura, do cálculo e dos "agentes de dentro"), uma escola que se quer confundir, em tudo, com a comunidade, perdendo aquilo que lhe é específico.

É preciso colocar a questão da necessidade de isolar algumas dimensões da vida escolar de tudo o resto, como condição *sine qua non* do sucesso do ensino, particularmente nos domínios que têm a ver com a avaliação e com a regulação de comportamentos. A tendência cultural hoje dominante é a de utilizar de forma leviana "desculpas sociais" que só servem para desresponsabilizar, muitas vezes de forma inadmissível, atitudes e comportamentos que em nada dignificam a função docente e a escola enquanto instituição.

Todos nós sabemos de cor o que é isso do "discurso do coitadinho".

Quer queiramos quer não, a escola é e sempre foi um espaço relativamente artificial no contexto das sociedades em que se insere. É preciso que isso deixe de ser visto como a "causa dos males", como um estigma. Assumir sem complexos essa relativa artificialidade da escola é dar-lhe dignidade, é dar-lhe força, é dar-lhe razão de ser, é reforçar a sua identidade, e é também o melhor caminho para esbater as diferenças sociais no seu contexto.

"Se fizermos incidir a nossa visão sobre o ensino, antes e acima de tudo, no conhecimento, muitos dos problemas disciplinares que temos seriam resolvidos ou mais facilmente delimitados e abríamos, de facto, a porta para a cultura científica e para a cultura humanística."

III – O sistema de avaliação como reflexo da escola que temos

Um novo modelo de contratualização entre a sociedade e a escola passa também por outro elemento crucial: o sistema de avaliação/classificação do decisivo ensino básico.

O facilitismo nas avaliações do ensino básico é uma evidência muito mais fácil de comprovar do que qualquer princípio das ciências da educação e por ele temos pago e continuaremos a pagar um preço social demasiado elevado.

O actual sistema de avaliação é um espelho fiel da ideologia dominante que, em cerca de duas décadas, conseguiu desvalorizar por completo a aferição minimamente rigorosa dos resultados escolares e, como consequência, descredibilizou socialmente o sistema escolar.

Não é por acaso que isso é feito. Sem um sistema de avaliação credível mesmo as mais aberrantes pedagogias e opções curriculares vão-se auto-promovendo como modelos de sucesso.

São, sem dúvida, vários os aspectos envolvidos nesta questão. Mas parece-me que a forma de olhar para o problema com objectividade é analisar o sistema de classificação baseado nos níveis de 1 a 5 em vigor no ensino básico. O facilitismo vem logo à cabeça: não se admite o zero (0). Esse sintoma, não sendo a essência do problema, encerra em si uma significativa carga simbólica.

O sistema de classificação/avaliação em causa, é preciso que se recorde, nem sempre existiu. Foi introduzido na conjuntura dos anos 70, num contínuo que destruiu paulatinamente o sistema nacional de exames no ensino básico.

Se a opção pelos níveis de 1 a 5 parecia aceitável aos olhos da época, três décadas depois, perante os efeitos desastrosos que produz a médio e a longo prazo, que desmentem todas as boas intenções que pudessem ter justificado a sua adopção, não equacionar nos dias de hoje a sua substituição é querer manter a decadência e o descrédito do ensino.

Não podemos perpetuar a fuga em frente. O sistema de classificação em vigor permite todo o tipo de manipulações dentro e fora da escola e falseia grosseiramente os resultados escolares dos alunos, inflacionando-os. Constitui a fórmula perfeita para o sucesso oculto de conhecimentos.

É, por isso, necessário rever dois aspectos em simultâneo (um sem o outro pouco adiantará):

1.º) alterar o sistema de avaliação/classificação do ensino básico: porque os níveis de 1 a 5 e porque não a escala de 0 a 20 valores ou outra mais fiável? Todos sabem a facilidade com que se alteram, em poucos minutos numa reunião de avaliação, o nível 2 da reprovação para o nível 3 do sucesso, sem que nada de sólido o justifique, algo que pode acontecer (e seguramente acontece!) numa mesma reunião para alunos que aí chegam com quatro, cinco,

seis, sete negativas e transitam de ano. Estas manipulações dos resultados escolares são demasiado grosseiras, deveriam mexer com a consciência social e envergonhar-nos a todos. Além do mais, este sistema de classificação de 1 a 5 permite que muitos alunos com positiva no primeiro e segundo períodos estejam praticamente transitados desde essa altura, isto é, três meses antes do final do ano lectivo;

2.º) reintroduzir exames nacionais em final de ciclo (1.º, 2.º e 3.º ciclos) e a todas as disciplinas a partir do 2.º ciclo. Fazer incidir exigências apenas em algumas delas (como o português e a matemática) é tentar partir a escola entre o rigor e o carnaval e ir por aí, no meu ponto de vista, só revela tibieza e incapacidade política. Menosprezado durante duas décadas por ideólogos escudados em pseudo-teorias científicas sobre a avaliação, o mecanismo dos exames é um instrumento crucial para qualquer sistema de ensino. Não só porque os exames nacionais pressionariam no sentido do cumprimento de programas, permitiriam que se corrigissem desvios desde o primeiro ciclo do básico, fariam dos terceiros períodos lectivos um esforço de final de ano e não um carnaval retardado ou verão antecipado como agora acontece, como também porque só será possível distinguir os bons dos maus professores distinguindo os bons dos maus alunos.

É evidente que alterar o sistema de avaliação do ensino básico é uma questão social sensível. Todavia, relacionar mais rigor na avaliação e, por inerência, exigir mais rigor a todo o sistema de ensino, relacionar isso com um hipotético acréscimo de exclusão social só revela espíritos incapazes de confessarem abertamente que consideram os alunos, particularmente os oriundos de meios sociais desfavorecidos, como seres intelectualmente diminuídos a quem pouco ou nada se pode exigir e tudo se deve facilitar. A minha experiência docente com alunos provenientes de segmentos sociais desfavorecidos tem provado precisamente o contrário.

Muitos não querem entender, ou não entendem mesmo, em que medida a escola que hoje temos é ela própria geradora de desigualdade e de exclusão sociais, precisamente por não ser exigente. Quando rotulo o nosso sistema de ensino de anti-democrático, imoral e socialmente injusto é por estas razões.

Isto mostra até que ponto o estado se tem demitido da sua função essencial: facultar aos mais desfavorecidos aquilo que de outro modo jamais terão acesso e que é decisivo para a sua realização pessoal, para a sua valorização social e para o nosso projecto de sociedade.

"Muitos não querem entender, ou não entendem mesmo, em que medida a escola que hoje temos é ela própria geradora de desigualdade e de exclusão sociais, precisamente por não ser exigente."

IV – O dilema da função docente: servir o aluno ou servir o conhecimento?

Gostaria neste ponto de referir aqueles que me parecem ser os aspectos centrais da formação dos professores, um outro ponto crucial da crise da cultura científica e da crise da cultura humanista.

Na formação de professores o problema coloca-se a dois níveis:

- 1.º) no domínio das filosofias de ensino que inquinam os professores no início e ao longo da carreira;
- 2.º) tem a ver com questões orgânicas relacionadas com o funcionamento dos núcleos de estágio e com o peso excessivo da classificação da componente pedagógica e didáctica em relação à componente científica ou académica na vida profissional dos futuros docentes.

Limito-me ao primeiro aspecto: as filosofias de ensino que nos dominam. A formação de professores é demasiado séria para ficar nas mãos de pedagogos profissionais e de cientistas da educação, quer no início, quer ao longo da carreira.

E este é um dos importantes desafios em que se têm de envolver os ramos científicos, humanistas ou artísticos do ensino superior.

Dominam uma série de pressupostos que só servem para desvalorizar o papel intelectual dos professores, minando-lhes a auto-confiança desde que entram na carreira.

Em vez de ser explicado aos professores (presentes e futuros) que a trave mestra da sua função é servir o conhecimento, ensinam-lhes que estão ali para servir os alunos. Assim, não pode haver «cultura científica».

Não é por acaso que os Gregos fundaram a escola em torno da *philos+sophia* (amor ao saber). Os nossos teóricos, julgando ter descoberto a pólvora, subverteram esse princípio de forma no mínimo irracional: ficaram com a *philos* (com o amor) e no lugar da *sophia* (da sabedoria) colocaram o aluno. Os resultados estão à vista.

Portanto, logo à cabeça, a lavagem cerebral aos docentes é feita. Sobra um ideal de professor tipo polícia de trânsito entre o aluno e o conhecimento. O activo é o aluno. Por isso, de acordo com os nossos teóricos, essa actividade intelectual do aluno será potenciada quanto mais apagado for o papel do professor e quanto mais "adaptável" for o conhecimento às características e interesses do sujeito que conhece.

Aqui está um produto mor das ditas «pedagogias activas».

Surgem, depois, na formação de professores, uma catadupa de dogmas contendo, eles próprios, as soluções:

- (i) as aulas expositivas são erradas, espelho do egocentrismo dos docentes e da "cultura do autoclismo";
- (ii) a negociação em sala de aula de resultados de experiências laboratoriais precárias conduzirá às mais so-

- físticas leis científicas, quase dispensando ou, pelo menos, simplificando em excesso a maçuda teoria;
- (iii) tudo o que é abstracto e universal não responde aos anseios do «bom selvagem» que busca soluções concretas para os seus problemas imediatos;
- (iv) estudar o passado é coisa de conservadores, sendo decisivo debater o presente;
- (v) o conhecimento que supostamente não agrada aos alunos não interessa;
- (vi) cumprir programas não é importante, pois o importante é que os alunos se sintam integrados;
- (vii) o trabalho de grupo é o supra-sumo das pedagogias;
- (viii) os projectos, os *brainstormings* e os debates em sala de aula são indispensáveis e, por isso, devem ser sistemáticos;
- (ix) as avaliações formais escritas são demasiado estereotipadas, dado que não respondem às apetências inatas de cada aluno;
- (x) o que é desejável é diversificar as avaliações, valorizando a oralidade e a participação nas aulas, independentemente do tipo de disciplina, dos conteúdos a leccionar ou das condições concretas de trabalho em sala de aula;
- (xi) as actividades extra-aula são decisivas, mesmo no âmbito das tradicionais disciplinas de estudo (língua portuguesa, matemática, história, física, química, geografia, etc.), ainda que essas actividades sejam correr, saltar, gritar;
- (xii) o ruído e a agitação das crianças e dos adolescentes são o seu estado natural;
- (xiii) etc., etc., etc.

É com base nestes pressupostos que se entra na profissão de professor.

Não sei qual é a base científica de tudo isto.

O que eu sei é que este tipo de discurso tem sido despejado de forma doentia

para as cabeças dos professores e para cima do sistema de ensino, sem que nada de sólido o justifique e sem que tenha apresentado, em cerca de duas décadas, outro resultado que não seja a degradação do sistema de ensino e a tendência para o aniquilamento do prestígio dos professores, da sala de aula e da escola.

Na verdade, o «lobby» das ciências da educação tem sido demasiado poderoso. Conseguiu, com sucesso, afastar os professores desde o início e ao longo da carreira das áreas científicas ou académicas em que se formaram, empurrando-os

"Tem existido um insustentável divórcio entre o ensino superior e os ensinamentos básico e secundário."

para as áreas pedagógicas e didácticas. Isso é, no mínimo, irracional, inconsciente, danoso. Tal só aconteceu por demissão do poder político democrático e por demissão dos ramos científicos ou académicos das universidades face aos mágicos cientistas da educação.

Tem existido um insustentável divórcio entre o ensino superior e os ensinamentos básico e secundário. Foi esse divórcio que abriu espaço às ciências da educação. Elas são uma espécie de cancro que se intrometeu entre a investigação e a produção científica ou intelectual das universidades, por um lado, e, por outro lado, a necessidade de isso chegar aos alunos do ensino básico e secundário pela mão dos professores que trabalham nesses níveis. Este, se quisermos, seria o mais importante veículo de «cultura científica» (para professores e para alunos).

Julgo ser perda de tempo saber quem virou as costas a quem, mas a verdade é que não podemos ter, por um lado,

professores que fazem uma carreira de mais de três décadas sem serem obrigados a ler, estudar, investir na área científica ou académica em que se formaram, por outro lado, universidades que formam cientistas ou académicos que, numa parte (mais significativa nuns casos e menos noutros), vão para o ensino básico e secundário e, depois, não querem saber mais deles. A maioria dos ramos científicos ou académicos das universidades (aqui não considero as pseudo «ciências da educação» e ramos afins) não se tem preocupado em organizar permanentes cursos de actualização nas mais diversas áreas, nem tem pressionado o poder político para que esses cursos sejam obrigatórios e creditados, com efeitos pragmáticos na progressão da carreira dos docentes do ensino básico e do secundário.

Depois, as próprias universidades queixam-se candidamente de que os alunos chegam cada vez mais mal preparados ao ensino superior.

Onde está a culpa e a razão no meio de tudo isto?

Porto, 18 de Outubro de 2004

Notas

² Para além do que se refere n'A *pedagogia da avestruz* (Gradiva, 2003), duas breves reflexões sobre a relação entre a ideologia e as correntes pedagógicas dominantes encontram-se nos artigos «Manifesto anti-sistema» do *Público* de 16.10.2003 e «O primado da pedagogice» do *JL/Educação* de 21.01.2004.

³ A Lei 30/2002 sobre o *Estatuto do aluno do ensino não superior* do ministério do Prof. David Justino visava este domínio administrativo. Mas os efeitos pragmáticos são menores, por um lado, porque não enfrentou o fundamental domínio ideológico do «ensino centrado no aluno», por outro lado, porque o seu carácter genérico pode deixar quase tudo na mesma. É o exemplo de uma medida reformista que poderia ser útil, mas que se perde pela sua falta de precisão, por não estar enquadrada numa política global e por aparecer a «conta-gotas».

Miguel A. R. B. Castanho

Medalha Vicente Seabra

ENTREVISTA CONDUZIDA POR MARCELA SEGUNDO E JOAQUIM LUÍS FÁRIA

A Medalha Vicente de Seabra, instituída pela Sociedade Portuguesa de Química em 2002, foi atribuída pela 1.ª vez em 2004, durante o XIX Encontro Nacional da SPQ (ver QUÍMICA 93). Destina-se a premiar a alta qualidade, originalidade e autonomia do trabalho de investigação em Química desenvolvido em Portugal por um investigador

de idade não superior a 40 anos. O primeiro investigador a ser distinguido foi o Doutor Miguel Augusto Rico Botas Castanho, Professor Associado com agregação do Departamento de Química e Bioquímica da Faculdade de Ciências de Lisboa. A entrevista teve lugar a 31 de Janeiro de 2005, nas instalações do Campo Grande da FCUL.



Parabéns pela Medalha Vicente Seabra. Qual foi a primeira reacção depois de ter tido conhecimento?

A primeira reacção foi de alegria, regozijo. Não podia ser de outra coisa. O prémio tem um certo cariz, até porque foi a primeira medalha Vicente Seabra a ser atribuída pela SPQ. Por outro lado, é um prémio que não distingue apenas um trabalho específico, localizado, mas a globalidade dos trabalhos. Um trabalho específico pode ser algo de momento, que teve um resultado com impacto. Quando se premeia um trabalho regular,

ai sim é diferente e sentimos de uma forma diferente.

Mas ainda assim é uma surpresa... Ainda é um bocado cedo para se receber um prémio por trabalho regular, ou nem por isso?

Não neste caso porque o prémio também tem uma componente de incentivo, de estímulo a alguém no início de carreira autónoma...

Como é que a notícia foi dada?

Estava a trabalhar. Acho que telefonaram... Fiquei muito contente, claro.

E agora já passou quase meio ano. De algum modo afectou o trabalho que já estava em curso?

Uma escala de tempo enorme... (Ironiza) Seis meses nesta profissão não é assim tão rápido. Não mudei radicalmente de rumo no que diz respeito à minha investigação. Foi um incentivo. Foi até um sinal de que as opções foram no sentido certo.

Acha que o prémio vai se reflectir na atitude dos alunos?

Certamente consegue-se um maior impacto junto dos alunos. Quando se entra na sala de aula já se entra "mais à frente" em termos de cativação dos alunos

do que se entraria se eles nunca tivessem ouvido falar de nós.

A sua vida universitária foi nos anos 80. Nessa altura também se reparava se os professores também recebiam prémios e que importância tinha?

Enquanto aluno eu não me recordo de ter ouvido falar de nenhum prémio. E acho que não foi por desatenção minha. Os prémios na altura não estavam na mó de cima. Mesmo a atribuição de prémios aos melhores alunos era considerada de muito mau gosto, para não dizer pior! Era encarado como um mau sinal, um regresso ao passado. Não havia muitos prémios nem se ouvia falar em distinções científicas sob a forma de prémios. Na altura as faculdades também não estavam alertas para dar exposição aos seus trabalhos e aos seus docentes. Há agora uma grande necessidade das Faculdades se exporem por via da concorrência.

O que era motivante para um aluno nessa altura?

O que me trouxe à Bioquímica não foi uma pessoa. Foi a Ciência em si. O mais fascinante eram os aspectos relacionados com a vida, aquilo que se passava dentro da célula. Na altura li um livro, "A Química da Vida" de Steven Rose, que é um grande comunicador de Ciência, e

que de facto me puxou a atenção para a ciência à escala molecular. Portanto, não foi especificamente uma pessoa, foi mais aquele gosto pessoal pela Química, pela Biologia. Incentivado também por alguns professores do ensino secundário, optei mesmo por ir para Bioquímica.

Como é que um aluno de Bioquímica da Universidade de Lisboa foi parar ao Centro de Química Física Molecular do Complexo I do Instituto Superior Técnico, para fazer o Doutoramento?

Tinha um estágio de Licenciatura para fazer e aqui na Faculdade de Ciências, a Licenciatura em bioquímica implica um ano lectivo a tempo inteiro. Nós ficamos completamente disponíveis para o estágio. Na altura apareceu essa oportunidade. O facto de ser um estágio no IST não me assustou nada. Aliás eu até tinha gosto pela Matemática e pela Química-Física e na altura lá fui. Visitei o sítio, como qualquer aluno que vai optar por um estágio deveria fazer. Mais ou menos, apercebi-me do currículo das pessoas que lá trabalhavam, do que faziam, e pronto, lá embarquei naquela aventura de ir para outra Universidade. Devo dizer que não é raro na nossa Licenciatura que isso aconteça. Aqui em Bioquímica, há muitos alunos a fazerem o estágio em outras Universidades, outros institutos...

Como era o grupo de trabalho e a atmosfera que lá se vivia?

Era um grupo pequeno mas muito dinâmico. Foi uma fórmula a que eu me apeguei porque continuei sempre a trabalhar em grupos pequenos. O Professor Manuel Prieto formava o grupo com os estudantes dele num ambiente muito especial. Em alguns aspectos ele era um homem muito avançado em relação ao padrão. Lembro-me por exemplo de ele fomentar muito o trabalho autónomo e a ida dos estudantes a congressos logo desde o início. Na altura era muito invulgar que o coordenador de um grupo fomentasse os seus estudantes a saírem e irem eles próprios apresentar os seus trabalhos em congressos. Nós éramos muito estimulados a fazer isso. Hoje em dia isto é mais vulgar, mas na altura não. Ainda enquanto estudante de doutoramento, cheguei a publicar alguns traba-

lhos que fiz no estrangeiro como responsável científico. Houve da parte dele, de facto, um estímulo muito grande à produção de trabalho orientado segundo parâmetros de produção científica bem claros e definidos, mas sempre fomentando a autonomia. Foi uma pessoa que sempre incentivou muito o desenvolvimento dos estudantes: trabalhar e amadurecer em simultâneo. Sempre teve essa preocupação.

Um doutoramento feito em três anos. Isso na altura também não era vulgar...

Não, de facto, não era. Foi fruto deste ambiente que eu encontrei lá, mas foi fruto também de eu ter apanhado a primeira vaga do Programa Ciência.

Ainda hoje há quem julgue que três anos é muito pouco tempo para um doutoramento...

Eu não concordo! Mas de qualquer maneira há que distinguir uma coisa: é que até essa altura, aquilo que era o esquema normal era a pessoa começar como assistente, dar aulas, fazer investigação, acabar o doutoramento. Eu não fiz este percurso. Fui dos primeiros a fazer o percurso mais vulgar actualmente que é: acabar a Licenciatura, bolsa de doutoramento, investigação a tempo inteiro. Depois, ainda cheguei a entrar na carreira docente antes do fim do doutoramento mas foi poucos meses antes. Portanto fiz o doutoramento praticamente antes de entrar na carreira universitária. Este é o percurso mais vulgar hoje em dia. O assistente é uma espécie em vias de extinção.

Agora como orientador com três programas de doutoramento em curso, quais são as expectativas?

De alguma maneira tento passar o testemunho e o espírito dos sítios por onde eu próprio passei. O doutoramento é uma prova de mérito que atesta a capacidade da pessoa para seguir uma carreira científica. Eu espero de qualquer doutorando que atinja um estado de maturidade que lhe permita desenvolver uma carreira científica responsável e que tenha aptidões mínimas para exercer essa actividade científica. Genericamente, que ateste a sua capacidade de produzir Ciência. Produzir Ciência é saber planear uma experiência, é saber

executá-la e é saber concluir a partir dela. Depois é preciso saber situar isto dentro do contexto do que já foi feito no campo e do impacto que se espera para as conclusões.

No entanto começa a haver gente que encara o doutoramento como uma tarefa e não tanto como uma aprendizagem...

Isso é da responsabilidade do orientador. Quando se começa o doutoramento, o orientando no dia zero está nas mãos do orientador. Aquilo que se espera depois é que à medida que o tempo vai passando, essa dependência do orientando em relação ao orientador vá diminuindo e o papel do orientador no final do doutoramento, se tudo correu bem, já é relativamente ténue; é mais de conselheiro do que propriamente de orientador.

Obviamente que a bolsa para três anos cria uma certa pressão e pode tornar o orientando "vítima do acaso". Quando se começa um programa de trabalhos há sempre incógnitas associadas. O que é um trabalho promissor à partida, pode acabar num beco sem saída. Aí o orientador tem um papel fundamental, que é saber reconhecer quando se vai entrar num labirinto irresolúvel e saber redireccionar o trabalho. É ónus do orientador "estar em cima".

A questão era mais sobre a atitude contrária; alguém encarar o doutoramento como saída profissional. Neste momento as bolsas tem um valor suficientemente atraente, correndo-se o risco de constituírem uma opção de trabalho e não uma opção científica...

Queres dizer, como ocupação à falta de melhor? Isso acontece, mas cada um de nós é livre de admitir no seu grupo a pessoa que quer ou não quer. Quando pede uma bolsa, o orientador tem que atestar que cumprirá aquele programa de trabalhos e que apoia aquela pessoa. Agora deve-se ter cuidado com quem se escolhe para integrar um grupo de trabalho. Com a escassez de alunos que vêm para as áreas científicas...

...quase todos os que vêm são bem vindos...

Pois, há pessoas que têm esse problema, sobretudo em áreas científicas onde há menos alunos. É evidente que entre ter aluno nenhum e ter um que de qualquer maneira só vem para ter uma ocu-

pação, há a tentação da segunda opção. Dentro desta perspectiva, dá ao menos para ir mantendo a chama acesa enquanto não vêm dias melhores. Nem tudo é o que se quer; muitas vezes é o que se pode.

A seguir ao doutoramento, há a questão do pós-doutoramento como etapa da formação científica de uma pessoa. A pergunta que se põe é qual é que a motivação? Neste caso qual foi a motivação para no ano de 96/97 seguir essa via já com lugar assegurado na Faculdade de Ciências?

O Departamento de Química e Bioquímica aqui da FCUL deu-me essa oportunidade. Eu decidi aproveitar. Parte do *post-doc* fiz fora, outra parte desse ano estive cá. Mais especificamente esses *post-docs* foram estadias para aprender determinadas técnicas. Portanto, houve um objectivo de formação em relação a técnicas, não foi só ter uma vivência nova, experimentar um novo local de trabalho, e enfim, conhecer uma nova cultura. Eu de qualquer maneira já tinha tido essa experiência...

... durante o doutoramento por via do incentivo a ir aos congressos, a sair que sempre foi política do grupo...

Não foi só a ida a congressos, também estive na Suécia durante uma temporada. Portanto, já depois de fazer o Doutoramento e de estar a dar aulas fiz estas visitas com o objectivo bem específico de formação técnica. Não foi justificada, como acontecia em gerações anteriores, com o objectivo de ir visitar um ambiente científico mais avançado, mais arejado e tudo o mais. Eu acho que podem até ser poucos, mas em Portugal há ambientes arejados e mentalidades mais que actualizadas. Podem ser ilhas, mas existem! Penso que não há necessidade de ir para o estrangeiro, só por ir para o estrangeiro. Seguramente, já passámos essa fase. Em Portugal faz-se boa investigação científica. Não se faz boa em quantidade, mas já se faz boa.

Então voltámos aquela questão ocupacional. Mesmo no estrangeiro é hábito usar-se o pós doutoramento para adiar a entrada no mercado de trabalho. O problema não é o trabalho, pois traba-

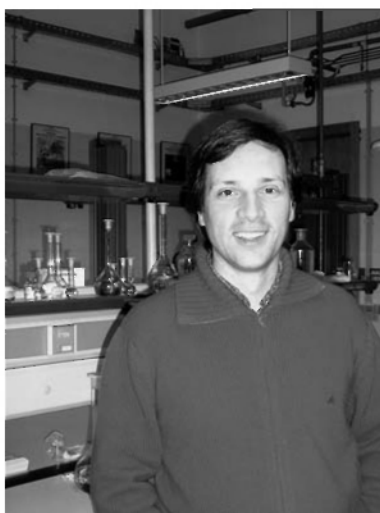
lha-se de certeza; o problema é o vínculo...

Olha à tua volta, olha outras carreiras. O vínculo é cada vez uma coisa mais tardia e menos conseguida.

Em muitas instituições, vê-se indivíduos que vão no seu segundo ou terceiro pós-doutoramento...

Estamos a caminhar para isso. Eu acho que a tendência é essa: nem todos conseguem um vínculo profissional logo após o doutoramento. Já há gerações no segundo *post-doc* e a tendência é para prolongar mais.

Seguindo a rota dos artigos, nota-se um percurso inicial com uma forte compo-



nente instrumental na área das espectroscopias, mas com diferentes objectos de estudo. Quer falar das suas motivações científicas?

Gosto da diversidade e do ecletismo. Ao fazer o doutoramento fixei-me numa molécula mas percorri várias técnicas espectroscópicas. Ganhei o gosto pelo desenvolvimento de metodologias. Quando comecei trabalho independente fui alargando os campos de estudo: novas moléculas, novas técnicas... Sempre fazendo corresponder a novas moléculas, metodologias próprias ajustadas ao fim em vista para o que se quer elucidar em cada caso. É este "fazer à medida", como um alfaiate, este planeamento completo (técnicas/moléculas /planeamento experimental/metodologias de análise de dados) que me motiva.

Temas iniciais como a acção bioquímica da filipina, deram lugar ao HIV e outros objectos de estudo completamente actuais. Há aqui um padrão de procura de temas de investigação que estejam em voga ou foi accidental?

Foi accidental. O que me faz correr é o desafio científico inerente. Descubro algo que falta saber sobre determinado problema científico; por exemplo, como conseguem determinados péptidos atravessar as membranas das células sem as matarem? Depois começo a pensar se terei a capacidade instrumental e conhecimentos de base para o abordar experimentalmente e o tentar resolver. Se sim, pouco me importa se o assunto está na moda ou não. É a atracção do desconhecido e o frenesim de preencher esse vazio e saber que está ao nosso alcance fazê-lo que me faz correr. Como na conquista do Everest: "Porque o escalaste? – Porque estava lá!".

No entanto esta investigação altamente especializada exige recursos. Quais os teus principais meios de financiamento?

Os tempos estão maus. Há um enorme sub-financiamento de projectos, actualmente. Só com muita imaginação e "gimnástica" se dá a volta. Certo só mesmo o dinheiro do financiamento plurianual dos centros. Tenho a sorte de estar num centro avaliado como excelente. Mesmo assim, esse dinheiro só dá "para o café e para o tabaco". Não dá para alimentar ninguém. Dá para ir fazendo algum bom trabalho mas não dá para aprofundar muito uma linha de investigação. O que se consegue fazer com o que está mais à mão e é mais barato, faz-se mas o resto fica como projecto na gaveta. Por exemplo, podes fazer um estudo de interacção de um antibiótico com lípidos e fazer uma série de experiências, mas se necessitares de fazer medidas de detalhe mais fino sobre, digamos, orientações, precisas de recorrer a polarização. Aí já não consegues porque já não tens dinheiro para comprar o polarizador nem o cristal de ATR. No entanto, não podemos usar esta situação como desculpa conveniente para não fazer nada. "Quem não tem cão, caça com gato", como se costuma dizer. Devemos procurar sem-

pre fazer o que pudermos, com o que tivermos, onde estivermos.

Mas, no actual quadro é difícil manter um fio condutor porque um financiamento dura 3 anos e depois não sabes o que vai acontecer a partir daí. Há dificuldade em manter uma certa profundidade...

É pior que isso... Até ao ano de 2003, que foi o *annus horribilis*, os investigadores já tinham ganho alguma confiança no sistema. Isto é, haviam aquelas duas alturas do ano em que se podia concorrer aos projectos e já estava mais ou menos interiorizado pela comunidade científica que não precisava de correr sofregamente para participar em todos os concursos porque se falhasse um, algum tempo depois viria nova oportunidade. Encarava-se isto com uma certa naturalidade, que é como as coisas devem ser, e os projectos decorriam de acordo com o seu ritmo natural. Agora abre um concurso de vez em quando, que nunca se sabe quando é. O que acontece é que toda a gente entra na corrida porque não se sabe quando o futuro trará um novo concurso. Portanto é a sofreguidão total. Isto não é compatível com um planeamento sério, calmo e ponderado da actividade científica. Isto é contrário ao espírito científico da ponderação, da avaliação e da progressão ditada pela evidência factual. Estamos a viver num quadro que é muito anti-científico.

Aquí e ali há uns artigos com carácter mais didáctico, notando-se alguma preocupação pedagógica com a vida universitária extra-curricular. Essa preocupação tem tido eco nos estudantes, ou são dois ou três que são mais receptivos que a maioria?

Acho que há mais do que um ou dois receptivos...Começando pelo princípio... Por uma questão de gosto pessoal, normalmente quando me envolvo nas coisas gosto de as explorar. É assim na ciência mas também é assim no ensino. Se somos criativos na ciência, porque não no ensino?

Para esta experiência contribuiu também o percurso académico extra-curricular; já fui coordenador adjunto da Licenciatura em Bioquímica e já fui obrigado a fazer parte de uma série de

outras comissões – quem conhece a carreira académica sabe ao que somos obrigados na gestão das faculdades. Sobre tudo o trabalho menos visível; é tudo feito por docentes em grupos de trabalho, em comissões, em tudo o mais...

... trabalho que nem sequer é de administração, pura e simplesmente de secretariado...

O mais revoltante é que era suposto ser feito por outras estruturas que depois na prática não funcionam...

... mas existem...

Existem! Isso é o mais grave. Correspondem a um espaço, correspondem a recursos e a um grande desperdício... Bem, isto não era a questão original. A questão original é que eu fui obrigado a pensar várias vezes a elaboração e articulação de programas. Não só programas de cadeiras mas, a um nível mais supra-estrutural, já fui obrigado muitas vezes a pensar o conteúdo da própria licenciatura. O conteúdo, a extensão... Aliás é um tema na ordem do dia agora por causa de Bolonha e dos 3+2 ou 4+1... Mesmo fora deste contexto actual de Bolonha, muitas vezes se discutiu aqui na FCUL se a licenciatura em bioquímica deveria ter 4 ou 5 anos. Nós tivemos muitas vezes a questão dos 4 ou 5 anos porque já tivemos 4 anos, tivemos 5, agora temos 4 de novo e portanto isso implicou muitas vezes pensar e repensar a licenciatura e os seus conteúdos. A par dos conteúdos factuais científicos, há uma série de valências que é necessário um profissional ter, que normalmente não são pensadas e que me preocupam. Eu acho que os meus alunos terão menor ou maior sucesso no mercado de trabalho não tanto pelos factos que eles saberão de bioquímica mas por aptidões que eles terão. O aproveitamento que eles fazem do conhecimento que produzem, por exemplo. Acho que são factores que nós devemos ter em conta enquanto educadores – porque é isso mesmo que nós somos, educadores. Temos que ter essa preocupação, de os levarmos mais longe e de os levarmos para além daquilo que é imediato.

A propósito da Medalha Vicente Seabra vieram entrevistas na RTP, passagens em programas de rádio, jornais, rela-

ções públicas. Toda essa actividade surge como uma responsabilidade, ou é sobretudo um prazer comunicar?

Obviamente as pessoas podem ter mais gosto ou menos gosto em aparecer e comunicar, mas todos devemos sentir como obrigação inerente quando nos é perguntada alguma coisa sobre ciência responder. E de não fugir! O cientista não é um artista e portanto não tem que procurar as luzes da ribalta; não é disso que se trata. Mas um cientista tem que saber responder quando lhe é perguntado.

Neste caso, da RTP, alguém teve que lhes dizer...

Sim, alguém lhes disse. Foi a Divisão de Informação da Faculdade de Ciências da UL que fez um comunicado de imprensa. Depois alguns jornalistas interessaram-se.

Achas que é uma responsabilidade inerente que todos nós como cientistas temos de tentar explicar, fazer passar para fora aquilo que fazemos em círculo fechado, que tem impacto na vida das pessoas?

Sim, fazer ver que é útil. No mínimo, temos de mostrar onde vai parar o dinheiro das pessoas, que pagaram impostos, quando é investido em ciência. No fundo, que dinheiro investido em ciência é dinheiro bem investido. É algo positivo, que vale a pena. Porque se nós estamos a usar o dinheiro dos impostos dos contribuintes, o mínimo que nós temos que fazer é sentirmo-nos obrigados a justificar a esses contribuintes que aquilo que fazemos tem um impacto positivo para a sociedade em geral. Esta atitude é boa para nós. Quanto mais não fosse por uma questão egoísta, nós deveríamos tê-la.

