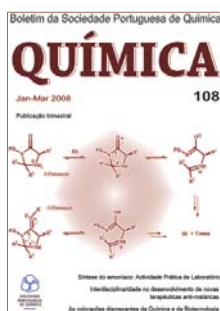


BOLETIM DA SOCIEDADE PORTUGUESA DE QUÍMICA



Capa de Paula Martins

Propriedade de

Sociedade Portuguesa de Química
ISSN 0870 – 1180
Registo na DGCS n.º 101 240 de 28/9/72
Depósito Legal n.º 51 420/91
Publicação Trimestral
N.º 108, Janeiro – Março 2008

Redacção e Administração

Av. da República, 37 – 4.º
1050-187 LISBOA
Tel.: 217 934 637
Fax: 217 952 349
bquimica@ist.utl.pt
www.spq.pt

Editor

Jorge Morgado

Editores-Adjuntos

Palmira Silva
Helder Gomes
Carlos Folhadela

Comissão Editorial

Hugh Burrows
Joaquim L. Faria
Ana Lobo
M. N. Berberan e Santos
A. Nunes dos Santos

Publicidade

Leonardo Mendes
Tel.: 217 934 637
Fax: 217 952 349
leonardo.mendes@spq.pt

Grafismo

Paula Martins

Execução Gráfica

Tipografia Lousanense
Rua Júlio Ribeiro dos Santos - Apartado 6
3200-901 Lousã - Portugal
Tel.: 239 990 260
Fax: 239 990 279
geral@tipografialousanense.pt

Tiragem

2.000 exemplares

Preço avulso

€ 12,50

Assinatura anual – quatro números

€ 45,00

(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 deste fascículo.

Publicação subsidiada pela

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

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

EDITORIAL	2
ORIENTAÇÕES EDITORIAIS	3
NOTICIÁRIO SPQ	
80º aniversário do Dr. Wolfgang Fritsche	5
Fase Regional de Bragança das Olimpíadas de Química ⁺ 2008	5
Grupo de Químicos Jovens - Apresentação e Missão	6
1 st PYChem	7
Falecimento do Prof. Eric Derouane	8

QUÍMICA E ENSINO

Síntese e Propriedades do Amoníaco, numa Actividade Prática de Laboratório	9
<i>Mário Valente e Helena Moreira</i>	
Qual é o Efeito das Experiências de Aprendizagem que Propomos aos Nossos Alunos?	13
<i>Maria Goreti</i>	

OLHARES QUIRAIS

A Importância do Conhecimento Tácito em Química: um tributo a Alberto Romão Dias	15
<i>Sebastião J. Formosinho</i>	

ARTIGOS

Porque é que o "Fluoreno" se Chama Assim, Quando Não Flui, e Nem Todas as Substâncias Que Cheiram Mal se Chamam "Bromo"?	27
<i>Bernardo Jerosch Herold</i>	
A Química na Net, a Net da Química	31
<i>Luís Alberto P. Rosa e João Paulo Leal</i>	
Ciências Básicas, Ciências Médicas e Interdisciplinaridade no Desenvolvimento de Novas Terapêuticas Anti-Maláricas	37
<i>Nuno Vale</i>	
Da Génese do Termo Química Verde às Colorações Discrepan-tes da Química e da Biotecnologia	43
<i>Adélio A.S.C. Machado</i>	

DESTAQUES

AGENDA



JORGE MORGADO
 bqimica@ist.utl.pt
 www.spq.pt

Nunca, como agora, assistimos a discussões tão envolventes em torno da Escola. Ao nível do ensino básico e secundário, este início de ano foi marcado, primeiro, pela implementação de um novo sistema de avaliação dos professores e, mais recentemente, pela (in)disciplina dos alunos e o novo estatuto do aluno. As novas tecnologias (telemóveis) desempenharam em ambos um papel importante, mais acentuado no segundo caso, como todos sabem. Também o ensino superior vive tempos de mudança com a implementação do novo regime jurídico (RJIES).

Na sequência da implementação de um novo processo de avaliação dos funcionários públicos (SIADAP), o Ministério da Educação decidiu-se também por um novo sistema de avaliação dos professores do ensino básico e secundário. A mobilização que o movimento de contestação conseguiu teve dimensões sem precedentes. É, aliás, de salientar que a dimensão desse movimento ultrapassa largamente a capacidade de mobilização dos órgãos corporativos (via sindicatos) e parece ter sido gerado por correntes de mobilização a que não estamos habituados, em que os novos meios de comunicação (telemóveis e internet) assumiram um papel importante. Se a mobilização não deixou ninguém indiferente, os seus verdadeiros motivos, pese embora o desenvolvimento que foi feito pelos *media*, parecem não ser, contudo, completamente claros e concretos.

Os professores eram já alvo de avaliação. Mas, tal como aconteceu com a função pública em geral, os processos de avaliação parecem ter sido, ao longo dos anos, desvirtuados. Não admira pois que seja o próprio processo de implementação que maior contestação reúne.

Uma consequência prevista é a maior dificuldade para os professores atingirem o topo da carreira. Mas será que a todos deve ser permitido atingir o patamar mais elevado? As restrições à progressão já existem quer para os professores do ensino superior quer para a generalidade dos funcionários públicos (agora mais penalizados com a introdução do novo regime

de vínculos e carreiras). É expectável que, em qualquer carreira profissional, esta restrição exista. Nem todos são igualmente bons profissionais! Contudo, embora a promoção dos melhores profissionais seja um pressuposto básico de qualquer sistema justo, o movimento gerado em torno da nova avaliação parece reflectir um estado de descontentamento dos professores com raízes mais profundas, como sejam a desvalorização social do estatuto do professor, a perda de autoridade na sala de aula e o acumular de responsabilidades que os pais/encarregados de educação neles “despejaram”.

O que se tem passado nas últimas semanas, com relatos preocupantes de indisciplina dos alunos, mostra quão difícil se tornou o papel dos professores. E a contestação surgida será, porventura, o sinal mais forte de que o desconforto dos professores é bastante mais profundo, não podendo ser reduzida à oposição à implementação da nova avaliação. Embora sejamos um país em eternas reformas, talvez este seja o sinal de que necessitamos de repensar a Escola e a sua integração na Sociedade. É imperioso que tal ocorra e que, ao contrário do que é habitual, haja oportunidade de implementar mudanças integradas (evitando as pontuais) que recolham um alargado suporte social e político, para que tenham tempo de maturarem, permitindo então uma adequada avaliação do seu impacto.

Nesta data, decorreram já as semifinais das Olimpíadas de Química⁺. A elevada participação conseguida constitui a prova do papel promotor da SPQ e da motivação e voluntarismo dos professores na mobilização dos alunos para a aprendizagem da Química. No próximo número faremos um balanço desta realização.

Este número do QUÍMICA combina contribuições de índole mais educativa com outras de maior teor científico. Gostava de mencionar, no primeiro grupo, uma actividade prática de laboratório dedicada à síntese e caracterização do amoníaco, e, pela sua perspectiva, uma outra contribuição que salienta o carácter interdisciplinar da investigação científica, aplicada ao desenvolvimento de novas terapêuticas anti-malária.

No segundo grupo, são de realçar um artigo em que, a pretexto de uma homenagem ao Prof. Romão Dias, se discute o papel do conhecimento tácito em Química, e um outro artigo em que se discutem as “diferentes colorações” da Química e da Bioquímica.

Passado cerca de 1 ano desde que o novo *layout* do QUÍMICA foi introduzido, pretendemos fazer um primeiro balanço. Aguardamos os vossos comentários/sugestões. Pretendemos tornar este vosso boletim mais apelativo e atractivo. Contudo, as vossas contribuições são essenciais para manter este projecto vivo.

Boa leitura!

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

- Os artigos devem ser enviados por correio electrónico, para o endereço bquimica@ist.utl.pt dirigidos ao Editor do QUÍMICA. O material submetido deverá conter o seguinte:
 - 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.
 - 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.
- 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.
- Os artigos devem seguir, tanto quanto possível, as recomendações da IUPAC quanto à nomenclatura e unidades.
- As referências devem ser numeradas consecutivamente à medida que forem citadas ao longo do texto e indicadas por um número colocado entre parênteses rectos (exemplos: [1] ou [2, 3] ou [4-8]). As referências devem ser reunidas no fim do texto, obedecendo aos seguintes formatos:

LIVROS:

- S.J. Formosinho, *Fundamentos de Cinética Química*, Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa, 1982.
- 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.
- R.S. Turner, op. cit. 'University', 496-497.

PUBLICAÇÕES PERIÓDICAS:

- G. Krager, *Nachrichten aus der Chemie* **53** (2005) 136-138.
- A.N.L. Lopes, J.G. Ferreira, *Analytical Biochemistry* **342** (2005) 195-197.

FONTES MANUSCRITAS:

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 fôlio:

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

ENDEREÇOS ELECTRÓNICOS:

A utilização de endereços electrónicos deve ser evitada e limitada a fontes institucionais fidedignas; deve conter o endereço completo de modo a permitir a localização da fonte e a data de acesso.

- SDBS Web: <http://www.aist.go.jp/RIODDB/SDBS> (National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, acedido em 01-01-2006).

- Os agradecimentos devem ser colocados no fim dos artigos, antes das referências.
- 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.
- Em casos especiais, sujeitos à concordância da Comissão Editorial do QUÍMICA, as contribuições poderão ser publicadas em inglês, ou noutra lín-

gua estrangeira, devendo então conter um resumo suplementar em português.

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

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.

Editor do Boletim da Sociedade Portuguesa de Química:

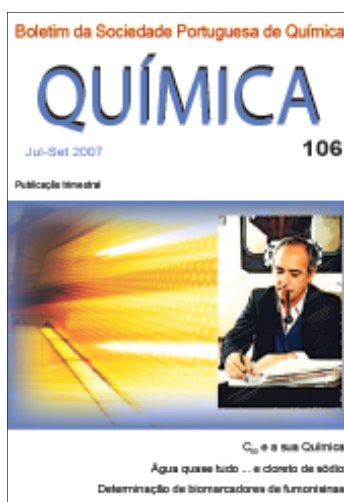
JORGE MANUEL FERREIRA MORGADO

Departamento de Engenharia Química e Biológica

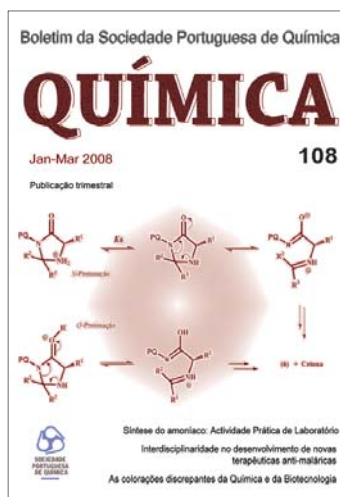
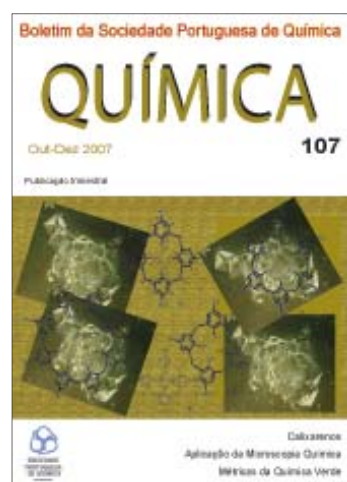
Instituto Superior Técnico

Avenida Rovisco Pais - 1049-001 Lisboa

Tel.: 218 418 451 * e-mail: bquimica@ist.utl.pt



COLABORE CONNOSCO !!!



80º ANIVERSÁRIO DO DR WOLFGANG FRITSCHÉ

Wolfgang Fritsche, Presidente Honorário da FECS (Federação das Sociedades Europeias de Química), agora EuCheMS, celebrou o seu 80º aniversário no passado dia 11 de Março. A direcção da SPQ quer associar-se a esta celebração em virtude do significativo contributo de Wolfgang Fritsche para a criação da FECS e do seu papel no alargamento da FECS a várias sociedades europeias, em particular as de países da Europa de Leste.

Wolfgang Fritsche desempenhou um papel fundamental na primeira Assembleia Geral em Praga, em 1970, quando a FECS foi criada. 17 Sociedades de Química participaram neste encontro inaugural. O 25º aniversário da FECS foi comemorado em Praga, em Setembro de 1995, já com a par-

ticipação de 41 sociedades de 32 países. Hoje, a EuCheMS conta com 50 sociedades de 37 países.

Por ocasião do encontro de Praga de 1970, Wolfgang Fritsche realçou o objectivo que presidiu à criação da FECS: a promoção da cooperação internacional e do relacionamento entre as nações. Pretendia-se melhorar a cooperação científica e profissional entre as Sociedades de Química Europeias e criar a imagem na sociedade de uma “Química Europeia”. Wolfgang Fritsche referia então que “os produtos da indústria química desde o seu início serviram as necessidades do ser humano em relação às suas necessidades básicas como comida, saúde, vestuário e habitação e tornaram a vida de uma população crescente

mais fácil, confortável e agradável”.

Este papel fulcral da química ainda não foi suficientemente apreendido pela sociedade. Pelo contrário, em resultado de uma crescente preocupação com as questões ambientais, a imagem da (indústria) química tem sido fortemente penalizada. Ela é habitualmente associada à ocorrência de desastres ambientais. Contudo, apenas a química pode corrigir os problemas que, directa ou indirectamente, lhe são associados. A EuCheMS pretende desempenhar aqui um papel de consciencialização e de reconciliação com a sociedade. Nesta perspectiva, Wolfgang Fritsche serve de exemplo do envolvimento individual no reforço da EuCheMS e, assim, do seu papel interventivo junto da sociedade.

FASE REGIONAL DE BRAGANÇA DAS OLIMPIADAS DE QUÍMICA* 2008

Pelo terceiro ano consecutivo, decorreu no passado dia 14 de Janeiro, nas instalações da Escola Superior de Tecnologia e de Gestão do Instituto Politécnico de Bragança (ESTiG), a Fase Regional de Bragança das Olimpíadas de Química*, este ano com participação recorde. Inscreveram-se 21 equipas (62 alunos), provenientes de 6 escolas secundárias do distrito, que pretenderam utilizar a prova da Fase Regional para seleccionar as suas equipas a inscrever na prova da Semifinal Nacional: ES/3 Abade de Baçal e ES/3 Miguel Torga, de Bragança; EB2,3/S de Macedo de Cavaleiros; ES/3 de Miranda do Douro; Colégio da Torre Dona Chama e EB2,3/S D. Afonso III, Vinhais. O maior número de participantes na edição deste ano deveu-se em parte à alteração do formato da prova, que foi compactada para permitir a participação de escolas da periferia do distrito e a inclusão de uma prova laboratorial, desejada por alunos e professores nas edições anteriores.

Após a recepção dos participantes, as equipas foram divididas em turnos e encaminhadas sucessivamente para as salas onde realizaram a prova teóri-

ca e para os laboratórios de química analítica e de processos químicos onde realizaram a prova laboratorial, ambas as provas envolvendo questões elaboradas tendo por base o programa de Química até ao 10.º ano. A cerimónia de divulgação dos resultados e distribuição de prémios gerou uma grande expectativa, pois na edição deste ano da Fase Regional de Bragança estiveram em jogo prémios aliciantes. Todos os alunos e professores acompanhantes receberam um diploma de participação e lembranças diversas. Os alunos das 3 equipas melhor classificadas ganharam o prémio Rotoquímica (um kit de construção de modelos moleculares) e o prémio Crédito Agrícola (abertura de uma conta na Caixa de Crédito Agrícola Mútuo no valor de 100 €, 75 € e 50 €, para os alunos das equipas que ficaram na 1ª, 2ª e 3ª posição, respectivamente). Os contemplados merecem aqui uma menção de destaque: 1º lugar – Carlos Porrais, João Anes e Vítor Freitas da ES/3 Abade de Baçal; 2º lugar – Joana Fragoso, Mariana Mendes e Bárbara Peixeiro da EB2,3/S de Macedo de Cavaleiros; 3º lugar – Telmo Coelho, Marta Pessegueiro e Cyndi Carvalho da EB2,3/S de Macedo de Cavaleiros.

O 1º lugar por escolas foi atribuído à Escola Secundária Abade Baçal, tendo a EB2,3/S de Macedo de Cavaleiros e a ES/3 de Miranda do Douro conseguido as 2ª e 3ª posições, respectivamente. Todas elas foram premiadas com o financiamento da sua participação na Semifinal Nacional das Olimpíadas de Química*, recebendo ainda o prémio McGraw-Hill, livros de Química para as respectivas bibliotecas. De agradecer aqui o apoio dos patrocinadores do evento: a Câmara Municipal de Bragança, a Caixa de Crédito Agrícola Mútuo, a Caixa Geral de Depósitos, a ANET, a José M. Vaz Pereira, a Rotoquímica e a McGraw-Hill, que permitiram a realização e o sucesso desta iniciativa.

Pela primeira vez na história das Olimpíadas de Química*, o distrito de Bragança vai participar com 6 equipas na Semifinal, que será realizada no próximo dia 5 de Abril, sendo aí apurados os finalistas da prova da Final Nacional que se realiza no dia 10 de Maio de 2008 em Aveiro. Esta por sua vez permitirá apurar os alunos que representarão Portugal nas Olimpíadas de Química Internacionais, a realizar em Inglaterra, e nas Olimpíadas de Química Ibero-americanas a realizar em Cuba, ambas em 2009.



Ambiente de concentração vivido na Prova Laboratorial da Fase Regional de Bragança das Olimpíadas de Química* 2008



Equipa vencedora da Fase Regional de Bragança das Olimpíadas de Química* 2008

Helder Gomes



GRUPO DE QUÍMICOS
JOVENS (GQJ)

APRESENTAÇÃO E MISSÃO

No passado dia 8 de Dezembro foi aprovada, em reunião de Direcção da Sociedade Portuguesa de Química (SPQ), a formação do Grupo de Químicos Jovens – GQJ. Este grupo tem como missão:

1. fomentar a interacção científica na comunidade de jovens químicos nacionais – promovendo redes de contactos para o desenvolvimento científico de qualidade em Portugal;
2. apresentar uma interface entre jovens químicos portugueses e parceiros internacionais – representando-se em redes internacionais a nível europeu e mundial;
3. promover a relação da química com a sociedade em geral, muito em particular ao nível das faixas etárias mais jovens.

ACTIVIDADES

As actividades do GQJ centram-se no desenvolvimento de redes de contacto, promoção da visibilidade da química na sociedade e formação de jovens químicos com particular ênfase nas suas capacidades de comunicação e *networking*.

A primeira actividade a ser lançada pelo GQJ, e da qual podem obter mais informações neste número, é o *1st Portuguese Young Chemists Meeting (1stPYCheM)*. Contamos com a par-

ticipação de toda a comunidade de químicos portuguesa para fazer deste encontro um sucesso.

A segunda dimensão a desenvolver centra-se na divulgação científica, de forma dinâmica e interactiva, junto dos alunos das escolas secundárias. Concebemos que o GQJ tenha diferentes papéis na disseminação de actividades que promovam a química: nomeadamente a implementação de “dias da química” nas escolas secundárias, apoio a departamentos de química e/ou institutos que tenham os seus “dias abertos” e apoio a lançamento de dias da química em instituições que ainda o não façam.

A terceira dimensão de actividades do GQJ prende-se com a inserção profes-

sional dos licenciados em química. Pretende-se agir em dois vectores:

- divulgação de emprego científico, numa primeira fase através da publicação na *webpage* de *links* nacionais e internacionais relevantes para químicos que procurem emprego;
- promoção de ideias de empreendimentos, através da disponibilidade de um grupo de químicos com MBA com quem os jovens químicos possam discutir as suas ideias em ambiente de confidencialidade.

Na sua dimensão internacional, o GQJ representa os jovens químicos da SPQ na *European Young Chemists Network* (EYCN) da *European Association for Chemical and Molecular Sciences* (EuCheMS).

COLABORADORES

O futuro deste grupo depende da adesão dos jovens químicos às suas actividades. Neste momento temos vários projectos a principiarem, ideias para outros, mas muito espaço para novas iniciativas. Gostávamos de ter mais colegas a participarem connosco nesta aventura, de forma a aumentar as actividades e visibilidade do GQJ.

O GRUPO ESTÁ ABERTO A TODOS OS JOVENS QUÍMICOS (E MENOS JOVENS) QUE QUEIRAM CONTRIBUIR COM A SUA DEDICAÇÃO E DESEJO DE PROMOVER A QUÍMICA!

1ST PYCHEM

O Grupo de Químicos Jovens (GQJ) da Sociedade Portuguesa de Química (SPQ) tem o prazer de convidar todos os sócios da SPQ para o seu primeiro encontro – *1st Portuguese Young Chemists Meeting* (PYCheM) – que irá decorrer no Instituto Superior Técnico em Lisboa, nos dias 15 a 17 de Outubro de 2008.

Este encontro será um espaço privilegiado onde os jovens investigadores nacionais, que se encontrem em Portugal ou no estrangeiro, poderão apresentar os seus resultados prioritariamente e sob a forma de comunicações orais, comunicações orais *flash* ou posters. Este evento contará ainda com quatro lições plenárias de cariz tutorial sobre temas transversais às diversas áreas da química proferidas por quatro investigadores seniores de reconhecida qualidade científica.

Para além da participação activa de diversas empresas da área da Química, a organização conta ainda com o envolvimento de investigadores nacionais para que participem e contribuam com a sua experiência para a qualidade da discussão científica deste encontro. Esperamos assim que o 1st PYCheM seja um sucesso e se estabeleça como um fórum de discussão

incontornável no panorama científico nacional.

Assim, contamos com a presença e envolvimento de toda a comunidade química portuguesa neste evento e solicitamos a sua divulgação e promoção activa nas vossas instituições e junto de colaboradores e colegas.

Toda a informação relativa a este encontro estará brevemente disponível a partir da página *web* da SPQ.

Contamos com a vossa presença.

A Comissão Organizadora
*Carlos Baleizão, Frederico
Ferreira, Pedro Góis*



FALECIMENTO DO PROF. ERIC DEROUANE

É com grande pesar que noticiamos a morte do Prof. Eric Derouane, um colega investigador na área da catálise que, para além do contributo que prestou ao domínio da catálise a nível mundial, teve um papel importante no desenvolvimento desta área em Portugal, através de um grande número de colaborações com vários grupos nacionais, de que resultaram um grande número de publicações.

O Prof. Eric Derouane, que nos últimos anos residia em Portugal, faleceu na sua casa no Algarve a 17 de Março de 2008. Pela sua colaboração com inúmeros grupos de investigação em Portugal e pela amizade que granjeou entre muitos investigadores Portugueses, publica-se esta pequena notícia e nota biográfica como homenagem à sua memória.

BIOGRAFIA

Eric Derouane nasceu a 4 de Julho de 1944 em Peruwelz, Bélgica. Licenciou-se em 1968, em Química na Universidade de Princeton, Estados Unidos da América e doutorou-se na Universidade de Liège na Bélgica sob orientação do Professor Louis d'Or. Foi Professor Associado na FNRS (Bélgica). Em 1973, foi nomeado Professor na "Facultés Universitaires Notre Dame de la Paix" (FUNDP) em Namur (Bélgica) onde exerceu o cargo de Director do Laboratório de Catálise. Em 1995, exerceu as funções de Professor e Director do *Leverhulme Centre for Innovative Catalysis* na Universidade de Liverpool (1995-2002) após Richard Joyner. Este Laboratório faz parte do Departamento de Química da Universidade de Liverpool sendo financiado por contratos públicos e privados, tendo sido, durante esse período, um importante elo de ligação entre a Universidade e a indústria química e tendo contribuído, ele próprio, para a criação de empresas de alta tecnologia nesta área.

Eric Derouane tinha com principal campo de interesses os zeólitos, onde propôs ideias inovadoras de grande relevância para o desenvolvimento de todo o domínio da catálise por zeólitos. Iniciou a sua colaboração com Jacques Védrine do *Institut de Recherches sur la Catalyse* (IRC) de Lyon (França) em 1974 trabalhando no novo ZSM-5. O seu principal domínio da investigação era então o RMN e ENDOR.

A sua contribuição para a catálise foi reconhecida pela *Ciappetta Lectureship* da Sociedade Norte Americana de Catálise (1981), pela *Catalysis Lectureship* da Sociedade de Química de França (1993), em 1994 pelo Prémio Francqui na Bélgica. Foi correspondente da Academia Real Belga, Presidente da Federação Europeia das Sociedades de Catálise (EFCATS) 1995-1997 e Editor Chefe do *Journal of Molecular Catalysis*, cargo que manteve até à sua morte.

Para além do seu trabalho académico desenvolveu ainda actividades em diversas empresas de topo na indústria química, como a Exxon, Allendale (EUA) e a Mobil em Princeton (EUA) e foi consultor em várias empresas de grande prestígio tais como a H. Topsoe (DK) e a Symyx (EUA). Foi ainda um dos fundadores da Stylacats, uma empresa de suporte tecnológico no desenvolvimento de catalisadores para utilização industrial.

Em 2003 veio para Portugal como conferencista Gulbenkian tendo sido nomeado Professor Catedrático na Universidade do Algarve, onde coordenava o Centro de Investigação em Química e Catálise desta Universidade. Era ainda Professor Catedrático convidado do Instituto Superior Técnico, da Universidade Técnica de Lisboa, Universidade pela qual detinha ainda um Doutoramento Honoris Causa.

A sua vinda para Portugal intensificou a cooperação com o grupo de catálise do Professor Ramôa Ribeiro, apesar de essa colaboração já ter uma longa história cujo início remonta a 1983.

A colaboração entre o Prof. Eric Derouane e o grupo de catálise no IST consubstanciou-se num grande número de publicações e também num conjunto de projectos e organizações de Institutos de Estudos Avançados (ASI) patrocinados pela NATO. Começando em 1983, quando participou como conferencista no Curso NATO: *Zeolites, Science and Technology*, seguiram-se-lhe uma série de organizações, conjuntamente com os Professores Fernando Ramôa Ribeiro e Francisco Lemos: em 1991 "Zeolite Microporous Solids: Synthesis, Structure and Reactivity", em 1997 "Advances and Challenges in the Catalytic Activation and Functionalisation of Light Alkanes", em 1999 "Combinatorial Methods and High Throughput Catalyst Design and Testing", em 2001 "Principles and Methods for Accelerated Catalyst Design, Preparation, Testing, and Development" e em 2003 "Sustainable Strategies for the Upgrading of Natural Gas: Fundamentals, Challenges and Opportunities".

Foi um cientista de qualidade excepcional que prestou relevantes serviços à catálise em Portugal, através da publicação de artigos conjuntos com investigadores do IST bem como orientando estudantes de doutoramento que tiveram o privilégio de serem seus alunos.

Publicou mais de 400 artigos científicos em jornais de referência bem como dezenas de livros.

SÍNTESE E PROPRIEDADES DO AMONÍACO, NUMA ACTIVIDADE PRÁTICA DE LABORATÓRIO

MÁRIO VALENTE^{*(a)}, HELENA MOREIRA*

Neste artigo propõe-se a realização de um trabalho prático simples, integrado no programa de Física e Química A (nível 2), disciplina do 11º ano ou do 12º ano. Trata-se da síntese de pequenas quantidades de amoníaco com o fim de estudar algumas das suas propriedades físicas e químicas mais características. É de notar que este trabalho prático pode ser efectuado com meios rudimentares, em qualquer laboratório escolar.

INTRODUÇÃO

O programa da disciplina de Física e Química A (nível 2) para o 11º ano (ou 12º ano) [1] de escolaridade está, para o bem e para o mal, quase completamente centrado no amoníaco, usando-o como exemplo de:

- Um processo de síntese industrial (e laboratorial), na introdução aos cálculos estequiométricos (1.1. *O amoníaco como matéria prima*);
- Perigos associados à manipulação de substâncias químicas e suas consequências ambientais (1.2. *O amoníaco, a saúde e o ambiente*);
- Energética da formação e quebra de ligações no decurso de reacções químicas (1.3. *Síntese do amoníaco e balanço energético*);
- Processos de equilíbrio químico e suas características (1.4. *Produção industrial do amoníaco*);
- O princípio de Le Châtelier aplicado à síntese industrial (1.5. *Controlo da produção industrial*).

À luz do programa desta disciplina, a preparação de pequenas quantidades desta substância em laboratório é interessante, já que permite em primeira mão, por parte dos alunos, a verificação de algumas das propriedades físicas e químicas do amoníaco. No decurso do trabalho podem explorar-se com a profundidade desejada conceitos teóricos constantes do referido programa como: reacções completas/incompletas, processos ácido/base,

cálculos estequiométricos (reagente limitante, reagente em excesso e pureza de uma substância), considerações sobre segurança laboratorial e problemas ambientais entre outros.

CARACTERÍSTICAS DO AMONÍACO [2]

O amoníaco é, nas condições normais de pressão e temperatura, um gás, menos denso que o ar:

$\rho(\text{NH}_3, 0^\circ\text{C}, 1 \text{ atm}) = 0,77 \text{ g/dm}^3$ contra $\rho(\text{ar}, 0^\circ\text{C}, 1 \text{ atm}) = 1,3 \text{ g/dm}^3$. Este gás liquefaz-se a $-33,4^\circ\text{C}$ e solidifica a $-77,7^\circ\text{C}$.

O amoníaco é detectável pelo olfacto humano a partir dos 20 a 50 ppm, e causa irritação dos olhos e vias respiratórias a partir dos 100 a 200 ppm. Valores superiores a estes são susceptíveis de causar irritações graves. O Volume Limite Tolerado (VLT) de amoníaco em atmosferas de trabalho é de 25 ppm (18 mg/m³).

Misturas de amoníaco com ar contendo entre 16 e 25 % desse gás constituem misturas explosivas, com uma temperatura de ignição de 651°C.

UTILIZAÇÕES DO AMONÍACO

Este composto inorgânico de utilização muito importante a nível industrial, no fabrico do ácido nítrico e da ureia, bem como de produtos farmacêuticos, entre muitos outros, é também usado a nível agrícola, sob a forma de adubos azotados, e a nível doméstico, em alguns produtos de limpeza.

Uma das importantes utilizações do amoníaco (liquefeito) é como fluido de

transferência de calor, em instalações frigoríficas industriais e domésticas, já que os clorofluorocarbonetos (CFC's), que eram usados para esse fim, foram banidos devido ao seu forte efeito destrutivo para a camada de ozono.

PRÁTICA DE LABORATÓRIO

A preparação laboratorial do amoníaco pode ser conseguida fazendo reagir qualquer sal de amónio com uma base forte. O procedimento proposto faz uso do sulfato de amónio e do hidróxido de sódio, sais facilmente encontrados no comércio (o primeiro é um adubo agrícola de uso corrente e o segundo é um desentupidor de canos de uso doméstico).

O processo de síntese pode ser descrito pela seguinte equação química:

$$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4(\text{aq}) + 2 \text{ NaHO}(\text{aq}) \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4(\text{aq}) + 2 \text{ H}_2\text{O}(\text{l}) + 2 \text{ NH}_3(\text{g})$$

[eq.1]

Assim, num tubo de ensaio de tamanho médio ($\varnothing = 10 \text{ mm}$, $l = 16 \text{ cm}$) colocam-se cerca de 2,0 g de sulfato de amónio sólido (15 mmol) e 2,0 g de hidróxido de sódio sólido (50 mmol) garantindo assim um meio reaccional fortemente básico. Adiciona-se de seguida cerca de 1 ml de água, o que dá início à reacção. Tapa-se rapidamente o tubo de ensaio contendo a mistura reaccional com o sistema de rolhas apresentado na figura 1A, apertando-o, e coloca-se em cima um tubo de ensaio vazio, da forma representada na figura 1B, **sem apertar (!)**, por forma a evitar a formação de pressões elevadas no sistema, e a permitir a saída do ar, que vai sendo substituído pelo

* Colégio D. Duarte, Rua Visconde de Setúbal, 86
4200-497 Porto

* (a) madmage1@yahoo.com

amoníaco. Logo que se detecte a saída de amoníaco pela parte de baixo do tubo de recolha, este pode ser retirado (sempre na posição invertida) e fechado com uma rolha de borracha, sendo rapidamente substituído por outro tubo de ensaio, com o que se reinicia o processo de recolha.



Figura 1 Montagem para a preparação de amoníaco: A - sistema de rolhas usado na montagem e B - montagem completa

Pela estequiometria, ao usar as massas acima referidas é de esperar a formação de cerca de $0,73 \text{ dm}^3$ de amoníaco, medidos a 20°C e 1 atm ($V_M = 24,1 \text{ dm}^3/\text{mol}$). Na prática, podem encher-se até quatro tubos de ensaio com este gás, o que é suficiente para as experiências propostas. Veja-se a Nota de Segurança, no fim do artigo.

EXPERIÊNCIA 1:

A SOLUBILIDADE DO AMONÍACO EM ÁGUA

Um dos tubos de ensaio contendo amoníaco é colocado de forma invertida num copo com cerca de 100 ml de água. O nível da água dentro do tubo de ensaio deve subir lentamente até atingir quase o topo, mas subirá mais rapidamente se for agitado.