Recentemente foi eleito Vice-presidente da Sociedade Portuguesa de Bioquímica. Neste contexto este tipo de cargos, que não são sequer remunerados, são também uma obrigação ou correspondem a um desejo que se cumpre?

Acho que é um dever que nós temos. Agora nós podemos, para cumprir este dever, escolher vias diferentes, papéis diferentes. Há uma multiplicidade de coisas que há para fazer em ciência; sobretudo em Portugal, onde a tradição é

quase zero e está quase tudo por fazer. Esta multiplicidade deixa um leque enorme de vias para que cada um possa escolher aquilo por que se sente mais atraído de acordo com a sua formação e com a sua vocação. Uns podem ligar-se a sociedades científicas, outros podem fazer divulgação de ciência e outros podem fazer trabalho de administração, se gostarem. O que eu acho é que todos nós devemos fazer alguma coisa fora do laboratório. Passar o tempo todo na bancada e dizer que a ciência se esgota aí, isso é que não.

Já agora que estamos a falar das sociedades científicas olhando para o panorama em Portugal, a ideia que se tem é que a actividade delas é muito louvável, mas alguma vez passará de louvável para ser activamente interveniente?

Não tenho que te dar a ti o exemplo da SPQ, que é uma sociedade extremamente activa e aberta no contexto nacional.

Intervém sem dúvida, mas quem a ouve?

Se alguém a ouve a nível de legisladores, a níveis mais altos? Acho que as sociedades científicas isoladamente nunca darão salto nenhum enquanto Portugal no seu global não der o salto. O salto tem que ser da sociedade. Não é concebível que as sociedades científicas em si, isoladamente, consigam evoluir muito dentro de um contexto da sociedade em que não se dá muito crédito à cultura científica. Se a sociedade no seu geral não der muito crédito à cultura científica, o papel das sociedades científicas será sempre o de tentar remar contra a maré. E não conseguirão sair deste papel. E terão sempre uma acção muito localizada, tentando convencer legisladores, tentando convencer decisores, políticos. Enquanto não houver uma cultura científica de base, em que o grande público já sabe que, se tem havido um progresso civilizacional, este não se deve às cartas do tarot da Maya mas a gerações de cientistas que produziram conhecimento, conhecimento que se transformou em técnicas, técnicas que se transformaram em produtos, produtos que transformaram a sociedade... enquanto não houver essa cultura de base as sociedades científicas não conseguem

passar a uma postura de frutuosa comunicação directa com o grande público. Limitam-se a uma postura "defensiva" que é evitar regressões e retrocessos, sensibilizando decisores, legisladores...

O problema é que os cientistas podem tentar comunicar mas o que acontece é que primeiro as pessoas têm que estar preparadas...

Sim; não vale a pena ter a ilusão de que a divulgação científica vai suprir as faltas de conhecimento de base de uma população. Isto é, a divulgação científica resulta quando uma população já tem um nível de conhecimentos de base mínimo em ciência. Não é a divulgação científica que vai dizer às pessoas o que é uma molécula. Se as pessoas já souberem o



que é uma molécula, se já souberem o que é uma célula, se já souberem o que é uma reacção química, aí sim é possível explicar e mostrar muito de ciência...

Há aí uma crítica implícita aos actuais programas de ensino...

Explícita! (risos) Não vale a pena ter ilusões de que a comunidade científica vai divulgar muito a ciência e é isso que por si só vai fazer elevar o nível. Está-se a transformar a escola um bocadinho à imagem da evolução da comunicação em termos de massas. É possível aproveitar um grande acontecimento que desperte o interesse mediático para a partir daí ir a correr buscar outras coisas que nos interessem. É preciso aproveitar qualquer coisa que cative e a partir daí tentar explicar outras coisas à partida

menos cativantes. Como a explicação do pH a partir das chuvas ácidas, por exemplo. Favorece uma visão global e integradora dos alunos mas é um risco, pois há toda uma noção de concentração, de esforço e de trabalho do processo de aprendizagem que se pode perder. Aquela noção de que agora, de repente, tudo tem que ser ensinado com anedotas e a rir porque tudo tem que ser muito divertido, é algo muito arriscado. Há matérias que não se ensinam a rir e com anedotas. A ciência divertida é um conceito útil, mas deve ser usada em doses moderadas, como se usa um medicamento.

Há coisas pequeninas que se podem ir fazendo. Eu lembro-me que no teu caso, és um escalabitano assumido...

Sim, ainda moro em Santarém e tudo...

...e tanto quanto me lembro, tentas organizar pequenos eventos científicos em Santarém e mobilizar o poder local. Já lá organizaste um ou dois cursos, um encontro...

Quatro cursos... Na próxima semana vou participar numa sessão para alunos do 10.º, 11.º e 12.º. Eu quando vou falar para aqueles alunos, se eles já souberem o que é uma molécula, uma célula, uma reacção química, eu consigo ter um determinado impacto. Se eles não sabem isso, o impacto é muito menor e mesmo o que eles apreendem do conhecimento científico... é também muito menor.

Já fizeste vários seminários em várias escolas. Qual é a tua sensação actualmente? Achas que quando vais lá falar, eles estão aptos a ouvir ou na maior parte dos casos é mais um acontecimento em que eles têm que ir porque a professora assim o disse?

Vão lá porque o professor disse que tinham de ir. O que não quer dizer que não estejam atentos, que não sejam conquistáveis. Que são. Não nos esqueçamos de uma coisa: se alguém nos convida para ir a uma determinada escola falar, é porque neste sítio o trabalho de base já está feito porque senão o professor nem sequer tinha a iniciativa e o espírito e a vontade de fazer o convite. Os pontos mais críticos são aqueles onde não se chega...

Já orientei vários estágios pedagógicos. Enquanto professor universitário, partilho de alguma preocupação sobre os hábitos de trabalho que eles trazem quando chegam à universidade. Mais nos hábitos de trabalho do que propriamente nos conhecimentos. É mais a questão do que eles vêm dispostos a fazer do que propriamente os conhecimentos factuais que trazem. Eles vêm com poucos hábitos de trabalho; nem sequer vêm dispostos a trabalhar. Vêm um pouco na onda do arrasto. Normalmente fruto de anos a arrastar... a deixarem-se ir na onda. Está-se no barco e a onda arrasta o barco.

E agora que projectos estão em curso e onde é que vamos encontrar o seu nome num futuro próximo?

Um pouco a continuar o que já tenho feito até aqui. A participar em encontros e escrever artigos científicos. Sim, porque não podemos fazer outras actividades, de divulgação, de comunicação, das sociedades científicas... e "desorbitar". O propósito dentro da nossa actividade é produzir conhecimento científico e isso quer dizer publicar artigos.

Para os estudantes, qual é a mensagem que queres deixar?

Não esmoreçam face ao derrotismo e ao discurso auto-fágico que abunda em Portugal. Entre muitas das dificuldades

que passam, algumas são ossos do ofício, não têm a ver com o país e devem ser encaradas com naturalidade. É necessário criar resistência para não desmoralizar. Não perder o entusiasmo. Agora já mais dentro do contexto português, que também não tenham uma visão fatalista. Foram gerações e gerações de portugueses desde tempos imemoriais a falar mal do seu país. O que é certo é que com o passar dos anos, se olharmos na escala das décadas, a situação melhorou. Olhem para o futuro com esperança. Até porque as gerações mais novas e as vindouras podem olhar para o seu futuro e ver a Europa sem ser num contexto de exílio. São cidadãos da Europa das novas oportunidades.

Perfil de Miguel Castanho

Miguel Castanho nasceu em Santarém em 1967, cidade onde aliás presentemente vive. Terminou em 1990 a licenciatura em Bioquímica na Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa com 18 valores, escola onde nesse momento se formou um excelente conjunto de estudantes.

A iniciação na actividade científica ocorreu como habitualmente aquando da realização do estágio curricular no Centro de Química-Física Molecular do Instituto Superior Técnico, onde prosseguiu o trabalho de doutoramento que foi concluído em 1993.

Nesta fase inicial da sua vida científica, que coincidiu com o arranque do grupo de investigação em Biofísica onde estava inserido, e para o qual contribuiu de forma decisiva, estudou a interacção de antibióticos poliénicos com membranas, tendo utilizado metodologias de fluorescência bem como de dispersão de luz. Seguiu-se um pós-doutoramento dividido entre Madrid (CSIC) e Honolulu (Univ. Hawaii), e após curto período de transição integrada actualmente o Centro de Química e Bioquímica da FCUL, onde iniciou o seu grupo de investigação, sendo Professor Associado Agregado desta escola. Os seus interesses científicos presentes estão centrados no estudo

de agregados supra-moleculares, sistemas modelo de membranas e a sua interacção com péptidos, utilizando espectroscopias ópticas. Alia uma grande capacidade teórica (e.g., formalismos para dispersão de luz e dicroísmo linear que não são triviais), ao estudo de problemas biofísicos de grande modernidade.

Sendo um investigador jovem (tem 38 anos e 40 é o limite habitual em muitas candidaturas internacionais), e iniciado o seu grupo muito recentemente, publicou 44 artigos em revistas internacionais, muitos deles em excelentes revistas (e.g., JACS, Biophys. J., Biochemistry, Biochem. J.), bem como 4 capítulos de livros e 8 artigos em revistas nacionais, orientou dois doutoramentos já efectuados, e é supervisor de outros em curso. Como será de prever foi convidado para um significativo número de congressos. Não haverá espaço para me referir à sua actividade docente, mas gostaria de salientar que no entanto tudo isto não esgota a actividade de Miguel Castanho. Foi um dos membros fundadores da Sociedade Portuguesa de Biofísica, e tem sido essencial no desenvolvimento da sua actividade mais emblemática, os Cursos de Biofísica de Santarém, colaborador da Sociedade Portuguesa de Química (director-adjunto do Boletim e publicações pe-

riódicas), e membro da Direcção da Sociedade Portuguesa de Bioquímica. Outro centro de interesse tem sido aspectos de história da ciência onde publicou alguns trabalhos e uma activa participação na comunicação social (rádio, jornais, debates) como divulgador científico. Foram-lhe atribuídos os seguintes prémios científicos: i) "Programa Gulbenkian de Estímulo à Investigação-1996" – Área de Fotofísica e Fotoquímica; ii) "Medalha Vicente Seabra 2004" (SPQ), iii) "Prémio Dr. José Luís Champalimaud-2004" (Comissão Nacional de Luta Contra a Sida).

Voltando ao início deste perfil, Miguel Castanho é um jovem, mas não é promissor. É um valor totalmente afirmado.

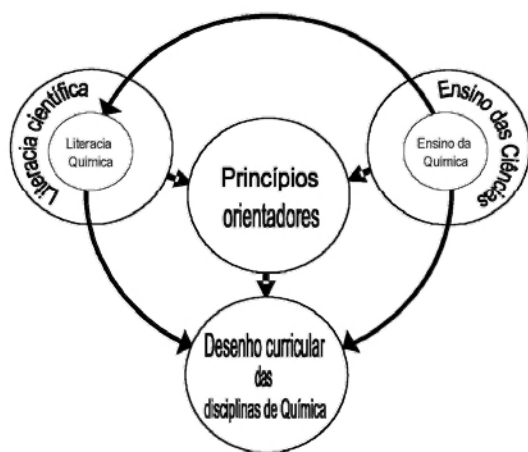
Tudo isto poderia ser ditado pela amizade. É sabido que sou seu amigo pessoal (enfim o mesmo ocorre com todos os antigos membros do grupo...), mas com o Miguel subo montes e faço mergulho, e continuamos a discutir ciência de forma regular. No entanto, a avaliação científica é hoje em dia suficientemente objectiva (vd. a sua lista de publicações). Deste modo não é enviesada pela amizade. Actualmente, só se engana quem quer.

Manuel Prieto, IST

Educação em Química e Ensino de Química

Perspectivas curriculares – Parte II

ISABEL P. MARTINS¹, MARIA OTILDE SIMÕES², TERESA SOBRINHO SIMÕES³,
JOSÉ MANUEL LOPES⁴, JOSÉ ALBERTO COSTA¹, PAULO RIBEIRO-CLARO¹



Resumo

Este artigo é a continuação do que foi apresentado no Boletim da Sociedade Portuguesa de Química, n.º 95, visando uma abordagem particular às relações da Literacia científica e da Literacia química com o Ensino da Química e aos princípios orientadores deste ensino, particularmente no que concerne ao Ensino Secundário, como se evidencia na Figura.

Contribuições para o desenho curricular das disciplinas de Química

1. Literacia Científica e Ensino das Ciências

Defendendo-se que a educação dos indivíduos em ciências, bem como em qualquer outro domínio, deverá ser um processo continuado ao longo de toda a vida, o ensino formal deverá ter como orientação de base o de **preparar os indivíduos em saberes básicos e competências que lhes permitam continuar o processo de aprendizagem**. Definir que saberes e competências são esses não é simples nem isento de polémicas. No caso particular das ciências, a questão de partida para a conceptualização do ensino formal **não deve ser "porquê ensinar ciências" mas "para quê"**, de modo a cada indivíduo poder compreender e ser capaz de se inserir de forma adequada na sociedade. Para que isto se efective há competências específicas que necessitam de ser alcançadas, em particular do domínio científico.

São três as dimensões a considerar: os saberes, as acções e os valores (Graber et al., 2001).

A **dimensão dos saberes** inclui: (1) **competências de conteúdo** (em vários domínios da ciência); (2) **competências epistemológicas** (visão geral sobre o significado da ciência como forma de ver o mundo, distinguindo-a de outras interpretações como a arte ou a religião).

A **dimensão das acções** inclui: (1) **competências de aprendizagem** (capacidade para usar diferentes estratégias de aprendizagem e de construção de conhecimento científico); (2) **competências sociais** (capacidade para cooperar em equipa, recolher dados, executar procedimentos ou interpretar, em termos gerais, informação científica); (3) **competências processuais** (capacidade para observar, experimentar, avaliar, interpretar gráficos, mobilizar destrezas matemáticas, por exemplo, estatística simples; usar modelos; analisar criticamente situações particulares, gerar e testar hipóteses); (4) **competências comunicativas** (capacidade para usar e compreender linguagem científica, registar, ler e argumentar usando informação científica).

A **dimensão dos valores** diz respeito a **competências éticas** (conhecimento de normas e sua relatividade em contextos locais e ainda do seu carácter temporal).

Até ao final da década de 80, foram concebidos e postos em prática diversos programas de educação formal e não formal, com ênfase na relevância social e cultural da ciência, atribuindo a esta dimensão do conhecimento competências específicas de responsabilidade social. Tais programas culminaram, no final dos anos 80 e década de 90, com a produção pela *American Association for the Advancement of Science* (AAAS) de importantes documentos organizadores dos currículos do ensino não superior. Trata-se do *Project 2061* cujo texto fundamental, publicado em 1989, intitulado *Science for all Americans* (versão portuguesa "Ciência para Todos", Gradiva, 1995), foi difundido em muitos outros países (Ware, 1997). Em 1993, com a publicação de *Benchmarks for Science Literacy* (AAAS, 1993; 2000) a AAAS explicitou os seus objectivos para a literacia científica dos jovens, um documento de grande importância para a de-

¹ Universidade de Aveiro; ² Escola Secundária Almeida Garrett, V. N. Gaia; ³ Escola Secundária Soares dos Reis, Porto; ⁴ Escola Secundária Jaime Magalhães Lima, Aveiro.

finição de uma estrutura e de um desenho curricular de ciências, bem como para a concepção, desenvolvimento e avaliação dos recursos didáticos de apoio. Finalmente, em 1996, é publicado o *National Science Education Standards* sob a égide do *National Research Council* (NRC, Canadá, 1996), no qual se explicita o que os alunos deverão conhecer, compreender e ser capazes de fazer, desde o Jardim de Infância até final do ensino secundário. Nestes documentos são enunciados os princípios que devem orientar o desenho dos currículos escolares, a formação de professores, as práticas de ensino, a concepção de recursos didáticos e até o projecto educativo de Escola.

Também na Europa, em particular no Reino Unido, no final da década de noventa, com o apoio da *Nuffield Foundation* e da *Association for Science Education*, foi produzido o relatório "*Beyond 2000: science education for the future*" (Millar e Osborne, 1998), no qual se desenvolvem dez orientações para a construção de um currículo de Ciências. Destaca-se a Recomendação 5 – *O currículo de ciências deve contemplar aspectos da Tecnologia e aplicações da Ciência frequentemente omitidas, de forma a alcançar-se a literacia científica.*

É, pois, neste quadro mais vasto que procuraremos situar orientações a dar ao ensino da Química.

O conhecimento químico é uma parcela fundamental do conhecimento científico pois contribui para a compreensão da natureza e do modo como se constituiu tudo aquilo que existe e permite ainda antever muitas transformações que poderão vir a ocorrer. Poderíamos pois dizer que tem sentido falar numa "Química para Todos" que permita a todos os cidadãos alcançar uma *literacia química* capaz de se repercutir em competências para usar conhecimento químico em ambientes não escolares, seja no acompanhamento das descobertas científicas, na compreensão de argumentos usados nas controvérsias sobre a sua aplicação, seja ainda como consumidor ou a nível profissional.

2. Literacia Química e Ensino da Química

A defesa de um ensino da Química orientado para uma literacia química, implica que se tenham em conta três aspectos específicos principais: (1) a **estrutura do currículo**; (2) as **atividades geradoras de aprendizagens**; (3) os **modelos e práticas de formação de professores de Química**.

No presente trabalho faz-se o desenvolvimento (sumário) do primeiro tópico – **a estrutura do currículo**.

De entre as disciplinas escolares com imagem social mais débil estará, porventura, a Química. De facto, são frequentes as referências de cariz anti-social atribuindo a muitos produtos e/ou processos industriais a responsabilidade pela poluição ambiental, em vez de a tónica ser posta no modo como, socialmente, se fomenta o seu consumo. A par disto é ainda legítimo afirmar que o **conhecimento científico / químico da população em geral é diminuto**. Esta é uma conclusão possível de extrair dos inquéritos à cultura científica dos portugueses, em 1992 e 1996 (Rodrigues *et al*, 2000), onde se apurou que apenas um terço dos inquiridos respondeu de forma acertada às três questões (em doze) relativas ao conhecimento químico. Além disso, quando se pergunta àqueles que estudaram Química apenas na escolaridade obrigatória, que evocuem aprendizagens de Química em contexto escolar **é frequente a referência à sua linguagem simbólica e representacional acompanhada de um forte desagrado e/ou da incompreensão sobre a aplicação de tal conhecimento**.

Ora, as exigências que socialmente têm vindo a assumir terreno sobre a **necessidade de um currículo de ciências que permita aos alunos apreciar, compreender e envolver-se progressivamente na tomada de decisões sobre questões com dimensão científico-tecnológica**, isto é, que os **alunos sejam agentes activos capazes de formular juízos de valor sobre argumentos relativos a questões socialmente controversas**, têm contribuído, desde os anos oitenta, para uma nova orientação para o ensino das Ciências: o movimento CTS (Ciência-

-Tecnologia-Sociedade). Muitos têm sido os países a aderir a esta perspectiva através de projectos específicos e, nalguns casos, **através de programas curriculares**, e até a própria UNESCO considerou prioritária a orientação do ensino das ciências na perspectiva CTS, a que o ensino em Portugal não poderá, nem deverá, ficar indiferente.

O interesse dos investigadores sobre a temática CTS tem vindo a crescer de forma notável, com muitos artigos nas revistas da especialidade, números temáticos (caso de *Alambique*, n.º 3, de 1995) e Congressos Internacionais (caso dos Seminários Ibéricos sobre CTS, o primeiro em Aveiro, 2000, o segundo em Valladolid, 2002 e o terceiro de novo em Aveiro, 2004, com a participação de investigadores ibero-americanos). (Existem excelentes trabalhos de síntese publicados. Ver, para referências, Membiela, 2001). Não é intenção deste trabalho desenvolver os fundamentos do movimento CTS para o ensino das ciências, em geral, e da Química, em particular, **mas não podemos deixar de salientar que em tal perspectiva, a qual advogamos, a organização dos currículos deve seguir temas sociais pertinentes**, de interesse também para os alunos e para cujo desenvolvimento e compreensão seja necessário aceder também ao conhecimento e compreensão de conceitos e princípios científicos/químicos de valor intrínseco. **A característica principal de tal organização curricular é a de proporcionar uma visão externalista da ciência**, apresentando temas-problema com que se debate a comunidade científica, o modo como procura soluções, os percursos que utiliza, os juízos de valor que pondera e como as soluções técnicas podem ser preteridas por razões e princípios éticos.

Como já se referiu na primeira parte deste trabalho, a esta visão de currículo opõe-se a visão que tem vigorado, do tipo internalista, dominada pelos conceitos considerados as peças fundamentais do corpo de conhecimentos válido. Segundo este ponto de vista, a ciência escolar deveria assumir uma posição de neutralidade técnica, despojando-se de quais-

quer outras dimensões como a ética, a social, a económica e a ambiental.

Programas de ensino da Química numa perspectiva CTS têm tido grande repercussão a partir de meados dos anos oitenta, nos Estados Unidos (*Chemistry in the Community-ChemCom*) apoiados pela *American Chemical Society*, e no Reino Unido (*Chemistry Salters*) desenvolvidos pelo *Science Education Group* da Universidade de York. No caso deste último projecto, foram feitas várias traduções e adaptações a outros contextos, em particular na América Latina e em Espanha.

A educação CTS pode assumir uma grande variedade de abordagens, mas a abordagem problemática tem sido a mais usada nos currículos. Nela **utilizam-se grandes temas-problema da actualidade como contextos relevantes para o desenvolvimento e aprofundamento de: conteúdos científicos permeados de valores e princípios; relações entre experiências educacionais e experiências de vida; temas actuais com valor social, nomeadamente problemas globais que preocupam a humanidade**. Para isso, recorre-se à combinação de actividades de formatos variados, ao envolvimento activo dos alunos na busca de informação e à utilização de recursos exteriores à escola (por exemplo, visitas de estudo devidamente preparadas). Esta perspectiva de organização do ensino das ciências (de Química ou de outra disciplina), por utilizar situações-problema reais é também designada por **ensino contextualizado** e tem vindo a ser praticada em muitos países (na Europa, América do Norte e do Sul, Ásia, Nova Zelândia e África do Sul) (Bennett, Holman, 2002). No entanto, é possível adoptar uma grande variedade de interpretações para "*o contexto*", mesmo de um programa de Química: a dimensão social, económica, ambiental, tecnológica e industrial.

A escolha dos contextos de abordagem da Química, sobretudo para alunos dos ensinos básico e secundário, deverá ser guiada por **critérios de relevância** para os próprios alunos. A este respeito há que desenvolver investigação que permita conhecer melhor as suas preferências. Alguns autores dizem que os con-

textos são sobretudo escolhidos pelos adultos na suposta presunção do seu interesse para os alunos. Apesar da escassez, a nível internacional, de estudos empíricos que sustentem decisões de autores de programas e das limitações inerentes ao carácter eminentemente pessoal que qualquer preferência encerra, podemos tomar como base um estudo realizado recentemente no nosso país (Costa, 2001). Este estudo envolveu uma amostra de 272 alunos que frequentavam a disciplina de Química no 1.º ano de uma Universidade Pública, e que eram provenientes de 88 Escolas Secundárias distintas distribuídas por todo o País onde haviam frequentado Química. Quando inquiridos sobre temas que gostariam de ver tratados em aulas de Química, e perante um leque de 24 temas propostos, foram notórias as preferências por alguns deles: efeito de estufa (75,6%), poluição atmosférica (68,1%), política dos RRRR's (reduzir, reutilizar, reciclar, repensar) (45,2%), energia nuclear (44,8%) e crise do petróleo (33,1%). **Estes dados permitem-nos inferir que estes alunos estariam, provavelmente, motivados para se envolverem no aprofundamento da sua compreensão sobre os temas referidos.**

Alguns críticos do ensino das ciências de base contextualizada têm vindo a advoogar que tal abordagem é consumidora de tempo necessário para a consolidação de aprendizagens conceptuais, aquilo a que importa dedicar atenção no ensino formal das ciências. Ora, não será nunca possível evitar implicações das opções curriculares no conteúdo do currículo de Química, bem como nas estratégias de ensino correspondentes.

Relativamente ao conteúdo do currículo é evidente que a opção por determinados temas (e não por outros), condicionará o conteúdo do domínio conceptual distanciando-o daqueles conceitos previsíveis na perspectiva tradicional. A opção por domínios próximos dos alunos, contextos familiares, é uma via, possivelmente uma boa via para conceber um currículo orientado para a literacia científica. **Não será pois de esperar que os alunos alcancem todos os conceitos de uma disciplina de Química na perspectiva tradicional, já que irão desenvolver**

muitas outras competências relevantes no domínio pessoal e social através de estratégias de ensino adequadas (Pilling, Holman, Waddington, 2001).

Um aspecto muito importante do ensino em contexto é a sua **potencialidade para motivar os alunos mesmo para as aprendizagens conceptuais, no período de vigência do programa respectivo e posteriormente, aspecto que não põe em causa a qualidade das aprendizagens, mesmo do domínio conceptual da Química** conforme comprovado num estudo longitudinal com 400 alunos ingleses do final do secundário (Barker, Millar, 2000).

3. Princípios orientadores do ensino da Química

Tomam-se como princípios para o ensino da Química perspectivas de educação em ciência seguidas por muitos autores espalhados um pouco por todo o mundo, assumindo a democracia como um valor e, por isso, como um objectivo do desenvolvimento humano, e a ciência como um domínio que persegue ideais de bem para a Humanidade. É nesta perspectiva que muitos investigadores em desenvolvimento curricular vêm defendendo que a educação em Ciências deve perseguir ideais de **cultura científica dos alunos que promovam o desenvolvimento pessoal destes e lhes permitam alcançar uma participação social esclarecida**. No caso do Ensino Secundário podemos enunciar oito princípios orientadores do desenho de programas. Os exemplos elucidativos, em relação aos diversos princípios orientadores, têm como base o programa de Química do 12.º ano.

3.1. Ensinar Química como um dos pilares da cultura do mundo moderno.

Os temas a desenvolver e os contextos escolhidos devem **privilegiar questões da actualidade onde se mobilizem conceitos químicos importantes na história das ideias em Química**, pela sua centralidade. Aliás, desde meados do século dezanove que se tem vindo a argumentar que todos os indivíduos cultos deveriam conhecer princípios que explicam como funciona o mundo, saber pensar de forma científica e interpretar

correctamente inter-relações ciência-sociedade.

A opção por temas envolvendo materiais diversos (por exemplo, metais, combustíveis e plásticos) permitirá desenvolver conceitos químicos centrais (ligação química, estrutura atómica e molecular, oxidação-redução, termoquímica, Tabela Periódica), **salientando a importância deste conhecimento para a interpretação de situações particulares**. É o caso da interpretação da diferença de propriedades de substâncias com estruturas distintas, metais, hidrocarbonetos e polímeros (ligação química e grupos funcionais), da degradação dos metais e formas de a minorar, da origem da energia dos combustíveis e das diferenças energéticas de vários combustíveis, da relação entre tipo de substância elementar (metal ou não-metal) e posição do elemento respectivo na Tabela Periódica, da variedade de materiais poliméricos em função da reactividade dos respectivos monómeros.

3.2. Ensinar Química para o dia a dia.

O conhecimento químico deve ser útil para interpretar o que nos rodeia, como o mundo evolui e também como poderemos preservar os recursos existentes. Importa, pois, seleccionar conceitos e princípios que possam dar este contributo.

Sendo a diversidade de materiais algo muito valorizado nas sociedades de consumo actuais, torna-se premente ajudar a compreender que muitos recursos estão a ser gastos a um ritmo insustentável para o Planeta e que, por isso, há que **encontrar formas de os poupar, de desenvolver alternativas e/ou de os reciclar**. É por esta razão que se incluem tópicos de processos de extracção e exploração de metais e de combustíveis, de recursos energéticos alternativos aos combustíveis fósseis, de fontes de matérias-primas não convencionais para a produção de polímeros, de reciclagem de metais, de materiais orgânicos, de vidros e de plásticos.

3.3. Ensinar Química como forma de interpretar o mundo.

O conhecimento científico subjaz à mais evoluída e válida explicação sobre

a natureza e é absolutamente necessário que os alunos distingam ciência de outras formas de pensar, que **reconheçam os limites da ciência** (por exemplo, questões que podem e que não podem ter resposta em ciência), a validade dos dados e dos procedimentos usados para os obter. O ensino da Química, uma ciência, deve ter este enquadramento.

A opção por **actividades prático-laboratoriais organizadas em torno de questões-problema** procura ser uma aproximação à situação com que se confrontam os cientistas e engenheiros: procurar resposta a uma questão determinada, organizando um procedimento, recolhendo dados, analisando-os e ponderando sobre a conclusão a tirar.

3.4. Ensinar Química para a cidadania.

A educação em Química deve ajudar a lidar de forma informada com assuntos de relevância social, de modo a que os cidadãos possam actuar mais esclarecida e fundamentadamente em democracia. Seleccionar temas geradores de controvérsias para exploração nas aulas de Química, analisando argumentos a favor e contra será uma via para desenvolver a capacidade de tomar decisões e, eventualmente, exprimirem opinião em debates sobre controvérsias em torno de temas sociais e descobertas científicas. Um programa de Química centrado em classes de materiais específicos, pode e deve incluir para cada uma delas o estudo do impacte ambiental. É o caso da exploração de metais, do consumo dos combustíveis fósseis e do esgotamento destes recursos, ou da forma de aumentar a biodegradabilidade dos plásticos. Também as metodologias de trabalho propostas aos alunos poderão ser fulcrais na concretização desta intenção; é o caso da **opção pelo envolvimento dos alunos na pesquisa de dados a favor e/ou contra determinada temática controversa e posterior solicitação para ponderar as consequências de uns e de outros**. Através destas actividades poder-se-á mostrar como o conhecimento científico é uma componente imprescindível no exercício da cidadania.

3.5. Ensinar Química para compreender a sua inter-relação com a tecnologia.

A educação em Química deve ajudar a compreender as inter-relações Química-Tecnologia, em particular como o conhecimento científico influencia o desenvolvimento tecnológico e como o conhecimento tecnológico determina o desenvolvimento científico.

Sendo grande parte do conhecimento químico actual indissociável de aplicações práticas com enorme repercussão na sociedade, **não é aceitável conduzir o ensino da Química à margem de uma indústria que disponibiliza bens que marcam o estilo das sociedades actuais, seja na melhoria da qualidade de vida (saúde, alimentação, transportes, vestuário, habitação, comunicações), seja no sobre-consumo de grupos mais favorecidos, aspecto que importa, aliás, discutir**. É, por isso, relevante consciencializar os alunos da importância social da actividade industrial, dos produtos industriais que marcam cada época, dos impactes ambientais desses produtos bem como dos processos que lhes deram origem. A opção por um programa centrado em materiais permitirá, para cada uma das classes representadas, que se refiram aspectos da tecnologia associada à sua obtenção e/ou transformação. Além disso, defende-se que a formação dos alunos neste domínio possa ser completada com uma visita a uma instalação industrial, de preferência num dos domínios estudados.

3.6. Ensinar Química para melhorar atitudes face a esta Ciência.

A educação em Química deve proporcionar aos alunos formas de melhorarem a sua atitude perante o conhecimento químico, em particular combaterem a imagem social negativa da indústria química.

A opção por um programa de Química focado em contextos reais e tendo como objecto de estudo produtos que todos utilizamos em actividades diárias, a maioria deles sem questionarmos a sua proveniência e o seu destino após o uso, permitirá discutir a importância económica e social da actividade industrial, neste caso envolvendo conhecimento

químico. Compreender também que é o conhecimento químico que permitirá aumentar a eficácia dos processos (por exemplo, uso de catalisadores na indústria), minimizar o impacto negativo para a saúde e ambiente (por exemplo, uso de aditivos para aumentar o índice de octanas da gasolina) e encontrar materiais capazes de substituir partes do corpo humano em caso de doença ou de acidente (por exemplo, obtenção de biomateriais).

3.7. Ensinar Química por razões estéticas.

O mundo natural apresenta-se com uma enorme **beleza intelectual através do conhecimento científico que permite explicar a sua origem, diversidade e evolução**. Promover a apropriação de saberes que permitam essa compreensão pode ser causa de deslumbramento intelectual. Compreender pode ser fonte de prazer, de beleza e de inspiração, aspecto fundamental para que os jovens se entusiasmem com o prosseguimento de carreiras científicas.

Dado serem muito variados os factores que determinam as preferências individuais por áreas de conhecimento distintas, e não ser linear afirmar qual é o saber que desperta maior motivação, considera-se que a opção por contextos reais, discutindo problemas actuais, muitos deles geradores de controvérsias, e onde o conhecimento científico surja como necessidade para alcançar resposta a algumas dessas questões poderá ser considerado interessante para os jovens e, eventualmente, estimulante para a procura de mais conhecimento nesse domínio.

3.8. Ensinar Química para preparar escolhas profissionais.

O ensino das ciências, e em particular da Química, deve proporcionar informação aos alunos sobre carreiras e actividades profissionais que utilizam conhecimento científico e técnico e sobre vias de estudos que confirmam habilitação específica. Ora, o ensino da Química contextualizado em actividades reais permitirá melhorar esse nível de compreensão. A escolha de materiais específicos, a ênfase na sua constituição e estrutura, nos processos de produção,

nas suas propriedades e aplicações poderão constituir caminhos para os jovens se interessarem por carreiras profissionais ligadas às Ciências Químicas e às Tecnologias, por exemplo, Engenharias. Mas poderão também entusiasmar-se pelas Ciências da Saúde se preferirem compreender sistemas biológicos ou formas de neles intervir. Embora se tenham de escolher classes de materiais específicos (não seria nunca possível esgotar todas as possibilidades), os tipos a seleccionar deverão **permitir compreender que a química dos materiais é importante em praticamente todos os sectores da actividade humana** (da saúde ao lazer, da construção à exploração do espaço, dos transportes à maquinaria industrial, da segurança ao combate ao terrorismo).