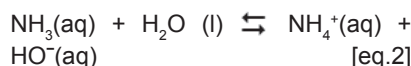
O volume gasoso que resta no tubo de ensaio é quase exclusivamente ar, já que o amoníaco é extremamente solúvel em água: a 0°C dissolvem-se 1148 dm^3 de NH_3 num dm^3 de água e a 20°C dissolvem-se 738 dm^3 de NH_3 por dm^3 de água. Por isso, uma solução aquosa saturada de amoníaco (conhecida como amónia) a 20°C

contém cerca de 35% em massa de amoníaco e apresenta uma massa volúmica de cerca de $0,9 \text{ g/ml}$.

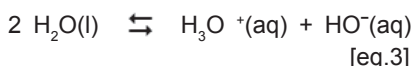
EXPERIÊNCIA 2:

O CARÁCTER QUÍMICO DA SOLUÇÃO AQUOSA DE AMONÍACO

Num tubo de ensaio com amoníaco coloca-se rapidamente a água contida numa pipeta Pasteur e, de seguida, três gotas de solução alcoólica de fenolftaleína, que de incolor rapidamente passa a carmim, indicando que a solução aquosa apresenta carácter básico. Esse carácter químico é devido à hidrólise do amoníaco em solução aquosa, segundo:



que causa o aparecimento de quantidades apreciáveis do ião hidróxido (HO^-), o que desloca o equilíbrio de autoprotólise da água;

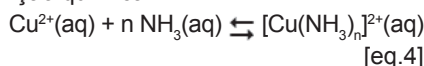


no sentido da diminuição da quantidade de ião hidrónio (H_3O^+). Como no equilíbrio resultante $[\text{HO}^-] > [\text{H}_3\text{O}^+]$, a solução apresenta um carácter básico.

EXPERIÊNCIA 3:

ACÇÃO DO AMONÍACO SOBRE O SULFATO DE COBRE

Num tubo de ensaio com amoníaco coloca-se rapidamente a água contida numa pipeta Pasteur e agita-se, promovendo a dissolução do gás. Adicionam-se então alguns pequenos cristais de sulfato de cobre pentahidratado. A solução adquire uma cor característica, intensamente azul, devido à formação de aminocomplexos de cobre (II), segundo a equação química:

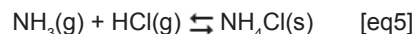


EXPERIÊNCIA 4:

A FORMAÇÃO EM FASE GASOSA DO CLORETO DE AMÓNIO

Uma vareta de vidro cuja ponta foi

imersa em ácido clorídrico (cuidado para que a gota não escorra pela vareta, entrando em contacto com a mão - o uso de luvas é aconselhado) é aproximada da boca de um tubo de ensaio com amoníaco. Rapidamente se verifica a formação de uma nuvem branca de cloreto de amónio, segundo a equação química:



Este processo simula a formação de sulfato e nitrato de amónio em atmosferas poluídas (contendo ácidos sulfúrico e/ou nítrico, resultantes da oxidação atmosférica dos respectivos óxidos). Estes sais, sob a forma de aerossóis, apresentam efeitos prejudiciais a nível do sistema respiratório.

QUESTÕES/DESAFIOS

É muito importante que se proporcionem questões aos alunos no decurso dos trabalhos práticos. De seguida sugerem-se algumas questões pertinentes que testam o poder de observação e a capacidade de relacionar e operacionalizar conceitos, por parte dos alunos.

- Por que razão se recolheu o amoníaco gasoso num tubo de ensaio invertido?
- Qual o reagente limitante, no processo de síntese usado?
- O que aconteceria à cor da solução resultante da experiência 3, se lhe adicionarmos um ácido? (atente-se às equações 2, 3 e 4).
- Poderá o processo de síntese do amoníaco ser traduzido pela equação 2, considerada no sentido inverso?
- Por que razão é correcto dizer-se que a seta simples usada na equação 1 é apenas justificável pela presença de um grande excesso de hidróxido de sódio?

CONCLUSÃO

Explorar a prática de laboratório nas disciplinas de ciências é fundamental, em particular na situação resultante

do presente currículo do ensino secundário, do qual foram removidas disciplinas tão fundamentais como as Técnicas Laboratoriais. De facto, a manipulação de equipamento e reagentes de forma minimamente desenvolvida é algo que só se consegue com uma prática continuada, e não se pode ter a pretensão de conseguir de forma meramente expositiva.

Consideramos o trabalho proposto como útil, já que proporciona um conhecimento directo de algumas das propriedades físicas e químicas pertinentes apresentadas por uma substância tão frequentemente mencionada no plano teórico, no programa da disciplina.

NOTA DE SEGURANÇA:

Consideremos um laboratório com as dimensões de 5x10x3,5 m (175 m³) e quatro grupos de alunos a realizar esta experiência, de que resulta um volume total gerado de amoníaco de cerca de 3 dm³. Se todo o amoníaco gerado passasse para a atmosfera do laboratório, a sua concentração seria de aproximadamente 3000 cm³/175 m³, isto é, de cerca de 17 ppm, portanto abaixo do VLT de 25 ppm. Naturalmente, apenas uma pequena parcela do amoníaco gerado se escapa para a atmosfera do laboratório pelo que, num laboratório de dimensões normais, não se torna necessário rea-

lizar a experiência na hotte. Caso se acumule uma quantidade sensível é aconselhável arejar o laboratório, abrindo algumas janelas durante uns minutos.

REFERÊNCIAS

- [1] Programa da disciplina de Física e Química A (nível 2) 11º ou 12º anos: http://www.dgisd.min-edu.pt/programs/prog_eg.asp
- [2] N.N. Greenwood e A.Earnshaw, *Chemistry of the Elements*, 2ª edição, Elsevier, Oxónia, 2005

ACTUALIDADES CIENTÍFICAS

BUTANOL COMO BIOCOMBUSTÍVEL

O produtor de químicos Dupont e a companhia petrolífera BP associaram-se em 2006 numa colaboração com a British Sugar, com o objectivo de estudar a obtenção de butanol a partir de beterraba, para uso como aditivo de gasolina. O potencial desta tecnologia está agora a suscitar uma maior atenção por parte da comunidade científica internacional, havendo outros grupos interessados em contribuir para a introdução do butanol na família dos biocombustíveis. Um exemplo deste interesse crescente é uma equipa de investigação da *Washington University* de St. Louis (WUSTL) que se encontra a desenvolver novas técnicas de síntese de biocombustíveis baseados no butanol, em alternativa ao seu parente mais leve, o etanol.

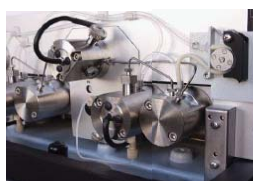
As propriedades químicas do butanol são muito semelhantes às do etanol. No entanto, como possui dois carbonos adicionais, assim como os átomos de hidrogénio correspondentes, apresenta um valor energético superior. No que diz respeito ao armazenamento e manuseamento, o butanol é menos corrosivo do que o etanol. Por outro lado, pode ser obtido a partir de

biomassa vegetal, incluindo palha, fibras de milho e outros tipos de resíduos agrícolas, que contêm na sua maioria teores elevados de celulose e alguma quantidade de lenhina.

Lars Angenent, professor de Engenharia Química, Ambiental e de Energia na WUSTL, e colaboradores da unidade de investigação de Peoria, Illinois, do *United States Department of Agriculture* (USDA) estão a trabalhar com fibras de milho pré-tratadas, um produto secundário do processo de produção de etanol a partir do milho. Uma equipa do USDA, constituída por Bruce Dien e Michael Cotta, desenvolveu e aplicou técnicas físicas e químicas de suavização do material lenho-celulósico, de forma a torná-lo tratável através do processo de digestão. Posteriormente, Angenent e os seus colegas trataram a biomassa lenho-celulósica em digestores, onde o material orgânico foi posto em contacto com uma cultura mista e seleccionada de milhares de microorganismos. Deste modo, a biomassa foi fermentada, obtendo-se ácido butírico como produto do processo. Este ácido carboxílico é um precursor do butanol. O processo de conversão final de ácido butírico a butanol foi realizado também por fermentação, pelo colaborador Nasib Qureshi.

Angenent afirma que “A vantagem deste processo reside na utilização de culturas mistas. Com este tipo de culturas, podemos pegar em qualquer resíduo e convertê-lo num produto com valor, executando apenas algumas manipulações”. Deste modo, a alteração do pH da cultura permite a produção de diferentes produtos. A pH neutro, é possível obter metano, mas num meio ácido, já se produz ácido butírico, ou mais precisamente iões butirato, que são posteriormente convertidos em butanol. Angenent acrescenta “a biomassa lenho-celulósica é um recurso abundante e renovável, e este processo apresenta-se como uma boa forma de aproveitamento destes resíduos. A sua aplicação permite o desenvolvimento de novas oportunidades económicas para os produtores agrícolas e para as comunidades rurais. Para além disso, este tipo de biomassa é neutra do ponto de vista das emissões de dióxido de carbono”. (adaptado de *webzine Reactive Reports* 72, 2008).

Paulo Brito



Os sistemas inteligentes de HPLC **UltiMate 3000** da **Dionex**, permitem aos laboratórios atingir um novo patamar em performance, ao mesmo tempo com operação fácil e fiável.

Vasta gama de módulos seleccionáveis de modo a otimizar os sistemas para cada tipo de aplicação, desde as análises sensíveis de LC/MS em fluxos nano até purificações semi-preparativas automatizadas.

Independentemente da configuração do sistema, terá sempre ao seu dispor uma solução integrada consistente e coerente, de ligações fluidicas optimizadas, controlo em ponto único e inteligente com o **Software Chromeleon®** e perfeita interligação e comunicação entre os módulos.

O Cromatógrafo Iónico **ICS-3000 Reagent-Free™** vencedor de vários prémios como melhor produto, permite poupar tempo, trabalho e custos operativos, ao mesmo tempo que aumenta a produtividade e reprodutibilidade das análises iónicas em qualquer aplicação.

Os produtos Dionex são extensivamente usados nas áreas de **ambiente, farmácia, biologia, alimentar, biotecnologia, química, petroquímica, energia e electrónica.**

As maiores empresas nacionais e mundiais, assim como agências governamentais, Institutos I&D e Universidades, são clientes Dionex.



Consulte-nos em
Tel: 21 953 31 20 Fax: 21 953 31 29
ds@dias-de-sousa.pt
www.dias-de-sousa.pt

QUAL É O EFEITO DAS EXPERIÊNCIAS DE APRENDIZAGEM QUE PROPOMOS AOS NOSSOS ALUNOS?

MARIA GORETI*

Os últimos estudos PISA terão feito (re)lembrar a importância do ensino experimental das ciências, e estarão na base da publicação do Despacho n.º 2143/2007 de 09 de Fevereiro, do Ministério da Educação, onde pode ler-se:

“A educação científica de base assume um papel fundamental na promoção da literacia científica, potenciando o desenvolvimento de competências necessárias ao exercício de uma cidadania interveniente e informada e à inserção numa vida profissional qualificada. Entre os factores que contribuem de forma decisiva para o desenvolvimento destas competências, salienta-se a importância de iniciar nos primeiros anos de escolaridade o ensino das ciências de base experimental, de forma a estimular a curiosidade e o interesse das crianças pela ciência (...).”

Os resultados de estudos internacionais revelam que os alunos portugueses têm, em média, um desempenho na área da literacia científica significativamente inferior ao da média dos países da OCDE, não se verificando melhorias apreciáveis nos últimos anos.”

Continuar a promoção da literacia científica através dos conteúdos da componente de Química, que são contemplados nos programas actuais a partir do 10.º ano de escolaridade, deveria ser consequente de um trabalho previamente desenvolvido no âmbito de temáticas curriculares de anos anteriores, ou não?

Entendo que dessa promoção deveria resultar, também, uma maior capacidade dos alunos para interpretar objectos e/ou informações do seu quotidiano imediato, mas...

Fico preocupada quando verifico que muitos dos alunos não encontram nenhuma relação entre as aprendizagens conseguidas em sala de aula, e tão simplesmente a sua aplicação ao que... comem, bebem, respiram... Fico assustada quando percebo como são tão ágeis a memorizar fórmulas e definições de concentrações, mas revelam fragilidades enormes quando solicito uma análise interpretativa de informação de rótulos de produtos alimentares, por exemplo. Se pensar na dificuldade na interpretação de realidades mais complexas, e no relacionamento com aprendizagens em outras disciplinas, então o susto será maior!

O que é que está a falhar? As experiências de aprendizagem que proporcionamos aos nossos alunos? Na forma como as apresentamos, nas metodologias que usamos, nos materiais e ou nos conteúdos envolvidos? A verdade é que parece existir um divórcio entre o que se aprende na componente de Química e a realidade, não obstante alguns conteúdos a leccionar mais parecerem apenas contexto...

Começo a pensar que os ácidos, as bases, os sais, e tudo o que mais lhes colocamos à frente, em tabuleiros muito bem preparados, de nada valem... No final só resta a preocupação pelo formulário, pela memorização, pela resolução mecanizada de exercícios já feitos e refeitos sem análise de processos e de resultados... pois operar de outra forma, sobre os objectos do seu conhecimento, dá muito trabalho e é difícil! Mas...

Eu sempre fui crítica relativamente às propostas de materiais a usar nas actividades laboratoriais propostas para o secundário! Se estão longe da vida dos alunos, que efeito de despertar necessidades de atenção mais profunda sobre o que os rodeia podem ter? Acredito que uma das formas de

promover o desenvolvimento de competências é gerar nos alunos necessidades de operar e intervir, de forma responsável e consciente, analisando, discutindo, planeando, resolvendo... para encontrar (ou não) respostas. E isso não se consegue, exclusiva e necessariamente, à custa de químicos que os alunos não podem saborear, moldar, cheirar... Entendo que a promoção da literacia científica não pode estar dependente de protocolos e químicos já feitos, e que apenas exigem dos alunos um comportamento robotizado como se eles fossem desprovidos de mente capaz de operar.

Não tenho receitas, não conheço muitos caminhos, e cada tentativa diferente é uma ida à descoberta. A minha última tentativa assumiu a forma de uma interrogação colocada a cada um dos alunos de uma turma do 10º ano, como por exemplo: Qual é a percentagem de água numa abóbora? Numa maçã, numa cenoura..... De Setembro a Janeiro era tempo de pensar, planejar, fazer, descobrir, interpretar.... para além da aula. O resultado de um dos alunos é apresentado a seguir.

Quais foram os resultados na aprendizagem? Não os procuro no imediato, este é o início de um caminho, e procurar resultados imediatos em educação é assumir a derrota à partida...

* Professora de Física e Química nas Oficinas de S. José, Associação Educativa

Aprendendo com uma abóbora

Ana Mafalda Silva N°1 10º T2



Oficinas de S. José
Associação Educativa

Esta experiência teve como objectivo, calcular a percentagem de água existente numa abóbora.

A abóbora é um legume alaranjado, que nasce da abóboreira e é muito utilizado pelas pessoas na sua alimentação. É constituída maioritariamente por água, cerca de 90% da sua constituição total. Também é constituída por outros nutrientes como o caroteno e vitaminas e minerais como o cálcio, o fósforo e o ferro.

O método utilizado para calcular a percentagem de água no legume, foi a evaporação, com o auxílio de um microondas. O processo experimental consistiu em aquecer a amostra de abóbora, registar a sua massa, de minuto a minuto, com o microondas ligado sempre na mesma potência, até se verificar libertação de fumo do mesmo.

Deste modo verificou-se que quando a abóbora é aquecida, seca e reduz significativamente de tamanho, o que evidencia que há perda de água.



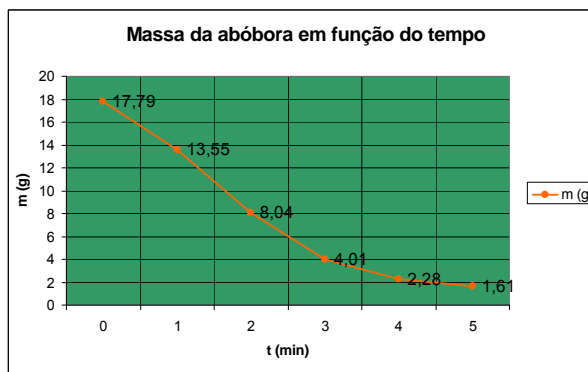
The pumpkin is an orange vegetable, that grows from the pumpkin and it is very used by people in their food. The pumpkin is mainly constituted by water, about 90% of its total constitution. It is also constituted by other nutrients like carotene, and vitamins and minerals like calcium, phosphorous and iron. The method that was used to calculate the percentage of water in the vegetable was the evaporation, with a microwave. The experimental process consisted on heat the pumpkin sample; write down its mass, every minute, with the microwave always connected on the same power, until the microwave starts to release smoke.