Em jeito de conclusão, reiteramos a necessidade de grandes investimentos para que os cidadãos possam alcançar níveis de cultura científica aceitáveis na lógica de utilizadores de conhecimento e sujeitos capazes de compreender e ponderar a dimensão científico-tecnológica de muitos dos problemas com que a sociedade hoje se confronta. Reconhece-se que a Escola é apenas um dos parceiros envolvidos no processo mas é, a nosso ver, porventura o agente mais determinante na estruturação das aprendizagens em Ciência e, em particular, da Química. Por isso, **o ensino formal da Química deve orientar-se por princípios de literacia química, sobretudo ao nível da escolaridade obrigatória, deve assumir objectivos de aprendizagem sobre o domínio macroscópico desde os primeiros anos de escolaridade e deve ser suficientemente aliciante para interessar os jovens pela continuação das suas aprendizagens**.

Bibliografia

AAAS – Project 2061 (1989). *Science for All Americans*. New York, Oxford: Oxford University Press.

AAAS – Project 2061 (1993). *Benchmarks for Science Literacy*. New York, Oxford: Oxford University Press.

AAAS – Project 2061 (2000). *Designs for Science Literacy*. New York, Oxford: Oxford University Press.

Barker, V., Millar, R. (2000). Students' reasoning about basic chemical thermodynamics and chemical bonding: what changes occur during a context-based post-16 chemistry course? *International Journal of Science Education*, 22 (11), 1171-1200.

Bennett, J., Holman, J. (2002). Context-based approaches to the teaching of Chemistry: what are they and what are their effects?. Em J. K. Gilbert et al. (eds), *Chemical Education: Towards Research-based Practice*, (pp. 165-184), Dordrecht, Boston, London: Kluwer Academic Publishers.

Costa, M. C. F. F. (2001). *Orientações CTS e Ensino de Química no Secundário. Dissertação de Mestrado em Ensino de Física e Química* (não publicada), Aveiro: Universidade de Aveiro.

Graber, W., Nentwig, P., Becker, H.-J., Sumfleth, E., Pitton, A., Wollweber, K., Jorde, D. (2001). Scientific Literacy: From Theory to Practice. Em H. Behrendt et al. (editors), *Research in Science Education – Past, Present and Future*, (pp. 61-70), Dordrecht, Boston, London: Kluwer Academic Publishers.

Membriela, P. (editor) (2001). *Ensenanza de las Ciencias desde la perspectiva Ciencia-Tecnología-Sociedad. Formación científica para la ciudadanía*. Madrid: Narcea, S.A Ediciones, Colección Educación Hoy Estudios

Millar, R., Osborne, J. (1998). *Beyond 2000: Science Education for the Future*. London: King's College London, School of Education.

NRC (1996). *National Science Education Standards*. Washington: National Academy Press.

Pilling, G., Holman, J., Waddington, D. (2001). *The Salters experience. Education in Chemistry*, 38 (5), 131-136.

Rodrigues, M.L., Duarte, J., Gravito, AP (2000). Os Portugueses perante a Ciência. O inquérito de 1996/97. Em M. E. Gonçalves (org.), *Cultura Científica e Participação Pública*, (pp. 33-39), Oeiras: Celta Editora

Ware, S. A. (1997). Science for All: Implications in the Chemistry Classroom. Em W. Gräber, C. Bolte (editors), *Scientific Literacy*, (pp. 257-274), Kiel: IPN

UNESCO, ICSU (1999). *Ciência para o Século XXI – Um novo Compromisso*. Paris: UNESCO.

Walberg, H. J., Paik, S. (1997). Scientific Literacy as an International Concern. Em W. Graber, C. Bolte (editors), *Scientific Literacy*, (pp. 143-166), Kiel: IPN.

Como interpretar a entropia?

JOÃO PAULO MEDEIROS FERREIRA*

Resumo

A propriedade entropia é correntemente interpretada como uma medida do grau de desordem dos constituintes do sistema, sendo comum apresentar-se exemplos aos níveis macroscópico e microscópico. A associação de entropia a desordem não é a mais adequada, como vários

outros exemplos podem demonstrar. Neste artigo expõem-se alguns destes casos e propõe-se a interpretação de entropia segundo a Termodinâmica Estatística. Processos típicos de ciências físico-químicas são analisados segundo esta versão.

Introdução. Entropia e desordem.

É difícil associar significados físicos claros a algumas das propriedades com que lida a Termodinâmica. Grandezas como entalpia ou actividade, por exemplo, são frequentemente apresentadas na forma de relações matemáticas, sem qualquer interpretação física a acompanhar. Uma outra propriedade em que é particularmente difícil e melindroso associar interpretações é a entropia. A definição de entropia segundo a Termodinâmica Clássica traduz-se na relação

$$dS = \left(\frac{\delta Q}{T} \right)_{\text{rev}} \quad (1)$$

O diferencial de entropia é igual ao diferencial do calor envolvido em transformações reversíveis, a dividir pela temperatura. Trata-se de uma definição meramente matemática e que levanta interrogações legítimas aos iniciantes, tais como: «E se o processo não for reversível, como se avalia a variação de entropia?»; ou «Como calcular variações de entropia quando a temperatura não é uniforme por todo o sistema?»; ou ainda «Como pode variar a entropia em sistemas termicamente isolados?». Acresce que esta definição não permite formar nenhum quadro visual da propriedade.

Por deturpação da interpretação de entropia em Termodinâmica Estatística (que exploraremos adiante), é muito comum apresentar-se como seu significado físico a noção de «desordem» ou «aleatoriedade», com exemplos do mundo macroscópico: «a entropia de uma sala desarrumada é maior do que a entropia dessa sala arrumada», ou «a entropia de cartas baralhadas é maior do que a entropia de cartas por estrear», etc. Em análises ao nível microscópico, é também frequente a associação entre aumento de entropia e aumento na «desordem» das moléculas. Lê-se isto em textos reputados de ciências físico-químicas. Para citar apenas alguns exemplos, veja-se Jones e Atkins (2000), Chang (1994), ou Tinoco *et al.* (1995). Ressalve-se que ao termo «desordem» alguns autores associam a noção de *probabilidade* de certa configuração do sistema, ou ausência de restrições aos movimentos das moléculas, o que minimiza as possíveis lacunas daquele termo, como se explica neste texto.

De facto, a dificuldade em transmitir o significado de entropia pode ser avaliada pelos sucessivos artigos sobre o assunto publicados em revistas especializadas no ensino da Química. Em anos recentes, uma série de tais artigos – talvez iniciados por Lambert (1999) – aler-

ta para a inadequação, quando não falsidade, das interpretações baseadas na desordem, sobretudo se associada a objectos macroscópicos. Os objectos espalhados numa sala não formam um sistema de interesse termodinâmico, pois não estão em interacção, isto é, a trocar energia entre si. Acresce que, quando se analisa a movimentação desses objectos, normalmente omitem-se os processos que ocorrem no agente que executa esse transporte (Lambert, 1999). Um exemplo comum para mostrar que a desordem macroscópica não deve ser interpretada como entropia é o seguinte: coloca-se num copo um certo número de pedras de gelo com formatos irregulares e deixa-se todo o gelo fundir. As pedras de gelo iniciais aparentam maior «desordem» que a água líquida final, que é macroscopicamente homogénea. Contudo, a entropia da água líquida é maior do que a do gelo.

Ao nível molecular ou microscópico, também Lambert (2002a) e Styer (2000) apresentam exemplos concretos da não correspondência entre entropia e desordem. Refira-se que estes autores retomaram vários dos exemplos apresentados por Wright anos antes (Wright, 1970). Vejamos alguns:

*Escola Superior de Biotecnologia – Universidade Católica Portuguesa (jpf@esb.ucp.pt)

1. Comparação da entropia de gases com diferentes massas moleculares, por exemplo hélio e néon, em condições físicas iguais. As moléculas de hélio, sendo mais leves, têm velocidades maiores, pelo que a «desordem» molecular neste gás será maior. Mas na verdade a entropia do néon é maior do que a do hélio, pela razão que apresentaremos abaixo.
2. Fenómenos de fases reentrantes, observados em alguns cristais líquidos, em alguns materiais supercondutores, e mesmo em alguns sistemas mais convencionais, como misturas de nicotina e água (Styer, 2000). Para estas misturas, por exemplo, o diagrama temperatura – composição apresenta uma temperatura crítica de solução superior e outra inferior. Assim, a temperatura suficientemente elevada, misturas de nicotina e água formam uma fase homogénea. Baixando a temperatura, numa gama relativamente lata de composições observa-se separação em duas fases – uma rica em água, a outra em nicotina. Continuando o abaixamento da temperatura, a certo ponto surge de novo uma só fase homogénea.
A separação em duas fases sugere uma diminuição da «desordem», enquanto a segunda transformação sugere o oposto. Contudo, a entropia diminui continuamente ao longo de todo o processo, pois energia é continuamente retirada.
3. Cristalização em soluções sobressaturadas. Considere-se uma solução sobressaturada colocada num recipiente adiabático. Espontaneamente, deverá ocorrer deposição de cristais de soluto. Tal sugere uma diminuição da «desordem», pois as moléculas ou iões de soluto estão mais organizadas no cristal do que em solução. Ora, sendo o sistema isolado, a entropia deverá aumentar no processo, como prenuncia a Segunda Lei da Termodinâmica. E esta conclusão é válida quer para o

caso em que a cristalização é exotérmica e a temperatura da mistura aumenta no processo, quer para o caso em que a cristalização é endotérmica e a temperatura diminui. Na primeira hipótese, o aumento da temperatura da mistura pode justificar o aumento de entropia, contrabalançando a perda associada à cristalização per si. Contudo, na segunda hipótese, esse argumento não se pode aplicar. Soluções sobressaturadas de sulfato de sódio, por exemplo, arrefecem com a formação do sal sólido.

Uma interpretação preferível

A Termodinâmica Estatística define entropia por vias diferentes da Termodinâmica Clássica. Neste ponto, é curioso constatar que, ao contrário de propriedades como a pressão ou a energia, a entropia admite definições alternativas.

A Mecânica Estatística tem por base o conceito de microestado, isto é, a caracterização do sistema com base no estado das suas partículas elementares (moléculas, iões ou outras) em cada instante (Mortimer, 2000). O microestado do sistema está permanentemente a mudar. Assim, devido ao elevado número de partículas que constituem qualquer sistema de interesse, a cada estado macroscópico ou macroestado do sistema corresponde um número muito elevado de diferentes microestados possíveis. Baierlein (1994) designa isto por “multiplicidade” do macroestado. A análise estatística dos diferentes microestados permite inferir as propriedades macroscópicas do sistema. A entropia (estatística) de um sistema relaciona-se com o número de microestados distintos que são compatíveis com o seu macroestado. Para um sistema com N partículas, contidas num certo volume V e com uma certa energia total U , essa relação é traduzida pela equação de Boltzmann,

$$S = k_B \ln \Omega + C \quad (2)$$

em que k_B é a constante de Boltzmann, Ω é o número de microestados e C é uma constante arbitrária a que normal-

mente se atribui valor zero ($C = 0$). Diferenciando esta equação,

$$dS = k_B d \ln \Omega = k_B \frac{d\Omega}{\Omega} \quad (3)$$

conclui-se que a variação de entropia num processo é, mais precisamente, proporcional à *variação relativa* no número de microestados do sistema.

A caracterização do estado das partículas pode seguir diferentes modelos. Com base na Física Clássica, cada microestado é definido pelas coordenadas de posição e pelas componentes da velocidade (ou do momento linear) de todas as partículas. Recorrendo à Mecânica Quântica, o microestado é definido pela equação de onda para o agregado de partículas.

A energia das moléculas tem diferentes componentes, nomeadamente energia associada aos movimentos de translação, rotação e vibração (as duas últimas só em moléculas poliatómicas), bem como energia electrónica e nuclear. De acordo com os resultados da Mecânica Quântica, cada uma destas parcelas pode tomar um conjunto de valores discretos, função da natureza e condições físicas do sistema. Em cada conjunto de condições vai predominar uma certa distribuição das N partículas do sistema pelos diferentes níveis energéticos permitidos. Nessa *distribuição mais provável* (bem como em qualquer outra), há um número Ω_m de estados distintos para o conjunto das N partículas. Tal deve-se à *degenerescência* dos níveis energéticos, isto é, à existência de diferentes estados quânticos para uma mesma energia. A contribuição da distribuição mais provável para a entropia é preponderante, podendo-se desprezar a contribuição de outras distribuições, dado que $\ln \Omega \cong \ln \Omega_m$ (Mortimer, 2000).

Serão a entropia termodinâmica e a entropia estatística equivalentes? De facto, demonstra-se que os seus valores apenas poderão diferir de uma constante. Um exemplo simples e elucidativo desta equivalência, baseado numa expansão em gás perfeito, é dado por Mortimer (2000) ou Baierlein (1994). Um outro exemplo, com base em transferência de calor entre dois subsistemas, é apresentado por Nelson (1994).

A Segunda Lei da Termodinâmica diz-nos que sistemas isolados evoluem no sentido de um aumento de entropia, atingindo um valor máximo no equilíbrio. Assim, a um estado de equilíbrio corresponde também um número máximo de microestados possíveis. Pelos motivos expostos, Lambert (2002a,b) interpreta entropia como uma medida da «dispersão» da energia e Leff (1996) como «espalhamento e partilha» da energia. Estes termos devem ser interpretados fundamentalmente como «espalhamento» pela miríade de configurações microscópicas compatíveis com a energia do sistema. O espalhamento efectivo da energia no espaço físico é apenas um caso particular.

Para uma audiência mais geral, pode-se transmitir o conceito de entropia recorrendo a analogias, como a seguinte. Considere-se um país (sistema), com N habitantes (entidades elementares), onde se vai estudar o «estado» do dinheiro (energia), isto é, a sua distribuição pelos habitantes e as formas assumidas por esse dinheiro. Os indivíduos estão sempre a efectuar trocas entre si e, portanto, para um certo valor total de dinheiro em circulação, existem inúmeras distribuições possíveis pelos habitantes. Todavia, enquanto uns enriquecem, outros empobrecem e, abstraindo da identidade dos indivíduos, há uma distribuição mais provável do dinheiro na sociedade. Considerando esta distribuição, ainda assim o dinheiro que cada indivíduo tem pode estar sob diversas formas: uma parte, maior ou menor, em notas e moedas; outra parte em contas bancárias; ou ainda em cheques à sua ordem. Ou seja, há várias combinações possíveis para o dinheiro de cada um dos indivíduos (degenerescência). Considerando a totalidade dos N habitantes, o número de «microestados» possíveis para o dinheiro no país é elevadíssimo.

Neste exemplo, é fácil imaginar que, se inicialmente o banco central distribuisse o dinheiro pelos indivíduos de uma forma muito ordenada (por exemplo, todos com a mesma quantia, ou então um número limitado de indivíduos com todo o dinheiro), as sucessivas transacções levariam a que o dinheiro se «espalhasse» (pelos habitantes e pelas diferentes formas) e o número de «microestados» distintos para o dinheiro no país subisse até um valor máximo!

A entropia estatística pode ter outra leitura. Quanto maior é o número de microestados possíveis, menor é a informação que se dispõe acerca do estado microscópico do sistema. Assim, a teoria da informação define entropia como uma medida da *falta de informação* acerca da configuração interna do sistema. Para uma introdução a este tema, consulte-se Machta (1999).

Exemplos

À luz dos conceitos anteriores, vamos analisar as variações de entropia em alguns processos físico-químicos comuns.

1. Aquecimento de um gás perfeito contido num recipiente fechado e rígido. O aquecimento do gás acarreta, primariamente, um aumento das energias cinéticas das moléculas. Níveis energéticos previamente pouco acessíveis tornam-se agora mais populosos. Esta redistribuição aumenta a «dispersão» de energia (por um maior número de níveis energéticos), aumentando o número de microestados do sistema. Logo, a entropia aumenta.

A analogia apresentada anteriormente pode ser utilizada para este processo, supondo que o banco central põe em circulação uma quantidade adicional de dinheiro (maior energia total). As

consequências para a sua distribuição pelos habitantes são de fácil ilação: aumenta o número de sujeitos com montantes mais elevados; aumenta o número de distribuições possíveis do dinheiro pelos habitantes e pelas diferentes formas.

2. Expansão de um gás perfeito contra o vácuo, num recipiente isolado (Fig. 1). Neste caso, a energia do gás não varia no processo. Todavia, a sua entropia aumenta. O motivo reside no aumento do número de níveis de energia cinética translacional permitidos. Isto porque as diferenças de energia entre níveis vizinhos tornam-se menores com o aumento de volume.

Segundo o modelo de uma partícula confinada numa caixa unidimensional de comprimento a , as energias de translação permitidas são dadas por

$$E_n = \frac{n^2 h^2}{8ma^2} \quad (4)$$

em que m é a massa da partícula, h a constante de Planck e n o número quântico associado ao nível energético E_n . Nesta expressão vê-se que aumentando a diminui a diferença de energia entre níveis sucessivos ($E_{n+1} - E_n$). Este processo é elucidado por um diagrama como o da Fig. 2, onde cada traço representa um nível energético permitido.

A Eq. (4) permite ainda compreender por que razão néon tem maior entropia do que hélio, em iguais condições físicas. Tendo néon maior massa, os seus níveis de energia translacional estão mais próximos, permitindo uma maior «dispersão» da energia.

Para uma interpretação baseada na Mecânica Clássica, um aumento de volume aumenta o número de posições possíveis para cada molécula, logo também

figura 1 Expansão de um gás perfeito contra o vácuo em recipiente isolado. $\Delta S > 0$.



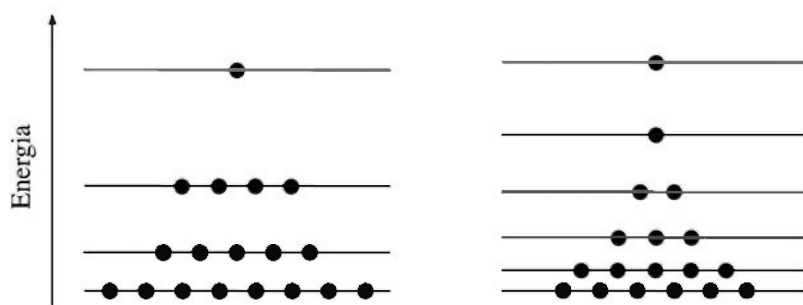


figura 2 Esquema de distribuição de moléculas de um gás perfeito por níveis de energia cinética translacional permitidos, antes (esquerda) e após (direita) aumento do volume disponível.

de microestados. Sendo o processo isotérmico, as velocidades das moléculas mantêm-se inalteradas.

Este processo ilustra também que *sistemas isolados evoluem espontaneamente de estados menos prováveis para estados mais prováveis*. Na Fig. 1, compare-se o sistema entre o momento imediatamente posterior à remoção da divisória, quando todas as moléculas estão ainda num só lado do recipiente, e o estado final. Removida a barreira, a probabilidade de encontrar, em qualquer momento posterior, todas as moléculas num só lado é diminuta; ao contrário, a probabilidade de encontrar um número aproximadamente igual de moléculas nos dois lados é elevada. Isto é, o estado final é mais provável que o de partida. Quando se coloca em contacto dois corpos a temperaturas diferentes, é também muitíssimo mais provável que as partículas do corpo quente transmitam energia às partículas do corpo frio do que o inverso. Num exemplo e noutro, ao estado final corresponde um maior número de microestados possíveis do que ao estado inicial.

3. Mistura de gases perfeitos distintos, em idênticas condições físicas, num recipiente isolado (Fig. 3). Neste processo, a entropia de ambos os gases aumenta. É importante salientar que estes aumentos não se devem ao processo de mistura *per se* (maior «desordem»), mas

ao facto de cada um dos gases passar a ocupar um volume maior, cuja consequência foi explicada acima.

Um processo de mistura de líquidos que formam uma solução ideal leva a conclusão semelhante. Assim, alguns autores sugerem que a entropia de mistura deveria antes designar-se *entropia de diluição* ou *entropia de expansão*.

4. Mistura de dois gases perfeitos distintos, em iguais condições físicas, seguida de compressão até ao volume inicial, mantendo a temperatura (Fig. 4). Neste caso, a variação de entropia é nula, pelos motivos já apresentados. Esta é mais uma situação em que a noção de «desordem» aplicada a entropia é enganadora.

Os exemplos anteriores e alguns outros são também analisados de uma forma acessível e muito original nos artigos de Lowe (1988) e Spencer e Lowe (2003).

5. Vaporização isotérmica de um líquido. É fácil compreender que o aumento de entropia que acompanha a mudança de fase se deve, sobretudo, ao maior número de níveis de energia translacional permitidos na fase gasosa. Considerações algo similares aplicam-se a um processo de fusão. Note-se que, num processo de mudança de fase isotérmico, a soma das energias cinéticas de translação, rotação e vibração mantém-se; toda a energia envolvida vai para

quebrar ou formar interações intermoleculares.

Estas e várias outras situações sugerem uma relação entre entropia e ausência de barreiras ou «restrições» aos movimentos das moléculas. De facto, esta interpretação parece ser menos problemática do que a de «desordem» (Styer, 2000). Note-se que a menores restrições corresponderá um maior número de níveis energéticos acessíveis. Contudo, há vários aspectos a cuidar quando se analisa processos segundo esse conceito: é necessário atender aos movimentos das moléculas a nível microscópico; não limitar a análise aos movimentos de translação e incluir outras possíveis contribuições; observar as variações que ocorrem em todos os componentes, pois frequentemente o ganho de entropia de um componente é acompanhado de perda por outro(s) componente(s). Processos que envolvem trocas entre fases – fusão, vaporização, dissolução de solutos cristalinos em água, etc –, ou processos de reorganização supramolecular – formação de micélios ou vesículas de moléculas anfipáticas em meios aquosos, interações entre ligandos e macromoléculas, etc – adequam-se a uma análise de entropia simplificada com base nas restrições aos movimentos (Nelson e Cox, 2000; Ferreira, 2003).

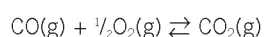
figura 3 Processo de mistura isotérmico e isobárico de dois gases perfeitos distintos. $\Delta S > 0$





figura 4 Processo de mistura de dois gases perfeitos distintos, em iguais condições físicas, seguida de compressão isotérmica até ao volume inicial. $\Delta S = 0$.

6. Reacção química em sistema isolado. Suponha-se que, num recipiente rígido e adiabático, se coloca uma mistura de monóxido de carbono (CO) e oxigénio (O₂). O sistema evoluirá com formação de dióxido de carbono (CO₂), até se atingir o equilíbrio



No processo, algumas ligações químicas são quebradas e outras formadas, o que implica variações na energia electrónica. O número total de moléculas no recipiente diminui com o decurso da reacção, o que *per sí* poderá significar uma diminuição de entropia. Todavia, a molécula produto é mais complexa que qualquer uma das moléculas reagentes e deverá apresentar maior número de níveis energéticos, nomeadamente de translação, rotação e vibração. Mas este facto não chega para contrabalançar a diminuição do número de espécies gasosas, como mostra o valor negativo da variação de entropia padrão da reacção ($\Delta S^\circ = -86,5 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$, a 25°C). Porque ocorre então reacção? Neste caso, a razão principal reside no facto de ela ser exotérmica, fazendo subir a temperatura da mistura gasosa. Este efeito aumenta a entropia de todos os componentes e sobrepõe-se ao anterior. Para além disso, os reagentes e produtos no recipiente não estão em condições padrão. Assim, a formação de produto vai favorecer a entropia pelo efeito de mistura (Shultz, 1999). A reacção prossegue até que, no equilíbrio, se atinge um máximo na «dispersão» de energia, ou no número de microestados, para o conjunto de átomos de carbono e oxigénio no recipiente. Note-se que, sendo o sistema isolado, a sua energia total é constante.

Conclusões

A associação comum de entropia a «desordem» torna-se problemática em várias situações. Ela não deve ser exemplificada com objectos macroscópicos que não interagem entre si. Para muitos processos, sobretudo se não envolvem reacção, é aceitável estimar variações de entropia por observação das restrições aos movimentos das moléculas. A interpretação preferível para entropia baseia-se na sua definição estatística, isto é, no número de estados físicos possíveis para o conjunto das partículas elementares do sistema, ou número de microestados, compatíveis com o seu estado macroscópico.

Notas

Nas vésperas de este texto seguir para o editor, ficou disponível o número de Novembro de 2004 do *J. Chem. Edu.* (Vol. 81, No. 11), onde vem mais uma série de artigos sobre entropia. Um artigo, de E. Kozliak (pp 1595-1598), aborda a visão molecular de entropia; um outro, de R. K. Gary (pp.1599-1604), explica o efeito de mistura no progresso de reacção; um terceiro, de T. H. Bindel (pp. 1585-1594) propõe uma série de lições de introdução a entropia e de análise de entropia em processos.

O autor agradece os diálogos instrutivos com o professor Frank Lambert. Muitas das suas ideias sobre este tema podem ser exploradas na página que ele coordena, em www.entropysite.com.

Referências

Baierlein, R., Entropy and the second law: A pedagogical alternative, *Am. J. Phys.* **62** (1994) 15-26
 Chang, R., in *Química*, 5.ª ed., McGraw-Hill de Portugal, 1994, pp. 824

Ferreira, J. P. M., in *Termodinâmica Fundamental para Ciências e Engenharias*, Universidade Católica Editora, 2003, pp. 212-215

Jones, L. L. e Atkins, P. W., in *Chemistry – Molecules, Matter, and Change*, 4.ª ed., W. H. Freeman, 2000, pp. 756-762

Lambert, F. L., Shuffled cards, messy desks, and disorderly dorm rooms – examples of entropy increase? Nonsense. *J. Chem. Edu.*, **76** (1999) 1385-1387

Lambert, F. L., Disorder – a cracked crutch for supporting entropy discussions. *J. Chem. Edu.*, **79** (2002,a) 187-192

Lambert, F. L., Entropy is simple, qualitatively. *J. Chem. Edu.*, **79** (2002,b) 1241-1246

Leff, H. S., Thermodynamic Entropy: The spreading and sharing of energy. *Am. J. Phys.*, **64** (1996) 1261-1271

Lowe, J. P., Entropy: conceptual disorder. *J. Chem. Edu.*, **65** (1988) 403-406

Machta, J., Entropy, information and computation. *Am. J. Phys.*, **67** (1999) 1074-1077

Mortimer, R. G., in *Physical Chemistry*, 2.ª ed., Academic Press, 2000

Nelson, P. G., Statistical mechanical interpretation of entropy, *J. Chem. Edu.*, **71** (1994) 103-104

Nelson, D. L., Cox, M. M., in *Lehninger Principles of Biochemistry*, 3.ª ed., Worth Publishers, 2000

Shultz, M. J., Why equilibrium? Understanding the role of entropy of mixing. *J. Chem. Edu.*, **76** (1999) 1391-1393

Spencer, J. N., Lowe, J. P., Entropy: the effects of distinguishability. *J. Chem. Edu.*, **80** (2003) 1417-1424

Styer, D. F., Insight into entropy. *Am. J. Phys.*, **68** (2000) 1090-1096

Tinoco, I., Jr., Sauer, K., Wang, J. C., in *Physical Chemistry: Principles and Applications in Biological Sciences*, 3.ª ed., Prentice-Hall, 1995, pp. 76-80

Wright, P. G., Entropy and disorder. *Contemp. Phys.*, **11** (1970) 581-588

Instituto D. João V, Louriçal

ENTREVISTA CONDUZIDA POR CARLOS FOLHADELA SIMÕES



O Instituto D. João V, situado no Louriçal, foi a Escola visitada. Conhecido pelos inúmeros e brilhantes projectos que ano após ano desenvolveu e que mereceram referência e cobertura pelos media. Foi pois, com o intuito de melhor conhecermos estas actividades que conversámos com o Dr. João Lopes, da Direcção Pedagógica, com a Dr.ª Rosa Freire, professora de Química e Coordenadora do Departamento de Ciências Exactas e Naturais, a Dr.ª Ana Vaz Pinto e o Dr. Pedro Vaz Pinto, professores do ensino secundário (na foto, da direita para a esquerda).

Dr. João Lopes (JL), agradecia-lhe que nos apresentasse o Instituto D. João V

JL: O Instituto D. João V é um estabelecimento de ensino particular e cooperativo, situado no Louriçal. Iniciou a sua actividade no ano lectivo 1987/1988, pertencente à rede nacional de ensino. Está dotado de autonomia pedagógica e mantém com o Estado português um Contrato de Associação, o qual implica a gratuitidade de ensino nele ministrado.

É frequentado por quantos alunos?

JL: Este ano lectivo temos 1496 alunos, 131 professores e 36 funcionários não docentes.

Que cursos ministra?

JL: São ministrados: o 2.º Ciclo; 3.º Ciclo; com ensino regular e quatro turmas de Currículos Alternativos; Ensino Secundário com o Curso de Ciências e Tecnologias, Artes Visuais, Curso Tecnológico de Informática, Curso Tecnológico de Administração, Curso Tecnológico de Desporto, Cursos de Educação Forma-

ção dos Tipos 2, 3 e 5 e Ensino Recorrente Nocturno (3.º Ciclo e Ensino Secundário por unidades capitalizáveis).

As condições físicas de que dispõem são suficientes?

JL: As instalações contam com cinco pavilhões distintos, sendo um destinado à Administração, e os outros quatro às actividades lectivas. Dispomos ainda de um Pavilhão Gimnodesportivo, uma Piscina, Espaço de Convívio, Central de Transportes, Campos de Jogos, Jardins, Cozinha, Refeitório, Anfiteatro e diversas salas específicas. Contamos ainda como recursos educativos com Biblioteca, Videoteca/ Auditório, Ludoteca, Centro de Rádio, Sala de Serviços Comerciais, Salas de Informática, Oficinas, Reprografia, Núcleo da Escola Cultural e Sala do Ensino Recorrente.

Existem outros projectos, outras actividades?

JL: Na busca do sucesso educativo dos alunos, a escola pretende dar resposta

aos seus interesses e prepará-los para a vida profissional e para a cidadania. Neste sentido, funcionam diferentes projectos liderados por equipas pedagógicas, com a função de definir linhas de acção no âmbito da educação cívica, escola cultural, ligação à família, ligação ao primeiro ciclo, formação e apoios educativos, reorganização curricular do ensino básico, revisão curricular do Ensino Secundário e sistema de gestão de qualidade. No sentido de proporcionar aos alunos uma oferta diferenciada de actividades e ocupação de tempos livres, encontram-se à disposição de todos os elementos da Comunidade Educativa, em regime livre, diversos clubes. Além dos clubes, o desporto escolar é um sector de grande envolvimento por parte de toda a comunidade. É de realçar o facto de nos ter sido atribuído o prémio de mérito no Desporto Escolar no ano de 2003.

Dr. Pedro (PVP) como foi o início de toda a vossa actividade?

PVP: Poderíamos dizer que tudo começou com o Projecto da Reciclagem de Papel. Para sensibilizarmos a comunidade escolar montámos um laboratório piloto e reciclávamos papel. Paralelamente fazíamos conferências...

RF: ...não era só papel, fazíamos depois outras coisas com a pasta de papel como por exemplo acendalhas para as lareiras, objectos decorativos modelando a pasta,...

PVP: Como dizia, promovemos conferências para sensibilização, onde pudemos contar, entre outros, com a presença da Quercus. À posteriori, fundámos o Clube do Ambiente e promovemos o que denominámos de I Festival de Resíduos. Consistiu num jantar de gala, com uma orquestra com instrumentos musicais feitos de material reciclado, passagem de modelos etc...

RF...o mote era sempre a reciclagem desde o que as pessoas vestiam, ao espectáculo musical, com música composta expressamente para o efeito; o material usado no jantar como seja as argolas de guardanapos, as toalhas, as bases de copos...

AVP: A escola estava praticamente toda envolvida neste projecto.

Esta participação dos alunos mais novos motiva-os...

RF: Sim e como temos um corpo docente estável há alunos do 2.º ciclo que são nossos alunos só mais tarde, mas reconhecem-nos dos projectos e aparecem logo cheios de ideias...

AVP:...mas também envolvemos alunos do 1.º ciclo nestes projectos.

RF: Convidamos as escolas da zona pedagógica e os miúdos aderem e adoram vir aqui fazer coisas novas e diferentes...

PVP: Após esse I.º Festival avançámos com outras iniciativas...

AVP: ...peças de teatro sobre temas ambientais, marchas populares com todo o guarda-roupa efectuado com materiais recicláveis. Havia alunos com fatos fei-



figura 1 Instituto D. João V, 6.º Fórum Ciência Viva. A cozinha é um laboratório.

tos a partir de listas telefónicas, embalagens vazias...

RF: ...mais uma vez tivemos toda a escola envolvida...

AVP: ...e é nessa altura que aqui aparece pela primeira vez a televisão...

...essas iniciativas projectam de forma significativa a vossa escola...

RF: Sim, claro...

E foi a partir dessas vossas iniciativas que agarraram com ambas as mãos o programa Ciência Viva...

PVP: Estes primeiros projectos criaram, claramente, um certo dinamismo, um certo à vontade para depois desenvolvermos outros...

RF: ...a Feira do Ambiente e a AmbiLivro...

PVP: Sim, onde vendemos objectos fabricados com materiais reciclados e avançámos para uma outra que já comportava algumas experiências simples. Aí sim caminhámos para uma vertente que já tinha muito de experimental...

AVP: ...que enquadrado na Área Escola de alunos do 12.º ano, faziam experiências simples de Física e Química de preferência com materiais reciclados. Depois realizámos a AmbiAr, versando o ar. Os alunos do 12.º ano faziam experiências com balões e os do 1.º ciclo, acom-

panhados dos professores, participavam entusiasticamente. Nessa altura era o Clube do Ambiente o motor destas actividades.

RF: Exacto tudo girava à volta disso...

AVP: ...era incrível!

RF: Realizámos também as Olimpíadas do Ambiente ...

E nas de Química participam?

RF: Sim, costumamos participar em todas (Matemática, Física e Química) vamos este ano participar pela primeira vez nas Júnior...

AVP: Gostava ainda de referir que desde 95/96 temos os Laboratórios Vivos. Começámos de forma modesta.

Abertos à comunidade?

AVP: ...sim e às escolas do Primeiro Ciclo. Tal como nós agora vamos às Universidades fazíamos a mesma coisa, mas para alunos dos 1.º e 2.º ciclos.

RF: Ana, mas ainda antes disso realizámos os Jogos da Química. Eram jogos, mas já aí chamávamos os miúdos e a população à escola. E daí partimos para os Laboratórios Vivos.

E com o exterior há protocolos, ligações?

AVP: Há. Agora temos um protocolo com a CELBI, uma empresa de celulose que

faculta estágios aos nossos melhores alunos de química, no período de Verão que antecede o ingresso na Universidade.

E pensam alargar a outras situações, a outras empresas?

PVP: É complicado. Interessa-nos sobretudo proporcionar bons estágios e sabermos que os alunos se sentem acompanhados. Esta empresa só os aceita se souber que têm todas as condições reunidas para lhes proporcionar algo de útil e motivador.

Mas têm algum segredo especial para todo este dinamismo e esta capacidade empreendedora?

AVP: Talvez o facto de todos termos trabalhado na indústria. Isto permite-nos ter uma visão completamente diferente do ensino já que ajuda-nos a ligar as nossas aulas e os nossos projectos à vida do dia-a-dia...

...claro...

AVP: ...ainda não se falava em CTS...

...e vocês já o aplicavam. Esta actividade influencia os alunos na escolha da área das ciências no secundário?

RF: Sem dúvida nenhuma. Mesmo tendo cursos tecnológicos, a maioria dos alunos opta pelo prosseguimento de estudos na área do Curso de Ciências e Tecnologias.

Estas apostas, o trabalho experimental, os projectos e a ligação ao mundo exterior traduzem os resultados em química?

AVP: Traduzem só que há aí outras nuances. Os nossos alunos não são os da Figueira, os de Leiria ou os de Aveiro. Posso é garantir que os que aqui são bons, são em qualquer lado. A maior parte deles não tem qualquer outro tipo de apoio que não seja o das aulas, já temos ex-alunos a trabalhar em investigação...

RF: ...e em casa, os próprios pais não podem dar grande apoio atendendo ao nível sócio-cultural.

Sentem que reúnem as condições necessárias para todas estas tarefas?

AVP: Estamos sempre salutarmente descontentes. Mas reconheço que quem nos visita fica por norma deslumbrado com o que vê. Mas estamos sempre a pedir mais e melhor para os nossos laboratórios...

RF: ...novos equipamentos, melhores condições...

AVP: ...o Ciência Viva teve aí um papel fundamental.

Por falar em Ciência Viva: quais os projectos que foram desenvolvidos e que vos granjearam notoriedade?

AVP: O primeiro foi "A Química, os Perfumes e outros Cosméticos". Esse aí foi uma verdadeira explosão! Quando colocámos a hipótese aos alunos deparámo-nos com um "bom" problema: havia interesse demais para a capacidade de resposta. Como era a primeira vez, estávamos a investigar e a experimentar e cada grupo de alunos queria coisas novas. Foi aí que passámos a ter os Laboratórios Vivos com temáticas. À data eram os perfumes. Tínhamos todas as experiências montadas. Os alunos realizavam os ensaios socorrendo-se das mais diversas técnicas laboratoriais.

No final que obtiveram?

AVP: Diversos perfumes, sabões e sabonetes, creme de mãos e de rosto, água de rosas, gel para cabelo, brilhantina e aromas artificiais.

RF: Normalmente com plantas que eles traziam. Chegámos a ter esta sala repleta de frascos com plantas a macerar ...

AVP: ... para experimentarmos a extração em óleo, as destilações, as macerações, etc. Íamos experimentando das diversas maneiras para obtermos os melhores resultados.

RF: Não imagina o que obtivemos: alguns odores horríveis (risos)... e outros extremamente agradáveis.

E o resultado final foi a "perfumaria" que montaram no Pavilhão Atlântico num dos Fóruns do Ciência Viva...

AVP: ...foi. Com inúmeros visitantes curiosos com o produto e apresentação final dos nossos perfumes.

PVP: Engraçada foi uma reportagem da TVI, que nos entusiasmou ainda mais. Realizámos aqui na escola vários Ciclos de Conferências. Um deles foi encerrado pelo Professor Doutor Mariano Gago que se fez acompanhar pela Dr.^a Rosália Vargas, que não deixaram de querer ver de perto estes trabalhos. Ficaram muito contentes e satisfeitos pelo dinamismo da Escola em relação a este projecto e a outros também no âmbito do Ciência Viva.



figura 2 Instituto D. João V, A Química, os perfumes e outros cosméticos.

figura 3 Instituto Dr. João V. Aida de Laboratório



Também receberam a visita do Dr. Guilherme d'Oliveira Martins...

AVP: Sim, era então Secretário de Estado da Educação... Seguiu-se "A Química, o Leite e os seus derivados". Também foi muito giro. Os alunos fizeram vários tipos de queijo: fresco e o mascarpone que foi um sucesso. Muitos alunos ainda hoje o referem. Além disso, alguns alunos têm vacarias e passaram a fabricar o seu próprio queijo e manteiga. Fizeram ainda leite condensado, iogurtes, desnatarem leite, leite em pó, mediram pH, densidades, pontos de ebulição... Estes são projectos que ainda não estão concluídos. Falta-nos é tempo. No entanto, são estes trabalhos que realizamos nas aulas de Técnicas Laboratoriais

As Técnicas Laboratoriais vão terminar. Consideram que fazem falta como disciplinas autónomas?

RF: Deveriam ter sido mantidas. É muito difícil nos programas novos conseguirmos conciliar todo o programa com a fase experimental. Esta é a parte da química que os alunos mais gostam e que nos leva mais tempo. Temos de cumprir o programa sujeito a exame, continuamos a fazer a parte experimental mas a muito custo e a correr.

PVP: Nos novos programas, muitos dos conteúdos que eram leccionados no 12.º passaram para o 10.º e 11.º. Exigem alguma maturidade e exigem tempo. E é o que nos falta ...

RF: ...para pensarem, para raciocinarem.

Sentem o apoio total da Direcção?

AVP: ...Para trabalhar sim... (risos generalizados).

RF: Precisávamos de ter mais algum tempo. Era bom que pudéssemos trabalhar nesses projectos sem tanta sobrecarga de trabalho...

AVP: Por termos falado na Informática, estamos a desenvolver um trabalho conjunto com o Grupo de Informática, na informatização dos ficheiros do laboratório, feito pelos alunos e coordenado pelo Pedro e pelo Joaquim Margato. Também podia referir o trabalho da Ana Santos sobre o "Som na Escola".

Têm então um trabalho com grande espírito de cooperação e interligação...

PVP: Sim toda a gente apoia toda a gente...

AVP: ...as actividades são da Escola. Esse espírito ainda se mantém...

RF: ...é um trabalho de equipa-escola e não de equipa-grupo disciplinar.

Que trabalhos desenvolveram recentemente?

AVP: Propusemos aos alunos a realização de trabalhos relacionados com as suas famílias: "A Química no dia-a-dia das famílias dos alunos". Apareceram trabalhos muito interessantes sobre a

Resina do Pinheiro, o Pão, a Estanhagem do Ferro, a Cerâmica, o Tabaco... Existia a obrigatoriedade dos trabalhos conterem uma parte experimental a realizar no dia da apresentação aos colegas. O nível dos trabalhos francamente surpreendeu-me.

Para além disso está em curso um projecto de produção de Biogás partindo de efluentes de uma pecuária de um dos nossos alunos. Este projecto, realizado com os alunos de TLQ III, destina-se a assinalar a triste "morte" das Técnicas Laboratoriais.

Nunca pensaram em compilar todo o trabalho feito e publicarem-no?

PVP: Já. É mais um dos sonhos que acalentamos mas falta-nos tempo.

Têm a noção de que são os outros que reconhecem e dão maior valor ao vosso trabalho...

RF: De facto assim é. Apercebemo-nos quando as pessoas dizem "...Ena! Que bom!..." Creio que precisamos de ter eco do que fazemos.

AVP: Nos fóruns Ciência Viva, fiquei estupefacta quando nos perguntavam que empresas tinham concebido os nossos projectos. Vi aí o lado perverso do programa e fiquei com a noção e perfeita consciência do que realmente fazíamos. Posso dar um exemplo: o Professor Doutor Moura Ramos do Instituto Superior Técnico foi convidado a fazer aqui

uma palestra sobre a química dos perfumes. Incentivou-nos a enviar para a SPQ um artigo que foi publicado no vosso boletim. Nunca nos tinha passado pela cabeça que pudesse ter importância suficiente para tal.

RF: Já antes disso, a Doutora Isabel Rebelo, da Escola Superior de Educação de Leiria, supervisora de estágios de profissionalização, apercebeu-se dos projectos que desenvolvíamos, gostou imenso e incentivou-nos a registá-los, a darmos mais importância e valor ao que fazíamos.

Nunca pensaram em realizar aqui um evento de âmbito mais alargado que reunisse várias Escolas com os temas orientados para a química?

PVP: É mais um dos sonhos... Quem sabe um dia...

AVP: ...Sabe que devido a este sucesso também passámos a ser requisitados para colaborar noutras áreas, mesmo dentro da Escola, o que implica uma diminuição do tempo disponível para estas causas.

Não pretendem divulgar estas actividades na Internet?

RF: Irá ser feito logo que a página esteja ultimada...

JL: Está já em fase de correcção e selecção dos conteúdos para ser colocada *on-line*. Aliás é um dos aspectos que consideramos fundamental e relevante para divulgação da Escola e para prestar um melhor e maior serviço à comunidade educativa. Deverá ser um dos meios de divulgação privilegiada dos projectos e do Instituto.

Que comentário lhe merece todo este dinamismo?

JL: A área das ciências desempenha papel de charneira no trabalho da escola a par do desempenho na língua materna. Não são só as aulas que possibilitam uma visão e sobretudo uma motivação para as ciências. Há um dinamismo do grupo de Ciências Físico-Químicas que paralelamente ao curricular tem desenvolvido projectos de motivação e até de investigação a este nível de ensino. Não fosse esta mais-valia e entendíamos que o aluno no final do se-

cundário estaria amputado de uma das partes que é o trabalho experimental. De realçar é a capacidade de visão que antecipou algo que se entende fundamental: a motivação para as ciências pelo recurso à prática experimental e através de componente extra-curricular que como sabe é baseada no voluntariado dos alunos.

...e dos professores. Esta dose de “carolice” é fundamental...

JL: Não lhe chamaria “carolice”. Chamar-lhe-ia duas coisas: empenhamento e sentido de responsabilidade. Estar na educação é hoje ter espírito de missão. É dedicação, é trabalho que vai muito para além do horário lectivo. Quem vem para a educação, à priori, tem esse conhecimento. “Carolice” seria redutor para o trabalho efectuado por estes professores no âmbito dos projectos em causa.

Pelo muito que fizeram e fazem poderiam ser o cartão de visita da Escola?

JL: Sim, entre outros exemplos. Este é um exemplo do modelo de escola que idealizamos, onde os alunos têm um papel activo na sala de aula, na investigação, no estar ao lado dos professores a trabalhar, no dotar os alunos de autonomia.

Sentem-se nesse papel?

RF: O Departamento das Ciências é um cartão de visita, em conjunto com a Informática e o Desporto.

A Direcção alimenta os sonhos já referidos?

JL: Sem dúvida e os Professores sabem-no. Isto é-lhes dito e a própria Direcção assegura quantas vezes as despesas de modo a que os bons exemplos se alarguem a outras áreas disciplinares. Este é o nosso desejo. Este não será o sonho dos professores, é o sonho da Direcção... (risos generalizados).

Que projectos para o futuro?

JL: Em educação as nossas vitórias são coisinhas muito pequeninas porque mudar atitudes e comportamentos não é fácil. As nossas aspirações são continuar o trabalho para termos uma escola de qualidade onde o rigor e exigência

sejam as nossas referências. O meu grande objectivo era o de que o futuro dos alunos das zonas rurais não estivesse pré-determinado. Proporcionar-lhes igualdade de oportunidades, dotá-los de recursos que possibilitem a cada um deles, lutar entre pares, se poderei dizer desta forma, aquando por exemplo no ensino superior, aquando da entrada no mundo do trabalho.

O Instituto está em fase de certificação?

JL: Sim estamos nessa fase. Estamos a implementar a partir do presente ano lectivo o sistema de gestão de qualidade com vista à certificação do Instituto nos termos da Norma Europeia EN ISO 9001:2000, assumindo, este estabelecimento de ensino, o compromisso da melhoria contínua do seu trabalho.

RF: ...o que tem implicado um gasto de tempo acrescido, embora o consideremos de extrema importância.

Dr. João Lopes, 3 palavras para definir, caracterizar a Escola

JL: Qualidade, comunidade, no sentido da Escola ser feita por todos, exigência.

3 Palavras para o Departamento e grupo de Ciências Físico-Químicas

JL: trabalho, trabalho, trabalho (gargalhada geral) ... Trabalho, empenhamento, sentido de responsabilidade.

Dr.ª Rosa Freire creio que o que foi referido se alarga ao departamento que coordena...

RF: ...sim, não deve inferir que o dinamismo é exclusivo destes professores. Devo referir o excelente trabalho dos outros grupos do departamento, além do de FQ, os grupos de Biologia, Matemática e de Ciências da Natureza / Matemática do 2.º ciclo. As actividades são dinamizadas pelo Departamento, participadas por todos e não estanques de qualquer grupo disciplinar. Existe um grande sentido de colaboração: o que faz crescer o Departamento e faz crescer a motivação e a apetência dos miúdos para as Ciências, fazendo-os compreender que estão interligadas.

Ensinar mais para ensinar pior

Atropelos à Lei e à Química

CARLOS CORRÊA*

Resumo Foi homologado em fins de Novembro o novo programa de Química do 12.º ano, posto à discussão em 20 de Julho passado para ser utilizado no ano lectivo de 2005/2006. O programa esteve em discussão cerca de mês e meio e as modificações que sofreu demoraram cerca de dois meses e meio a serem efectuadas. O processo enferma

de ilegalidades, imoralidades, incorrecções científicas e um tremendo irrealismo.

Estas anomalias foram já comunicados ao Primeiro Ministro, à Ministra da Educação, à Sub-Comissão de Educação e Ciência da Assembleia da República e ao Sindicato dos Professores, aparentemente sem qualquer resultado.

O problema legal

O Decreto-Lei 369/90 de 26 de Novembro fixa em 18 (dezoito) meses o tempo que deve decorrer entre a homologação e a entrada em vigor dos programas, o que se compreende dada a necessidade de os professores se prepararem para o ensino das novas matérias e de dar tempo a que se escrevam e imprimam os novos manuais, colocando todos os autores em posição de igualdade. No caso do 12.º ano, dado que a disciplina de Química não é acompanhada da Física (caso dos 10.º e 11.º ano), dada a extensão do programa, o trabalho a realizar pelos autores equivale à escrita de dois manuais.

A entrada do programa em vigor em 2005/2006 (em Maio de 2005 os manuais escolares devem estar prontos para as escolas procederem à sua escolha) é manifestamente ilegal e terá consequências funestas na qualidade do ensino, que tão degradado se encontra já.

O problema moral

O prazo fixado pelo Decreto-Lei 369/90 dá, a todos os autores, a possibilidade de competirem na elaboração dos manuais, independentemente de ocuparem posições privilegiadas no ministério

(caso dos autores dos programas, dos seus amigos e de outros que gravitam em torno do poder político).

Com um tão reduzido tempo para escrever os manuais (a impressão demora sempre cerca de seis meses), os autores independentes, como nós, foram simplesmente arredados do processo, que ficou nas mãos daqueles que conheciam o programa há muitos meses! A imoralidade dos anos oitenta volta a instalar-se.

O novo programa

Sem que se perceba a razão, os programas do ensino secundário nunca são experimentados. Deixam-se algum tempo "em exposição" e tornam-se definitivos passados poucos meses. As anomalias, os erros e os irrealismos são, assim, instituídos a nível nacional.

A parte mais valiosa do novo programa do 12.º ano é a primeira dúzia de páginas, que parece terem sido escritas depois do programa elaborado. Na realidade, estas primeiras páginas afirmam verdades universais, cuja concretização não foi levada a cabo na elaboração deste programa, cujo desenvolvimento nada tem a ver com esta bela manifestação de intenções. O programa é de-

masiado ambicioso e extenso, acabando por assentar numa Química avançada, sem que o tempo disponível e a capacidade dos alunos seja compatível com o seu tamanho. O programa trata de tudo, na teoria e na prática, ultrapassando mesmo um curso de Química Geral universitário!

Parece que se pretendem formar químicos de ideias muito gerais, capazes de dizer uma "coisas" acerca de tudo, sem a necessária base teórica para compreender os fenómenos. Deve ser isto o que entendem por cidadania!

Os autores de programas ainda não perceberam que, dada a democratização do ensino, com a consequente extensão da escolaridade a muitos mais jovens (uns pouco vocacionados, outros com pouca capacidade de trabalho e ainda outros com limitações intelectuais), os programas extensos e sofisticados conduzem a um ensino permissivo, em que os alunos passam sem saber, pois não se pode exigir que eles saibam para passar. Se os programas fossem realistas, sem a extensão disparatada dos actuais programas de Química, certamente que se poderia exigir mais dos alunos e obter melhores resultados em exames nacionais, que permitissem distinguir o trigo do joio.

*Professor Catedrático do Departamento de Química da Faculdade de Ciências do Porto (ccorrea@fc.up.pt)

Continua-se com os pés assentes no *Big Bang* [1] a fazer programas imensos, difíceis para professores e alunos.

O novo programa do 12.º ano vem na linha dos anteriores, mas excede todas as expectativas. Insiste demasiado nos materiais e nas aplicações tecnológicas, o que exige conhecimentos de Química que acabam por ser dados a correr. Note-se que se trata de tudo, mas passa-se por cima das moléculas da vida, apesar de se reconhecer a importância crescente da interface da Química com a Biologia e Medicina. Se se espera que os alunos estudem estas moléculas na Biologia, não se esqueçam do regime de opções que foi lamentavelmente introduzido no ensino das Ciências apesar dos protestos das Sociedades científicas e professores.

Os diagramas conceptuais que o programa apresenta nas páginas 17, 40 e 58 revelam a enormidade do programa. Os professores de Química terão certamente muitas dificuldades para ministrar este ambicioso programa, apesar das acções de formação e propaganda (até de manuais...) que vão certamente ser realizadas.

Insiste-se na formação laboratorial, com trabalhos que muitas escolas não podem realizar e continua-se a sonhar com laboratórios equipados e com aqueles célebres técnicos de laboratório cujo nascimento se espera ansiosamente.

Aspectos de pormenor

Numa leitura do programa, mesmo sem se descer ao pormenor necessário para ministrar o ensino ou produzir um manual, é possível encontrar uma série de erros.

Na primeira versão do programa havia erros graves, como a confusão entre a causa da geometria molecular e a hibridação (pág. 43) e a razão da destilação a pressão reduzida (pág. 42), que agora desapareceram. Não se percebe o que querem dizer com a nova redacção (pág. 44) de "seleccionar as orbitais híbridadas do carbono mais adequadas a uma deslocalização mínima", deturpando a ideia e as consequências da deslocalização na estabilização das moléculas.

As orbitais d deixaram de ser estudadas quanto ao número, forma e orientação espacial e passaram a ser unicamente caracterizadas, como as orbitais f, simplesmente quanto ao número (saber que são cinco e sete caracteriza alguma coisa?).

Deram mais realce aos "metais, complexos e cor" (pag. 18) mas recuaram nas causas dessa cor (deixou-se a implícita teoria do campo do cristal, que não tinha cabimento).

Utilizam a desactualizada designação de "potencial padrão de redução" e "potencial de redução padrão" (pag. 22) apesar da recomendação da IUPAC [2] para substituir "potencial de redução" por "potencial de eléctrodo", que se teima em não cumprir.

Na pag. 24 insistem nos diagramas de energia potencial em função da coordenada reaccional, que já aparecia clandestinamente em certos manuais do 11.º ano, excedendo o respectivo programa. A coordenada reaccional é substituída pela expressão sem sentido "progressão da reacção". Para que servem estes diagramas a este nível? Certamente para tratar da "catálise por obra e graça do Espírito Santo" [3]! Os alunos não têm qualquer necessidade de os usar, a não ser que se pretenda ver as consequências de estados de transição precoces e tardios na selectividade do ataque. Será isto "ensinar menos para ensinar melhor"? São mais uns bonecos para aluno utilizar sem perceber. Mas vai-se mais além, pedindo para "relacionar a actividade catalítica dos metais de transição com os estados de oxidação variáveis".

A Actividade de Projecto Laboratorial da Unidade 2 trata da "produção de um biodiesel a partir de óleos alimentares queimados" (pag. 55), mas fica-se por um simples cozinhado que vai dar um produto final "alvo de exposição/apresentação a nível de escola", certamente para ser cheirado... sem que se faça qualquer experiência que mostre que aquele produto pode ser utilizado em motores diesel! Não podia faltar o "portfólio", a descoberta mais notável dos químicos educacionais, a que agora acrescentam as "check-lists" (pag. 55).

Na página 48 determinam que se associe o "início da ciência nuclear a Albert Einstein quando reconheceu a equivalência da matéria e energia", mas parecem desconhecer os trabalhos de Roentgen sobre raios X (1895), de Becquerel e do casal Curie (Prémios Nobel da Física em 1903), bem demonstrativos do amor pela Ciência. Ernest Rutherford, considerado o pai da Física nuclear, pela sua contribuição para o conhecimento da estrutura atómica [4], escrevia (1904): "Se fosse possível controlar no futuro a desintegração dos radioelementos, uma enorme quantidade de energia poderia ser obtida a partir de uma pequena quantidade de matéria". Esta história faz-me lembrar a da paternidade do satélite português.

O tetraetilchumbo às vezes muda de nome (tetra-etil-chumbo) o mesmo sucedendo ao índice de octano (número de octanas).

Na página 74 classificam o ftalato de dibutilo como "iniciador", mostrando desconhecer a sua função quando misturado com o peróxido (como sucedeu no 10.º ano com as nitrosaminas, a que chamam radical livre).

Mais disparates existirão certamente, mas o principal erro reside na extensão e no irrealismo do programa.

Concluindo

O novo programa do 12.º ano assenta na ilegalidade, na imoralidade e num tremendo irrealismo. As consequências da sua entrada em vigor vão contribuir para uma maior degradação do ensino em Portugal.

Referências

1. Carlos Corrêa, *Boletim da Sociedade Portuguesa de Química*, **93** (2004) 75.
2. IUPAC, *Quantities, Units and Symbols in Physical Chemistry*, Blackwell Scientific Publications, 2ª Ed. (1993), 59, 61.
3. Carlos Corrêa, *Boletim da Sociedade Portuguesa de Química*, **94** (2004) 29.
4. J. B. Birks, ed.. "Rutherford at Manchester", Heywood & Company Ltd (1962), Prefácio; www.acessexcellence.org/AE/AEC/CC/historical_background.html (Access Excellence, The National Health Museum).

Algumas Aplicações Analíticas dos Ultra-sons

MAURO KORN¹, MADSON DE GODOI PEREIRA¹, SIVANILDO DA SILVA BORGES²

Resumo

Alguns dos efeitos químicos produzidos pelos ultra-sons (transformações) são conhecidos desde os primeiros anos do século passado. Apesar disso, os químicos analíticos têm empregado a técnica de sonicação como uma opção para agitação e para auxiliar em processos de extração e/ou lixiviação. Contudo, normalmente há uma forte tendência em abdicar de efeitos peculiares e inerentes à irradiação de soluções com ondas ultra-sônicas de baixa frequência. Ao não relevar os possíveis efeitos químicos resultantes da sonicação (cavitação acústica), as características originais das amostras irradiadas poderão ser irreversivelmente comprometidas, visto que es-

pécies químicas sob investigação podem ser geradas no meio irradiado, enquanto que analitos poderão ser transformados ou eliminados das soluções.

Ao deter conhecimento sobre o que pode ser transformado, como tais transformações ocorrem e sobre os produtos desta transformação, uma gama de possibilidades de aplicações analíticas com processos assistidos por ultra-sons de baixa frequência será explorada. Nesta perspectiva, serão abordadas aplicações dos ultra-sons na decomposição de resíduos orgânicos, geração *in situ* de reagentes e mediação de procedimentos alternativos de análise química.

Introdução

Ultra-sons são ondas mecânicas que se propagam através de qualquer meio material com frequência maior que 20 kHz. O primeiro gerador de ondas ultra-sônicas foi reportado na literatura em 1900, em artigo publicado pelo Prof. Edelmann, no qual foram descritos os detalhes da construção do tubo de Galton. Nas figuras 1a e b podem ser observadas a primeira página do artigo do Prof. Edelmann (a) e um exemplar de um tubo de Galton (b), datados de 1900.

Os ultra-sons respondem por uma região do espectro acústico, o qual é subdividido em três regiões principais – a faixa do infra-sons ($\nu < 20$ Hz); a faixa sons ($20 \text{ Hz} < \nu < 20 \text{ kHz}$), perceptíveis aos humanos; e, a faixa dos ultra-sons ($\nu > 20 \text{ kHz}$). Para os ultra-sons pode ser assumida, ainda, uma divisão de faixas: a dos ultra-sons de baixa frequên-

cia ($20 \text{ kHz} < \nu < 1 \text{ MHz}$) e de alta frequência ($\nu > 1 \text{ MHz}$). As ondas ultra-sônicas de baixas frequências são aquelas que podem apresentar alta potência, enquanto que as ondas ultra-sônicas de alta frequência têm baixa potência, podendo ser aplicadas principalmente para fins de diagnóstico seja na medicina como na engenharia. Desta forma, aqui iremos discutir exclusivamente as ações de ondas ultra-sônicas de baixa frequência, as quais levam a alterações químicas e físicas no meio líquido onde as ondas são aplicadas.

Geradores de ondas ultra-sônicas de baixa frequência são comumente empregados em laboratórios de química e de biologia, seja para a limpeza de materiais, seja para o rompimento das paredes celulares. Os equipamentos usualmente empregados são o banho e a sonda ultra-sônica.

Poucos são os laboratórios químicos que não têm um banho ultra-sônico de limpeza. Estes banhos são produzidos e comercializados por grande variedade de empresas, sendo que estes equipamentos são fabricados pelo acoplamento de um ou mais cristais piezelétricos na parte inferior de um vaso metálico, preferencialmente construído em aço. Aplicada uma dada diferença de potencial nas faces laterais de um transdutor piezelétrico, serão provocadas vibrações nas faces perpendiculares do dispositivo e esta vibrará a uma frequência pré-determinada. Banhos ultra-sônicos, com frequência de 20 e 40 kHz, são os mais comumente empregados. Deve ser salientado que outros processos levam à geração de ondas ultra-sônicas, como o efeito magneto-estrutivo, mas os equipamentos que fazem uso de transdutores piezelétricos são mais comuns.

Quando líquidos são submetidos às ondas ultra-sônicas de alta potência,

¹Laboratório de SonoFIA / DCET – Universidade do Estado da Bahia, R. Silveira Martins 2555, 41195-001, Salvador-BA, Brasil, Mauro Korn é Professor Titular de Química Analítica do Departamento de Ciências Exatas e da Terra da UNEB (mkorn@uneb.br)

²Instituto de Química – Universidade Federal da Bahia, Campus Universitário de Ondina, 40170-290, Salvador-BA, Brasil

figura 1 Primórdios dos ultra-sons (a) Artigo sobre a construção do sonicador de Galton (b) Exemplar de gerador de ultra-som de Galton, datado de 1900. Figuras do acervo do Museu da Universidade de Innsbruck, Áustria (<http://info.uibk.ac.at/c/c7/c704/museum/en/sart.html>).



estas produzem intensas e sucessivas ondas de compressão e rarefação no meio, no qual, a depender da viscosidade, pode ocorrer o surgimento de cavidades de dimensões microscópicas durante uma fase de rarefação. A ocorrência de gases e vapores no meio irradiado faz com que moléculas dos gases e vapores migrem para o interior das cavidades. Nos sucessivos ciclos de compressão e rarefação as dimensões da cavidade vão aumentando (figura 2), até que seja atingido um diâmetro crítico, quando esta finalmente sofre colapso.

Ondas ultra-sônicas de frequência de 20 kHz e intensidade de 1 W cm^{-2} ao se propagarem pela água (velocidade do som de $\sim 1500 \text{ m s}^{-1}$ e densidade = 1 g cm^{-3}), levam um corpúsculo a deslocamentos de $\sim 0,93 \text{ mm}$, em torno de um ponto central, com velocidade máxima de $11,7 \text{ m s}^{-1}$. A aceleração máxima que este corpúsculo estaria submetido seria de $\sim 16 \text{ km s}^{-2}$, ou seja, 1600 vezes maior que a aceleração da gravidade. Adicionalmente, a variação de pressão calculada para a situação apresentada neste exemplo seria de 1,7 MPa. Porém este exemplo trata do efeito da propagação de onda ultra-sônica de 1 W cm^{-2} . Uma vez que processadores ultra-sônicos com potência superior a 100 W são facilmente encontrados, as velocidades máximas, pressões e acelerações serão tão mais intensas quanto maior a potência do gerador de ultra-sons.

Os resultados obtidos em diferentes ensaios realizados com sistemas heterogêneos (líquido-sólido) sob sonicação indicaram que os efeitos dessas ondas acústicas não deveriam ser considerados de forma simplista, ou seja, como

um mero e eficaz sistema de agitação. Os efeitos da sonicação nos sistemas heterogêneos sólido-líquido devem ser relacionados aos jatos de alta velocidade produzidos pela cavitação acústica nas proximidades das superfícies dos metais. Essas ondas mecânicas, ao interagirem com a superfície de sólidos, levam a alterações significativas na morfologia da superfície de sólidos. Caso os ultra-sons sejam aplicados em líquidos contendo material particulado em suspensão, as cavidades deixam de ser simétricas de forma que, quando de seu colapso, os microjatos são direcionados para o sólido.

Porém, a energia resultante da ação direta dos ultra-sons não seria capaz de provocar efeitos como aqueles observados durante a sonicação, como o rompimento de ligações inter e intramoleculares. Estudos realizados com líquidos puros e soluções aquosas demonstraram outras potencialidades da aplicação da energia acústica, ao mesmo tempo em que induziram a uma reflexão sobre o emprego de ultra-som no preparo de amostras. Estas considerações estão relacionadas com os resultados obtidos nos primeiros estudos sobre a ação de ondas ultra-sônicas em sistemas homogêneos realizados por Miller em 1950. Esses estudos que comprovaram a cisão das ligações H-O em moléculas de água e a produção de peróxido de hidrogênio no meio irradiado devem ser considerados como os pioneiros na caracterização dos efeitos químicos provocados por ondas ultra-sônicas, visto que implicam na transformação de espécies químicas. O fenômeno envolvido na cisão homolítica de ligações foi denominado de sonólise

da água, o qual leva à produção direta dos radicais livres H e HO no meio.

A elevada reatividade dos radicais livres favorece a rápida interação destas espécies com íons, moléculas, ou ainda, a combinação entre radicais, com a consequente produção de novas espécies moleculares (H_2O_2), ou ainda, novos radicais livres (O_2H). Diferentes estudos constataram o efeito das ondas ultra-sônicas na oxidação de íons Fe^{2+} em meio aquoso, na degradação de polímeros e na formação de peróxido de hidrogênio, quando água pura foi submetida aos ultra-sons de baixa frequência. Também deve ser mencionado que em investigações recentes pôde ser constatada a diminuição significativa da taxa de formação de peróxido de hidrogênio sob sonicação com o aumento da concentração de NaCl presente na solução submetida a sonicação. Contudo, esses efeitos provocados pelo ultra-som não são habitualmente aplicados no desenvolvimento de métodos e procedimentos de análise química.

O Prof. Mason, da Faculdade de Ciências Aplicadas do Instituto Politécnico de Coventry (Inglaterra), no livro *Chemistry with Ultrasound*, fez importantes considerações sobre a influência dos ultra-sons na reatividade química. O autor enumerou alguns procedimentos gerais que proporcionam aumento da reatividade e estes, incluindo a irradiação ultra-sônica (Tabela 1). Segundo Mason, a inserção dos ultra-sons na lista de fatores que aumentam a reatividade é devido às evidências acumuladas sobre os efeitos provocados por estas ondas em sistemas químicos. A principal causa desses efeitos é a cavitação

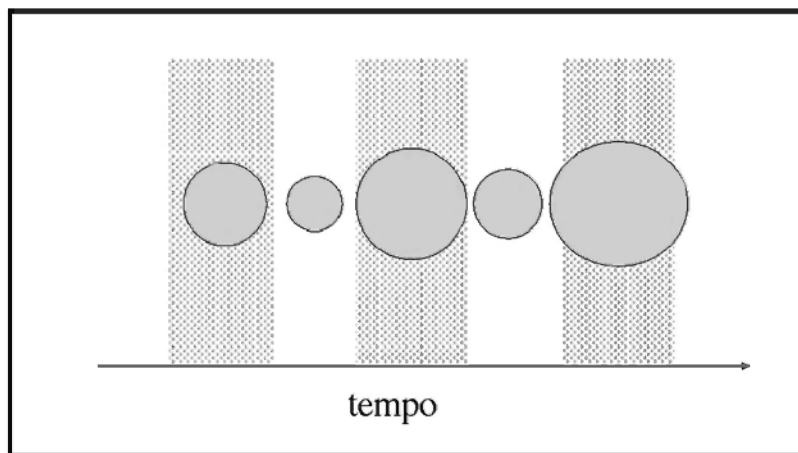


figura 2 A cavitação acústica.

que pode ser considerada como o ciclo de formação, crescimento e colapso de bolhas micrométricas durante a sonicação. Com os colapsos das bolhas de cavitação ocorre a liberação de grande quantidade de energia para o meio, proporcionando na microrregião onde ocorreu o colapso, aumento da temperatura da ordem de alguns milhares de graus centígrados e da pressão para centenas de atmosferas.