From this way, it was checked when the pumpkin is heated, it dries and gets smaller and that means there is a release of water.



Através das medições efectuadas foi possível calcular a massa de água perdida, em média, por minuto, mesmo tendo em conta que a perda de água ao longo do aquecimento não foi regular. A média foi de 3,236 g por minuto.

Com os valores da massa da abóbora foi também possível calcular a percentagem de água existente na abóbora. Assim, concluí que a abóbora utilizada era aproximadamente 91% constituída por água, o que significa que em 100 g de abóbora, 91 g são água. Comparando, depois o valor literário (90%) com o valor experimental (91%), verificou-se que o valor achado afastou-se 1% do valor teórico que pesquisei na Internet e consta na bibliografia. Comprovei assim, que o método utilizado durante esta experiência foi adequado pois obtive um valor bastante exacto.



Bibliografia:

- Vaqueiro (2007) – Abóbora [consultado em 2007-11-24], disponível na WWW: <URL: http://www.vaqueiro.pt/glossarios/ingredientes_detail.aspx?id=62>.
- Sociedade do Sol (2003) – Projecto ASBC [consultado em 2007-11-24], disponível na WWW: <URL: http://www.sociedadedodosol.org.br/dicas/dicas_03.htm>.

A IMPORTÂNCIA DO CONHECIMENTO TÁCITO EM QUÍMICA

um tributo a ALBERTO ROMÃO DIAS

SEBASTIÃO J. FORMOSINHO*

No primeiro dia da 7ª Conferência de Química Inorgânica da Sociedade Portuguesa de Química (Fátima de 30 de Novembro a 1 de Dezembro de 2007) teve lugar uma sessão de homenagem ao nosso saudoso colega Prof. Alberto Romão Dias. A sessão "Remembering Romão Dias" foi presidida e coordenada pelo seu primeiro filho-científico, o Prof. Carlos Romão. A Profª Ana Margarida Martins, sua neta-científica, na comunicação intitulada "Highlights on Organometallic Chemistry in Romão Dias Group", afirmou, com grande ênfase, que para a síntese de alguns dos compostos com que trabalham os membros do grupo são insuficientes as "receitas". Requer-se uma aprendizagem com quem os sabe fazer. Um exemplo bem claro de *conhecimento tácito* em química, um conhecimento que não se consegue exprimir plenamente por palavras ou proposições mas requer uma *acção* para ser transmitido. Foi Michael Polanyi que criou este conceito, procurando contrariar a visão do positivismo de que todo o conhecimento científico é conhecimento explícito, articulável. Aliás, trata-se do maior contributo deste químico para a filosofia das ciências e para a teoria do conhecimento.

O mais surpreendente é que estando o conhecimento tácito tão presente em todas as formas do conhecimento e das realizações humanas esteja tão ignorado em todo o processo educativo. Polanyi está omisso numa obra recente e tão abrangente como "Nova Educação na Nova Ciência para a Nova Sociedade" de Duarte Costa Pereira [1]. E a falta não é do autor: o pensamento deste químico e filósofo húngaro não transitou para qualquer *highlight* da teoria do conhecimento.

Walter Gulick reivindica mesmo que este "conceito" requer ser incluído

num sistema filosófico, para uma reflexão mais profunda e coerente [2]. Julgo que o Romão Dias, a quem a Sociedade Portuguesa de Química muito deve no seu rejuvenescimento, quer no domínio científico quer no campo do ensino básico e secundário, ficaria satisfeito que, ainda pela sua mão, esta temática fosse abordada com finalidades educativas, mesmo que de uma forma necessariamente resumida. Procurarei fazer o meu melhor, para valorizar o tributo que pretendo prestar à sua memória.

ARTE OU CONHECIMENTO TÁCITO EM QUÍMICA?

Escrevi à Prof. Ana Martins o seguinte e-mail: «A Ana falou com grande ênfase que para a síntese de alguns dos compostos com que trabalham, são insuficientes as "receitas". Requer-se uma aprendizagem com quem os sabe fazer. Isto deu-me uma ideia, que lhe explicarei mais tarde para que ela não se vá reflectir de algum modo nas suas palavras. Venho pedir-lhe que a ideia central que me ficou deste seu início de intervenção pudesse ser escrita por si, sem a minha tradução das suas próprias ideias».

Respondeu-me de pronto, e a sua resposta podemos entendê-la como o "facto bruto", isento de qualquer revestimento da teoria do conhecimento tácito:

«A referência que fiz da necessidade de aprender com alguém que tivesse tido anteriormente a experiência de síntese de complexos di-hidreto de Mo e W, de fórmula geral Cp_2MH_2 , que foram os compostos de partida para o estudo dos sistemas de Mo e W da família dos metalocenos dobrados, aplica-se exclusivamente a estes compostos e resulta de circunstâncias particulares destas reacções que felizmente não são comuns a muitos complexos organometálicos. Estas são, de facto, reacções difíceis de levar a cabo.

A dificuldade em descrever a reacção prende-se não só com o facto de envolver uma sequência de passos que requer material específico (um forno adequado à síntese dos cloretos de Mo ou W, que têm que ser sublimados e arrastados pela corrente de Cl_2 à medida que se vão formando para um recipiente em que estejam ao abrigo de ar e humidade, um agitador mecânico adequado para a síntese de 40g de areia de sódio em 2 L de tolueno ao refluxo e para a agitação da mistura reaccional que é feita em 2L de THF a -80 °C num balão de 3 L com 3 tubuladuras, filtros de grande dimensão para remover impurezas que podem ser poliméricas e difíceis de separar, etc.) mas também porque a grande escala em que a reacção tem que ser realizada envolve etapas que podem ser perigosas ou podem originar a decomposição de um intermediário reaccional, se realizadas por alguém que não tenha tido a experiência adequada. Ao longo dos vários passos reaccionais, as misturas têm frequentemente cores não definidas e viscosidades variáveis que determinam que os volumes de solventes usados nas várias extrações feitas ao longo da síntese variem, com consequências importantes no rendimento final da reacção. À data a que me estava a referir, e até há cerca de 10-15 anos atrás, estes complexos não eram comercializados (ainda hoje são bastante caros) e isso limitava significativamente a possibilidade de serem usados em estudos de síntese e reactividade, que necessitam em geral de quantidades significativas de reagentes. Resumindo, estas não são reacções em que seja possível descrever de modo inequívoco as cores, os tempos e outras variáveis que permitam que quem as realiza pela primeira vez se sinta confortável e seguro de que vai obter qualquer resultado no fim da semana de trabalho intensivo que exigem.

A possibilidade que tivemos de estudar de forma bastante extensa a química destes complexos resultou do facto de o Romão Dias

* Professor Catedrático de Química, Departamento de Química - Universidade de Coimbra
Rua Larga 3004-535 Coimbra
sformosinho@qui.uc.pt

ter feito o seu doutoramento em Oxford com o Malcolm Green, que foi quem desenvolveu o procedimento de síntese destes complexos (enquanto estudante de doutoramento de Wilkinson). Este aspecto é claro quando se vê o percurso académico daqueles que estudaram estes sistemas: todos eles passaram pelos grupos de Wilkinson ou Malcolm Green.

Espero ter conseguido esclarecer o intuito da menção que fiz, que tinha como objectivo contextualizar o trabalho de investigação em química organometálica que foi a origem do Grupo do Romão Dias. Fico curiosa em relação à ideia que isto possa ter suscitado».

Esta prática tácita, mas consciente, da química de síntese é, como veremos, conhecimento científico. No contexto da visão oriunda do positivismo para as ciências da natureza, de um conhecimento científico inteiramente explícito e cerzido com a linguagem, este modo de conhecimento é assumido, em palavras do Carlos Romão, «como do domínio “artístico”, ou seja, aprender/ensinar “à vista” ou aprender fazendo por imitação».

Em 1959, o novelista e químico-físico inglês C. P. Snow publicou um escrito que ficou famoso: “As Duas Culturas”. Por formação um cientista, e por vocação um escritor, Snow apercebeu-se da existência de dois mundos culturais representados por dois grupos de intelectuais, com gente igualmente inteligente, mas tendo cessado de comunicar entre si. Adiantando um pouco o nosso propósito, este fosso entre as duas culturas é artificial, pois quem percorrer a história das ciências, mormente no que diz respeito à heterodoxia científica, encontra um paralelismo entre a cultura científica e a artística. Fernando Pessoa escreveu: «Todo o autor, na proporção em que é grande e ao mesmo tempo original, tem tido sempre que criar o sentido estético pelo qual há-de ser apreciado; assim foi sempre e assim continuará a ser ...» [3]. O mesmo é muitas vezes válido em ciência, não para um sentido estético mas cognitivo, nomeadamente quando a inovação científica procura estabelecer novas

regras para explicar alguma fracção do mundo e dos seus fenómenos.

Mas admitamos que esta prática de síntese química tem uma componente artística. E de que tipo de arte? Se escolhermos uma arte musical, não se pode assemelhar ao jazz que herdou principalmente o carácter espontâneo e de improviso. A síntese química pretende obter um resultado reproduzível e com um rendimento elevado e constante. Talvez uma peça musical de piano seja mais apropriado como modelo, algo como uma obra prima de Mozart, o Concerto No. 9 em Mi Bemol Maior, K271.

Tocar piano, tal como andar de bicicleta ou nadar, são actividades que funcionam sobre um *fundo inarticulável* enquanto tais actividades estão a ser praticadas. Tal não implica que, uma vez cessada a sua prática, o praticante não as consiga verbalizar e criticar. Mas o cerne da mensagem é que «sabemos mais do que conseguimos dizer».

Sem dúvida podemos «Pensar a ciência como arte», como o faz Ernst Peter Fischer [4], ou ver “as artes como ciências”, recorrendo, a título exemplificativo, a teorias cognitivas para estudos literários ou de história, como sugere Peter Hanenberg. Deste modo evita-se a «separação herdada entre as ciências naturais e as ciências humanas». Retomaremos esta problemática.

Mas adiantando, mais uma vez, o conto da nossa história, direi que a Teoria do Conhecimento Tácito (TCT) é mais profunda na essência dos nossos modos de conhecer e de construir o conhecimento como seres vivos. É pois dos domínios do epistemológico e do antropológico e, direi mesmo, do ontológico.

OS PRIMÓRDIOS DO CONHECIMENTO TÁCITO EM MICHAEL POLANYI

Michael Polanyi desenvolveu o conceito de *tacit dimension* nas obras *Personal Knowledge* [5] e *The Tacit Dimension* [6], conceito que posteriormente designou por «conhecimento

tácito»: «*it is one of the most striking abilities of the human mind that it can pursue a consistent course of action without being aware of the guiding principles involved*» [7]. E a este respeito ilustra o conceito com exemplos oriundos da gramática, de práticas de artes e ofícios, de máximas de métodos científicos, de intuições criativas de descobertas. As práticas químicas que a Prof.^a Ana Margarida Martins referiu para a síntese de Cp_2MH_2 também podem figurar como um “exemplo forte” destes modos de conhecimento tácito.

Como referi na minha Oração de Sapiência de 19 de Setembro de 2007 (“Pensar e Olhar a Ciência”) [8], Polanyi vai mais longe no seu entendimento sobre o conhecimento tácito. Não é apenas o conhecimento que requer uma *acção* para ser transmitido — digamos uma articulação mediante a *acção* numa *relação de mestre e aprendiz* — que tem um carácter tácito. O conhecimento tácito está presente na própria vida animal e, por definição, este tipo de inteligência pré-linguagem é plenamente tácito. Um exemplo bem ilustrativo neste campo foi por mim apresentado em obra recente [9].

No ser humano, a distinção crucial entre *conhecimento explícito* e *conhecimento tácito* assenta precisamente na *impossibilidade de uma articulação verbal*. Não conseguimos descrever por palavras como reconhecemos certos cheiros e sabores, como o cheiro do café, ou descortinamos uma fisionomia conhecida entre algumas centenas de pessoas, ou como praticamos certas artes manuais, ofícios e técnicas que se transmitem pela *acção* e se aperfeiçoam pela *prática*.

Apesar de o *conhecimento tácito* ser fruto de um acto consciente, não é inteiramente verbalizável, como o tocar piano. Não obstante, distingue-se dos *processos tácitos* que são largamente não-conscientes [10], uma *via inferior* que funciona em automático, fora da nossa consciência e a grande velocidade.

A linguagem expandiu a inteligência humana para além do domínio do conhecimento tácito, e converteu-se em

instrumento que o homem utiliza para conhecer o mundo, mas a aplicação racional de um tal instrumento é sempre fruto do empenho e do desempenho pessoal. A raiz do conhecimento na pessoa humana, entende Polanyi ser a mesma que leva um ratinho a encontrar a saída de um labirinto. É uma actividade tácita e é sobre este *fundo* que todo o conhecimento humano, mesmo o explícito, consegue estabelecer um contacto com o mundo. Digamos que a linguagem é parasita de material tácito que cada um foi integrando na sua memória de longo prazo, quer na estrutura semântica quer na episódica.

Letras, símbolos matemáticos são *informação*, mas não conferem *sentido* e *significado* a essa mesma informação. É a pessoa, com o seu fundo de conhecimento tácito, a prestar um *sentido* à informação e a conferir-lhe características de conhecimento explícito. Assim sendo, toda a forma de *conhecimento* ou é tácita ou está enraizada num conhecimento que é tácito — «*all knowledge is either tacit or rooted in tacit knowledge*» [11]. Esta ênfase na primazia no carácter tácito do conhecimento científico está diametralmente oposta à obsessão do positivismo, de que todo o conhecimento científico tem um carácter explícito.

Há que reconhecer, porém, em tudo isto, uma inevitável *circularidade*: a necessidade do uso de palavras para exprimir aquele tipo de conhecimento que não se consegue exprimir plenamente de forma verbal.

A ESTRUTURA DO CONHECIMENTO TÁCITO

«Toda a focalização consciente num objecto ou num acontecimento depende da integração tácita de uma apreciável variedade de pormenores subsidiários em ordem a produzir um todo coerente». É precisamente a identificação deste dualismo *focal-subsidiário* que Walter Gulick identifica como a maior revolução que Michael Polanyi produziu nos domínios da Epistemologia [12].

Quando estamos conscientes de alguma coisa (A) para atendermos a

uma outra (B), encontramos-nos conscientes de A de uma forma *subsidiária*. A entidade B que é o centro da nossa atenção *focalizada*, é que confere algum significado de coerência às entidades A, que podem ficar ou não por especificar. Os dois tipos de consciência excluem-se mutuamente. Quando desviamos a nossa atenção de algo (A) de que estávamos a ter consciência de uma forma subsidiária para nele focalizarmos a nossa atenção consciente, o A perde o seu significado prévio, e podemos acabar por exercer um certo tipo de análise destrutiva.

Um bom exemplo para se examinar a estrutura do conhecimento tácito foi apresentado por Polanyi a respeito do uso de um «martelo para pregar um prego» [13]. Quando pregamos um prego estamos cientes do prego e também cientes do *martelo* e das sensações na *palma da mão*. Mas de um modo diferente: o prego estamos dele cientes de um modo *focal*, mais distante e mais central na nossa atenção, e do martelo e das mãos de um modo *subsidiário*, mais próximo e mais difuso, como pormenor. O conhecimento tácito constrói-se nesta relação *dinâmica* de estarmos cientes de um modo focal e de um modo subsidiário, na fusão do subsidiário no focal; de outro modo, o sujeito do conhecimento era incapaz de exercer qualquer modo de acção devido a solicitações desencontradas. Para «agarrarmos» um objecto temos de integrar todas as *pistas* e *sinais* relevantes que nos chegam dele para formar um *todo coerente*.

É no acto de compreensão que melhor se domina a estrutura da teoria do conhecimento de Polanyi, que é a TCT. Possui um carácter tácito o acto de procurarmos «agarrar» as partes separadas (os aspectos particulares ou subsidiários) num todo (focal) coerente e compreensivo. Haverá sempre uma fracção de «particulares» que permanecem inespecificados, mas, paralelamente, quando os particulares conseguem ser isolados e especificados de certo modo acabam por ser eles mesmos modificados neste acto de os delimitar. Porém, o objecto de que temos consciência focal encontra-se sempre especificado.