Para fins analíticos os ultra-sons têm sido empregados em diferentes etapas, como apresentado na Tabela 2. Os usos mais corriqueiros dos ultra-sons em laboratórios de análise química são para limpeza de material e desgaseificação de soluções. Laboratórios que fazem uso da técnica de cromatografia a líquido empregam os banhos ultra-sônicos para a desgaseificação de soluções, como uma alternativa ao borbulhamento de He, levando à redução dos custos

operacionais. Para este fim, a potência ultra-sônica deve ser suficientemente baixa, permitindo a produção e evolução de bolhas contendo gases dissolvidos na solução, sem que estas colapsem.

Ultra-sons no Preparo de Amostras e Tratamento de Efluentes

A energia liberada durante a cavitação acústica fornece excelentes perspectivas para o preparo e/ou tratamento de amostras e para a descontaminação de efluentes. No primeiro caso, o colapso das microbolhas favorece a extração de espécies químicas a partir de materiais sólidos, bem como a dissolução destes [1]; enquanto que, no segundo caso, as elevadas temperaturas e pressões proporcionam a degradação térmica e/ou radicalar de espécies orgânicas contaminantes [2], levando à completa mineralização das espécies para tempos prolongados de sonicação [3].

As modificações físicas e químicas resultantes da cavitação acústica têm impulsionado novas estratégias de preparo de amostras [4-8] e, em sistemas heterogêneos, o tratamento é favorecido devido aos seguintes fenômenos [9-12].

- produção de emulsão nas interfaces de sistemas líquido-líquido;
- lixiviação na superfície em sistemas sólido-líquido;
- erosão, fragmentação e aumento da área superficial de partículas sólidas em decorrência das ondas de choque originadas da implosão das microbolhas;

Tabela 1. Fatores que levam ao aumento da reatividade.

Aumento da temperatura de reação
Aumento da concentração de um reagente
Aumento da pressão aplicada no sistema
Emprego de catalisadores
Irradiação do sistema com ultra-som de alta potência

Tabela 2. Aplicações dos ultra-sons nas diferentes etapas da análise química

Etapas	Aplicações
Amostragem	Não se Aplica
Preparo da Amostra	Extração Sólido – Líquido Extração Líquido – Líquido Separação Granulométrica Desgaseificação Degradação de Matéria Orgânica Co-precipitação Geração de Reagentes
Medida	Tempo de Propagação da Onda Atenuação da Intensidade da Onda
Tratamento de Dados	Não se aplica

- diminuição do gradiente de concentração pelo aumento do transporte de massa ocasionado pela turbulência e microjatos.

A redução do tamanho de partícula configura-se como um dos mais notórios benefícios da sonicação nos procedimentos de lixiviação e dissolução, visto que muitas reações são limitadas pela área superficial efetiva exposta aos reagentes, resultando em perdas de reprodutibilidade, rendimento e produtividade analítica [13]. A ruptura das partículas – levando ao aumento da área superficial – é provocada pelo colapso de microbolhas nos interstícios do sólido ou pelos violentos choques entre partículas, que chegam a alcançar velocidades $> 500 \text{ m s}^{-1}$, promovendo até a fusão de fragmentos metálicos [14]. Por outro lado, bolhas formadas nas proximidades das partículas tornam-se assimétricas e, ao implodirem, originam microjatos de líquidos com velocidades $> 100 \text{ m s}^{-1}$ [10]. Estes jatos são sempre direcionados para a superfície do sólido, resultando na erosão e, conseqüentemente, na renovação da superfície, aumentando a reatividade entre solvente e amostra [1,2]. A Tabela 3 lista algumas publicações sobre a utilização do ultra-som em etapas de preparo de amostras, incluindo dissolução total e extração de espécies orgânicas e inorgânicas.

A principal vantagem do ultra-som em extrações reside na diminuição do tempo de processamento e na utilização de soluções diluídas de ácidos minerais. Apesar da eficiência de extração de íons metálicos ser dependente da matriz, natureza e concentração da espécie extratora [15]; eventuais modificações na forma original do íon metálico não são consideradas, caso as determinações sejam conduzidas para a obtenção da quantidade total do analito.

Pérez-Cid *et al.* [16] empregaram o ultra-som para extrair seqüencialmente Cu, Cr, Ni, Pb e Zn em diferentes frações de lodo obtidas de estações de tratamento de efluentes, conseguindo uma diminuição do tempo de extração de 51 h para 22 min. Ruiz-Jiménez *et al.* [5] obtiveram lixiviação quantitativa de Cd e Pb em tecido vegetal mediante a sonicação das amostras por 5 min na presen-

Tabela 3. Aplicações de ultra-sons para o preparo de amostras

Objetivo Analítico	Matriz	Referência
Decomposição	Amostras diversas	21
Extração de metais	Tecidos vegetais	22
Extração de compostos orgânicos	Tecidos vegetais	23
Dispersão	Suspensões	17
Extração de princípios ativos	Ervas	24
Extração de níquel	Minério de níquel	25
Extração de poluentes orgânicos	Sedimentos marinhos	26
Extração de poluentes orgânicos	Tecidos vegetais	27
Extração de fenóis	Solos	28-30
Extração de ferro	Tecidos vegetais	31
Extração de compostos aromáticos	Solos e sedimentos	32-35
Extração de metais	Tecidos vegetais	36
Extração de pentaclorofenol	Madeira	37

ça de HNO_3 8% (m/v). Neste caso, utilizou-se um sistema equipado com câmara para extração em fluxo.

Entre as várias outras aplicações dos ultra-sons para a determinação de metais, destacam-se a formação de suspensões para análise direta em sólidos [17], descontaminação de recipientes para armazenamento de amostras [18] e favorecimento cinético de reações de complexação [19]. É importante ressaltar que, nas situações acima mencionadas, a integridade e identidade das espécies de interesse foram mantidas seguindo o critério da rastreabilidade [20]. Contudo, a integridade e identidade das espécies de interesse não poderão ser garantidas, caso o analito sofra transformações aleatórias e múltiplas durante o processo de análise. Neste sentido, o preparo de amostras empregando ultra-som pode acarretar em transformações múltiplas e bruscas das espécies de interesse notadamente se estas forem voláteis e, conseqüentemente, forem admitidas no interior das cavidades durante a sonicação. Entre os compostos orgânicos voláteis que são degradados durante a sonicação, o grupo dos clorometanos deve ser destacado, levando à geração de HCl, HClO e CO_2 [3]. Na tabela 3 são apresentadas algumas aplicações dos ultra-sons no preparo de amostras.

No âmbito da proteção ambiental, a energia ultra-sônica apresenta efeitos interessantes para o tratamento de águas e de efluentes aquosos, visto que a mesma leva à destruição de microorganismos patogênicos e promove a degradação térmica e/ou radicalar de diferentes classes de poluentes. Especificamente para moléculas orgânicas, a eficiência de decomposição dependerá de propriedades físicas e químicas destas – solubilidade, pressão de vapor, massa molar, hidrofobicidade, entre outras – sendo as mais voláteis, apolares e de menor massa molar, aquelas que são preferencialmente admitidas e degradadas no momento do colapso das bolhas de cavitação, como anteriormente descrito. Os compostos hidrofílicos, de baixa pressão de vapor e maior massa molar sofrerão, em maior escala, um processo de decomposição no seio da solução, promovida pelos radicais produzidos pela implosão das cavidades [36]. A depender do poluente, a combinação da energia ultra-sonora com processos avançados de oxidação, tais como radiólise e ozonólise, origina procedimentos promissores [38].

Diversos artigos têm sido publicados para ilustrar o emprego de ultra-sons na degradação de tetracloreto de carbono em efluentes [39-41]; fenóis em amostras de águas [42-45]; corantes em efluentes industriais [46,47]; fenantreno

[48] e hidrocarbonetos voláteis [49] em águas; além de compostos organoclorados [41, 50-54], organofluorados [55-57] e aromáticos [58-60] e explosivos [61] em águas.

Adicionalmente, a eficácia do ultra-som na descontaminação de efluentes aquosos, quanto à presença de microorganismos, tem sido observada desde a primeira metade do século XX [62] e é atribuída à ruptura das células microbianas, ocasionando o escoamento do líquido citoplasmático [38].

Considerações Finais

A aplicação de formas não usuais de energia, como as oriundas de ultra-sons de baixa frequência e alta potência, para assistir procedimentos de análise química devem ser consideradas como promissoras. A energia liberada durante a cavitação acústica fornece excelentes perspectivas para o preparo de amostras, bem como para algumas etapas acessórias ao processamento analítico, como podem ser considerados a geração de reagentes e o tratamento de resíduos de análises químicas.

Agradecimentos

MK e MGP agradecem ao apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB), a Secretaria de Ciência, Tecnologia e Inovação do Governo do Estado da Bahia (SECTI) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (MCT/CNPq) pelo apoio às atividades de pesquisa. MK e SSB agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior do Ministério da Educação (MEC/CAPES).

Referências Bibliográficas

[1] Mason T. J., Lorimer J. P., *Sonochemistry: Theory, Applications and Uses of Ultrasound in Chemistry*, Ellis Horwood Limited, Chichester, UK, 1988.
 [2] Suslick K. S.; *Science* **1990**, *247*, 1439.
 [3] Francony, A.; Pétrier, C.; *Ultrason. Sonochem.* **1996**, *3*, S77.
 [4] Nascentes, C. C.; Korn, M.; Arruda, M. A. Z.; *Microchem. J.* **2001**, *69*, 37.

[5] Ruiz-Jiménez, J.; Luque-García, J. L.; Luque de Castro, M. D.; *Anal. Chim. Acta* **2003**, *480*, 231.
 [6] Filgueiras, A. V.; Capelo, J. L.; Lavilla, I.; Bendicho, C.; *Talanta* **2000**, *43*, 433.
 [7] Shiowatana, J.; Tantidanai, N.; Nookabkaew, S.; Nacapricha, D.; *Environ. Int.* **2001**, *26*, 381.
 [8] Meegoda, J. N.; Perera, R.; *J. Hazard. Mat.* **2001**, *85*, 73.
 [9] Ashley, K.; *Trends Anal. Chem.* **1998**, *17*, 366.
 [10] Luque-García, J. L.; Luque de Castro, M. D.; *Trends Anal. Chem.* **2003**, *22*, 41.
 [11] Pino, V.; Ayala, J. H.; Afonso, A. M.; González, V.; *Talanta* **2001**, *54*, 15.
 [12] Babic, S.; Petrovic, M.; Kastelan-Macan, M.; *J. Chromatogr. A* **1998**, 823.
 [13] Krug, F. J., "Methods of Sample Decomposition", In: IV Workshop on Sample Preparation, Salvador-Brazil, 2003.
 [14] Suslick, K. S.; Didenko, Y.; Fang, M. M.; Hyeon, T.; Kolbeck, K. J.; McNamara, W. B.; Mdleleni, M. M.; Wong, M.; *Phil. Trans. R. Soc. Lond. A* **1999**, *357*, 335.
 [15] Al-Merey, R.; Al-Masri, M. S.; Bozou, R.; *Anal. Chim. Acta* **2002**, *452*, 143.
 [16] Pérez-Cid, B.; Lavilla, I.; Bendicho, C.; *Anal. Chim. Acta* **1998**, *360*, 35.
 [17] Santos, C.; Alava-Moreno, F.; Lavilla, I.; Bendicho C.; *J. Anal. Atom. Spectrom.* **2000**, *15*, 987.
 [18] Kinsella, B.; Willix, R. L.; *Anal. Chem.* **1982**, *54*, 2614.
 [19] Patnaik, U.; Muralidhar, J.; *Talanta* **1995**, *42*, 553.
 [20] Valcárcel, M. "Principles of Analytical Chemistry". Ed. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 2000.
 [21] Goncharova, N. N.; Bukharova, Y. A.; Kuznetsova, T. V.; Utenkova, T. I.; *J. Anal. Chem.* **1999**, *54*, 1094.
 [22] Arruda, S. C. C.; Rodriguez, A. P. M.; Arruda, M. A. Z.; *J. Braz. Chem. Soc.* **2003**, *14*, 470.
 [23] Mason, T. J.; *Ultrason. Sonochem.* **2000**, *7*, 145.
 [24] Vinatoru, M.; *Ultrason. Sonochem.* **2001**, *8*, 303.
 [25] Swamy, K. M.; Sukla, L. B.; Narayana, K. L.; Kar, R. N.; Panchanadikar, V. V.; *Ultrason. Sonochem.* **1995**, *2*, S5.
 [26] Pastor, A.; Vazquez, E.; Ciscar, R.; De la Guardia, M.; *Anal. Chim. Acta* **1997**, *344*, 241.
 [27] Camel, V.; *Trends Anal. Chem.* **2000**, *19*, 229.

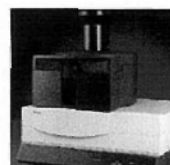
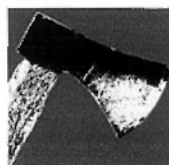
[28] Llompарт, M. P.; Lorenzo, R. A.; Cela, R.; Pare, J. R. J.; *Analyst* **1997**, *122*, 133.
 [29] Llompарт, M. P.; Lorenzo, R. A.; Cela, R.; Pare, J. R. J.; Belanger, J. M. R.; Li, K.; *J. Chromatogr. A* **1997**, *757*, 153.
 [30] Llompарт, M. P.; Lorenzo, R. A.; Cela, R.; Li, K.; Belanger, J. M. R.; *J. Chromatogr. A* **1997**, *774*, 243.
 [31] Lázaro, F.; Luque de Castro, M. D.; Valcárcel, M.; *Anal. Chim. Acta* **1991**, *242*, 283.
 [32] Heekem, O. P.; Theobald, N.; Wencławski, B. W.; *Anal. Chem.* **1997**, *69*, 2171.
 [33] Sun, E. S.; Littlejohn, D.; Gibson, M. D.; *Anal. Chim. Acta* **1998**, *364*, 1.
 [34] Marvin, C. H.; Allan, L.; McCarry, B. E.; Bryant, D. W.; *Int. J. Environ. Anal. Chem.* **1992**, *49*, 221.
 [35] Kayali-Sayadi, M. N.; Rubio-Barroso, S.; Díaz-Díaz, C. A.; Polo-Díez, L. M.; *Fresenius J. Anal. Chem.* **2000**, *368*, 697.
 [36] Naffrechoux, E.; Chanoux, S.; Petrier, C.; Suptil, J.; *Ultrason. Sonochem.* **2000**, *7*, 255.
 [37] Gogate, P. R.; Mujumdar, S.; Pandit, A. B.; *Advance in Environmental Research* **2003**, *7*, 283.
 [38] Tiehm, A.; Mason, T. J.; *Advances in Sonochemistry – Ultrasound in Environmental Protection – Vol. 6*. New York: Elsevier Science B. V., 2001, 273p.
 [39] Borges, S. S.; Korn, M.; *Quim. Nova* **2002**, *25*, 558.
 [40] Hung, H. M.; Hoffmann, M. R.; *Environ. Sci. Technol.* **1998**, *32*, 3011.
 [41] Hua, I.; Hoffmann, M. R.; *Environ. Sci. Technol.* **1996**, *30*, 864.
 [42] Hao, H.; Chen, Y.; Wu, M.; Wang, H.; Yin, Y.; Lu, Z.; *Ultrason. Sonochem.* **2004**, *11*, 43.
 [43] Yim, B.; Yoo, Y.; Maeda, Y.; *Chemosphere* **2003**, *50*, 1015.
 [44] Kotonarou, A.; Mills, G.; Hoffmann, M. R.; *J. Phys. Chem.* **1991**, *95*, 3630.
 [45] Pétrier, C.; Lamy, M. F.; Francony, A.; Benahcene, A.; David, B.; Renaudin, V.; Gondrexon, N.; *J. Phys. Chem.* **1994**, *98*, 10514.
 [46] Lorimer, J. P.; Mason, T. J.; Plattes, M.; Phull, S. S.; *Ultrason. Sonochem.* **2000**, *7*, 237.
 [47] Vinodgopal, K.; Peller, J.; Makogon, O.; Kamat, P. V.; *Wat. Res.* **1998**, *32*, 3646.
 [48] Little, C.; Helpher, M. J.; El-Sharif, M.; *Ultrasonics* **2002**, *40*, 667.
 [49] Cheung, H. M.; Bhatnagar, A.; Jansen, G.; *Environ. Sci. Technol.* **1991**, *25*, 1510.

- [50] Orzechowska, G. E.; Poziomek, E. I.; Hodge, V. F.; Engelmann, W. H.; *Environ. Sci. Technol.* **1995**, *29*, 1373.
- [51] Yim, B.; Okuno, H.; Nagata, Y.; Maeda, Y.; *J. Hazardous Materials* **2001**, *B81*, 253.
- [52] Drijvers, D.; van Langenhove, H.; Kim, L. N. T.; Bray, L.; *Ultrason. Sonochem.* **1999**, *6*, 115.
- [53] Hung, H.; Hoffmann, M.; *J. Phys. Chem.* **1999**, *A103*, 2734.
- [54] Inazu, K.; Nagata, Y.; Maeda, Y.; *Chem. Lett.* **1993**, 57.
- [55] Nagata, Y.; Hirai, K.; Okitus, K.; Maeda, Y.; *Chem. Lett.* **1995**, 203.
- [56] Hirai, K.; Nagata, Y.; Maeda, Y.; *Ultrason. Sonochem.* **1996**, *3*, S205.
- [57] Cheung, H. M.; Kurup, S.; *Environ. Sci. Technol.* **1994**, *28*, 1619.
- [58] Pétrier, C.; Jiang, Y.; Lamy, M. F.; *Environ. Sci. Technol.* **1998**, *32*, 1316.
- [59] Weavers, L. K.; Ling, F. H.; Hoffmann, M. R.; *Environ. Sci. Technol.* **1998**, *32*, 2727.
- [60] Visscher, A.; Eenoo, P.; Drijvers, D.; Langenhove, H.; *J. Phys. Chem.* **1996**, *100*, 11636.
- [61] Qadir, L. R.; Osburn-Atkison, E. J.; Swider-Lyons, K. E.; Cepak, V. M.; Robinson, D. R.; *Chemosphere* **2003**, *50*, 1107.
- [62] Mason, T. J.; Joyce, E.; Phull, S. S.; Lorimer, J. P.; *Ultrason. Sonochem.* **2003**, *10*, 319.

Retsch



Moinhos



Agitadores de peneiros/peneiros



Divisores de amostras



Análise granulométrica automática CAMSIZER / CRYSTALSIZER



Peça-nos o contacto do agente mais próximo, através dos telefones:

21-352 72 93

22-618 42 32

O Importador Exclusivo

LISBOA

PORTO

Campo Mártires da Pátria, 109

Rua do Vilarinho, 1235 • 4100-517, Porto

<http://www.en-equipamentos.pt>

A via proteolítica dependente de ubiquitina/proteassoma

PAULA C. RAMOS*

Resumo Nas células eucariotas a principal via de degradação de proteínas de semi-vida curta é não lisossomal e é dependente de ATP e de ubiquitina. Proteínas que regulam determinadas funções e que por isso existem por curtos períodos de tempo, proteínas danificadas, ou proteínas com erros de síntese são marcadas para degradação através da ligação de cadeias de poli-

ubiquitina. As proteínas poli-ubiquitiladas são reconhecidas e degradadas pelo proteassoma 26S. A via proteolítica dependente de ubiquitina funciona no citoplasma e no núcleo das células, sendo também responsável pela degradação de proteínas associadas ao retículo endoplasmático, após o seu retro-transporte para o citoplasma.

Introdução

A existência de degradação das proteínas intracelulares foi sugerida por Rudolf Schoenheimer nos anos 30 (1). Em 1953 surge uma publicação que mostra que a proteólise intracelular é dependente de energia metabólica (2). Nos anos 70 tornou-se evidente que a degradação de proteínas intracelulares é altamente selectiva e está envolvida na regulação da concentração de certas enzimas (3). De início foi difícil de compreender a necessidade da proteólise intracelular, uma vez que o que estava em causa era a hidrólise de ligações peptídicas das proteínas, que se pensava serem moléculas estáveis. Hoje em dia é evidente que o controlo do nível de determinadas proteínas no interior das células durante certos processos celulares, bem como a eliminação de proteínas com erros de síntese, proteínas não funcionais e polipéptidos desnaturados, cuja acumulação poderia tornar-se tóxica, só pode ocorrer se existir proteólise selectiva. A descoberta da via proteolítica dependente de ubiquitina veio revolucionar a forma de olhar a degradação de proteínas intracelulares.

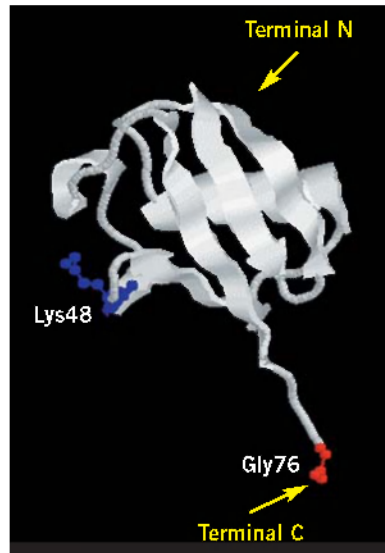
A ubiquitina foi descoberta em 1975 (4). Isolada a partir do timo, na altura foi-lhe atribuída a função de hormona capaz de induzir diferenciação dos linfócitos B. Dois anos mais tarde, é descrita como associada à histona 2A (5). O terminal C da ubiquitina encontrava-se ligado ao grupo e da cadeia lateral da lisina 119 da histona 2A através de uma ligação isopeptídica. A relação da ubiquitina com a proteólise intracelular só viria a ser publicada em 1980, resultante do trabalho do professor Avram Hershko (Instituto de Tecnologia de Haifa, Israel) que no ano lectivo de 1977/78 se encontrava de sabática no laboratório de Irwin Rose (Fox Chase Cancer Center em Filadélfia) juntamente com Aaron Ciechanover, na altura seu estudante de doutoramento. Trabalho que valeu a estes três investigadores o prémio Nobel da Química 2004.

Avram Hershko desde o tempo do seu pós doutoramento (1969-1971) estava interessado em entender os processos que regulavam a concentração da tirosina-aminotransferase. Como naquele tempo um assunto muito estudado era a regulação da síntese das proteínas, Hershko, tentando evitar uma aborda-

gem tão competitiva, decidiu estudar a forma como este enzima era degradado. Tomando vantagem do sistema proteolítico dependente de ATP anteriormente identificado em extractos de reticulócitos por Etlinger e Goldberg (6), Hershko e Ciechanover resolveram analisar bioquimicamente este sistema. Começaram por separar as proteínas do lisado em duas fracções: a fracção de proteínas que não adsorvia a uma resina de DEAE-celulose (fracção 1) e a fracção das proteínas adsorvidas à resina eluídas com cloreto de sódio (fracção 2). Curiosamente, a fracção 2 não apresentava praticamente actividade proteolítica dependente de ATP quando comparada com os lisados iniciais. Em estudos de reconstituição, ou seja, quando a fracção 1 era adicionada à fracção 2, observava-se o restabelecimento da actividade proteolítica dependente de ATP. O componente responsável pelo restabelecimento da actividade era uma proteína termoestável de pequenas dimensões existente na fracção 1 (7) na altura designado por APFI (*ATP-dependent proteolysis factor*). Wilkinson e colegas em 1980 (8) demonstraram que

* Departamento de Química e Bioquímica, Faculdade de Ciências e Tecnologia e Centro de Biomedicina Molecular e Estrutural, Universidade do Algarve, Campus de Gambelas, 8000-117 Faro, E-mail: pcramos@ualg.pt

figura 1 – Estrutura tridimensional da ubiquitina. Os terminais N e C estão indicados, bem como os resíduos de lisina na posição 48 e de glicina na posição 76.



APFI correspondia ao polipéptido descrito anteriormente como ubiquitina.

Hershko e Ciechanover colocaram como hipótese que o factor APFI fosse uma subunidade de uma protease, ou um seu activador, existente na fracção 2. Para testar esta ideia marcaram radioactivamente ubiquitina purificada com ^{125}I e incubaram-na com as proteínas da fracção 2, na presença e na ausência de ATP. O resultado foi surpreendente. No ensaio com ATP, a pequena molécula de ^{125}I -ubiquitina encontrava-se presente em fracções de massa molecular elevada após separação das proteínas por filtração em gel. Mais ainda, a associação

de ^{125}I -ubiquitina às proteínas ocorria através de ligações amida, uma vez que os complexos de massa molecular elevada isolados eram estáveis a tratamentos com ácidos, bases, hidroxilamina, ou a fervura em presença de SDS e mercaptoetanol. Perante estes resultados, os consagrados cientistas reformularam a hipótese inicial e começaram a pensar que a ubiquitina poderia ligar-se, não a uma protease, mas às proteínas-substrato a serem digeridas, funcionando assim como um marcador selectivo de degradação das proteínas a que se encontrava ligada. De facto, quando várias proteínas-substrato do sistema proteolítico dependente de ATP foram testadas

em presença de ^{125}I -ubiquitina observou-se a conjugação covalente da ubiquitina a essas proteínas. A análise por SDS-PAGE dos substratos conjugados revelou a presença de bandas discretas correspondendo a uma, duas, três ou mais moléculas de ubiquitina ligadas a uma molécula de substrato. Foi nos *Proceedings of the National Academy of Sciences of USA* que este trabalho pioneiro foi publicado com um novo conceito de degradação de proteínas intracelulares: a conjugação covalente de moléculas de ubiquitina a uma proteína marca-a para degradação por uma protease que reconhece especificamente proteínas ubiquitiladas (9,10).

Estudos subsequentes liderados por Hershko conduziram à caracterização bioquímica dos passos enzimáticos envolvidos no processo de ligação covalente da ubiquitina às proteínas substrato (ver abaixo). A descoberta da protease que reconhece proteínas ubiquitiladas, ou seja, do actualmente chamado proteassoma 26S, aconteceu no laboratório de Martin Rechsteiner (11).

Digno de citação é o trabalho desenvolvido no laboratório de Alexander Varshavsky na caracterização fisiológica deste sistema proteolítico em células animais e, principalmente, em levedura de pão. Entre 1984 e 1990 este grupo demonstrou a participação da via proteolítica dependente de ubiquitina no

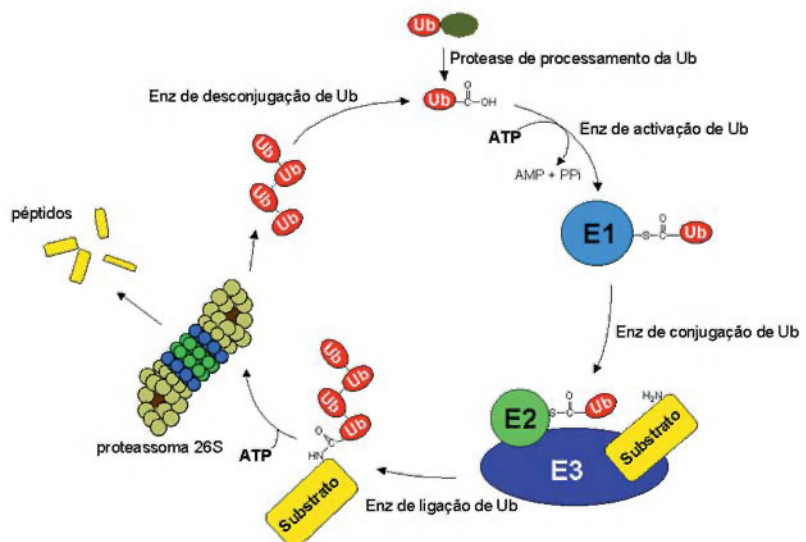


figura 2 Passos enzimáticos principais da via proteolítica dependente de ubiquitina/proteassoma E1 – enzima activador de ubiquitina, E2 – enzima conjugador de ubiquitina, E3 – ligase de ubiquitina-proteína, Ub – ubiquitina ou grupo ubiquitil

ciclo celular, na reparação do DNA, na resposta a stresses e na regulação da transcrição, bem como publicou a primeira caracterização de sinais de degradação apresentados pelas proteínas (*the N-end-rule*) (12). Desde então muitos têm sido os cientistas de todo o mundo envolvidos na dissecção dos enzimas envolvidos na via proteolítica dependente de ubiquitina, na descoberta de novos substratos e na forma como esta participa nos processos celulares (ver referências nos artigos de revisão 12–16).

Ubiquitina

A ubiquitina é uma proteína constituída por 76 resíduos de aminoácidos. Encontra-se presente em todas as células eucariotas (e por isso o seu nome) e é uma das proteínas mais conservadas em termos de sequência, tanto que entre a levedura de padeiro e o homem existem apenas três resíduos diferentes.

A ubiquitina é sintetizada na forma de precursores codificados por vários genes. Esses precursores são proteínas ribossomais fundidas com ubiquitina ou várias moléculas de ubiquitina ligadas entre si. O gene que codifica poli-ubiquitinas opera em condições de stress (por exemplo choque térmico) e origina várias moléculas de ubiquitina ligadas entre si através do terminal C da molécula anterior e o terminal N da molécula

subsequente. As moléculas de ubiquitina são libertadas das suas formas precursoras através da acção de proteases de processamento específicas para a ubiquitina (ver enzimas de desubiquitilação), originando ubiquitina livre cujo terminal C é uma glicina (ver figura 1), essencial para o processo de activação pelo enzima E1.

Ubiquitilação

A ubiquitilação (ou conjugação com ubiquitina) consiste numa modificação pós-traducional reversível que se traduz na formação de uma ligação isopeptídica entre a ubiquitina e a proteína-substrato e envolve pelo menos a acção de três classes de enzimas: E1 (enzima activador da ubiquitina); E2 (enzimas conjugadores de ubiquitina) e E3 (ligases de ubiquitina-proteína), figura 2.

Em primeiro lugar, ocorre a activação do grupo carboxílico da glicina existente no terminal C da ubiquitina, catalisada por E1. Este passo envolve a formação de um adenilato de ubiquitina intermediário (com a concomitante hidrólise de ATP) e a transferência da ubiquitina activada para o centro tiol do enzima E1 (com a libertação de AMP). Após esta reacção inicial, a ubiquitina activada é transferida, por transacilação, para um grupo tiol de um segundo enzima, pertencente à família das proteínas E2. Estes ésteres

de tiol, formados entre E2 e ubiquitina, são os dadores da ubiquitina para a formação da ligação isopeptídica entre o resíduo de glicina do terminal C da ubiquitina e grupos amina de resíduos de lisina das proteínas-substrato. Este passo requer a participação de um terceiro tipo de enzimas, designado por E3, responsáveis pela selecção da proteína substrato através do reconhecimento de um sinal de degradação existente nessa proteína. Note-se que alguns enzimas E2 poderão contribuir, também, para o reconhecimento da proteína substrato ubiquitilando-a na ausência de E3. Várias moléculas de ubiquitina podem ser adicionadas formando uma cadeia multi-ubiquitina. As proteínas assim modificadas podem sofrer degradação pelo proteassoma ou servir outras funções nas células tais como endocitose, tradução de sinais, actividade da cromatina e reparação de DNA. O destino das proteínas-substrato parece ser determinado pelo número de ubiquitinas ligadas e o tipo de ligações entre estas. O resíduo de lisina 48 da ubiquitina constitui o local preferencial de ligação de novas metades ubiquitil. A Lys29 da ubiquitina é também utilizada para a formação de cadeias poli-ubiquitina. Ambas as cadeias via Lys48 ou Lys29 constituem cadeias que promovem a degradação da proteína-substrato pelo proteassoma, figura 3. No entanto, tanto a mono-ubiquitilação como a poli-ubiquitilação via

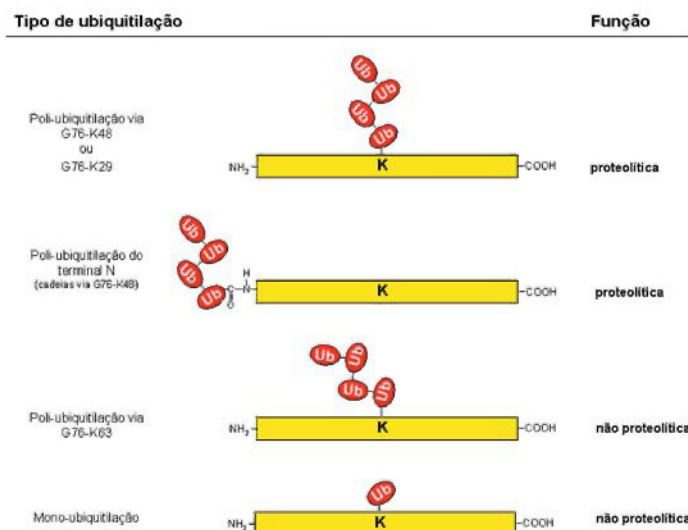


figura 3 Tipos de ubiquitilação. K, resíduo de lisina existente na proteína substrato.

Lys63 da ubiquitina não servem funções proteolíticas, mas estão antes envolvidas na alteração da função do substrato ou na mediação de interações proteína-proteína. Recentemente, foi demonstrado que algumas proteínas sofrem degradação após ubiquitilação do seu grupo amina do terminal N (chamada ubiquitilação do terminal N). A formação da cadeia multi-ubiquitina ocorre, como normalmente, via a Lys48 da ubiquitina.

E1 – enzima activador da ubiquitina

O enzima E1 é codificado por um único gene, cuja deleção provoca inviabilidade celular, embora em mamíferos sejam conhecidas duas isoformas, E1a e E1b, que resultam da iniciação da tradução em dois locais diferentes. O primeiro passo de ubiquitilação envolve a formação de um adenilato de ubiquitina intermediário (com a concomitante hidrólise de ATP) e a transferência da ubiquitina activada para o grupo tiol da cisteína do centro activo do enzima E1 (com a libertação de AMP). Cada enzima E1 pode no máximo transportar duas moléculas de ubiquitina, uma como tiol-éster e outra como adenilato. A ubiquitina activada é transferida para a cisteína do centro activo de E2.