Como médico de formação universitária e de exercício como médico militar na 1ª Grande Guerra, Michael Polanyi ilustrou bem este tipo de dificuldade. É fácil identificar os diferentes órgãos num corpo humano, mas a relação mútua deles no interior do corpo requer um esforço sustentado de imaginação com base em aspectos parcelares, fruto dos sucessivos estádios de dissecação de um cadáver [14].

Quem articula o focal com o subsidiário é uma pessoa. As artes de *conhecer* e de *fazer* são estruturalmente afins e, de alguma forma, interligam-se entre si [15]. O conhecimento pessoal é uma fusão entre o pessoal e o universal, uma reivindicação para estabelecer contactos com uma realidade exterior à própria pessoa. E as capacidades pessoais para o acto de conhecer têm muito de tácito. Trata-se da *corporalização* do contacto com a realidade. Uma realidade que passa a habitar dentro de nós e com a qual «convivemos» (*indwelling*) e que nos leva a distribuir as nossas «afeições» pelos diferentes pormenores que carecem de ser coordenados num todo.

As coisas que podemos verbalizar conhecemo-las por observação (focal), as que não conseguimos verbalizar, por serem subsidiárias, conhecemo-las por «convivermos» com elas (um *dwelling* sobre elas), formando um fundo de entendimento para o qual as palavras não são necessárias; são interiorizadas e «habitam» na nossa memória de longa duração [16].

É relevante distinguir entre o *conhecimento tácito passivo* que funciona sobre um fundo de *indwelling*, do *conhecimento tácito activo*, como o que adquirimos quando aprendemos a tocar piano, aprendemos a ler mapas, ou a «lançar» no basquetebol. As práticas de síntese química Cp_2MH_2 descritas por Ana Martins são práticas conscientes adquiridas na relação entre mestre e aprendiz, e são, por conseguinte, conhecimento tácito. Mas cada praticante deste tipo de sínteses também funciona mediante *processos tácitos* inconscientes, como os de ordenação muscular, visual e tátil.

O VALOR DO INEXACTO

Polanyi escreveu um pequeno escrito que intitulou o valor do inexacto onde afirmou: «*The subject of chemical concepts as opposed to physical ones has always been fascinating to me because it shows the great value of inexact ideas*» [17]. Para mais à frente acrescentar: «os químicos andaram bem em não se deixarem atemorizar pelos físicos no desiderato de só buscarem “leis exactas”, que parece ser o campo predilecto da Física. Se a Química só tivesse procurado estabelecer “leis exactas”, o seu desenvolvimento e progresso teriam sido de alcance muito diminuto. Procurem ligar dois átomos a um terceiro [um problema de 3-corpos]; o comportamento do sistema é tão complexo que fica para bem longe da “exactidão física”». E, no entanto, representa o paradigma da transformação microscópica em química. A química é um mundo de ideias onde conceitos como «afinidade», «estabilidade relativa», «tendências», etc. são aceites como modos de tradução de certas formas de comportamento químico.

Michael Polanyi trouxe um novo modo cêntrico para organizarmos o conhecimento. Nas ciências cognitivas entende-se que é o *conflito cognitivo* o motor do desenvolvimento do conhecimento humano. Mas a Teoria do Conhecimento vem mostrar que todo o conhecimento explícito foi antecedido por alguma *vaga noção* de uma intuição racional, que carece posteriormente de ser defendida pelo sujeito deste novo conhecimento com convicção pessoal. A *força motriz* do nosso conhecimento são pois noções vagas e incertas e não conceitos precisos e explícitos como as teorias do conhecimento têm vido a propor e que, de alguma forma, mesmo os psicólogos do desenvolvimento não prestam a devida atenção [18].

Aliás este químico húngaro vai mais longe no seu pensamento, após ter tomado contacto com a “Introdução à Lógica” de Tarski e com o teorema de Gödel, ao concluir: «*every logical proof must ultimately have to rely on intuition*» [19], ou em palavras ainda mais fortes, «*our deepest convictions lack all theoretical foundation*» [20].

Neste contexto, Blythe Clinchy advoga que os professores devem também actuar como “pares” perante os seus educandos, permitindo que expressem indecisões e incertezas na formação do seu conhecimento, porque polanyianamente «sabem mais do que conseguem dizer». Se assim actuarem, as crianças tornam-se mais criativas e independentes. Tal é particularmente apropriado no ensino das artes, porque não há um modo único, certo e exacto de abordarmos um sentido estético. O que é relevante é que os estudantes assumam uma dada posição e a saibam defender (o porquê?) perante outros [21]. Tal evita que o estudante caia numa posição de *subjectivismo*, em que as convicções sejam válidas só para o próprio, num relativismo extremo.

Em Polanyi o *conhecimento pessoal* tem uma motivação de “universal” o que, sem impedir o envolvimento activo do sujeito na construção do seu conhecimento, aponta para uma *universalidade* que subtrai o sujeito do conhecimento a uma posição de *subjectivismo* [22]. A noção do conhecimento pessoal e *indwelling* em Polanyi tem profundas semelhanças com a mais recente noção de conhecimento interligado (*connected knowing*) da psicóloga do desenvolvimento Blythe Clinchy [23].

A um nível mais geral, o objectivo assenta mais em as crianças procurarem fazer sentido das noções cognitivas que desenvolvem do que em verificar a validade de tais noções. Tal assenta na criação de climas de *convivialidade* nos quais os estudantes se sentem livres em partilhar os seus processos de aquisição de conhecimento. Um modo colaborativo de aquisição de conhecimento; o objectivo dos estudantes é mostrar o que sabem aos seus professores e não, por parte destes, o procurarem determinar o que os estudantes não sabem. Tudo tem o seu lugar, mas agora o que carece de ser fomentado, por dele carecer o processo educativo, é algum clima de *convivialidade* cognitiva.

O *acto da descoberta* é particularmente rico para o processo de formação de conhecimento mesmo em jovens estudantes, como o mostra

Clinchy em estudos de psicologia do desenvolvimento. Um problema que não suscita uma *intimação* pessoal, não existe como problema. E no acto de intimação, o sujeito ainda vê fragmentos de conceitos e fenómenos dispersos e sem sentido. As imagens mentais que se formam são imagens de circularidade e não imagens lineares de um percurso simples da confusão para o todo coerente. A mente circula à volta do todo coerente, em círculos cada vez mais apertados, e que vão filtrando a informação dispersa, sem que disso se aperceba o estudante, até que num *flash* emerge o sentido coerente da informação com que estava a lidar [24]. A partir deste momento, o estudante adquire *auto-confiança*, apesar de não ter a certeza da validade do conhecimento que assim conseguiu construir.

Neste enquadramento não surpreende que Polanyi tenha reconhecido bem cedo que toda a descoberta científica teve origem em algum *problema vago* (ainda incapaz de formulação) mas que vai actuar como o foco de coerência de todo um outro conjunto de pormenores.

Uma noção central para um melhor entendimento do conhecimento tácito faz apelo a *esquemas* gerais (*gestalt*) para processamento mental da informação, que funcionam como “mapas” ou “modelos” mentais e que proporcionam às pessoas expectativas sobre o que pode vir a acontecer com base em experiências passadas. Tais esquemas processam a informação de um modo heurístico e não algorítmico. Robert Howard admite que tais esquemas, muito gerais, são usados amplamente na percepção, na compreensão, na aprendizagem, na memorização e na resolução de problemas [25].

Polanyi considera três tipos de conhecimento tácito nos animais: i) *trick-learning* (aprendizagem por recurso a truques) que conduz a aprendizagem por desenvolvimento de um padrão de «memória para procedimento», como se verifica em animais na busca de alimento; um rato consegue mover-se num labirinto que na saída tenha a comida que ele pretende; ii) *signal-learning* (aprendizagem por reco-

nhecimento de sinais) que conduz a aprendizagem por desenvolvimento de um padrão de «memória para representação de percepções», como quando animais reconhecem sinais para acasalamento ou de reacções de medo noutros animais; iii) *latent-learning* (aprendizagem latente) que conduz a aprendizagem por desenvolvimento de um padrão de abertura de novos caminhos na memória semântica, na busca de soluções alternativas se as soluções de rotina se encontram bloqueadas [26].

Como os “esquemas” ou “modelos” mentais acima referidos são adquiridos graças a um grande esforço pessoal, são o verdadeiro armazém das *verdades pessoais* duramente conquistadas que cada um defende e pelas quais luta, na convicção que, como referimos, possuem uma validade universal.

Como seres humanos não estamos situados «*nehures*» ou em «*todos os tempos e lugares*» para ajuizar dos méritos das nossas racionalidades e valores, e demonstrar de modo irrefutável a sua verdade. Estamos situados num tempo e numa *cultura* e é a partir daí que fazemos juízos e adquirimos o nosso *conhecimento pessoal* [27].

A participação pessoal do sujeito do conhecimento no conhecimento em que ele próprio acredita não tem pois um fundamento lógico, mas *psicológico*: implica um sentimento de *paixão*. E ficar atormentado por um problema é estar convicto ter esse problema uma solução, e *alegrar-se* com a descoberta da solução é aceitar que ela é verdadeira, mesmo sabendo poder estar errada [28]. Como o conhecimento pessoal é guiado por este tipo de paixão humana não é inteiramente *objectivo*, mas ao estarmos convictos da sua universalidade também não é inteiramente *subjectivo* [29].

Neste modo teórico de pensamento, «como podemos conhecer os objectos que nos são exteriores, se a nossa consciência deles é sempre interna?». A resposta polanyiana baseia-se numa correcta compreensão da dimensão tácita do nosso contacto com a realidade. O nosso corpo é

como se fosse o *instrumento* do duplo contacto com a realidade, porque participa plenamente na vida da nossa mente e contacta mediante os órgãos sensoriais com a realidade exterior. Convivemos (*dwelling*) na nossa memória interior com a realidade a que pretendemos prestar atenção e explorar, distribuindo o consciencial pelo focal e pelas facetas subsidiárias [30]. A corporalização tácita faz essa transição da realidade exterior para o interior mental.

O PAPEL DO CONHECIMENTO TÁCITO EM EDUCAÇÃO

O conhecimento tácito está presente em todos os processos de *aprendizagem* e de *realização* humana, pelo que é central ao processo educativo, apesar de muito ignorado. É vital conhecermos as raízes deste modo de conhecimento, para melhor o desenvolvermos. Outro contributo importante da TCT em qualquer projecto educativo é corrigir a visão de uma falsa objectividade para o conhecimento científico que o positivismo trouxe à humanidade, assumindo-nos como *robots* insencientes. Quer o *positivismo* quer o *cientismo* são filosofias que rejeitam os processos e o conhecimento tácitos como subjectivos e pouco credíveis, tendo-nos arrastado para uma ciência desumanizada e abissalmente distante das ciências do homem e da sociedade e, inevitavelmente, da religião. E, no entanto, a nossa própria linguagem depende vitalmente de processos e conhecimentos tácitos. Se observamos um objecto para o conhecermos, evocamos *palavras* e conseguimos descrevê-lo; mas se “convivermos” com as facetas subsidiárias, elas figuram num fundo de entendimento para o qual não são requeridas palavras [31].

Na perspectiva de Polanyi, dado que os métodos da inquirição científica não conseguem ser formulados plenamente de um modo explícito, carecem de ser transmitidos como se de uma arte se tratasse, através da afiliação de um discípulo a um mestre [32]. Daí o papel da *tradição* — o que vale a pena preservar e ser transmitido entre gerações — em ciência, mas de uma

tradição tácita transmitida através de uma relação de *autoridade* criada entre o mestre e o aprendiz; «uma autoridade que cultiva a originalidade» [33], e uma originalidade que tenha uma função. Uma tal aprendizagem requer uma associação pessoal do aprendiz aos seus mestres, quer no pensamento quer nas práticas científicas. Nada melhor para ilustrar este papel da tradição em ciência que atentarmos na “**Genealogia Científica de Alberto Romão Dias (1970-2007)**” que tão gentilmente o meu colega Carlos Romão me cedeu para este efeito.

Tudo isto ilustra o papel e a importância da *formação e preservação de escolas* mesmo nos domínios das ciências da natureza, problemática a que a Universidade Portuguesa dos nossos dias parece tão alheia, mormente no tocante à renovação geracional. Mas comecemos por exemplos paradigmáticos, mais próximos do campo das artes.

Não obstante os enormes progressos científicos e tecnológicos dos últimos 300 anos e com os correspondentes poderosos meios de análise física e química, não se conseguiu recuperar a tradição artesanal do fabrico de instrumentos de corda, violinos e violoncelos, de Antonio Stradivari, os famosos *stradivarius*, de que existem ainda mais de 600 instrumentos em todo o mundo, mas apenas seis deles com a resina que lhe deram a fama pela pureza e riqueza dos sons que produziam, muitos deles mesmo inaudíveis ao ouvido humano. Quando se rompe a cadeia de transmissão de mestre a aprendiz, corre-se o risco de perder por completo toda uma tradição relevante, como este caso bem patenteia.

O filósofo Karl Popper, quando ainda professor na Nova Zelândia, chamou a atenção para o *carácter local* de algumas tradições, difíceis de transpor facilmente entre comunidades. Ao tempo teria mandado vir dos Estados Unidos uns discos de música de Mozart. O maestro que havia dirigido a orquestra durante as gravações não devia ter sido exposto a uma tradição mozartiana, pelo que a música souu

horriavelmente a Popper. Uma pauta musical — uma tradição explícita — não basta! Carece-se de uma *tradição tácita* transmitida através de uma relação entre mestre e aprendiz. Mas dado o papel que Popper atribuiu às teorias científicas [34], permaneceu inexplicado o carácter local e não universal das tradições científicas.

Nos domínios das ciências “exactas”, atentemos no caso da estrutura de raios-X: «*all structures are equal from their coordinates, but some structures are more equal than others!*» [35]. E os autores procuram justificar a sua afirmação do frontispício nos seguintes termos: «*The availability of X-ray derived structural information on protein-ligand complexes is increasing, and this is a useful tool in lead optimization. However, the ambiguities associated with structural models derived from X-ray data may not be fully appreciated. The process of deriving an atomic model from electron density data disguises uncertainties in the identity and position of ligand, water, and protein atoms. The observed ligand and protein conformation can be affected by crystallization conditions. It can be difficult for even the most conscientious medicinal chemist to avoid drawing misleading conclusions*». Também nestes domínios há facetas de inexactidão que o conhecimento pessoal, habitante no seio de uma boa escola científica, consegue suplantar.

Na perspectiva da preservação de tradições de conhecimento científico, Michael Polanyi foi bem mais longe do que Karl Popper, pois não se confinou às tradições das hipóteses e teorias científicas; abordou também a *arte da transmissão da própria investigação científica* e, deste modo, é fácil entender o carácter local de uma tradição científica. Ao requerer uma aprendizagem de mestre e aprendiz, inevitavelmente é lenta a sua difusão. Resumindo: «A tradição explícita é global; a tradição tácita é local» [36].

A tradição da síntese dos compostos Cp_2MH_2 possui também este tipo de carácter local que, como acima referimos, se reconhece bem na genealogia científica de Malcom Green, Alberto Romão Dias, Carlos Romão e outros discípulos.

Há, porém, uma outra ordem de razões para relevar o papel da química no processo educativo. O de contribuir para superar o fosso entre as ciências da natureza e as humanidades e, conseqüentemente, a *incomensurabilidade* entre certas formas de vida, e as incoerências que a aceitação de tais filosofias têm acarretado ao mundo [37]. Mesmo sem recorrermos ao apelo de uma Terceira Cultura [38].

SUPERAR O DISTANCIAMENTO ENTRE CIÊNCIAS DA NATUREZA E HUMANIDADES

O *positivismo* surgiu como desenvolvimento filosófico do chamado “Século das Luzes”, movimento que enfatizou a razão e a ciência como formas de explicar o universo. O positivismo é muito um fruto de se ter erguido a Física como parte principal da Filosofia. A Física é uma ciência altamente matematizada e de grande carácter abstracto. Isto é necessário neste tipo de ciência, que carece de tempo para especular e confrontar as suas especulações com experiências complicadas, com observações astronómicas ou, nos nossos dias, com recolha de informações no espaço através de sondas. Mas contrasta com o modo de funcionamento de uma ciência irmã mais nova, a Química, que ao fugir das “leis exactas”, está mais próxima dos fenómenos e mais algemada pelo confronto amíduo com a experimentação laboratorial, não permitindo “flutuações” tão longe do homem e da sociedade como as da Física.

Claro que o sucesso da mecânica galilaica e newtoniana, muito fomentou esta perspectiva de *desumanização* das ciências. O progresso e a iluminação que as mesmas ciências trouxeram à humanidade, acabaram por desembocar também em práticas de contra-luz: a «inversão moral» nos regimes totalitários que assolaram o mundo ocidental no século XX [39]. Esperava-se que as práticas de «matar em nome de Deus», notórias durante a Idade Média, evoluíssem de outro modo e cessassem. Mas quer no passado quer no presente, tais inversões sempre esqueceram o Homem e, muitas vezes, foi invocada e usada a Ciência para as jus-

tificar, pois pareciam decorrer de “leis naturais da sociedade”.

Neste contexto histórico de desumanização das ciências da natureza não admira que se tenha gerado um fosso entre estas e as humanidades como C. P. Snow bem atentou na sua famosa conferência sobre “As Duas Culturas”.

Mas preservar um certo modo de produzir conhecimento sobre o mundo — a essência de uma qualquer tradição — é um acto da razão, uma escolha tão válida como um acto revolucionário ou de renovação [40]. A transmissão de uma tradição científica na sua componente explícita ou articulável de proposições só se torna efectiva e eficaz quando inserida na componente não-articulável da tradição científica — as capacidades e aptidões para levar a cabo a investigação científica e para reconhecer problemas relevantes, as *intuições* de criatividade que conduzem às descobertas e inovações, bem como o *etos* das comunidades científicas, que abarca uma forte componente ética de honestidade intelectual e de um amor à procura e à defesa da verdade ou daquilo que se julga como tal, uma adesão à veracidade.

Com efeito, mesmo nas ciências da física encontramos sinais da presença da componente tácita na feitura desta ciência, nas suas tradições científicas. Por exemplo, a existência de famílias científicas de Prémios Nobel da Física, como Compton, Lawrence e Seaborg/McMillan/Libby. Em química, a componente tácita é ocasionalmente mais notória do que em física, mas é no campo da medicina que o papel do conhecimento tácito surge de forma mais ampla e constante: práticas cirúrgicas, radiografias e outras imagiologias, meios não-invasivos de diagnóstico, etc.. Compreende-se que tenha sido um médico, que veio a ser químico-físico, a reconhecer estas componentes tácitas como *conhecimento* e não apenas como “*artes*”. Aliás o tomá-las como “*meras artes*”, mais acentua a separação entre ciências e humanidades. E mesmo nestas condições optimizadas, não foi fácil para Polanyi a conquista de um tal entendimento.

Como decorre do que temos vindo a apresentar, nós professores carecemos de recuperar a *dimensão humana* do conhecimento e, nomeadamente, do conhecimento científico, ou por outras palavras, lançar pontes para uma *humanização da ciência*. Um campo privilegiado é, no entender de Michael Polanyi, o da *descoberta científica*, o verdadeiro paradigma da aquisição do conhecimento. Nela os conceitos, os cientistas e as estruturas sociológicas da ciência estão sujeitos a enormes tensões. Quando reflectidos através de um apropriado sistema filosófico, como o da «filosofia heurística» que temos vindo a apresentar, recolhemos as tais lições de humanização que procuramos. É que a ciência está assente em *sistemas de convicções* nos quais explicações e teorias contrárias aos paradigmas vigentes são rejeitadas ou ignoradas, mesmo que correctas e provadas. Foi isto que procurámos fazer em “Nos Bastidores da Ciência. 20 Anos Depois” [41]. O que a obra vos conta são diversas histórias, entrançadas com a história de uma controvérsia científica, que essencialmente se passou durante estes 20 anos, muito nos bastidores da ciência. O fulcro do confronto dá-se entre ISM (*interaction- and intersecting-state model*) — uma teoria sobre velocidades de reacções químicas desenvolvida nos começos de 1986 por mim e pelos meus colaboradores em Coimbra — com a Teoria de Marcus, no campo da transferência de electrões, que havia recebido o Prémio Nobel da Química em 1992. De novo a química se revela uma ciência muito apropriada para tais desideratos.

A TCT rejeita a existência de uma qualquer *descontinuidade* entre as ciências da natureza e as humanidades. Em palavras dos seus biógrafos «Polanyi *opposed envisioning the humanities, especially the discipline of history, as radically different from the natural sciences. Instead, he believed that the many levels of reality revealed by the tacit knowing provide for a continuum of disciplines from physics and chemistry through biology to the behavioral sciences and the humanities*» [42]. As duas culturas diferem entre si no grau de *participação pessoal*; maior no caso das ciências sociais e

da história e menor na matemática ou na física. Porém, não há descontinuidade, porque em todas há sempre a participação pessoal do investigador, que não se consegue extirpar nem é desejável procurar fazê-lo [43]. Em suma, o conhecimento pessoal é uma fusão entre o pessoal e o universal, uma reivindicação para estabelecer contactos com uma realidade exterior à própria pessoa.

«O acordo *tácito* e as paixões intelectuais, a partilha de uma língua e de uma herança cultural, a filiação a uma comunidade que pensa do mesmo modo: tais são os impulsos que moldam a nossa visão da natureza das coisas em que nos apoiamos para dominarmos as próprias coisas. Qualquer inteligência, mesmo crítica e original, tem de operar dentro de um tal *quadro fiduciário*» [44]. Para logo de seguida afirmar, «se bem que a aceitação deste enquadramento seja a condição para se construir alguma forma de conhecimento, esta *matriz não possui auto-evidência*» [45].

Não obstante, por aplicação de «análise de agrupamentos» (*cluster analysis*) à importância relativa das áreas científicas em diferentes países europeus, encontramos semelhanças e diferenças que, quando representadas mediante dendrogramas, conseguem tornar evidentes certas marcas culturais, geográficas, linguísticas e históricas, na ciência europeia, em consonância com a *ausência de descontinuidade* entre ciências da natureza e ciências do homem e da sociedade [46].

No domínio das artes requer-se *um esqueleto*, um certo padrão formal, como a rima ou a métrica num poema, a tela numa pintura, um contexto litúrgico ou ritual em cerimónias religiosas. É este esqueleto artificial que destaca estes trabalhos artísticos e actos religiosos dos ambientes do quotidiano e que permite a *apreciação estética*. Devido a este distanciamento e cesura do quotidiano, as artes, o religioso, os mitos possuem significações que são trans-naturais, em contraste com as percepções correntes e em ciência [47].

Não necessitamos de recrear a visão imaginativa de Newton a entender e

aplicar as suas leis do movimento à gravitação, ou a intuição que levou Bell a inventar o telefone; mas quando apreciamos uma obra de arte de um Miguel Angelo ou uma sinfonia de Beethoven temos de exercer muito da nossa imaginação e emoção estética [48].

Polanyi coloca ainda outra distinção de grau entre ciências e humanidades. Quando empregamos uma palavra para designar um objecto, não prestamos especial atenção à componente subsidiária, a palavra. A componente focal, o objecto, é que tem um interesse intrínseco neste caso. Trata-se do caso de uma *indicação*. Já se pensarmos na bandeira de um país, não prestamos grande atenção à componente focal, o pano da bandeira, mas sim às componentes subsidiárias, o país e os seus cidadãos. Trata-se do caso de uma *simbolização*. No caso de uma metáfora é o simbólico que quase esgota toda a nossa atenção. Tudo são distinções entre ciências e humanidades, mas que não estabelecem um fosso entre estes dois grandes campos de actividade intelectual [49].

Gulick vai no mesmo caminho ao referir que na apreciação de uma qualquer obra de arte, o artista ou o crítico tem de apreciá-la segundo uma perspectiva estética, na qual confronta as emoções pessoais que a obra lhe suscita (a “voz” colectiva dos aspectos *subsidiários* que reconhece de forma tácita), com a concepção de significado e propósito da obra em si, como objecto ou monumento de arte, segundo padrões de maior universalidade [50]. Padrões tais como a *melancolia* e a *nostalgia* em poesia do romantismo, a *impressão visual* na pintura impressionista, o contraste de cores no fauvismo de Matisse, uma intenção plástica de *emoção teatral* na arquitectura do barroco, etc., etc..

A CIÊNCIA COMO ARTE

Já referimos no início deste trabalho, que por vezes retiramos vantagens em «pensar a ciência como arte». O aforismo «*All art is caricature*», também é válido em ciência, pois as teorias e os modelos científicos mais não

são do que *caricaturas* da realidade, do mundo e dos seus fenómenos. Como é que um *cartoonista* produz uma caricatura de uma face famosa como a de Einstein ou de Pavarotti? De um modo tácito e inconsciente, faz uma “média” de todas as faces e subtrai da média a face a desenhar, amplificando e enfatizando seguidamente as diferenças [51]. Tal pode dizer-nos mais sob o ponto de vista emocional do que uma fotografia a cores do próprio, apesar desta conter mais informação do que a caricatura.

Nos processos de aprendizagem animal, consegue-se que um rato discrimine um rectângulo (digamos 3x2) de um quadrado, graças a uma recompensa sempre que seja bem sucedido na tarefa. Paradoxalmente, o que se verifica é que o rato passa a responder ainda melhor a um rectângulo mais acentuado (digamos 4x1) do que ao prototipo utilizado no treino. Tal mostra que este animal não “aprendeu” o prototipo, mas sim a *regra da rectangularidade*, num denominado *peak-shift effect* [52].

De algum modo, dado os limitados recursos dedicados à *atenção* no cérebro, bem como aos limites espaciais nos circuitos neuronais para lidarem com diferentes modos de representação competitivos, invocam Ramachandran e Hirstein que a cada etapa do processamento de informação se gera um: «Olha, atenção! Há aqui uma *pista* para qualquer coisa que potencialmente pode ser um sinal proveniente de um objecto». Tal vai activar o *sistema límbico*, e acaba por chamar a nossa atenção para aquela região do cérebro que foi activada ou para aquele aspecto que activou uma região do sistema límbico, facilitando o processamento subsequente daquelas regiões e aspectos [53].

Outro aspecto essencial do *reconhecimento de padrões* diz respeito à percepção visual e à *colagem (binding)* do padrão. Consideremos uma imagem com uma série de manchas um pouco difusas de folhas de árvore e de um dalmata a cheirar algumas dessas folhas caídas no chão. Inicialmente vemos uma salganhada caótica de borrões. O número de possibilidades

de agrupamento de tais borrões é infinito, mas uma vez que consigamos discernir o cão, nunca mais esta *colagem* de borrões se desfaz na nossa mente quando olhamos para a imagem. E quando discernimos uma tal colagem com o dalmata, emerge um aah! interior — uma emoção estética.

Também em ciência surgem por vezes tais emoções aquando de alguma descoberta ou do develar de uma relação escondida. Eu mesmo relatei uma tal experiência pessoal a respeito de ISM [54]. É que o ponto crucial na noção de *realismo* no pensamento polanyiano não assenta na quantidade de manifestações apresentadas por uma dada entidade, mas no carácter de *surpresa* de que essas manifestações se revestem. Nomeadamente, manifestações de beleza, harmonia e coerência intelectuais são indicativos de um contacto com a realidade.

O cérebro dos primatas tem mais de uma dúzia de áreas visuais, dedicadas a diferentes tipos de visão: movimento, cor, profundidade, forma, etc.. Tais áreas estão possivelmente aptas a extrair correlações em espaços multidimensionais. Num mapa topográfico normal, as regiões próximas no espaço físico ficam também juntas no nosso cérebro. Mas em mapas não-topográficos, como um mapa de cores que funciona à base de comprimentos de onda, pontos com a mesma cor, mesmo que fisicamente distantes uns dos outros, são agrupados na mesma região cerebral para a visão de cores. É esta proximidade em diferentes dimensões que parece estar envolvida na colagem do padrão do dalmata [55].

Em arte, tal como na ciência, além do *peak-shift effect* e do *binding* carece-se de *isolar* uma única modalidade visual, antes de tacitamente amplificarmos o sinal numa tal modalidade. Bem sabemos que em arte um mero *contorno* ou um *esquisso* podem ser esteticamente muito mais apelativos de que uma fotografia muito mais rica em informação. É que em arte, a informação redundante acaba por distrair os nossos limitados recursos mentais dedicados à atenção dos atributos relevantes de um dado objecto. O mesmo acontece em ciência, pelo que

temos de recorrer, por vezes, a *caricaturas de caricaturas* para encontrar o essencial.

Um princípio da psicologia da forma (psicologia Gestalt [56]) a que Michael Polanyi recorre com frequência na TCT: «*The particulars of a pattern or a tune must be apprehended jointly, for if you observe the particulars separately they form no pattern or tune*» [57]. Ou por outras palavras: «*The perception of wholes can be destroyed by persistent emphasis on the constituent elements, which releases them from the band which the mind instinctively clasps around them*» [58]. Recorremos ao mesmo tipo de princípio cauteloso — «a percepção de um todo pode ser destruída por uma demasiada ênfase nos elementos que o constituem» — para alcançar um *entendimento químico* no contexto do formalismo ISM, por contraposição a uma visão electrostática da química computacional [59].

Outro princípio importante em arte é o do recurso ao *contraste* para extrair informação em ordem a uma «colagem» correcta [60]. É que a informação no sentido que lhe conferiu Shannon, existe preferencialmente em bordas e em zonas de transição do que em regiões de homogeneidade, pelo que essas regiões são mais interessantes e devem merecer em especial a nossa atenção. Os artistas exploram estímulos em contrastes de cores, de texturas, de luminosidade, etc.. Os cientistas encontram tais estímulos em condições extremas, nas fronteiras, em anomalias, previsões arrojadas, etc.. Apelando de novo à minha experiência pessoal, encontrareis muitos destes estímulos na controvérsia científica de ISM com a Teoria de Marcus para reacções de transferência de electrão [61].

Em suma, na Teoria do Conhecimento Tácito encontramos uma maior riqueza conceptual e uma outra solidez de “teoria de pensamento” do que em outras filosofias das ciências que marcaram a visão contemporânea da Ciência. E encontramos conceitos novos, como o do conhecimento tácito, racionalizadores de perspectivas aparentemente mais obscuras do comportamento dos cientistas, amiudadas

vezes como artesãos de ciência. A TCT é mais profunda na essência dos nossos modos de conhecer e de construir o conhecimento como seres vivos, indo mesmo para além do modo de ver em paralelo a «ciência como arte», pois se situa nos campos do epistemológico e do ontológico.

Trata-se de um sólido fundamento para lidar com a complexidade do conhecimento científico nas sociedades hodiernas, abarcando as relações entre ciência e religião, que se revestem de particular acuidade nos dias de hoje, e diria ainda no diálogo inter-religioso, pois todas as religiões partilham em comum o tácito do Sagrado, o que na busca do Mistério não está cerzido com a linguagem humana. Nós mesmos temos cultivado, em língua portuguesa, alguma da primeira vertente desta problemática na linha da TCT de Polanyi [62]. Em língua inglesa merece destaque a obra de Esther Meek [63]. O químico teórico C. A. Coulson, desde cedo desejou que *Personal Knowledge* se convertesse num «*germ of a new Christian apologetic, relevant for to the twentieth century*» [64]. O alerta para este tema não me parece desapropriado, dado toda esta temática me ter sido suscitada num terra de culto, como é hoje Fátima.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus colegas Carlos Romão e Ana Margarida Martins todo o apoio e contributos na materialização deste tributo ao seu pai e avô-científico. A minha gratidão vai igualmente para o meu colega Correia Cardoso pelas reflexões que produziu sobre uma versão preliminar deste trabalho e que me suscitaram outras reflexões e aprimoramentos.

REFERÊNCIAS

[1] D. Costa Pereira, “Nova Educação na Nova Ciência para a Nova Sociedade. Fundamentos de uma Pedagogia Científica Contemporânea”, Vol. 1, Editora da Universidade do Porto, Porto, 2007. O autor aborda nas págs.

288 e 329, num contexto distinto, e a propósito do *modo-3* de conhecimento, a «importância do conhecimento tácito das empresas japonesas».

[2] W. B. Gulick, “Signals, Schemas, Subsidiaries, and Skills: Articulating the Inarticulate”, *Tradition & Discovery* **33**(3) (2006-2007) 44-62; pág. 44; disponível no site da *Polanyi Society*, <http://www.missouriwestern.edu/orgs/polanyi/>, que procura divulgar o pensamento filosófico deste cientista.

[3] Fernando Pessoa, em “Apreciações Literárias. Bosquejos e Esquemas Críticos”, Editora Estante, Aveiro, 1990, pág. 16.

[4] Ernst Peter Fischer, “Die andere Bildung. Was man von Naturwissenschaften wissen sollte”, Ullstein, Berlin, 2003, pág. 434; citado por Peter Hanenbergh, “Sobre a utilidade das teorias cognitivas na aplicação à literatura e à historiografia”, *Cadernos do CIEG* (Centro Interuniversitário de Estudos Germanísticos) **16** (2005) 9-22.

[5] M. Polanyi, “Personal Knowledge. Towards a Post-critical Philosophy” (PK), Routledge & Kegan Paul, Londres, 1958, ed. compulsada 1969.