E2 – enzimas conjugadores de ubiquitina

Ao contrário de E1, cada célula contém vários enzimas E2. Em levedura de pão existem onze enzimas E2 capazes de transportar ubiquitina, enquanto que em células de mamífero são conhecidas

mais de trinta E2. Todos estes enzimas possuem um domínio muito conservado (UBC – *ubiquitin conjugation*) com cerca de 150 resíduos de aminoácidos contendo uma cisteína que é o centro acetilador da ubiquitina activada por E1. As diferenças situam-se nas regiões dos terminais N e C, podendo nalguns casos existirem inserções no domínio UBC. Estas sequências estão envolvidas na interacção com os enzimas E3.

E3 – ligases de ubiquitina-proteína

Enquanto que os enzimas E2 têm grande semelhança nas suas sequências e estruturas, os enzimas E3 são pouco semelhantes entre si, em parte porque estes são responsáveis pelo reconhecimento de sinais de destruição nas proteínas substrato (ver secção sinais de degradação). Existem duas classes distintas de E3, figura 4. A primeira classe é caracterizada por ter um domínio designado HECT (*homologous to the E6-AP protein's C-terminus*). A proteína E6-AP foi a primeira ligase identificada desta classe e foi descoberta por participar na degradação da proteína supressora de tumores p53 ao interagir com a proteína E6 do papilomavírus humano (ver secção doenças relacionadas com a via). O domínio HECT é constituído por 80 resíduos de aminoácidos e inclui a cisteína do centro activo que forma uma ligação tiol com a ubiquitina. A segunda classe de E3 é definida pela existência de um domínio RING *finger*, assim designado, porque o gene que codifica a primeira proteína descrita contendo este domínio

tem o nome de "really interesting gene 1". O domínio RING *finger* possui a capacidade de quelatar dois íons de zinco, através dos seus 8 locais de coordenação constituídos por histidinas e cisteínas, e medeia interações com as proteínas E2. As proteínas E3 pertencentes à última classe facilitam a transferência directa de ubiquitina de enzimas E2 para os substratos sem o envolvimento de um intermediário tiol-éster E3-Ub, como acontece com as E3 do tipo HECT. Encontram-se nesta situação Ub ligases envolvidas no ciclo celular como os complexos APC (*anaphase promoting complex*, uma E3 constituída por várias subunidades que permite a progressão do ciclo de divisão celular em vários pontos) e SCF-RING (E3 constituída por Skp1, Culina, uma subunidade variável com um domínio designado por F-box e uma subunidade com um domínio RING). Embora algumas das E3 conhecidas sejam complexos constituídos por várias subunidades, outras ligases são formadas por uma única cadeia polipeptídica.

Degradação das proteínas pelo proteassoma

As proteínas multi-ubiquitiladas, após desenrolamento da sua estrutura, são degradadas pelo proteassoma 26S, uma protease multimérica dependente de ATP com ~2000 kDa, constituída por dois complexos regulatórios 19S e por um complexo catalítico de ~700 kDa, designado por proteassoma 20S. Os

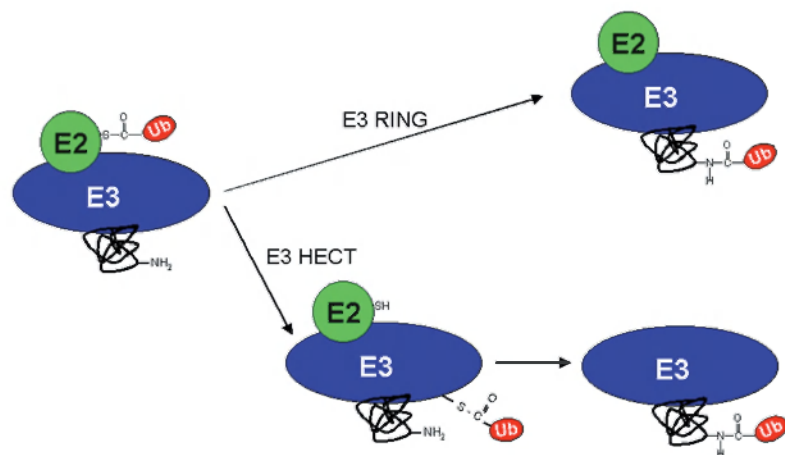


figura 4 Tipos de ligases ubiquitina-proteína (E3). E3 do tipo "RING finger" facilitam a transferência directa de ubiquitina de E2 para substratos sem um intermediário tiol-éster E3-Ub. No caso da classe HECT, a ubiquitina forma uma ligação tiol-éster com E3 antes de ser transferida para a lisina na proteína substrato.

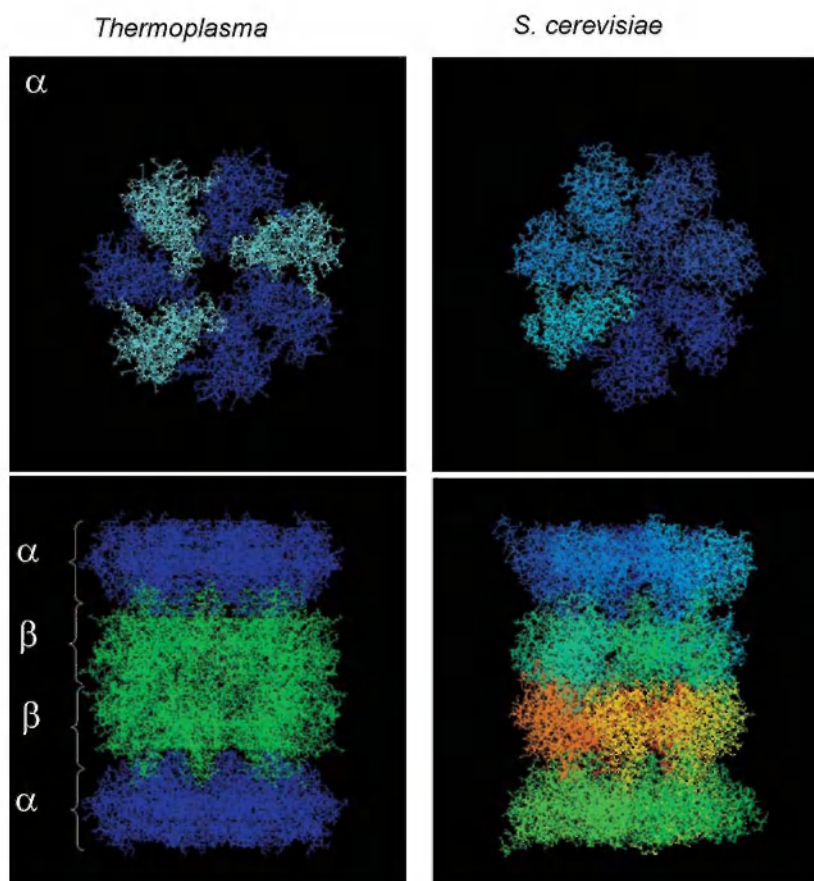


figura 5 Estrutura tridimensional do proteassoma 20S de *Thermoplasma acidophilum* e de *Saccharomyces cerevisiae*. Os painéis de cima mostram uma vista de topo dos anéis α da espécie mencionada. Os painéis de baixo, evidenciam a estrutura em forma de barril formada por 4 anéis empilhados.

complexos regulatórios 19S, posicionados em ambas as extremidades do proteassoma 20S, compostos por várias ATPases e outras subunidades, são necessários para o reconhecimento específico de proteínas ubiquitiladas, seu desenrolamento e translocação para o interior da câmara catalítica. Na maioria dos casos o proteassoma degrada as suas proteínas-substrato reduzindo-as a pequenos péptidos (figura 2). Dado a sua estrutura, substratos e protease podem coexistir nos mesmos compartimentos, uma vez que, só após marcação com a ubiquitina, o substrato está preparado para sofrer hidrólise no interior do proteassoma.

Os proteassomas 20S apresentam uma estrutura muito conservada e encontram-se presentes desde arqueobactérias até aos mamíferos. Este complexo proteolítico é essencial para a viabilidade das células eucariotas. O complexo eucariota é composto por 14 subunidades diferentes que, de acordo com a análise de homologias entre as sequências, podem ser agrupadas em sete do tipo α

e sete do tipo β . Estas subunidades estão dispostas em forma de um cilindro composto por quatro anéis heptaméricos com as subunidades α ocupando os anéis periféricos e as subunidades β os anéis centrais, figura 5. Este cilindro é atravessado por um túnel estreito que faz a comunicação entre três cavidades interiores. A cavidade central possui os centros catalíticos voltados para o interior. Os proteassomas eucariotas possuem pelo menos três actividades catalíticas diferentes, nomeadamente actividade pós-acídica (clivagem da ligação peptídica após um residuo ácido), trípica (clivagem após um residuo básico) e quimotríptica (clivagem após um residuo hidrófobo), cujos centros catalíticos se localizam em três subunidades β distintas, $\beta 1$, $\beta 2$ e $\beta 5$ respectivamente. Estas subunidades que contêm os centros catalíticos possuem uma treonina no terminal N. Este residuo age como um nucleófilo atacando as ligações peptídicas das proteínas-substrato. Nos vertebrados as subunidades com actividade catalítica constitutivas podem ser substituídas especificamente por subunidades catalíti-

cas homólogas, $\beta 1i$, $\beta 2i$ e $\beta 5i$ induzidas pelo interferão γ , sendo incorporadas durante a síntese e montagem de novos proteassomas no local das subunidades habituais. A incorporação destas subunidades altera a especificidade da clivagem das ligações peptídicas e coloca o proteassoma num papel central na produção de péptidos antigénicos a partir de proteínas de agentes patogénicos intracelulares, tais como bactérias ou vírus.

O acesso ao interior do proteassoma 20S é bastante restrito. No caso de proteassomas bacterianos existe uma pequena abertura no centro dos anéis externos (anéis α), no entanto, a análise da estrutura do proteassoma 20S de levedura mostra que essa entrada se encontra preenchida pelos terminais N das subunidades α , figura 5. Embora péptidos ou polipéptidos sem estrutura possam atravessar estas entradas e sofrer hidrólise no interior da cavidade catalítica, o proteassoma 20S existe no citoplasma como que num estado latente. A entrada de substratos mais complexos e

a sua degradação necessita de complexos activadores 19S que se ligam às extremidades do proteassoma 20S originando o rearranjo dos terminais N das subunidades α que formam um poro de entrada. É nestes complexos activadores que se encontram os locais de reconhecimento das cadeias poli-ubiquitiladas das proteínas-substrato e as actividades de isopeptidase que libertam a ubiquitina das cadeias deixando-a livre para entrar em novo ciclo de conjugação. O substrato é então desenrolado e translocado através do proteassoma até chegar à cavidade central onde é degradado. As subunidades com actividade ATPásica da partícula 19S são responsáveis por estes processos.

Enzimas de desubiquitilação

Na via proteolítica dependente de ubiquitina as moléculas de ubiquitina não se "gastam" durante a degradação das proteínas substrato, são sim recicladas através da acção de hidrolases de cisteína específicas. Além disso, os enzimas de desubiquitilação desempenham um papel único uma vez que podem reverter o destino das proteínas condenadas a degradação. Estes enzimas são responsáveis por processar os precursores inactivos da ubiquitina, reciclar ubiquitina de cadeias poli-ubiquitina conjugadas com proteínas-substrato, remover ubiquitina de aductos celulares e de manter o proteassoma livre de cadeias poli-ubiquitina que, obviamente, inibiriam a sua função. Existem duas classes: as proteases de processamento específicas para a ubiquitina e as hidrolases do terminal C da ubiquitina. As primeiras são responsáveis pela clivagem dos precursores de ubiquitina e de cadeias poli-ubiquitina gerando ubiquitina livre, enquanto que as segundas hidrolisam ligações éster e amida de pequenos aductos ligados ao terminal C da ubiquitina. Um destes enzimas (Doa4/Ubp4, na levedura de padeiro) encontra-se associado ao proteassoma 26S e tem como função clivar a ligação isopeptídica existente entre a cadeia poli-ubiquitina e a lisina da proteína-substrato, facilitando a degradação desta, enquanto que, outra proteína (Ubp14, na levedura ou Isopeptidase T em mamíferos) é res-

ponsável pelo desmantelamento da cadeia poli-ubiquitina.

Sinais de degradação

O tipo de resíduo de aminoácido que se encontra no terminal N da proteína foi o primeiro sinal de degradação das proteínas de semi-vida curta a ser descoberto (*N-end rule*). Proteínas com resíduos, designados por estabilizadores, como a arginina ou a leucina, são reconhecidas pela E3 α ou N-recognina (uma E3 do tipo RING *finger*) que, juntamente, com uma E2 específica medeiam a poli-ubiquitilação da proteína que é, então, rapidamente degradada pelo proteassoma.

Regiões de proteínas ricas em prolina (P), Glutamato (E), serina (S) e treonina (T), designadas por PEST, quando expostas à superfície duma proteína são também muitas vezes reconhecidas como sinais de destruição pela via proteolítica dependente de ubiquitina. A fosforilação do resíduo de serina ou de treonina nestas regiões parece mediar o reconhecimento da proteína por certas ligases do tipo SCF-RING. Outras proteínas apresentam uma sequência de 9 resíduos, perto do terminal N, chamada *destruction box* que é reconhecida por certas ligases.

Funções da via proteolítica dependente da ubiquitina

Em condições fisiológicas normais e em particular condições de stress ocorre o enrolamento incorrecto de proteínas, que ou são recuperadas por acção de chaperones moleculares, ou destruídas pela via dependente de ubiquitina. De facto, os níveis de expressão, tanto do gene que expressa poli-ubiquitina como de vários genes que expressam E2, aumentam quando se submetem células a diferentes tipos de stress.

A falta de apertado controlo do ciclo de divisão das células está implicada no desenvolvimento de tumores. A via proteolítica dependente de ubiquitina/proteassoma desempenha um papel muito importante pelo menos em três períodos do ciclo de divisão celular. Na transição G1/S, a iniciação da replicação do DNA é desencadeada pela degradação de um

inibidor de uma cinase dependente de ciclina. Quando este inibidor sofre fosforilação, uma E3 (um complexo SCF-RING) reconhece-o como substrato ocorrendo ubiquitilação e subsequente degradação. Durante a mitose, outra fase do ciclo celular, a securina, um inibidor da separina (uma endoprotease envolvida na separação dos cromátidos), sofre ubiquitilação sendo depois degradada pelo proteassoma. Na fase final da mitose, as ciclinas características desta fase, bem como factores que controlam a desmontagem do fuso mitótico sofrem degradação pela via proteolítica dependente de ubiquitina/proteassoma.

Uma outra função fisiológica importante desta via é a produção de péptidos antigénicos a partir de proteínas de bactérias ou vírus patogénicos. Os péptidos apresentados às células citotóxicas T nas moléculas do complexo major de histocompatibilidade (MHC) de classe I são o resultado de proteólise limitada dos antígenos mediada pelo proteassoma. O interferão γ estimula este processo e induz a troca de subunidades catalíticas do proteassoma 20S (ver degradação das proteínas pelo proteassoma). O sistema dependente de ubiquitina/proteassoma degrada indiscriminadamente tanto as proteínas celulares (*self*) como as estranhas (*non-self*). Os péptidos são então apresentados às células citotóxicas T, mas apenas os derivados das proteínas estranhas elicitam a resposta das células T.

A maioria das proteínas de secreção adquirem a sua estrutura tridimensional no retículo endoplasmático e são então enviadas para o local onde desempenham as suas funções. Proteínas mal-enroladas ou dissociadas devem ser selectivamente eliminadas evitando que sejam enviadas para os seus destinos finais. A degradação pelo proteassoma 26S destas proteínas, tanto do lúmen como da membrana, necessita do retrotransporte para o citoplasma através do translocão do ER (Sec61) e respectiva ubiquitilação por E2 e E3 ligadas à membrana do ER do lado citoplasmático.

A síntese do RNA mensageiro nos eucariotas é catalisada pelo enzima RNA polimerase II e depende de muitos factores

de transcrição que controlam a sua actividade. Uma forma de regular o nível de certos factores de transcrição é através da sua ubiquitilação e subsequente degradação pelo proteassoma. A proteína p50, uma subunidade do NF- κ B, um factor de transcrição que medeia a resposta inflamatória, tem como precursor o polipéptido p105, um substrato pouco usual do proteassoma. O domínio do terminal C do p105 é completamente degradado pelo proteassoma, enquanto que o domínio no terminal N contendo o p50 fica intacto. Neste caso o proteassoma funciona como protease de processamento não levando à degradação do substrato em pequenos péptidos.

O enzima Ubc2 (um dos treze E2 de levedura) foi o primeiro enzima da via dependente de ubiquitina a ser relacionado com uma função fisiológica, devido à sua identidade com a proteína anteriormente descrita como Rad6, um componente essencial na reparação do DNA. Rad6 participa na mono-ubiquitilação de uma subunidade da DNA polimerase (PCNA) envolvida na síntese e reparação do DNA. A endocitose de receptores da membrana celular é outro exemplo de um processo que envolve ubiquitilação, mas não a degradação da proteína-substrato. A mono-ubiquitilação dessas proteínas é suficiente para que ocorra internalização destas proteínas e o seu transporte para o vacúolo.

Doenças relacionadas com o mal funcionamento da via proteolítica dependente de ubiquitina/proteassoma

Estando na base de vários processos celulares importantes, não é surpresa que o mal funcionamento desta via esteja implicado na origem de muitas doenças.

Em resposta a danos no DNA ou a perturbações celulares, como uma infecção viral, a progressão do ciclo celular é inibida pela activação do supressor de tumores p53 (um activador da transcrição). Nas células normais, o p53 é uma proteína instável que é ubiquitilada pela ligase de ubiquitina Mdm2 (E3) e rapidamente degradada pelo proteassoma. Em células cujo DNA tenha sofrido danos ocorre a estabilização da proteína

p53 e concomitante supressão da divisão celular para que os sistemas de reparação do DNA possam operar. Mais ainda, em situações em que os danos são muito grandes, a proteína p53 participa na indução de apoptose (morte celular) conduzindo à eliminação da célula. Alguns vírus, como por exemplo o papilomavírus humano (HPV) possuem no seu genoma um oncogene que codifica para uma proteína, designada por E6, que se associa a uma ubiquitina ligase, E6-AP (uma E3 com um domínio HECT), permitindo o reconhecimento do p53 e a sua posterior degradação, mais rápida ainda do que em condições normais. Pensa-se que a proteína E6 faz parte da estratégia viral para induzir a proliferação das células hospedeiras infectadas e impossibilitando a acção do p53 na indução de morte celular.

Numa grande variedade de doenças neurodegenerativas observa-se a acumulação de inclusões intracelulares de proteínas com mal-formações. Estão neste caso as doenças de Alzheimer e Parkinson, a esclerose amiotrófica lateral (ALS), e outras doenças associadas à expansão de extensões de poliglutamina como a doença de Huntington ou ataxias espinocerebrais e a atrofia muscular espinobulbar. Embora as proteínas encontradas nestes agregados intracelulares são muitas vezes detectadas ligadas a ubiquitina e ao proteassoma, a ligação entre as patologias e as aberrações na via proteolítica não são ainda claras. No entanto, nalgumas formas hereditárias da doença de Parkinson a patogénese desta doença está relacionada com mutações na proteína *parkin*, que é uma ligase de ubiquitina do tipo RING.

A fibrose quística e a atrofia muscular são também exemplos conhecidos do mal funcionamento da via proteolítica dependente de ubiquitina.

O impacto do conhecimento em detalhe da via proteolítica dependente de ubiquitina/proteassoma tem vindo a permitir o desenvolvimento de fármacos que permitem bloquear o sistema. Com o avanço do conhecimento de todos os componentes envolvidos em cada processo, o fármaco ideal será aquele que

é dirigido especificamente às proteínas afectadas.

Agradecimentos

Aos Drs. António Marques e Ana Matias pela cuidadosa revisão do manuscrito. À FCT pelos projectos POCTI/32621/BME/2000 e POCTI/BME/47604/2002.

Referências

- (1) Schoenheimer, R. in *The dynamic State of Body Constituents*. Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, 1942
- (2) Simpson, M. V. *J. Biol. Chem.* 201 (1953) 143
- (3) Schimke, R. e Doyle, D. *Annu. Rev. Biochem.* 39 (1975) 929
- (4) Goldstein, G., Scheid, M., Hammerling, U., Boyse, E. A., Schlesinger, D.H. e Niall, D. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 72 (1975) 11
- (5) Goldknopf, I.L. e Busch, H. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 74 (1977) 864
- (6) Etlinger, J.D. e Goldberg, A.L. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 74 (1977) 54
- (7) Ciechanover, A., Hod, Y. e Hershko, A. *Biochem. Biophys. Res. Commun.* 81 (1978) 110
- (8) Wilkinson, K.D., Uban, M.K. e Haas, A.L. *J. Biol. Chem.* 255 (1980) 7529
- (9) Ciechanover, A., Heller, H., Elias, S., Haas, A.L. e Hershko, A. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 77 (1980) 1365
- (10) Hershko, A., Ciechanover, A., Heller, H., Haas, A.L. e Rose, I.A. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 77 (1980) 1783
- (11) Hough, R., Pratt, G. e Rechsteiner, M. *J. Biol. Chem.* 261 (1986) 2400
- (12) Finley, D., Ciechanover, A. e Varshavsky, A. *Cell* 116 (2004) 29
- (13) Pickart, C. *Cell* 116 (2004) 181
- (14) Pickart, C. *Annu. Rev. Biochem.* 70 (2001) 503
- (15) Hershko, A., Ciechanover, A. e Varshavsky, A. *Nature Med.* 6 (2000) 1073
- (16) Hershko, A. e Ciechanover, A. *Annu. Rev. Biochem.* 67 (1998) 425

Roteiros de exploração

valorização pedagógica de *software* educativo de Química*

JOÃO CARLOS PAIVA^{1,2}, LUIZA ALVES DA COSTA²

Resumo No sentido de fornecer “pragmatismo pedagógico” a muitos programas de *software* educativo, a experiência tem demonstrado a necessidade de guiar minimamente os alunos na exploração dos recursos digitais. O presente artigo aponta algumas características dos roteiros de exploração. No mesmo número desta re-

vista é apresentado um exemplo concreto de um roteiro de exploração sobre Tabelas Periódicas digitais. Muito do *software* educativo, de facto, não é “auto-suficiente”, carecendo destes elementos que o contextualizam em situações e objectivos pedagógicos concretos.

A necessidade dos roteiros de exploração

Independentemente de aspectos de investigação em tecnologia educativa, quem já experimentou trabalhar com os seus alunos a utilização de *software* educativo, sabe da tendência que estes têm para “correrem depressa” as aplicações, não tirando o desejável proveito da tecnologia. Colocando os alunos, individualmente ou em grupo, “em frente” a muitos programas educativos, estes tendem, de facto, a clicar, clicar, clicar, muitas vezes sem o rumo necessário e sem apelos à reflexão, que permitem a construção do conhecimento e cimentam a aprendizagem.

Os alunos manifestam interesse em explorar as ferramentas digitais educativas mas correm como “gato por brasa”. A ideia com que se fica é que, face ao *software* educativo, os alunos usam mais “engolir” do que “mastigar”. A actual sociedade, porventura, estimula em particular esta atitude (1,2). Esta tendência, de acordo com alguns estudos em Tecnologia Educativa, parece ser, numa larga faixa de idades, mais intensa nos rapazes do que nas raparigas, fruto, porventura, da maior propensão

para a tecnologia deles e da maior sensibilidade, maturidade e ponderação delas (3).

Os autores deste artigo, na sua prática pedagógica enriquecida com *software* educativo em química, nos níveis de ensino básico, secundário e superior, têm sentido progressiva necessidade de associar roteiros de exploração à utilização pedagógica de *software*.

Trata-se, em certo sentido, de fazer a “ponte” entre uma peça de *software* educativo e uma realidade pedagógica. Algumas questões que o professor pode colocar a si próprio motivam a necessidade dos roteiros de exploração:

1. Em que medida o *software* educativo confere aprendizagem aos meus alunos?
2. Como posso “travar” a tendência dos alunos em “acelerar” as operações associadas ao *software*?
3. Como levar os alunos a reflectir/ observar/ prever, mediante os desafios e operações desencadeadas na sequência da exploração de *software*?
4. Como adequar o *software* ao nível etário e cognitivo dos alunos?
5. Etc.

Com vista a responder, ainda que de forma genérica, a estas questões, apresentamos algumas generalidades dos roteiros de exploração na secção seguinte.

Convém ainda assumir que a palavra roteiro tem deliberadamente algum pendor behaviorista. Não se trata de negar as emergências construtivistas em educação e muito menos as atenções ao construtivismo social, tão incisivo na sociedade da informação (4,5). Sabemos, contudo, dos “perigos dispersivos” a que alguma obsessão de aprendizagem construída pode levar. Guiar, estabelecer roteiros, linhas de rumo, limites pode não só ser útil como urgente. Neste “diálogo” entre pólos educativos (6), importa o casamento possível da abertura construtivista com alguma direcionalidade e orientação. Os roteiros de exploração deverão, neste sentido, ser abertos e flexíveis, sem caírem no terreno da dispersão.

A experiência dos autores com roteiros de exploração é principalmente enquadrada em simulações computacionais para o ensino das ciências. Os outros tipos de *software* educativo, mais enciclopédicos ou informativos, prestam-se

* Adaptação em versão condensada de um trabalho em temática equivalente, submetido para publicação numa revista internacional de língua inglesa.

¹ Departamento de Química da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto (jcpaiva@netcabo.pt)

² Centro de Física Computacional da Universidade de Coimbra

também à necessidade de um caminho. Esta necessidade é marcada pelo seguinte desafio: perante uma (desejável) multiplicidade de caminhos (botões, opções, etc) é fundamental fornecer pistas e indicações para que o trilho seguido, embora personalizado e auto-construído, gere aprendizagem.

As *WebQuests* (7), por exemplo, em certo sentido, podem ser vistas como uma proposta de um “roteiro de exploração” para se não cair em dispersão estéril na (mega)peça de *software* educativo que é a *Internet*.

Algumas características dos roteiros de exploração

Colocadas as premissas que justificam a necessidade da existência de roteiros de exploração, apresentamos um conjunto de características gerais que estes roteiros devem ou podem ter:

- conseguir o justo equilíbrio entre a liberdade construtivista e a mínima orientação;
 - misturar “dicas” de natureza operacional com outras reflexivas;
 - incluir, principalmente para alunos mais novos, *print-screens* que ajudem na transição *software* educativo – roteiro de exploração;
 - encorajar a discussão;
 - ter complexidade crescente;
 - ser em papel ou em formato digital;
 - ser flexíveis, adaptando-se a vários perfis de alunos (ter várias perguntas opcionais e instruções “de salto”, por exemplo);
 - sugerir que os alunos acompanhem a exploração com registos pessoais, em papel ou no computador.
- A estas características devem adicionar-se óbvias qualidades gerais, comuns a todos os materiais educativos, como a clareza e a adequação da linguagem, o bom senso dos desafios propostos, a dimensão apropriada, etc.

Para conferir aos roteiros de exploração um cariz mais aberto e construtivista, poder-se-á ponderar a oportunidade de contemplar ainda os seguintes vectores:

- possibilidade de serem utilizados por alunos individualmente ou em grupos de 2 ou 3;
- apresentar perguntas finais de natureza mais aberta;
- convergir, no final, para a possibilidade de apresentar, aos colegas ou aos professores, conclusões/desafios/constrangimentos/descobertas;
- incluir, também no final, pesquisas adicionais na *Internet*, relacionadas com o tema.

De notar que um roteiro de exploração pode ter dimensão maior do que aquela que seria possível para exploração no espaço sala de aula. Tal tem todo o sentido. Principalmente se os alunos tiverem recursos digitais em casa, como vai acontecendo frequentemente no nosso país (8).

Saliente-se a importância dos alunos tomarem registos sobre o que observam e/ou concluem. Tais registos poderão ser em formato digital ou papel, mas, a experiência mostra, são uma garantia de que se travam os “hipercliques” não reflexivos e a tipicamente acelerada exploração, obrigando-os a deter-se mais atentamente sobre os assuntos.

Exemplo de um roteiro de exploração para uma simulação sobre forças intermoleculares.

Água / Barra de plástico

- Escolher o conjunto “Água” + “Barra de plástico”.
- Clicar em “VIDEO” e aguardar alguns segundos. No monitor aparece a seguinte imagem:



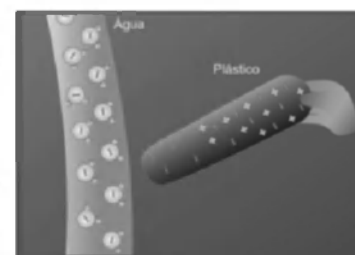
- Clicar em “PLAY” para começar a simulação.

- Quando o pano começar a friccionar a barra de plástico, clicar em “PAUSE”. Utilizando este comando e o comando “PLAY”, observar com atenção:

- As cargas eléctricas do pano ao friccionar a barra.
- As cargas eléctricas da barra ao ser friccionada pelo pano.
- Que movimento de cargas existe? (pode utilizar-se o comando “PREV” para reconhecer este movimento de cargas.

Apresenta-se na figura um exemplo de um roteiro de exploração para uma simulação sobre forças intermoleculares (9).

No artigo seguinte deste número da revista da SPQ, apresenta-se um exemplo de um roteiro de exploração envolvendo o recurso a Tabelas Periódicas digitais. Podem ser vistos na *Internet* mais exemplos, noutras áreas do ensino da química, ainda que se tratem de propostas testadas com alunos mas não publicadas ainda (10). Estes roteiros, como outros múltiplos recursos, também de química, estão acessíveis a partir do portal de ciência “MOCHO” (www.mocho.pt) (11). Particularmente testado e publicado está o roteiro sobre um programa de simulação educativa em equilíbrio químico, o “Le Chat” (12). A versão inglesa deste programa, mais recente, tem igualmente disponíveis variados roteiros, quer para o ensino secundário (13), quer para o ensino superior (14). Ainda sobre este programa foram feitos variados estudos com alunos e professores em terreno escolar, tendo-se provado que os alunos que manipularam o *software* com o recurso a roteiros de exploração apresentaram melhores resultados do que os seus colegas que, usando o mesmo *software*, o



fizeram de forma mais livre, sem utilizarem um roteiro (15).

Conclusões

Do exposto se enfatiza a necessidade e a vantagem da utilização de roteiros de exploração para muito do *software* educativo, particularmente no domínio do ensino da química. Está nas mãos do professor, criador ou (re)criador de roteiros de *software*, a gestão do justo equilíbrio entre dois pólos: algum dirigismo necessário e a liberdade construtivista fundamental.

Um roteiro muito rígido é um excesso do primeiro – seria um espartilho fechado a evitar. Mas a ausência do roteiro tipicamente representa uma distorção do construtivismo, uma “libertinagem cognitiva” inconsequente.

Os roteiros de exploração, convém frisar, determinam a crucialidade do professor e dissipam até alguns papões ingênuos de que a máquina poderia substituir o professor, como diz Faramarz Amiri, «Computers may never replace (...) teachers but teachers who are computer-literate may replace those who are not».

Com efeito, melhores ou piores produtos de *software* educativo poderão ser melhor ou pior usados pelos professores. O elemento humano, o “tacto pedagógico” do professor, é sempre o toque de qualidade e o fulcro do papel do professor na actual sociedade da informação. Os roteiros de exploração não são mais do que uma parte da resposta pragmática a uma máxima que parece irrefutável: a

eficácia do *software* educativo não depende tanto do *software* educativo em si mas da forma como ele se vai implementar!

Bibliografia

1. M. L. Alch, “Get Ready For The Net Generation”, *Training & Development*, (Fevereiro 2000) 32-34.
2. D. Tapscott, *Growing Up Digital – The Rise of the Net Generation*, (Mac Graw-Hill, New York, 1998).
3. M. D’Amico, L. J. Baron, M. E. Sissons, “Gender differences in attributions about microcomputer learning in elementary school.”, *Sex Roles: A Journal of Research*, (Setembro 1995) 33 (5-6) 353-385.
4. G. Kearsly, *Explorations in Learning & Instruction: The Theory Into Practice Database*, (2003) [online] [consult 19-02-2005]. Disponível em <http://tip.psychology.org/>.
5. L. Vygostky, *Thought and language* (rev. ed.). A. Kozulin (Ed.), (The MIT Press, 1986).
6. J. C. Paiva, “Fusão Feliz”, *Boletim da Sociedade Portuguesa de Química* 92 (2004) 57-58.
7. *The WebQuest Page*, [online] [consult 19-02-2005]. Disponível em <http://webquest.sdsu.edu/webquest.html>.
8. J. Paiva, *As Tecnologias de Informação e Comunicação: Utilização pelos Alunos*, Departamento de Avaliação Prospectiva e Planeamento, (Ministério da Educação, Lisboa, 2003) [online] [consult 19-02-2005]. Disponível em http://www.dapp.min-edu.pt/nonio/pdf/estudo_alunos.pdf.
9. M. Salgueiro, *Simulações On-line para o Ensino e Aprendizagem da Química*, Tese de Mestrado em Química para o Ensino, Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, (2003) [online] [consult 19-02-2005]. Disponível em <http://nautilus.fis.uc.pt/cec/salgueiro/>.
10. Roteiros de exploração no Mocho. [online] [consult 17-02-2005]. Disponível em http://www.mocho.pt/Ensino/recursos/Roteiros_de_Exploracao.
11. J. C. Paiva, L. Alves da Costa, C. Fiolhais, “MOCHO”: *Um Portal de Ciência e Cultura Científica*, (IE-2002 – Congresso Iberoamericano de Informática Educativa, Vigo, 2002) [online] [consult 19-02-2005]. Disponível em <http://www.gist.uvigo.es/ie2002/actas/paper-117.pdf>.
12. M. A. Ramos, P. Louçã, J. P. Amador e Leal, “Análise do Programa “Le Chat 2””, *Boletim da Sociedade Portuguesa de Química* 80 (2001) 44.
13. J. C. Paiva, V. Gil, A. Ferrer Correia, “Le Chat: simulation in Chemical Equilibrium.”, *Journal of Chemical Education* 79 (2002) 640-641.
14. J. C. Paiva, V. Gil, A. Ferrer Correia, “Le Chat: simulation in Chemical Equilibrium: A Software Program Included in Advanced Chemistry Collection”, *Journal of Chemical Education* 80 (2003) 111.
15. L. Alves da Costa, J. C. Paiva, “Exploration guides for educational software: are they helpful?”, *Advances in technology-based Education: Toward a knowledge-based society*, (Second International Conference on Multimedia and Information & Communication Technologies in Education, Badajoz, Espanha, 2003) 1319-1323, [online] [consult 19-02-2005]. Disponível em <http://www.todo-webextremadura.com/papers/384.pdf>.