[6] M. Polanyi, “The Tacit Dimension. The Terry Lectures”, Yale University, 1962. London: Routledge & Kegan Paul, Garden City, NY: Doubleday, 1966.

[7] W. Taussig Scott e M. X. Moleski (S.J.), “Michael Polanyi. Scientist and Philosopher”, Oxford Univ. Press, New York, 2005, págs. 187, 188.

[8] S. J. Formosinho, “Pensar e Olhar a Ciência”, Oração de Sapiência, Universidade de Coimbra, 19 de Setembro de 2007; http://antigos-estudantes.uc.pt/media_uc/discursos/070919DO.pdf; acesso em 8 de Dezembro de 2007.

[9] S. Formosinho, “Nos Bastidores da Ciência. 20 Anos Depois”, Imprensa da Universidade de Coimbra, Coimbra, 2007, págs. 265, 266; site da Imprensa da Universidade de Coimbra <http://www.imp.uc.pt/livraria/?lang=PT>.

[10] Gulick, *ob. cit.*, pág. 44. Em meu entender, muito possivelmente o conhecimento tácito não é inteiramente computorizável.

[11] M. Polanyi, “Knowing and Being” (KB), Routledge, London, 1969, pág. 144.

[12] Gulick, *ob. cit.*, pág. 45.

[13] Polanyi, PK, *ob. cit.*, pág. 88, 92.

[14] Polanyi, KB, *ob. cit.*, pág. 124.

[15] Polanyi, KB, *ob. cit.*, pág. 126.

[16] Gulick, *ob. cit.*, pág. 45.

[17] Michael Polanyi, “The Value of the Inexact”, *Tradition & Discovery* **18**(3) (1992) 35-46.

[18] Blythe McVicker Clinchy, “Pursued by Polanyi”, *Tradition & Discovery* **34**(1) (2007-2008) 54-67; pág. 55.

[19] Taussig Scott e Moleski, *ob. cit.*, pág. 205.

[20] Taussig Scott e Moleski, *ob. cit.*, pág. 259.

[21] Clinchy, *ob. cit.*, pág. 56.

[22] Zhenhua Yu, “Feminist epistemology in a Polanyian perspective”, *Tradition & Discovery* **34**(1) (2007-2008) 49-53; pág. 50.

[23] Esther L. Meek, “Cultivating connected knowing in the classroom”, *Tradition & Discovery* **34**(1) (2007-2008) 40-48; págs. 40, 41.

[24] Clinchy, *ob. cit.*, pág. 57.

[25] R. W. Howard, “Concepts and Schemata: an Introduction”, Cassell, Londres, 1987, pág. 176; Clinchy, *ob. cit.*, pág. 51.

[26] Polanyi, PK, *ob. cit.*, págs. 71-77; Gulick, *ob. cit.*, pág. 51.

[27] Araminta Stone Johnston, “Theory, rationality, and relativism”, *Tradition & Discovery* **20**(3) (1993-1994) 16-28; pág. 26.

[28] Polanyi, PK, *ob. cit.*, pág. 300.

[29] Araminta Stone Johnston, *ob. cit.*, pág. 25.

[30] Taussig Scott e Moleski, *ob. cit.*, pág. 248.

[31] Gulick, *ob. cit.*, pág. 48.

[32] M. Polanyi, “Science, Faith and Society”, Oxford University Press, Oxford, 1946, pág. 46; Clinchy, *ob. cit.*, pág. 59.

[33] Polanyi, KB, *ob. cit.*, pág. 66; Clinchy, *ob. cit.*, pág. 59.

[34] Convém relembrar que a metodologia do falsificacionismo das teorias científicas de Popper assenta na objectividade de carácter impessoal da ciência e na infalibilidade do cientista.

[35] A. M. Davis, S. J. Teague e G. J.

- Kleywegt, "Application and Limitations of X-ray Crystallographic Data in Structure-Based Ligand and Drug Design", *Angew. Chem. Int. Ed.* **42** (2003) 2718-2736; agradeço ao meu colega Prof. Hugh Burrows a indicação desta referência.
- [36] Zhenhua Yu, "Tradition, authority and originality in a post-critical perspective", *Tradition & Discovery* **32**(3) (2005-2006) 40-56; pág. 43.
- [37] Gulick, *ob. cit.*, pág. 48.
- [38] Ver, por exemplo, Costa Pereira, *ob. cit.*, págs. 365-387.
- [39] Polanyi, PK, *ob. cit.*, pág. 227.
- [40] Zhenhua Yu, "Tradition, authority and originality in a post-critical perspective", *ob. cit.* pág. 41.
- [41] Formosinho, "Nos Bastidores da Ciência. 20 Anos Depois", *ob. cit.*.
- [42] Taussig Scott e Moleski, *ob. cit.*, pág. 231.
- [43] A. Sanders, "Science, Religion and Polanyi's Comprehensive Realism", *Tradition & Discovery* **26**(3) (1999-2000) 84-93; pág. 86.
- [44] Polanyi, PK, *ob. cit.*, pág. 266.
- [45] Itálico nosso.
- [46] Formosinho, Oração de Sapiência.
- [47] Yu Zhenhua. "Two Cultures Revisited": Michael Polanyi on the Continuity Between the Natural Sciences and the Study of Man", *Tradition & Discovery* **28**(3) (2001-02) 6-19; págs. 13, 14.
- [48] Yu Zhenhua. "Two Cultures Revisited", *ob. cit.*; pág. 13.
- [49] Yu Zhenhua. "Two Cultures Revisited", *ob. cit.*; pág. 14.
- [50] Gulick, *ob. cit.*, pág. 55.
- [51] V.S. Ramachandran e William Hirstein, "The Science of Art. A Neurological Theory of Aesthetic Experience", *Journal of Consciousness Studies* **6**(6-7) (1999) 15-51.
- [52] Ramachandran e Hirstein, *ob. cit.*, pág. 18.
- [53] Ramachandran e Hirstein, *ob. cit.*, pág. 23.
- [54] Formosinho, "Nos Bastidores da Ciência. 20 Anos Depois", *ob. cit.*, págs. 164-169.
- [55] Ramachandran e Hirstein, *ob. cit.*, pág. 22.
- [56] Palavra de origem alemã que «significa uma integração de partes em oposição à soma do "todo"».
- [57] Polanyi, PK, *ob. cit.*, pág. 57.
- [58] Taussig Scott e Moleski, *ob. cit.*, pág. 188.
- [59] Sebastião Formosinho, "Nos Bastidores da Ciência. 20 Anos Depois", *ob. cit.*, págs. 121-138; Luís Arnaut, Sebastião Formosinho e Hugh Burrows, "Chemical Kinetics. From Molecular Structure to Chemical Reactivity", Elsevier, Amsterdam, 2007, especialmente caps. 6 e 7, págs. 295-305 e 379-383; L. G. Arnaut e S. J. Formosinho, "Understanding Chemical Reactivity: The Case for Atom, Proton and Methyl Transfers", *Chem. Eur. J.*, submetido a publicação.
- [60] Ramachandran e Hirstein, *ob. cit.*, pág. 25.
- [61] Formosinho, "Nos Bastidores da Ciência. 20 Anos Depois", *ob. cit.*, cap. 6 e págs. 399-405.
- [62] S. J. Formosinho e J. Oliveira Branco, "O Deus que não temos", Editorial Bizâncio, em publicação; S. J. Formosinho, "O Conhecimento Tácito em Michael Polanyi. Uma terapia epistemológica para as relações entre a ciência e a religião", *Estudos*, Nova Série, CADC.
- [63] E. L. Meek, "Longing to Know. The philosophy of knowledge for ordinary people", Brazos Press, Grand Rapids, MI, 2004
- [64] Taussig Scott e Moleski, *ob. cit.*, pág. 231.

ACTUALIDADES CIENTÍFICAS

PEQUENO E SENSÍVEL

Um protótipo de um pequeno sensor que pode detectar com rapidez quantidades diminutas de gases perigosos, nomeadamente químicos industriais tóxicos e agentes químicos de aplicação bélica, está a ser desenvolvido por investigadores do *Massachusetts Institute of Technology*. Este aparelho combina cromatografia gasosa e espectrometria de massa em sistemas com o tamanho de um rato de computador.

A miniaturização dos detectores de gases torna a sua aplicação muito mais fácil, já que possibilita a sua instalação generalizada através de edifícios ou de zonas abertas. A redução

de tamanho destes aparelhos também limita o seu consumo energético e potencia a sua sensibilidade na detecção de concentrações muito baixas de gases. As versões comuns de equipamentos GC-MS portáteis são de resposta lenta (15 minutos), volume considerável e consumo energético elevado (10000 J). O novo modelo de sensor é significativamente mais pequeno, consome muito menos energia (aproximadamente 4 J) e produz resultados em 4 segundos.

A equipa de investigação, constituída por Akintunde Ibitayo Akinwande, professor de Ciência de Computadores e Engenharia Electrotécnica e Luis Velasquez-Garcia, espera reduzir ainda mais o tamanho do detector, possivelmente até à escala

de uma caixa de fósforos.

Após a fase de desenvolvimento, que se espera durar ainda mais dois anos, este aparelho pode ser utilizado para a protecção de águas de abastecimento, diagnósticos médicos ou para a detecção de gases perigosos em ambientes industriais ou urbanos. (adaptado de *webzine Reactive Reports* **72**, 2008).

Paulo Brito

XXVII Simpósio da Scientific Instrument Commission

Museu de Ciência
Universidade de Lisboa

16-21 Setembro 2008



(Fotos esq. para direita: J. Sotomayor, A. Cabral & P. Cintra)

Este ano, o Museu de Ciência da Universidade de Lisboa vai acolher o **XXVII Simpósio da Scientific Instrument Commission (SIC2008)**. A Scientific Instrument Commission faz parte da União Internacional de História e Filosofia da Ciência (IUHPS) e tem como principais objectivos o estudo, documentação, preservação e valorização das colecções de instrumentos científicos, bem como promover a sua utilização como fonte para a história da ciência.

O encontro **SIC2008** vai reunir em Lisboa cerca de 120 dos mais importantes especialistas mundiais em instrumentos científicos e também prestigiados historiadores da ciência. É a primeira vez que uma reunião com este tema e esta importância se realiza em Portugal.

O Museu de Ciência da Universidade de Lisboa pretende, com este encontro, para além de aprofundar e consolidar o nosso conhecimento sobre instrumentos, divulgar o património científico português junto da comunidade científica internacional e também promover estudos de instrumentos e cultura material junto de jovens historiadores da ciência portugueses.

O Programa vai incluir visitas às mais importantes colecções de instrumentos científicos em Portugal:

- Museu de Ciência da Universidade de Lisboa, incluindo o recentemente inaugurado Laboratório Chimico da Escola Politécnica
- Museu de Marinha, Lisboa

- Museu de Metrologia do Instituto Português de Qualidade, Caparica
- Museu de Farmácia, Lisboa
- Observatório Astronómico da Ajuda, Lisboa
- Colecção de Instrumentos Científicos do Instituto Superior Técnico, Lisboa
- Gabinete de Física da Escola Secundária Passos Manuel, Lisboa
- Museu da Academia das Ciências de Lisboa
- Museu da Ciência da Universidade de Coimbra
- Museu de Física da Universidade de Coimbra
- Colecção de Astronomia da Universidade de Coimbra
- Museu de Ciência da Universidade do Porto
- Museu da Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto
- Museu Parada Leitão, Instituto Superior de Engenharia, Porto

Para mais informações e inscrições:

<http://chcul.fc.ul.pt/sic2008>

sic2008@museus.ul.pt

SIC2008 é organizado em colaboração com o Centro de História da Ciência da Universidade de Lisboa.



SIC2008 é apoiado por:



UNIVERSIDADE
DE LISBOA



UNIVERSIDADE DE COIMBRA

U. PORTO

FCT

Fundação para a Ciência e a Tecnologia
MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E ENSINO SUPERIOR



FUNDAÇÃO
CALOUSTE
GULBENKIAN

MUSEU DA CIÊNCIA
UNIVERSIDADE DE COIMBRA



Museu Nacional
de História Natural



PORQUE É QUE O “FLUORENO” SE CHAMA ASSIM, QUANDO NÃO FLUI, E NEM TODAS AS SUBSTÂNCIAS QUE CHEIRAM MAL SE CHAMAM “BROMO”?

BERNARDO JEROSCH HEROLD*

O Secretariado da IUPAC envia-me frequentemente perguntas sobre nomenclatura química recebidas pelas mais diversas pessoas. Assim, um dia, um estudante da Universidade de Edimburgo enviou à IUPAC um protesto contra a manutenção do nome comum “fluoreno” ou “fluoreno-9H” na nomenclatura IUPAC dos compostos orgânicos, em lugar dum nome que desejava que fosse mais sistemático.¹ Mesmo assim, reconheceu que, eventualmente, uma alteração desse tipo podia ser complicada. No entanto, não deixou de lançar o desafio à IUPAC.

Respondi-lhe demonstrando que não seria apenas necessário eliminar o nome fluoreno da lista de “nomes triviais e semi-sistemáticos retidos”[1] da IUPAC, mas que, além disso, as próprias regras para a atribuição de nomes a ciclos fundidos teriam que ser alteradas de tal forma que, por um efeito dominó, resultaria uma ruína parcial do complicado edifício da nomenclatura IUPAC de compostos policíclicos, particularmente dos heterocíclicos [2]. Estas regras baseiam-se em propostas de A. M. Patterson de 1925 [3] e 1928 [4] que primeiro foram adoptadas, a título experimental, nos índices dos *Chemical Abstracts* da Sociedade Americana de Química. Só depois foi codificada e aperfeiçoada pela IUPAC através dum processo de discussão que demorou, acredite-se ou não, cerca de setenta anos, continuando, além disso, até ao presente no que diz respeito a regras de selecção dum “nome preferido”, naqueles casos em que as regras permitem mais de um nome para uma dada estrutura [5]. Além de tudo mais, tive de explicar ao meu correspondente que os nomes derivados do nome do fluoreno já se cifram em muitos milhares, número que não para de crescer. A perspectiva

de criar sinónimos novos para tantos nomes que já figuram nos índices e nas bases de dados mais variadas, só iria criar uma confusão enorme.

Até ali estava a cumprir os meus deveres de Secretário da Comissão Interdivisional de Terminologia, Nomenclatura e Símbolos da IUPAC. No entanto, o estilo irreverente e espirituoso do estudante picou-me. Achei graça à sua observação de que não achava que os variados compostos fedorentos com que já tinha lidado como estudante de química no laboratório, devessem, por isso, todos chamarem-se “bromo” ou algo de semelhante, demonstrando assim que conhecia o étimo grego de “bromo” (βρωμος, odor infecto) e que supunha que o nome do fluoreno derivasse do verbo latino “fluere”, fluir. Embora a homofonia em inglês dos nomes do flúor “fluorine” e do fluoreno, “fluorene” que mencionou não tenha correspondência em português, nem em nenhuma língua, fora a inglesa, a questão que levantara não deixava de ser intrigante. Afinal, embora o flúor seja um gás à temperatura ambiente, e portanto capaz de fluir, não seria certamente isso que teria levado a lhe atribuir esse nome. Quanto ao fluoreno, também não é óbvio, à primeira vista, que possa haver uma relação com o “fluere” latino ou com o elemento flúor. Por outro lado, também não podia deixar de simpatizar com alguém que se revoltava contra o desrespeito da norma já enunciada por Morveau em 1782 “A denominação dum composto químico só é clara e exacta quando designa as partes constituintes com nomes em conformidade com a natureza dos mesmos.”[6]

Voltaram então à minha memória os ensinamentos que tinha recebido no meu tempo de estudante sobre as origens dos nomes dos elementos, e fui verificar se me estava a recordar bem. Nessa verificação, utilizando as fontes

mais completas e fiáveis, reconstruí a história destes nomes e propus-me a contá-la com mais algum pormenor.