Actualidades Científicas

Tubo de ensaio à nanoescala

David Britz e colegas das Universidades de Oxford e de Nottingham, Reino Unido, descreveram a utilização de nanotubos de carbono como “recipientes” para a realização de reacções químicas (D.A. Britz et al., *Chemical Communications* (2005) 37). Com um diâmetro aproximado de 1,2 nm e um comprimento de 2 µm, a estrutura

usada foi confirmada pelo “Guinness Book of World Records” como sendo o mais pequeno tubo de ensaio do mundo, com um volume total de 1 yocolitro (10⁻²⁴ litro).

Além do interesse mediático, a utilização destas estruturas como “tubo de ensaio” pode ser relevante no condicionamento da topologia e, consequentemente, das propriedades estruturais

de polímeros sintetizados no seu interior. Tal situação é referida pelos investigadores que, ao utilizar os nanotubos de carbono, obtiveram polímeros lineares a partir de C₆₀O, cuja configuração é normalmente ramificada quando sintetizado no seio da solução (adaptado de *Chemical Science* (2005) (1) C1).

Marcela Segundo

Roteiros de exploração com Tabelas Periódicas digitais

FLORA BARROS FERREIRA¹, JOÃO CARLOS PAIVA^{1,2}

O “Roteiro de Exploração” que se apresenta de seguida destina-se essencialmente a alunos do 10.º ano de escolaridade, podendo ser usado, contudo, em jeito diagnóstico ou revisional, com alunos do 12.º ano ou mesmo do primeiro ano da Universidade.

De alguma forma, são seguidas as linhas de força apontadas no artigo genérico sobre roteiros de exploração de *software* em química, neste mesmo número da revista.

Algumas notas importantes:

- Sugere-se que os alunos sejam dispostos em grupos de dois ou três, em frente a um computador, com as Tabelas Periódicas digitais disponíveis. Os grupos de dois ou três alunos são, em princípio, mais eficazes pedagogicamente, pois permitem uma eventual interacção construtiva e algum dinamismo de trabalho de grupo, útil para quem aprende ciência e para quem cria potencialidades de vir a fazer ciência (cada vez menos possível de realizar individualmente...).
- É recomendável que se tomem notas numa folha de registo e/ou numa aplicação digital de processamento de texto (como o *Word*, por exemplo).
- Algumas das questões com * poderão ser “saltadas” se as questões imediatamente anteriores tiverem sido confortavelmente respondidas ou se tal for sugerido pelo professor.
- O professor é pedra-chave do processo. Deverá ser o menos interventivo possível, mas é bom que esteja presente e ajude os alunos no que for desejável. O professor pode igualmente estar atento a grupos menos activos, procedendo a algum estímulo ou questão que impulse o trabalho. Regra de ouro é não manipular o rato. Se existirem dificuldades operacionais, manda a boa norma pedagógica que, no máximo, se coloque a mão em cima da mão do aluno, sobre o rato (cada vez menos, porém, aparecem alunos com francos problemas operacionais com o software).
- O professor deverá igualmente vigiar se há alunos a correr o programa rápido de mais (a bibliografia aponta para esta atitude ser mais frequente nos rapazes do que nas raparigas). O registo de respostas ajuda os alunos a “travar” os procedimentos e a elaborar reflexão, conferindo aprendizagem.
- Tomar esta actividade como uma iniciativa a contemplar na avaliação, pode fomentar a qualidade da aprendizagem.

Indicamos de seguida o *software* usado no roteiro, os objectivos versados no trabalho e as legendas com as principais funções de cada uma das aplicações. O professor deve estar à vontade na “navegação no *software*” (é bom que o professor explore intensamente a aplicação antes da interacção com os alunos) e poderá disponibilizar esta informação aos alunos, se achar conveniente, no contexto da exploração do roteiro.

Software / Aplicação Multimédia / Recursos

Aplicação multimédia disponível no CD-ROM da Sociedade Portuguesa da Química, designado “WinPerio 2.0 – Tabela Periódica dos Elementos” (este CD foi distribuído a todos os sócios da SPQ) e Tabela Periódica na *Internet* do portal “Mocho” (<http://nautilus.fis.uc.pt/st2.5/>)

Objectivos

- Referir a contribuição do trabalho de vários cientistas para a construção da Tabela Periódica até à sua organização actual.
- Relacionar as posições dos elementos representativos na Tabela Periódica com as características das suas configurações electrónicas.
- Interpretar as propriedades periódicas dos elementos representativos: raio atómico e energia de ionização.
- Verificar, para os elementos representativos da Tabela Periódica, a periodicidade de algumas propriedades das respectivas substâncias elementares.
- Distinguir entre propriedades do elemento e propriedades da(s) substância(s) elementar(es) correspondentes.
- Ajudar os alunos a lidar com as TIC e a trabalhar colaborativamente.

¹ Departamento de Química da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

² Centro de Física Computacional da Universidade de Coimbra

Como explorar o CD-ROM da Tabela Periódica Multimédia da SPQ?

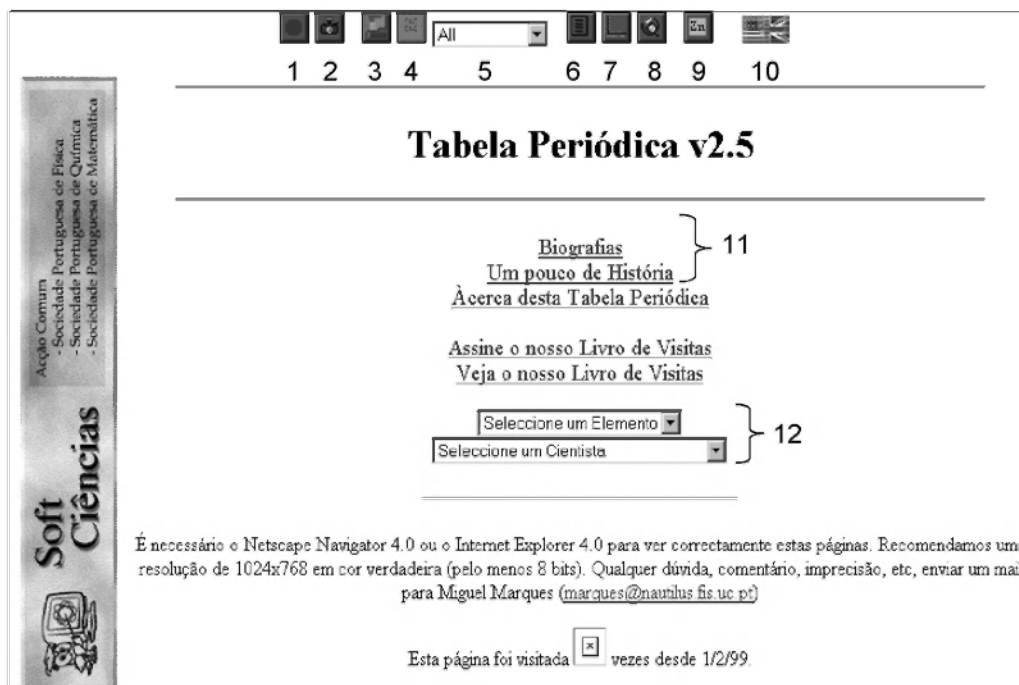
A *interface* de interacção inicial apresenta uma barra de menus e vários comandos que permitem explorar todas as potencialidades desta aplicação.



Legenda:

- | | | | |
|--|--|--|---|
| 1. Aceder às definições do utilizador. | 5. Procurar e seleccionar elementos químicos, bem como as diferentes propriedades. | 10. Aceder à versão portuguesa. | 16. Visualizar o símbolo químico, o número atómico e o nome do elemento seleccionado. |
| 2. Aceder às informações sobre os direitos de autor. | 6. Construir gráficos com as propriedades dos elementos. | 11. Aceder à versão inglesa. | 17. Seleccionar uma propriedade que é de imediato visualizada na Tabela Periódica para cada um dos elementos. |
| 3. Aceder às informações de como explorar esta aplicação multimédia (deve ser o primeiro passo a tomar, antes de começar a trabalhar, pela primeira vez, com esta Tabela Periódica). | 7. Converter unidades. | 12. Listar diferentes propriedades para os elementos seleccionados. | 18. Seleccionar uma propriedade que é de imediato visualizada na Tabela Periódica para cada um dos elementos. |
| 4. Aceder às informações sobre as funções de teclado e de rato. | 8. Visualizar tabelas de constantes físicas e matemáticas, operadores lógicos e de comparação, entre outras. | 13. Escolher as propriedades a pesquisar para cada um dos elementos a seleccionar. | |
| | 9. Aceder às definições do utilizador. | 14. Visualizar a(s) propriedade(s) seleccionada(s). | |
| | | 15. Escolher um elemento químico. | |

Para interacção inicial na Tabela Periódica disponível associada ao portal "Mocho", em <http://nautilus.fis.uc.pt/st2.5/>



Legenda:

- | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------|---------------------------------|--|--|--|--|--|-----------------------|---|------------------------------|--|---|
| 1. Voltar a esta interface. | 2. Aceder à galeria de imagens. | 3. Abrir a Tabela Periódica para depois se seleccionar o elemento que se pretende estudar. | 4. Ver a legenda das cores utilizadas na Tabela Periódica. | 5. Clicando na seta permite escolher como se pretende ver a Tabela Periódica organizada: todos os elementos, por período, por grupo, por estado físico, por classe de substância, por família ou por origem. | 6. Listar diferentes propriedades para todos os elementos. | 7. Construir gráficos com as propriedades dos elementos. | 8. Efectuar procuras. | 9. Visualizar a legenda das informações que surgem em torno do símbolo químico do elemento. | 10. Aceder à versão inglesa. | 11. <i>Links</i> que permitem consultar a biografia de cientistas que tiveram um papel importante na construção da Tabela Periódica e conhecer um pouco da sua história da mesma, respectivamente. | 12. Clicando nas setas e seleccionando o pretendido, é possível fazer uma pesquisa por elemento e por cientista, respectivamente. |
|-----------------------------|---------------------------------|--|--|--|--|--|-----------------------|---|------------------------------|--|---|

Folhas e Estórias de Química

Nota de abertura ou a Beleza da Química

MARIA FILOMENA CAMÕES*

A ideia de escrever uma série de folhas de estórias e histórias, algumas até de História (serão as Folhas de Ouro), nasceu há muitos anos, numa visita ao *Science Museum* de Londres, onde havia folhas soltas, cada uma com um tópico apelativo de ciência, uma curiosidade tratada em linhas breves, em termos cientificamente correctos, de modo acessível à compreensão do grande público. Achei interessante e senti que gostava de fazer qualquer coisa do género. Nunca até hoje me tinha sentido com coragem para o fazer, pois embora parecendo simples, requeria uma atenção contínua na procura de assuntos que fossem de interesse e que eu conseguisse tratar convenientemente. Era também essencial assegurar um número razoável de temas, certamente para além da casa das unidades. O projecto nunca foi esquecido, volta não volta, ocorria-me de novo, mas sempre, até hoje, a conclusão foi que a ideia ainda não estava suficientemente madura. Eis se não quando, senti: é agora! Os escritos e apontamentos dispersos nos mais variadíssimos contextos, começaram a fazer sentido, o projecto começou a ganhar forma.

O grande motor desta vontade de comunicar, tem sido, sem dúvida, o contacto com alunos dos vários níveis de formação, idades e circunstâncias e o ver como verdades que me parecia seriam evidentes, não eram compreendidas. Por outro lado qualquer um de nós se terá já deparado com questões óbvias em que nunca tinha pensado, pelo menos naquela perspectiva.

Resolvi, portanto, passar ao Projecto **Folhas e Estórias de Química**; não é o projecto de há anos, do *Science Museum*; é o meu Projecto. A lista de exemplos e episódios que o suportam cresce de dia

para dia e a sua exploração tem como objectivo ser útil aos que já confrontados com certas dúvidas, me procuraram (essas serão possivelmente identificadas), e a quantos ainda se não tinham apercebido que as tinham.

A falta de promoção da publicação de divulgação científica em Português é um facto reconhecido. Embora a Ciência, "para além do limiar conhecimento" (A. Coutinho, RTP 2, 13 Janeiro 2005), se faça e comunique em inglês, é também fundamental que seja bem divulgada na nossa língua-mãe. Professores e educadores, alunos e estudantes, pais, técnicos de laboratório, agentes comerciais de materiais e equipamentos, público em geral, não lerão, normalmente literatura de divulgação científica em inglês. Isso não os pode impedir de partilharem esse prazer. E depois, a língua portuguesa é uma língua viva; temos que a ir enriquecendo, actualizando e harmonizando com a terminologia própria.

O "Química", Boletim da Sociedade Portuguesa de Química (SPQ) de que muitos professores são sócios, é talvez, neste momento, a única publicação regular de Portugal, de artigos de âmbito geral e de divulgação científica em língua portuguesa. O "Química" é, portanto, um dos veículos escolhidos para a divulgação de algumas das **Folhas de Química**, à laia de crónicas, numa tentativa de apelo à leitura de tópicos de Química. Não será porventura o único, já que o espaço e a periodicidade da publicação não se compadecem com a natureza do Projecto, com folhas novas a nascerem quase todos os dias.

Lisboa, Janeiro 2005

* Departamento de Química e Bioquímica – FCUL (mfcamoes@fc.ul.pt)

A pureza química e o Senhor de La Palice

MARIA FILOMENA CAMÕES

Monsieur de La Palice est mort,

Mort devant Pavie

Un quart d'heure avant sa mort

Il était encore en vie !

Canção popular francesa, sec. XVI

Aprender Química implica e pressupõe aprender a respectiva terminologia e simbologia, os símbolos dos elementos químicos e as fórmulas químicas das espécies químicas, nomeadamente das substâncias químicas, elementares ou compostas:

- O ouro, é uma substância química elementar (por isso toma a mesma denominação do respectivo elemento), de fórmula química Au,
- O hidrogénio é uma substância química simples, de moléculas diatómicas, de fórmula química H₂,
- A água é uma substância química composta, de fórmula química H₂O,
- O cloreto de sódio é uma substância química composta, de fórmula química NaCl,
- O álcool de uso comum é o etanol (ou álcool etílico), substância química composta, de fórmula química CH₃CH₂OH,
- O ácido fluorídrico (ou fluoreto de hidrogénio), é uma substância química composta, de fórmula química HF,
- O ácido sulfúrico, é uma substância química composta, de fórmula química H₂SO₄.

Estas e outras fórmulas químicas traduzem a composição estequiométrica (proporção em que as espécies químicas

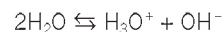
se combinam) das substâncias a que correspondem. Onde e como encontramos estas **substâncias**? Na Natureza, livres, ou a partir de outras pela respectiva preparação laboratorial. De uma forma ou de outra, nunca existem nem se obtêm com um grau de pureza de 100%, isto é, **sozinhas**, o que é o mesmo que **puras**. Em maior ou menor quantidade há sempre outras que as acompanham, as impurezas. Técnicas de purificação várias, físicas ou químicas (decantação, filtração, centrifugação, evaporação, destilação, cristalização, extração, troca iónica, cromatografia, electrodeposição, etc.), podem levar a separá-las, logo a obtê-las em elevado grau de pureza. Quando se escreve uma fórmula química, está-se a referir concretamente aquela espécie química e não o material onde ela possa estar em maior ou menor grau de pureza.

• **Ouro, Au:** O ouro, é um dos chamados metais nobres, assim designados pelo facto de dificilmente se oxidarem, logo sendo poucas as reacções químicas em que participa e raros os compostos de cuja molécula seja um dos átomos constituintes, existindo na Natureza maioritariamente na forma do metal livre. Por esta razão foi o 1.º metal a ser utilizado pelo homem, antes de outros que careceram do desenvolvimento de técnicas que os extraíssem dos seus compostos para tornar possível a sua posterior utilização (ex: Fe, extraído da hematite, mineral de óxido de ferro). De todos serão conhecidas as imagens dos exploradores de ouro no Brasil, pesqui-

sando e retirando o ouro das areias auríferas.

• **Hidrogénio, H₂:** O hidrogénio, como alguns outros gases (ex: He, O₂, N₂) podem ser obtidos comercialmente em cilindros, sob pressão, sendo vários os estados de pureza disponíveis. A filtração através de chapa de paládio, Pd, permite obter hidrogénio praticamente puro, pois as moléculas de hidrogénio são de dimensão inferior aos espaços entre átomos na malha metálica extremamente compacta do paládio.

• **Água, H₂O:** A água, H₂O, auto ioniza-se com formação de iões H₃O⁺ e OH⁻, estabelecendo-se entre as três espécies químicas um equilíbrio químico



cuja constante, Kw, depende da temperatura; a 25°C é 10⁻¹⁴, correspondendo-lhe as seguintes concentrações, [H₂O]= 55,55 mol dm⁻³, [H₃O⁺]= 10⁻⁷ mol dm⁻³, [OH⁻]= 10⁻⁷ mol dm⁻³.

Nem por isso a substância presente, deixaria de ser pura; a existência das espécies H₃O⁺ e OH⁻ é-lhe inerente, logo não constituem impurezas.

Quando, em linguagem coloquial, se diz "água" (água doce, água salgada, água potável, etc. *Cadernos Didácticos do Ministério da Educação, Departamento do Ensino Secundário, Vol 2, 2002, 61 – 76*), estamos a referir-nos a sistemas constituídos na quase totalidade por água, H₂O, com outras substâncias, minerais ou orgânicas, nela dispersas. Quando alguém compra água engarrafada, para beber ou preparar alimentos e a publicidade lhe diz que está a com-

prar "água pura", de facto não está; está a comprar água com quantidades vestigiárias de substâncias dissolvidas e em suspensão, geralmente associadas às formações geológicas de onde foi retirada, a níveis abaixo dos limites máximos permitidos por lei. Aqui, a palavra "pura" assegura sobretudo a "ausência" de microorganismos patológicos. Para muitas das suas utilizações, a água tem que ser tratada, isto é têm que lhe ser retiradas substâncias ou materiais que a acompanham. Num laboratório, por exemplo, a água é utilizada para preparação de soluções e suspensões, usando-se para tais fins água destilada, bidestilada ou até tridestilada (previamente submetida a 1, 2, ou 3 destilações sucessivas, respectivamente, consoante a exigência do nível de pureza) e/ou água desionizada (previamente submetida a desionização ou desmineralização por troca iónica). Na destilação recolhe-se o vapor da água condensado, liberto de grande parte das substâncias minerais e orgânicas. Na desionização a água troca, apenas, catiões e aniões por hidrogeniões e iões hidroxilo, respectivamente na resina catiónica ou aniónica; antes de ser submetida a desionização a água é previamente destilada para garantia da remoção prévia da matéria orgânica que a pode acompanhar.

• **Cloreto de sódio, NaCl:** O sal das cozinhas é o produto obtido por evaporação da água do mar (ex: salinas de Aveiro), que contém cerca de 35 g kg^{-1} de sais dissolvidos, sendo o maioritário, NaCl. O sal-gema, mineral rico em cloreto de sódio, NaCl, extraído de formações rochosas (ex: minas da Polónia), terá esta mesma substância acompanhada de outras impurezas diferentes.

Quando se pretende utilizar laboratorialmente NaCl, poderá até a aplicação em causa permitir a utilização de sal das cozinhas como fonte de NaCl; caso contrário para aquisição desta substância em mais elevado grau de pureza, consulta-se um catálogo do respectivo fabricante e distribuidor e escolhe-se de acordo

com as especificações e o fim da utilização em vista.

De modo análogo se procede para outras substâncias. As impurezas podem constituir interferente indesejável no comportamento do sistema químico em causa. Obviamente, quanto mais puro mais caro e a opção deverá ser ponderada. O maior ou menor grau de pureza do reagente reflecte-se na incerteza das soluções a partir dele preparadas.

Um dos contaminantes que acompanha sistematicamente todos os reagentes mantidos em ambiente laboratorial, por mais puros que sejam originariamente, é a água, adsorvida ou absorvida. A preparação de soluções de concentração rigorosamente conhecida requer a sua pesagem após secagem, o que para uns é mais fácil, para outros mais difícil.

Soluções aquosas simples de cloreto de sódio contém as espécies químicas Na^+ , Cl^- , H_2O , H_3O^+ e OH^- . Sendo o cloreto de sódio um electrólito forte, uma solução aquosa de cloreto de sódio com a concentração analítica, $c_{\text{NaCl}} = 0,1 \text{ mol dm}^{-3}$, é uma solução em que $[\text{Cl}^-] = [\text{Na}^+] = 0,1 \text{ mol dm}^{-3}$. Numa solução aquosa simples de um electrólito fraco, ex: ácido acético, CH_3COOH , a concentração analítica é $c_{\text{CH}_3\text{COOH}} = [\text{CH}_3\text{COOH}] + [\text{CH}_3\text{COO}^-]$.

A predominância da espécie molecular ou da iónica é-nos indicada pelos valores das constantes de equilíbrio, tabeladas para muitos sistemas químicos.

• **Etanol, $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$:** O álcool etílico é vulgarmente utilizado para fins terapêuticos e sanitários, entre outros. Sendo muitas vezes referido como "álcool puro", na realidade não o é; existe no mercado, geralmente, em soluções a 96% (v/v), sendo os restantes 4% água. Obtido por destilação de soluções aquosas de álcool, o destilado fica mais rico no componente mais volátil, o álcool, não sendo, no entanto possível enriquecê-lo mais por sucessivas destilações, por se atingir, a esta composição, uma mistura azeotrópica álcool-água.

• **Ácido fluorídrico** (ou fluoreto de hidrogénio), **HF:** O ácido fluorídrico, tem, à pressão de 1 atm, o ponto de ebulição

a $19,54 \text{ }^\circ\text{C}$. A esta pressão e à temperatura ambiente terá uma pressão de vapor da mesma ordem de grandeza; é uma substância muito volátil. Se a temperatura ambiente for superior a $19 \text{ }^\circ\text{C}$, terá tendência a vaporizar-se completamente, ficando no estado gasoso, se inferior existirá no estado líquido em contacto com o seu vapor, na fase gasosa, a pressão próxima (ligeiramente inferior) da atmosférica. Comercialmente pode-se obter em soluções aquosas, líquidas, com composições de 40 a 73 %.

• **Ácido sulfúrico, H_2SO_4 :**

Uma questão colocada na *exame 12.ª ano-2.ª fase/2003*: "O ácido sulfúrico puro reage com o cloreto de sódio sólido à temperatura ambiente originando sulfato de sódio e cloreto de hidrogénio gasoso, de acordo com a equação química $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{l}) + 2\text{NaCl}(\text{s}) \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4(\text{s}) + 2\text{HCl}(\text{g})$...".

A utilização do termo "puro" é despropositada, pois aquela reacção é aquela e não outra. A reacção de ácido sulfúrico, H_2SO_4 , com cloreto de sódio, NaCl é a mesma, esteja aquele, puro ou impuro. Qualquer argumento em defesa da inclusão do termo puro, falha, além do mais em termos de coerência para com as outras substâncias envolvidas, sobre cujo estado de pureza nada é referido. Bastaria ter escrito "O ácido sulfúrico reage com o cloreto de sódio..." Além disso, é irrealista qualquer reacção de ácido sulfúrico puro; o ácido sulfúrico é produzido industrialmente pelo processo das câmaras de chumbo, em que é obtido em soluções aquosas entre 62 a 70%, ou pelo processo de contacto em que pode ser obtido a cerca de 95% (controlada por um fluxo de água), sendo o restante água. Laboratorialmente e na Natureza é produzido por dissolução de óxido de enxofre, SO_3 , em água. Comercialmente existe disponível a diferentes concentrações e com diferente listagem de impurezas.

Redução da Cânfora

Exemplo de uma transformação selectiva

M. ELISA S. SERRA, D. MURTINHO, J. SEIXAS DE MELO*

Estereoquímica: breves considerações

A quiralidade é um conceito que ultrapassa de longe o âmbito da química. É habitual fazer uso de exemplos do quotidiano para introduzir este tópico. É recorrente a utilização do exemplo das mãos para explicar que uma delas é a imagem não sobreponível da outra num espelho plano, pelo que se designam por um par de enantiómeros. Também alguns compostos que exibem aromas diferentes podem ter entre eles uma relação de enantiomeria. Por exemplo, a (-)-carvona e a (+)-carvona (Figura 1), responsáveis pelo aroma da menta e dos cominhos, duas plantas utilizadas para condimentar a nossa cozinha, e o (+)-limoneno e o (-)-limoneno, responsáveis pelos aromas da laranja e do limão, respectivamente, são exemplos de enantiómeros.^{1,2} Estes enantiómeros possuem as mesmas propriedades físicas, mas interagem de forma diferente com alguns elementos quirais, como os receptores de sabor e cheiro.

O conceito de quiralidade remonta ao século XIX quando Pasteur separou os enantiómeros do tartarato de sódio e

amónio. Estes possuíam cristais de estrutura hemiédrica – isto é, com formas enantioméricas – permitindo a sua separação manual.³

Estereoquímica: alguns conceitos básicos

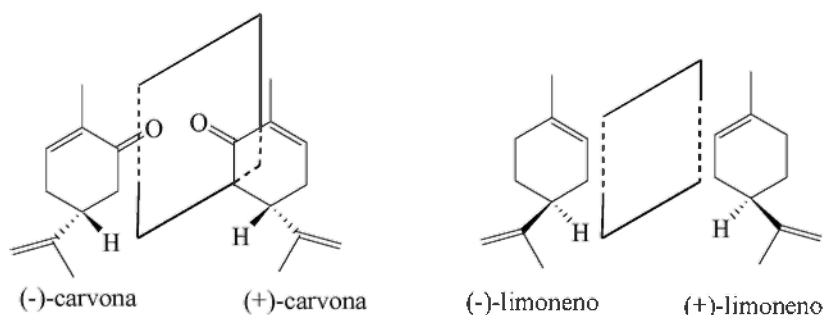
Designam-se por estereoisómeros os isómeros que, possuindo igual ordenação dos átomos e respectivas ligações, têm diferenças na respectiva orientação espacial. Existem diversos tipos de estereoisómeros, nomeadamente enantiómeros e diastereoisómeros. Quando duas moléculas são imagem no espelho não sobreponíveis, designam-se por par de enantiómeros. Diastereoisómeros, por sua vez, são estereoisómeros em que não se verifica a relação objecto-imagem no espelho. Podem resultar, por exemplo, da existência de mais do que um centro quiral. Se uma molécula possuir n centros quirais pode apresentar um máximo de 2^n estereoisómeros, alguns dos quais são enantiómeros e outros diastereoisómeros por não possuírem a relação molécula-imagem no espelho não sobreponível. Outro exemplo de diastereoisomeria é a isomeria

cis/trans. Uma mistura em partes iguais de dois enantiómeros é uma mistura racémica (ou racemato).

Os diastereoisómeros possuem propriedades físicas e químicas distintas. Já os enantiómeros possuem propriedades físicas e químicas idênticas, como já foi referido, excepto quanto à direcção na qual rodam o plano da luz polarizada, a rotação óptica. Enquanto um dos enantiómeros roda a luz polarizada no sentido dos ponteiros do relógio, o outro roda a luz polarizada no sentido contrário ao dos ponteiros do relógio. Por sofrerem interacção com luz polarizada, os enantiómeros são também designados por isómeros ópticos.

A rotação óptica é uma propriedade que depende da concentração da solução, do caminho percorrido pela luz através dessa mesma solução, do comprimento de onda da luz utilizada, da natureza do solvente utilizado e da temperatura, pelo que se utiliza um outro parâmetro, designado por rotação específica, para definir esta propriedade inerente às moléculas com actividade óptica. Este parâmetro $[\alpha]$ é definido pela seguinte equação:

figura 1 Exemplos de enantiómeros com diferentes propriedades



*Departamento de Química, Universidade de Coimbra, 3004-535 Coimbra

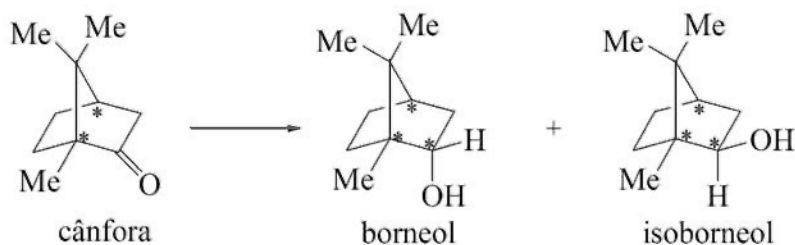


figura 2 Redução da cânfora com formação de borneol e isoborneol (os centros quirais encontram-se identificados com *).

$$[\alpha]_{\lambda}^T = \frac{\alpha}{l \cdot c}$$

em que T é a temperatura medida em °C, λ o comprimento de onda da luz utilizada (a risca D do sódio, $\lambda = 589$ nm, é o mais utilizado), α é o ângulo de rotação medido, l o caminho percorrido pela luz através da solução (dm) e c é a concentração da amostra ($\text{g} \cdot \text{ml}^{-1}$).

Se, $[\alpha]_D^{25} > 0$ a luz polarizada roda no sentido dos ponteiros do relógio, o composto diz-se dextrorrotatório. Por outro lado, se, $[\alpha]_D^{25} < 0$ então a luz polarizada roda no sentido contrário ao dos ponteiros do relógio, e o composto diz-se levorrotatório.

Na presença de catalisadores quirais, a redução de uma cetona proquiral (RCOR') pode ser selectiva originando apenas, ou preferencialmente, um estereoisómero. Na ausência de catalisadores quirais pode também ocorrer selectividade na redução de cetonas. A formação preferencial de um estereoisómero do álcool pode ser favorecida se na cetona proquiral que sofre redução já existir um centro quiral. Por outro lado, características estruturais da molécula podem igualmente favorecer a selectividade, formando-se preferencialmente um estereoisómero, por exemplo, quan-

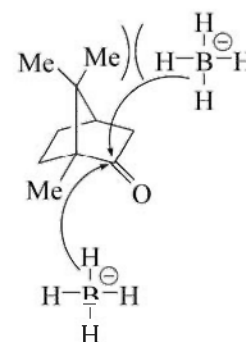
do a aproximação do agente redutor é favorecida por uma face da molécula.⁴

A cânfora

A cânfora é um sólido branco cristalino obtido a partir da destilação por arraste de vapor da madeira da canforeira, podendo igualmente ser obtida por via sintética a partir do α -pineno.⁵ A estrutura da cânfora foi estabelecida em 1893 por Julius Brecht.⁶ Encontram-se referenciadas diversas aplicações da cânfora, nomeadamente como plastificante de resinas e na medicina como estimulante, inalador e repelente.⁵ A (+)-cânfora possui um grupo carbonilo que pode ser modificado para dar origem a outros grupos funcionais. Por exemplo, pode ser reduzido para dar origem a álcoois (figura 2). Os álcoois derivados da cânfora, o borneol e isoborneol, possuem propriedades repelentes e antivirais.

Da redução da cânfora com boro-hidreto de sódio resulta estereoselectividade, essencialmente devida a questões estruturais. O maior impedimento estereoquímico de uma das faces da molécula, a que possui a ponte metilénica com dois grupos metilo substituintes, condiciona a aproximação do agente redutor por esta face, favorecendo a apro-

ximação pela outra, conduzindo assim à formação preferencial de isoborneol (Esquema 1)



Esquema 1

A percentagem de cada um dos diastereoisómeros formados pode ser determinada por cromatografia gasosa ou ressonância magnética nuclear. A distinção entre os dois compostos só é possível por estes meios serem diastereoisómeros e por isso possuírem propriedades físicas diferentes. Neste trabalho propõe-se a utilização da rotação específica da mistura como via alternativa de determinar a percentagem de cada um dos produtos de reacção. É, assim, possível tirar conclusões sobre a selectividade da redução.

figura 3 Cromatograma onde é possível identificar como claramente maioritários o reagente e os dois produtos diastereoisoméricos (ver texto). Os restantes picos são devidos ao solvente e a pequenas impurezas.

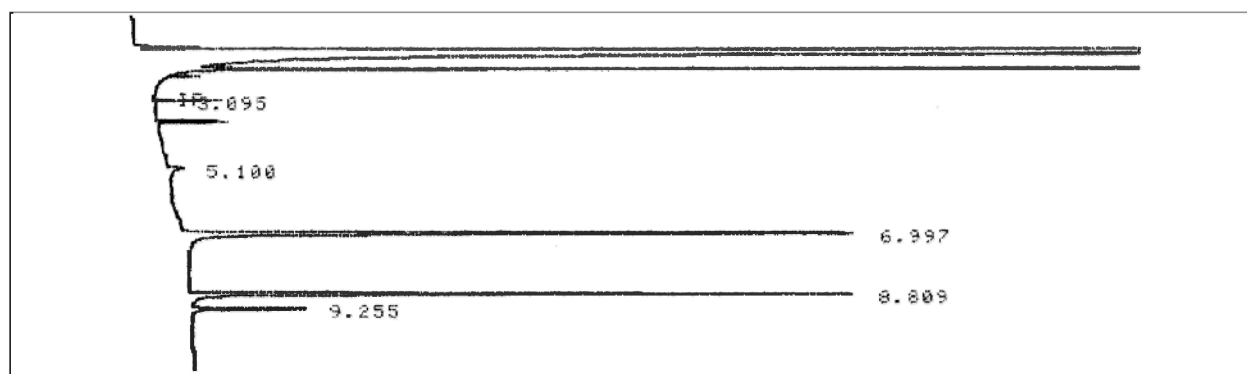


Tabela 1. Valores de rotação específica para a cânfora, borneol e isoborneol.¹¹

	$[\alpha]_D^{25}$
(+)-cânfora	+44,3 (c5, etanol)
(+)-borneol	+37,4 (c5, etanol)
(-)-isoborneol	-32,3 (c5, etanol)

Redução da cânfora

Dissolver 1 g de cânfora em 10 ml de etanol. A esta solução adicionar, com agitação e em banho de gelo, 1 g de boro-hidreto de sódio em pequenas quantidades. Refluxar a mistura de reacção durante cerca de 30 min. Após este tempo, verter a mistura para um copo com 15 g de gelo e agitar bem. Precipita um sólido branco que é filtrado e seco. O produto, uma mistura de borneol e isoborneol, pode ser purificado através de uma sublimação, que ocorre por aquecimento do produto a temperaturas de 100 a 130°C.

Utilizando as condições descritas na literatura^{7,8} para a redução da cânfora (refluxo de 3,3 mmol de cânfora em metanol durante 15 min. com 4,0 mmol de boro-hidreto de sódio) verificou-se que resultava sempre uma reacção incompleta; aumentando a quantidade de agente redutor e o tempo de reacção obteve-se conversão completa do reagente. A principal inovação deste trabalho consiste na utilização dos valores de rotação específica para a determinação das percentagens relativas dos dois diastereoisómeros formados, só possível no caso de conversões completas, i.e., ausência de reagente de partida (cânfora).

A reacção pode ser acompanhada por cromatografia gasosa (CG) utilizando, por exemplo, uma coluna Supelcowax 10 (30 m, 0.25 d. i., 0.25 mm) e um programa de aquecimento de 80°C durante 2 minutos seguida de uma aumento de 10°C por minuto até se atingirem os 200°C. Inicialmente distinguem-se três compostos: a cânfora com tempo de retenção 7 minutos, o isoborneol com tempo de retenção 8,8 minutos e o borneol com tempo de retenção 9,3 minutos (figura 3). Desde logo se verifica que o isoborneol se forma em maior quantidade. A reacção encontra-se completa ao fim de 30 minutos, apre-

sentando o cromatograma apenas indicação da existência de borneol e isoborneol. Na ausência de CG podem traçar-se espectros de IV. O desaparecimento da banda a 1668-1748 cm^{-1} (carbonilo da cânfora)^{9,10} e o aparecimento da banda a 3338 cm^{-1} (hidroxilo do borneol e isoborneol)¹⁰ permite concluir se a reacção foi ou não completa.

No caso da cânfora, a distribuição de produtos encontra-se descrita na literatura como sendo 86% isoborneol e 14% de borneol.⁴

A análise do cromatograma (figura 3) referente ao trabalho realizado indicou percentagens finais de 83% e 17%, para o isoborneol e borneol, respectivamente. Os valores estão muito próximos dos apresentados na literatura. É de referir ainda que a percentagem relativa dos dois produtos no decurso da reacção se mantém aproximadamente constante.

A percentagem relativa dos dois diastereoisómeros pode também ser determinada através da medição da rotação óptica da mistura.

Preparando uma solução da mistura (c5, etanol – 5% peso/volume) e determinando a rotação específica é possível calcular as percentagens relativas dos dois diastereoisómeros, tendo em consideração as suas rotações específicas.

Os dados apresentados na Tabela 1 dizem respeito às rotações específicas do reagente e produto puros.¹¹

Neste trabalho determinou-se a rotação específica (polarímetro Optical Activity AA-5) da mistura, obtendo-se o valor de -20 (c5, etanol).

O seguinte sistema de duas equações a duas incógnitas permite determinar as percentagens de isoborneol e borneol presentes na mistura:

$$\begin{cases} x + y = 1 \\ -32,3x + 37,4y = -20 \end{cases}$$

onde x = fracção de isoborneol e y = fracção de borneol.

Da resolução deste sistema obtêm-se os valores de $x = 0,824$ para o isoborneol e $y = 0,176$ para o borneol (82,4% e 17,6%, respectivamente). Como se pode constatar, os resultados obtidos por cromatografia gasosa e por polarimetria são concordantes.

Pode concluir-se que a redução da cânfora é uma transformação selectiva e completa nas condições de reacção aqui apresentadas, obtendo-se predominantemente o isoborneol como produto da reacção. As percentagens relativas dos dois diastereoisómeros podem ser determinadas quer por cromatografia gasosa, quer por polarimetria como aqui se sugere, observando-se uma concordância entre os valores obtidos pelos dois métodos.

Notas Finais

Este trabalho é realizado em disciplinas laboratoriais de Química Orgânica do segundo ano das licenciaturas em Química e Química Industrial, no Departamento de Química da Universidade de Coimbra. O trabalho revela-se interessante e facilmente realizável em qualquer laboratório que possua um cromatógrafo gasoso e/ou um polarímetro.

Referências

- (1) Ault, A. J. *Chem. Educ.* **2002**, *79*, 572.
- (2) Saxon, C.; Brindley, S.; Jervis, N.; Jones, G. R.; Morgan, E. D.; Ramsden, C. A. *J. Chem. Educ.* **2002**, *79*, 1214.
- (3) Kostyanovsky, R. B. *Mendeleev Comm.* **2003**, *3*, 1.
- (4) Brown, H. C.; Muzzio, J. J. *Am. Chem. Soc.* **1966**, *88*, 2811.
- (5) www.epa.gov. acedido em 2005.
- (6) Kauffman, G. B. *J. Chem. Educ.* **1983**, *60*, 341.
- (7) Markgraf, J. H. *J. Chem. Educ.* **1967**, *44*, 36.
- (8) <http://courses.chem.psu.edu/chem36/Experiments/Revised%2036%20Expts/Expmt125.pdf>
- (9) www.aist.go.jp/RIODB/SDBS/menu-e.html acedido em 2005.
- (10) www.acros.be. acedido em 2005.
- (11) *Dictionary of Organic Compounds*; Eyre and Spottiswoode, Ltd.: London, 1953.

Destaques



VIII Jornadas Tecnológicas de Engenharia Química

11 e 12 Abril 2005 em Lisboa

O 4.º Ano de Eng. Química da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa, como vem sendo habitual de há 8 anos a esta parte, vai levar a cabo as Jornadas Tecnológicas de Eng. Química (Jortec) subordinadas ao tema “Inovação e Competitividade em Engenharia”, no campus da Caparica, dias 11 e 12 de Abril de 2005 das 9 às 19 horas.

Se o tema lhe desperta algum interesse, não hesite em contactar a organização.

E:jortec2005@dq.fct.unl.pt

URL: www.dq.fct.unl.pt/jortec2005



1.º Encontro Regional de Professores de Física e Química

18 e 19 Abril 2005 em Faro

Este encontro destina-se a professores do ensino secundário do Algarve e Baixo Alentejo, sendo extensivo a professores do 3.º ciclo do ensino básico e dele constarão lições plenárias e workshops no âmbito da implementação dos programas da nova reforma educativa.

Para mais informações consultar a respectiva página web, ou contactar a organização.

E:erpfq@ualg.pt

URL: www.ualg.pt/erpfq

O Mar e as Ciências da Saúde

21 Abril 2005, Monte de Caparica – Almada.

A Cooperativa Egas Moniz com o apoio do Instituto Superior de Ciências da Saúde Sul e Escola Superior de Saúde Egas Moniz anuncia o colóquio acima referido a ter lugar no grande auditório da Cooperativa Egas Moniz. A inscrição no evento deverá ser formalizada eletronicamente. Os autores de comunicações estão dispensados do pagamento da inscrição (Tema: “O Mar e as Ciências da Saúde”). Estudantes, professores e investigadores da área pagam 10 euros de inscrição e têm direito à documentação e ao coffee break. Os conteúdos das comunicações orais e das apresentações em painel serão publicados no caderno de actas do evento. Os resumos das comunicações orais e das apresentações em painel serão publicados na revista “Saúde e Tecnologias” da Escola Superior de Saúde Egas Moniz.

E: zmorais@egasmoniz.edu.pt

URL: www.egasmoniz.edu.pt

2.º Encontro Nacional de Estudantes Bioquímicos

23-25 Abril 2005 em Lisboa

Entre os dias 23 e 25 de Abril realizar-se-á o II Encontro Nacional de Estudantes Bioquímicos – ENEBIOQ – na Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, evento que pretende ser de formação e contacto entre os estudantes bioquímicos em Portugal.

O II ENEBIOQ tem como tema “Bioquímica: para além das fronteiras” e focará o carácter multidisciplinar da Bioquímica através de conferências e debates sobre o impacto da bioquímica na medicina, indústria, bioinformática e outras áreas biotecnológicas.

Mais informações sobre o II ENEBIOQ poderão obter-se na respectiva página web.

E: enebioq@fc.ul.pt

URL: www.dqb.fc.ul.pt/enebioq2



7.º Encontro Nacional de Química-Física

5-7 Maio 2005 no Porto

A 7.ª edição do Encontro Nacional de Química-Física da SPQ terá lugar no Departamento de Química da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto de 5 a 7 de Maio de 2005. Sem privilegiar nenhum tema específico, este Encontro pretende dar uma panorâmica geral da Química-Física que se vai fazendo em Portugal. No programa científico estão já definidas 6 conferências plenárias e 13 comunicações convidadas onde serão abordados variados temas das áreas da Química-Física experimental e teórica. Os resumos destas contribuições e mais informações estão disponíveis na respectiva página web.

E: 7enqf@fc.up.pt

URL: www.fc.up.pt/7enqf

Encontro Química ao Sul

20 Maio 2005 em Faro

O Departamento de Química e Bioquímica da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade do Algarve está a organizar o Encontro “Química ao Sul” que terá lugar no dia 20 de Maio de 2005, na Universidade do Algarve, Campus de Gambelas. O objetivo deste Encontro é impulsionar uma maior aproximação entre os profissionais dos sectores académico, industrial e outros, cujas actividades se relacionem de alguma forma com a Química. Será um modo de dar a conhecer as potencialidades e necessidades dos

grupos profissionais envolvidos, por forma a fomentar parcerias e colaborações que se afiguram imprescindíveis na actual conjuntura nacional e europeia.

O programa do Encontro incluirá três lições plenárias subordinadas à temática da interacção universidade/empresas que serão proferidas pelos Professores João Carlos Bordado (IST), Manuel Nunes da Ponte (IBET) e Eric Derouane (UALG). Além destas lições estão ainda previstas comunicações convidadas proferidas por parceiros industriais e por responsáveis de organizações governamentais, que versarão também temas relacionados com possíveis apoios financeiros nacionais e comunitários, e com questões fiscais relevantes para as parcerias que pretendemos promover. Está prevista a participação do Senhor Presidente da Fundação para a Ciência e a Tecnologia.

O Encontro terá um espaço para "jobshop", destinado às empresas participantes e também à divulgação dos recursos existentes na Universidade. Estão ainda previstos espaços para apresentações em painel e para a apresentação de material promocional. Para informações adicionais, consultar a página web do encontro ou contactar a organização.

E: mcristi@ualg.pt

URL: www.fct.ualg.pt/anuncios/quimicaaosul.htm

Presidente da Comissão Organizadora:
Maria de Lurdes dos Santos Cristiano



Faro, 20 de Maio de 2005

Interacção Universidade - Empresas
Um desafio a vencer



Biophysical Chemistry meets Molecular Medicine

1-4 Junho 2005 em Sesimbra

Entre os dias 1 e 4 de Junho de 2005 decorrerá em Sesimbra o encontro Biophysical Chemistry meets Molecular Medicine. Será um encontro limitado a 40 participantes seleccionados, em fase inicial de carreira de investigação científica independente. O objectivo principal é discutir e avaliar as tendências futuras da combinação da Biofísica Química com a Medicina Molecular. Será um encontro integrado na série Young Chemists Workshops, sob os auspícios de Chairmen of the European Research Councils' Chemistry Committees (www.cerc3.net).

E: ycw2005@fc.ul.pt

URL: www.ycw.fc.ul.pt

XIII Jornadas de Biologia de Leveduras – Professor Nicolau van Uden

2-4 Junho 2005 em Vila Real

O Professor Nicolau van Uden foi um insigne investigador do Instituto Gulbenkian de Ciência, instituição na qual desenvolveu de 1966 a 1991 uma actividade científica de excelência a par da formação de muitos investigadores nacionais e estrangeiros na área de Biologia de Leveduras.

Ciente do contributo científico relevante a nível mundial da sua investigação, um grupo de investigadores portugueses, que com ele trabalharam, tem vindo a organizar desde 1993 as "Jornadas de Biologia de Leveduras – Professor Nicolau van Uden" as quais reúnem dezenas de cientistas.

É patente o enorme interesse científico destas Jornadas como fórum de divulgação da investigação realizada em Portugal na área de Biologia de Leveduras e de discussão e aprofundamento de projectos científicos comuns.

Nos próximos dias 2, 3 e 4 de Junho de 2005 caberá à Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, em Vila Real, no Auditório do Edifício das Ciências Florestais, a organização das "XIII Jornadas de Biologia de Leveduras – Prof. Nicolau van Uden".

Poderá conhecer o programa científico, obter mais informações, ou fazer a sua inscrição através da página web do evento ou por email.

E: leveduras2005@utad.pt

URL: www.utad.pt/leveduras2005

15th IEEE International Conference on Dielectric Liquids

26 Junho - 1 Julho 2005 em Coimbra

A 15th IEEE International Conference on Dielectric Liquids (ICDL) irá realizar-se na Universidade de Coimbra entre 26 de Junho e 1 de Julho de 2005. A ICDL constitui um fórum interdisciplinar para a apresentação e discussão de ideias, resultados de investigação e experiências práticas sobre propriedades, fenómenos e aplicações de líquidos dieléctricos. Alguns dos tópicos a abordar na conferência incluem propriedades e processos básicos, processos de radiação induzida e detectores, materiais (polímeros fundidos, cristais líquidos e fluidos supercríticos), aplicações e tecnologias.

E: icdl2005@lipc.fis.uc.pt

URL: www-lip.fis.uc.pt/~icdl2005

6.º Encontro Nacional de Química Orgânica (6.º ENQO)

20-22 Julho 2005 em Braga

À semelhança do que tem vindo a ser feito em regime bienal, a Divisão de Química Orgânica da Sociedade Portuguesa de Química, em colaboração com o Departamento de Química da Universidade do Minho, vai organizar o 6.º Encontro Nacional de Química Orgânica, previsto para os dias 20 a 22 de Julho em Braga. A Comissão Científica é constituída por: Ana Lobo, UNL; Ana Oliveira-Campos, UM; António d'A. Rocha Gonsalves, UC; Artur M.S. Silva, UA; Hernâni L. da Silva Maia, UM; Joaquim Perdigoão Queiroga, CIPAN; José Cavaleiro, UA e Madalena Pinto, UP.

Espera-se a presença de seis oradores estrangeiros, que vão proferir lições plenárias – estando já alguns deles confirmados: J. Mulzer, Áustria; J. Gasteiger, Alemanha; El Sayed El Ashry, Egipto; J. Seijas, Espanha.

Haverá ainda a contribuição de químicos orgânicos nacionais, quer da Universidade, quer da Indústria, com comunicações orais convidadas ou em painel. Pretende-se abranger um leque alargado de tópicos actuais e de grande interesse: produtos naturais, novos métodos de síntese, métodos computacionais em química orgânica, química de compostos heterocíclicos, entre outros.

Este Encontro será um local privilegiado para o debate entre estudantes, investigadores e professores desta área científica. Estão previstas doze comunicações orais convidadas e ainda outras quatro que serão seleccionadas, após a análise dos resumos submetidos.

Uma circular única (onde se indicará o Programa Científico, a constituição da Comissão Organizadora, as normas para envio dos resumos e a data limite de inscrição) será enviada a todos os membros da Divisão de Química Orgânica (chama-se a atenção para a conveniência de ter as quotas em dia!) e a todos aqueles que a solicitarem à organização. A data limite para aceitação de resumos de comunicações será 20 de Maio.

E: 6enqo@quimica.uminho.pt

4.º Congresso Luso-Moçambicano de Engenharia (CLME'2005)

30 Agosto – 1 Setembro 2005 em Maputo, Moçambique

A FEUP – Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto e a Ordem dos Engenheiros vão organizar, em conjunto com a FEUEM – Faculdade de Engenharia da Universidade Eduardo Mondlane e a Ordem dos Engenheiros de Moçambique, o 4.º Congresso Luso-Moçambicano de Engenharia, que decorrerá em Maputo/Moçambique de 30 de Agosto a 1 de Setembro de 2005. A exemplo das edições anteriores, o âmbito deste 4.º Congresso é bastante alargado, cobrindo os seguintes temas das diferentes especialidades de Engenharia: Ensino de Engenharia, Energia e Ambiente, Recursos Hídricos, Transportes e Comunicações, Obras Públicas, Materiais e Estruturas, Engenharia da Produção, Engenharia Química, Informática e Tecnologias da Informação, Gestão e Engenharia Industrial entre Outros Temas.

Os membros da Sociedade Portuguesa de Química beneficiam dum desconto de 20% sobre o custo da inscrição. Para mais informações actualizadas sobre a organização do Congresso, consulte, por favor, a respectiva página web.

E: sg@fe.up.pt

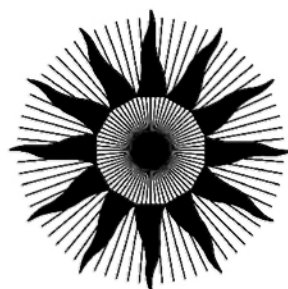
URL: paginas.fe.up.pt/clme/2005/index.htm

cipantes na conferência.

A editora Springer editará também um livro integrado na sua série sobre fluorescência, constituído por capítulos baseados em conferências e em outras contribuições seleccionadas pela Comissão Organizadora. Para mais informações sobre a conferência, inscrição e envio de resumo, consultar a respectiva página web.

E: maf9@ist.utl.pt

URL: maf9.ist.utl.pt



MAF 9

9th International Conference on Methods and Applications of Fluorescence

SPECTROSCOPY, IMAGING AND PROBES

LISBON – PORTUGAL | SEPTEMBER 4-7, 2005

9th International Conference on Methods and Applications of Fluorescence: Spectroscopy, Imaging and Probes

4-7 Setembro 2005 em Lisboa

As conferências MAF iniciaram-se em 1989 em Graz (Áustria) e têm lugar de dois em dois anos, sempre num país europeu (Graz em 1989 e 1991; Praga em 1993 e 2003; Cambridge em 1995; Berlim em 1997; Paris em 1999; Amesterdão em 2001). Constituem a mais importante série de conferências internacionais sobre fluorescência, área em grande desenvolvimento e em que convergem Física, Química, Materiais, Bioquímica, Biologia, Farmácia e Medicina. A Conferência MAF 9 é organizada pelo Instituto Superior Técnico, com o apoio da Sociedade Portuguesa de Química. Durante o Encontro serão proferidas 26 conferências sobre diversos temas, incluindo a fluorescência de nanosistemas biológicos e artificiais, fluorescência de moléculas individuais, de polímeros e de colóides, sensores e outras técnicas analíticas, e desenvolvimentos em instrumentação (microscopia, correlação, etc.). Um número especial do Journal of Fluorescence será consagrado aos trabalhos dos parti-

8th International Workshop on Positron and Positronium Chemistry

5-10 Setembro 2005 em Coimbra

De 5 a 10 de Setembro de 2005 realiza-se, no Auditório da Reitoria da Universidade de Coimbra, o 8th International Workshop on Positron and Positronium Chemistry, PPC-8.

O programa do Workshop abrangerá os aspectos físicos e químicos do positrão e do positrónio em materiais e suas aplicações e incluirá também um Symposium on Positron Medical Applications. As contribuições da conferência serão publicadas em revista da especialidade. Para mais informações contactar por e-mail a organização ou consultar a página web do evento.

E: ppc8_coimbra@ci.uc.pt

URL: www.uc.pt/ppc8_coimbra

5th International Conference on the History of Chemistry: "Chemistry, Technology and Society"

6-10 Setembro 2005 no Estoril, Lisboa

De 6 a 10 de Setembro de 2005, decorrerá em Lisboa / Estoril, o V Congresso Internacional sobre História da Química,

(5th International Conference on the History of Chemistry: "Chemistry, Technology and Society") cujo programa pode ser consultado na respectiva página web.

Este congresso tem-se efectuado na Hungria, sendo Portugal o primeiro país a acolher este evento fora de terras maiores.

Prevê-se, nesta reunião científica, a participação de 100 congressistas, oriundos de toda a Europa. A mesma dará oportunidade à apresentação, discussão e partilha de diferentes formas de abordagem do desenvolvimento histórico da química.

Assim, a realização em Portugal deste congresso será um momento ímpar para impulsionar o estudo da história da química no nosso país e estabelecer uma comunicação importante entre os historiadores tanto a nível nacional como internacional.

Caro colega, associe-se a esta iniciativa pois o seu contributo é importante para o êxito do congresso.

E: 5ichc-portugal@ulusofona.pt
URL: 5ichc-portugal.ulusofona.pt

International Conference on Surfaces, Coatings and Nanostructured Materials (ICSCNanoSMat 2005)

7-9 Setembro 2005 em Aveiro

A conferência visa, fundamentalmente, reunir investigadores científicos de todas as universidades e outras instituições de ensino superior e profissionais de empresas de todo o mundo em torno da Engenharia das Superfícies, Revestimentos e Nanomateriais e promover a troca de conhecimentos, experiências e ideias. Por conseguinte, serão feitas diligências no sentido de estimular e promover a investigação de nanomateriais avançados e suas aplicações baseadas em tecnologias em constante desenvolvimento.

Para mais informações, deverá consultar a página web do evento.

E: ICSCNM@mec.ua.pt
URL: www.mec.ua.pt/ICSCNM/

6th International Meeting of the Portuguese Carbohydrate Chemistry Group (GLUPOR VI)

3rd Iberian Carbohydrate Meeting

11-15 Setembro 2005 em Coimbra

Vai realizar-se em Coimbra, sob os auspícios do Grupo dos Glúcidos da Sociedade Portuguesa de Química, o 6th International Meeting of the Portuguese Carbohydrate Chemistry Group-3rd Iberian Carbohydrate Meeting. Este Encontro, além de fomentar a troca de conhecimentos entre o meio académico, industrial e sociedade em geral, procurará incentivar novos cientistas a participarem no desenvolvimento destes temas.

E: glupor6@eq.uc.pt
URL: www.eq.uc.pt/glupor6

13.º Encontro Nacional de Química Analítica (13.º ENQA)

12-16 Setembro 2005 em Niterói – RJ, Brasil

A Divisão de Química Analítica da Sociedade Brasileira de Química anuncia o seu encontro nacional conjuntamente com 1.º Congresso Ibero-Americano de Química Analítica. A data limite para submissão de trabalhos e inscrição à taxa reduzida é 6 de Junho de 2005.

E: enqa2005@vm.uff.br
ou enqa2005@redewb.net
URL:www.uff.br/enqa/

IV Encontro da Divisão de Ensino e Divulgação da Química (IV DEDQ)

26-27 Outubro 2005 em Lisboa

O IV DEDQ já tem data, local e programa provisório!

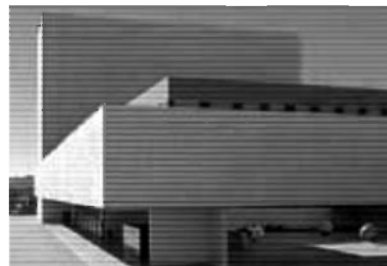
Vai realizar-se nos dias 26 e 27 de Outubro de 2005, em Lisboa, no Parque das Nações.

A organização resulta de uma colaboração entre a SPQ e o Pavilhão do Conhecimento – Departamento de Educação, que se propõem levar aos sócios da SPQ um programa ambicioso, contemplando as vertentes de Ensino e Divulgação, e aproveitando as excelentes condições do local. Durante dois dias intensos, os

participantes poderão assistir a Conferências Plenárias, optar entre Comunicações paralelas de Sessões temáticas, frequentar "workshops" (as portuguesas "oficinas" tardam em impor-se), visitar exposições científicas, discutir Comunicações em painel, almoçar ou jantar num dos vários restaurantes do local e, porque não, fazer compras, passear à beira rio, ir ao cinema... antes de pernoitar num hotel próximo!

Parece interessante? Queremos que seja. E vamos trabalhar para que este interesse se transforme em algo que nos faça gostar de ser professores de Química! (e, é claro, sócios da SPQ!)

Núcleo de Organização: António Costa (Pavilhão do Conhecimento); Eurico Cabrera (Universidade Nova de Lisboa); Paulo Ribeiro Claro (Universidade de Aveiro); Pedro Tavares (Universidade Nova de Lisboa). Uma parceria SPQ/Pavilhão do Conhecimento



Pavilhão do Conhecimento – Parque das Nações (A Ciência viva...)

E: acosta@pavconhecimento.pt
URL: www.spq.pt/congressos/4dedq

Secção compilada por Helder Gomes

Agenda

11 e 12 Abril 2005 em Lisboa

VIII Jornadas Tecnológicas de Engenharia Química
E: jortec2005@dq.fct.unl.pt
URL: www.dq.fct.unl.pt/jortec2005

13 e 14 Abril 2005 no Porto

Congresso Científico "Toxicologia: Uma Ciência, Várias Vertentes"
E: congresso_toxicologia@ff.up.pt

15 Abril 2005 em Estrasburgo, Bélgica

10th Anniversary Celebrations for Chemistry – A European Journal
E: chemistry@wiley-vch.de
URL: 10th-anniversary.chemeurj.org

18 e 19 Abril 2005 em Faro

1.º Encontro Regional de Professores de Física e Química
E: erpfq@ualg.pt
URL: www.ualg.pt/erpfq

21 Abril 2005, Monte de Caparica – Almada.

O Mar e as Ciências da Saúde
E: zmorais@egasmoniz.edu.pt
URL: www.egasmoniz.edu.pt

23-25 Abril 2005 em Lisboa

2.º Encontro Nacional de Estudantes Bioquímicos
E: enebioq@fc.ul.pt
URL: www.dqb.fc.ul.pt/enebioq2

5-7 Maio 2005 no Porto

7.º Encontro Nacional de Química-Física
E: 7enqf@fc.up.pt
URL: www.fc.up.pt/7enqf

20 Maio 2005 em Faro

Encontro Química ao Sul
E: mcristi@ualg.pt
URL: www.fct.ualg.pt/anuncios/quimicaaosul.htm

1-4 Junho 2005 em Sesimbra

Biophysical Chemistry meets Molecular Medicine
E: ycw2005@fc.ul.pt
URL: www.ycw.fc.ul.pt

2-4 Junho 2005 em Vila Real

XIII Jornadas de Biologia de Leveduras
E: leveduras2005@utad.pt
URL: www.utad.pt/leveduras2005

26 Junho – 1 Julho 2005 em Coimbra

15th IEEE International Conference on Dielectric Liquids
E: icdl2005@lipc.fis.uc.pt
URL: www-lip.fis.uc.pt/~icdl2005

27-30 Junho 2005 em Havana, Cuba

4th International Scientific Congress CNIC 2005
40 Years at the Service of Science and Technology
E: seminario@cnic.edu.cu
URL: www.cnic.edu.cu/14Congreso/Bienvenida.htm

20-22 Julho 2005 em Braga

6.º Encontro Nacional de Química Orgânica (6.º ENQO)
E: 6enqo@quimica.uminho.pt

24-29 Julho 2005 no Funchal

MATRIX 2005 – Recent Progress and New Developments in the Physics and Chemistry of Matrix-Isolated Species
E: matrix2005@qui.uc.pt
URL: www.qui.uc.pt/~rfausto/matrix2005

27-29 Julho 2005 em Ponta Delgada

6.º Congresso de Mecânica Experimental
E: apaet@lneec.pt
URL: www.fe.up.pt/apaet6

14-19 Agosto 2005 em Beijing, China

40th IUPAC Congress: Innovation in Chemistry
E: qiuxb@iccas.ac.cn
URL: www.iupac-congress05.org.cn

30 Agosto-1 Setembro 2005 em Maputo, Moçambique

4.º Congresso Luso-Moçambicano de Engenharia (CLME'2005)
E: sg@fe.up.pt
URL: paginas.fe.up.pt/clme/2005/index.htm

4-7 Setembro 2005 em Lisboa

9th International Conference on Methods and Applications of Fluorescence
E: maf9@ist.utl.pt
URL: maf9.ist.utl.pt

4-8 Setembro 2005 em Lisboa

EUROCORR 2005
E: info@eurocorr2005.org
URL: www.eurocorr2005.org

5-10 Setembro 2005 em Coimbra

8th International Workshop on Positron and Positronium Chemistry
E: ppc8_coimbra@ci.uc.pt
URL: www.uc.pt/ppc8_coimbra

6-10 Setembro 2005 no Estoril, Lisboa

5th International Conference on the History of Chemistry: "Chemistry, Technology and Society"
E: 5ichc-portugal@ulusofona.pt
URL: 5ichc-portugal.ulusofona.pt

7-9 Setembro 2005 em Aveiro

International Conference on Surfaces, Coatings and Nanostructured Materials (ICSCNanoSMat 2005)
E: ICSCNM@mec.ua.pt
URL: www.mec.ua.pt/ICSCNM/

10-13 Setembro 2005 em Tirrenia (Pisa), Italia

11th IUPAC International Symposium on Macromolecule-Metal Complexes (MMC-11)
E: fciard@dcci.unipi.it
URL: www.dcci.unipi.it/~bea/mmc-11/

11-15 Setembro 2005 em Coimbra

6th International Meeting of the Portuguese Carbohydrate Meeting (GLUPOR VI)
3rd Iberian Carbohydrate Meeting
E: glupor6@eq.uc.pt
URL: www.eq.uc.pt/glupor6

11-15 Setembro 2005 em Sendai, Japão

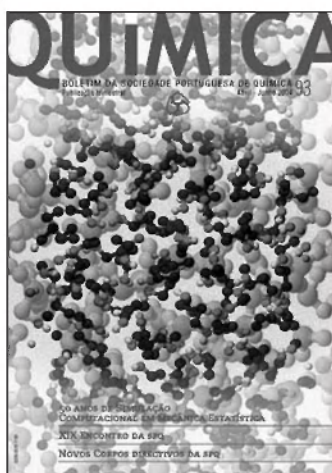
12th International Meeting on Boron Chemistry
E: yoshi@yamamoto1.chem.tohoku.ac.jp
URL: hanyu.chem.tohoku.ac.jp/~web/IMEBORON

21-23 Setembro 2005 em Coimbra

9th International Chemical Engineering Conference
E: chempor2005@eq.uc.pt,
URL: www.eq.uc.pt/chempor2005

26-27 Outubro 2005 em Lisboa

IV Encontro da Divisão de Ensino e Divulgação da Química (IV DEDQ)
E: acosta@pavconhecimento.pt
URL: www.spq.pt/congressos/4dedq



92 / Janeiro – Março

Encontros e desencontros nos primeiros cinquenta anos da química quântica.

A. Simões 11

Entrevista com o Doutor

Thomas Schafer 21

Cristalografia e função de canais membranares.

T.F. Moura 27

Máquina com água como combustível: alerta para erros de informação.

V. M. M. Lobo 39

Kuhn e o conceito de anomalia. Aplicação ao estudo da oxidação de lipoproteínas.

E. M. Campos 42

Características e reactividade dos compostos orgânicos.

A.P. Paiva 47

A fusão feliz.

J. Paiva 57

Eurocurrículo II de Química Analítica

M. F. G. F. C. Camões 59

Adivinhas: Quem é quem na Tabela Periódica.

J. Paiva, I. Ramos 61

93 / Abril – Junho

Uma lição de António Gedeão: demonstração e parábola no poema "Lição sobre a água".

Christopher Damien Aurette 23

O XIX Encontro Nacional da Sociedade Portuguesa de Química.

João Sérgio Seixas de Melo 29

Apontamentos da história do Laboratório Químico da Universidade de Coimbra. A evolução da espectroscopia.

M.E.S. Eusébio, M.L.P. Leitão, J.S. Rendinha 33

Tensão superficial – sua natureza e efeitos.

J. P. M. Ferreira 43

Cinquentenário da simulação computacional em mecânica estatística

F. M. S. S. Fernandes 49

A degradação das rochas do património cultural construído: o caso das rochas carbonatadas.

A. Dionísio, L. Aires-Barros, M.J. Basto 61

Consequências da revisão curricular do ensino secundário no ensino da engenharia.

H. Santos, J. Cavalheiro 69

Física e Química – A mesma linguagem?

A.S. Sousa, P.S. Carvalho 71

O Big Crunch do ensino da Química.

C. Corrêa 75

94 / Julho – Setembro

O Cientista como observador e actor.

A. M. N. Santos 11

Entrevista na Escola Padre Benjamim Salgado, Joane.

C. F. Simões 19

Concepções, crenças e hábitos de consumo de uma comunidade escolar relativamente aos produtos *light*.

R. Codeço 23

Catálise por obra e graça do Espírito Santo.

C. Corrêa 29

Bolas de sabão gigantes.

M. N. B. Santos, C. Teixeira 31

Aprender Química para saber Química. O novo projecto de programa do 12.º ano.

M. F. Camões 37

Onde param os electrões?

J. R. B. Gomes, B. Silvi, F. Illas 41

Técnicas uni e multidimensionais de GC-TOF-MS para a caracterização de óleos essenciais.

E. Mateus, M. Silva, J. Zrostlíková, H. Neves, M. Paiva 49

Microscopia de Força Atómica de moléculas de DNA absorvidas na superfície de HOPG.

A.M.C. Paquim, A.M.O. Brett 57

95 / Outubro – Dezembro

As características das tintas e as características dos polímeros com que são formuladas

S. Carvalho, J.L. Nogueira 24

Entrevista Prof. José A. S. Cavaleiro

31

Erros experimentais – uma abordagem pedagógica

I.M.A. Fonseca 37

Educação em Química e ensino de Química – Perspectivas curriculares

I.P. Martins, M.O. Simões, T.S. Simões, J.M. Lopes, J.A. Costa, P.R. Claro 42

Entrevista na Escola Infanta D. Maria, Coimbra.

C.F. Simões 47

A necessidade de exames no ensino básico e secundário.

V.M.M. Lobo 53

Química e desenvolvimento sustentável.

A.A.S.C. Machado 59

Novas perspectivas na preparação de amostras para análise cromatográfica.

C. Almeida, P. Rosário, P. Serôdio, J. M. F. Nogueira 69