O início da história recua no mínimo ao século 16. Dessa altura datam os primeiros relatos circunstanciados escritos (em latim) sobre as artes mineiras e metalúrgicas que, até ali, eram transmitidas oralmente mais ou menos secretamente de pais para filhos, e de mestres para oficiais e destes, embora mais raramente, para os aprendizes. No grande arranque da civilização europeia com os descobrimentos marítimos e com figuras como Leonardo da Vinci, Michelangelo, Raffael, Dürer, Copérnico, Paracelso, Erasmo de Roterdão e Lutero, a impressão com tipos móveis fez com que uma pessoa, em vez de viver da prática dum ofício, pudesse fazer negócio com aquilo que até aí eram segredos desses ofícios, ao revelá-los em livros, imprimindo-os e vendendo-os. Quanto às artes mineiras e metalúrgicas, na Itália, esse papel foi desempenhado por Vanoccio Biringuccio (1480-1539) com a sua *Pyrotechnia* (Veneza 1540) e na Alemanha por Georg Agricola (1494-1555) com os seus escritos, em particular *Bermannus sive de re metallica dialogus* (Basileia 1530). Agricola descreveu minerais fundentes, isto é, que, devido à sua temperatura de fusão baixa e por formarem com certos minérios misturas (eutéticas, como só muito mais tarde foram designadas) de ponto de fusão ainda mais baixo possibilitam tornar fluidos os minérios às temperaturas que se podiam atingir nos fornos daquela época, e assim facilitar a sua redução ao estado metálico. O termo latino que utiliza para esses “*addittamenta*” dos minérios é “*fluores*”, obviamente derivado do já mencionado verbo latino “*fluere*” [7,8]. Em 1599 foi publicado na Alemanha um livro de Alquimia com o título *Triumphwagen Antimonii* dum autor, que se concluiu ser fictício, Basilius Valentinus, alegadamente um monge que teria vivido cerca de um

* Instituto Superior Técnico
Universidade Técnica de Lisboa

século antes. Supõe-se que seja uma compilação de vários manuscritos de autores desconhecidos do século 16, ou simplesmente de textos forjados. Neste livro, em lugar da clareza, concisão e lucidez com que Biringuccio e Agricola descreveram as suas observações e instruções técnicas, defrontamo-nos com uma profusão verbal em que conhecimentos da época adquiridos nas minas, nas forjas, nas oficinas dos boticários e nas cozinhas dos alquimistas, eventualmente transcritos doutras fontes, são colocados no contexto da procura da pedra filosofal. Apesar de esta sobrecarga simbólica prejudicar o rigor e a fiabilidade da Química propriamente dita que aí se encontra, estes escritos tiveram o mérito, entre outros, de consagrar a designação genérica latina “fluores” para os minerais fundentes [7,9,10].

O mais utilizado entre estes minerais (que funde entre 1200 e 1300 °C, e que mais tarde se revelou como sendo constituído principalmente por fluoreto de cálcio) recebeu o nome de “fluorite” em várias línguas (além de vários outros nomes “fluorspar” em inglês, “Flußspath” em alemão, “spath fusible”, “spath fluor”, “héspéros” e “fluorine” em francês). Wilhelm Scheele descobriu em 1771 que, na reacção da fluorite com o ácido sulfúrico concentrado, se libertava um ácido a que não atribuiu nenhum nome. Lavoisier designou-o em 1789 por “acide fluorique”, Priestley chamou-lhe em 1790 “fluor acid air”. Ampère escreveu em 1810, numa carta a Davy que suspeitava da existência dum elemento análogo ao cloro que se devia poder obter por electrólise deste ácido, e sugeriu que esse elemento se devia chamar “fluorine”, em analogia com o nome inglês do cloro “chlorine”. As dificuldades desta electrólise foram, no entanto, tantas, que só em 1886 é que Moissan as venceu, e preparou o elemento a que chamou em francês “fluor”, prescindindo da desinência “ine” que nunca teve grande aceitação para os nomes dos halogénios do lado de cá do Canal da Mancha [7,10].

Mas terá o nome do fluoreno algo a ver com o nome do flúor? A resposta é afirmativa, mas a sua explicação obriga a mais uma divagação.

O itinerário iniciado com os “fluores” do fictício Basilius Valentinus continua na Mineralogia com a observação de que algumas variedades de fluorite, ao serem expostas à luz do dia, emitem uma bela cor azul. Por este fenómeno ter sido primeiro observado na fluorite, o mesmo recebeu o nome de “fluorescência” [10].

O último elo da cadeia que liga os “fluores” ao nome do fluoreno foi o facto de Marcellin Berthelot, ao isolar do alcatrão de hulha e descrever um novo hidrocarboneto em 1867, ter observado que as soluções alcoólicas diluídas do mesmo exibiam uma fluorescência forte (embora fraca na forma cristalina). Foi essa a razão de lhe ter dado o nome de “fluoreno” [11].

Entre a fluorescência da fluorite e a fluorescência do fluoreno há, no entanto, uma diferença essencial: enquanto o fluoreno puro fluoresce, o fluoreto de cálcio puro não fluoresce de todo. A fluorescência das fluorites, e aliás as suas belas e variadas cores, são devidas a contaminações com traços ínfimos de vários metais ou a defeitos da rede cristalina produzidos por radiações ionizantes.

A determinação da estrutura da molécula de fluoreno ainda levaria alguns anos. Berthelot é conhecido como um acérrimo defensor do “equivalentismo” contra o “atomismo”, e portanto terá sido um dos mais renitentes a aceitar a estrutura do fluoreno. Quando finalmente essa estrutura foi determinada em 1878 por R. Fittig, só passados bastantes anos, teve aceitação geral (foi preciso vencer a resistência dos “anti-atomistas”). Entretanto o nome “fluoreno” já se tinha enraizado de tal forma que era difícil substituí-lo por outro mais sistemático. O tratado de *Beilstein* [12] ainda propôs como alternativa “o-difenilenometano”², nome que, não se enquadrando no admirável sistema imaginado por Patterson e adoptado pela IUPAC, raríssimas vezes foi usado, e acabou por cair no esquecimento.

Este exemplo ilustra quanto é complicado responder a perguntas, aparentemente simples, sobre a “razão

dos nomes”. Como a atribuição de nomes tem sempre uma componente arbitrária, em rigor, nunca pode haver uma resposta completa a este tipo de perguntas. Para encontrar uma resposta parcial, não há outro processo que não seja o de procurá-la na História da Química e, pelo caminho, ir aprendendo alguns factos curiosos reveladores do pensamento característico de diferentes épocas da História e da maneira como nestas se criou conhecimento novo.

NOTAS

¹ O seguinte texto é a transcrição da parte relevante do original inglês da mensagem: “To my mind, it seems silly to name this compound fluorene. It is homophonic with fluorine, F₂, a completely different chemical. While they both may come from the Latin “fluere”, to flow, I have encountered many chemicals with this property during my brief time as a student of chemistry, just as I have used a variety of malodorous chemicals without feeling that they should all be known as “bromine” or similar! Though IUPAC is primarily interested in “standardizing”, it seems implicit to me that the fundamental objective of standardization is to avoid confusion, which can only be engendered through practices such as this. This seems especially relevant as chemistry tends towards greater inter-disciplinary co-operation, with inorganic, organic and physical chemists all working in concert towards common goals. While I imagine that changing the name of even a relatively obscure chemical is a massive task, with the potential to cause even more uncertainty than any current ambiguity, this seems a perfect opportunity for the IUPAC to intercede.”

² Em alemão “o-Diphenylenmethan”.

REFERÊNCIAS

- [1] *Guia IUPAC para a Nomenclatura de Compostos Orgânicos*, Tradução Portuguesa nas Variantes Europeia e Brasileira, Lidel – Edições Técnicas, Lda. Lisboa 2002 (R. Panico, W. H. Powell, J.-C. Richer, *A Guide to IUPAC Nomenclature of Organic Compounds Recommendations 1993*, Blackwell Scientific Publications, Oxford 1993) Tradução de A. C. Fernandes, B. Herold, H. Maia, A. P. Rauter, J. A. R. Rodrigues. ISBN 972-757-150-6.
- [2] G. P. Moss et al., “Nomenclature of Fused and Bridged Fused Ring Systems (Recommendations 1998)”, *Pure Appl. Chem.* **70** (1998) 143-216. Acessível em www.chem.qmul.ac.uk/iupac/fusedring/

- [3] A. M. Patterson, *J. Amer. Chem. Soc.* **47** (1925) 543 – 561.
- [4] A. M. Patterson, *J. Amer. Chem. Soc.* **50** (1928) 3074 – 3087.
- [5] P. E. Verkade, *A History of the Nomenclature of Organic Chemistry*, D. Reidel, Dordrecht for Delft University Press 1985, ISBN 90-277-1643-9.
- [6] Citado conforme a tradução de A. M. Nunes dos Santos, *Prefácio, Reforma*

e *Revolução*, na edição facsimilada do original de *Nomenclature Chimique* (1978) de Morveau, Lavoisier, Berthollet e Fourcroy, Edição exclusiva de Petrogal, S. A., Lisboa, 1992.

- [7] J. R. Partington, *A History of Chemistry*, Vol. II, McMillan, London 1961.
- [8] E. Darmstaedter in G. Bugge, *Das Buch der Grossen Chemiker*, Band I, 6ª reimpressão inalterada da 1ª edição 1929, Verlag Chemie, Weinheim 1984.

[9] F. Fritz in G. Bugge, *loc. cit.*

- [10] *Gmelins Handbuch der Anorganischen Chemie*, 8. Auflage, Verlag Chemie, Weinheim, Leipzig, 1926. Systemnummer 5.
- [11] J. R. Partington, *loc. cit.* Vol. IV, 1964.
- [12] *Beilsteins Handbuch der Organischen Chemie*, 4. Auflage, 5. Band, Springer, Berlin 1922.

CURIOSIDADES CIENTÍFICAS

ELECTRÓNICA DE PLÁSTICO

Em paralelo com a electrónica convencional baseada no silício, que na crescente ânsia de colocar cada vez mais componentes num chip de alguns milímetros quadrados, está à beira de atingir os limites do fisicamente possível, está a emergir um novo paradigma baseado, não no elevado desempenho e miniaturização dos componentes, mas sim no baixo custo de fabrico.

De facto, os circuitos electrónicos actuais, que estão nos chips dos nossos computadores, já têm componentes com dimensões da ordem das dezenas de nanómetros (1 nanómetro = 0,000000001 m), aproximando-se assim das dimensões dos próprios átomos. Essa tendência de miniaturização que vem desde pouco depois da criação do circuito integrado, mais precisamente desde 1965, é conhecida por lei de Moore e mostra que a evolução da miniaturização é de uma grande regularidade: o número de componentes duplica cada cerca de 18 meses, atingindo actualmente as centenas de milhões de transístores por chip. Essa regularidade é uma das razões do grande sucesso da indústria electrónica, pois permite fazer previsões a longo prazo, incentivando grandes investimentos, sem risco.

A electrónica de plástico, também chamada electrónica orgânica, assenta no baixo custo do processamento e na possibilidade de manipulação química para atingir as propriedades desejadas nos materiais. Uma vez que os semicondutores orgânicos



podem ser concebidos de modo a serem solúveis em solventes comuns, podem ser usadas tecnologias de produção como impressão a jacto de tinta ou estampagem. Um dos objectivos mais ambiciosos para produzir circuitos e dispositivos electrónicos de baixo custo baseia-se no uso de impressoras rotativas de alta velocidade (como as usadas para imprimir os jornais), que podem imprimir milhares de circuitos ou dispositivos por metro quadrado que depois podem ser separados por processos automáticos. O uso de substratos flexíveis de plástico ou papel permite atingir custos extremamente baixos

para certos tipos de circuitos como os que futuramente irão substituir o actual código de barras. O uso de códigos de barras electrónicos (etiquetas de identificação por radiofrequência, ou *radiofrequency identification tags*, *RFIDs*) permitirá que, por exemplo, num supermercado, as compras sejam automaticamente facturadas ao passar pela caixa, sem necessidade de as tirar do carrinho, como se fora uma *Via Verde*. Os dispositivos da *Via Verde* são muito mais complexos e feitos com uma tecnologia muito mais sofisticada e cara. No caso dos *RFIDs* de plástico, o custo de fabrico previsto é de 1 cêntimo por etiqueta.

Com tecnologia semelhante, baseada em dispositivos emissores de luz (*organic light-emitting diodes, OLEDs*) feitos com materiais orgânicos electroluminescentes, podem fazer-se ecrãs flexíveis para as mais diversas aplicações como telemóveis, monitores para computadores e aparelhos de televisão, alguns dos quais já comercializados, por exemplo, pela Sony, no Japão [http://www.youtube.com/watch?v=NcAm3KihFho&feature=related].



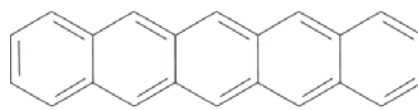
Figura 1 Um LED flexível

Outra aplicação da electrónica de plástico, que promete revolucionar a indústria de iluminação é o uso de *OLEDs* (de luz branca, se assim se quiser) em painéis de iluminação. As eficiências e tempos de vida já excedem os das lâmpadas incandescentes. A iluminação baseada nesta tecnologia possibilitará iluminação difusa, com painéis de grande área e cuja intensidade de iluminação pode ser controlada. Também existem *LEDs* de materiais inorgânicos bastante eficientes, mas de muito maior custo de fabrico.

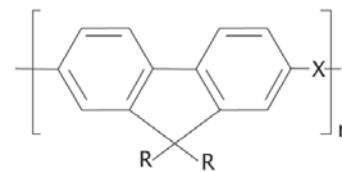
No âmbito do actual programa quadro europeu, FP7, estão em curso vários projectos de investigação e desenvolvimento, incluindo alguns de grande dimensão envolvendo consórcios de empresas, que se propõem desenvolver tecnologias com materiais orgânicos para produzir electrónica ao metro quadrado, podendo cada sistema incluir todo um conjunto de circuitos e dispositivos como sensores, actuadores, baterias e células solares, tudo em plástico flexível.

Os materiais semicondutores usados nesta tecnologia podem ser baseados em moléculas pequenas, como o pentaceno, representado na figura da esquerda e polímeros, consti-

tuidos por muitas unidades ligadas entre si, formando cadeias, como os membros da família dos fluorenos, representados à direita.



Pentaceno



Polifluoreno

Uma característica de todos estes materiais é a existência de duplas ligações conjugadas (ligações químicas alternadamente simples e duplas, como se pode ver nas estruturas representadas), que é, de facto, o segredo para que sejam condutores ou semicondutores, pois os electrões podem circular através destas ligações químicas. Nesta família de moléculas, X e R são cadeias de átomos, escolhidas, respectivamente, de modo a dar origem a diversas cores para a luz emitida (ver figura 2), e para fazer com que o material seja solúvel de modo a permitir processos de fabrico de dispositivos de baixo custo.

a actual indústria de semicondutores.

Curiosamente, ou talvez não, muita da investigação científica relevante

para esta tecnologia tem sido feita na Europa, enquanto que a produção e comercialização aparecem no extremo oriente (Japão, Coreia, Singapura, etc.), sendo muitos dos equipamentos desenvolvidos e produzidos nos Estados Unidos da América do Norte.

Luís Alcácer

DEQB_IST

texto também disponível em:

<http://dererummundi.blogspot.com/2008/03/electrnica-de-plstico.html>

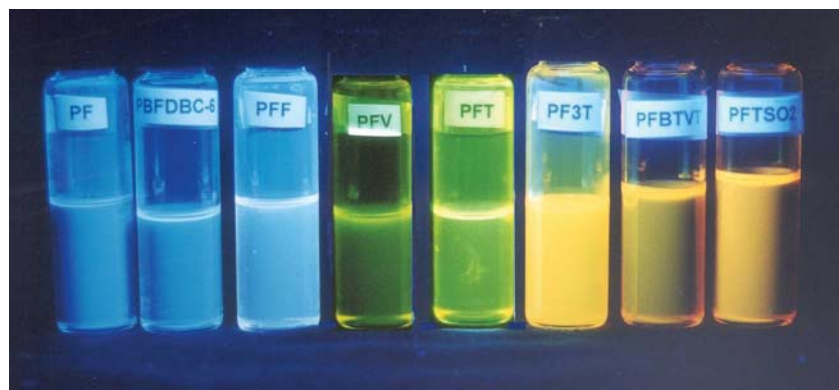


Figura 2 Controle da cor da luz emitida através da modificação da estrutura molecular do polifluoreno

A electrónica orgânica poderá ter, a breve prazo, grande impacto na vida das pessoas, proporcionar oportunidades de negócio, dar origem a novas pequenas e médias empresas, como já estão a aparecer na Europa central e do norte, e criar novos empregos, naturalmente, para pessoas qualificadas.

Só na área dos RFIDs as projecções apontam para volumes de negócio da ordem dos 250 mil milhões de euros em 2025, quase tanto como o de toda

A QUÍMICA NA NET, A NET DA QUÍMICA

LUIS ALBERTO P. ROSA*, JOÃO PAULO LEAL*(a)

O recurso às novas tecnologias tem aumentado em volume e em importância nos últimos anos. Para facilitar a consulta criou-se uma base de dados que compila "sites" de Internet em língua portuguesa, subordinados à temática da Química. Nesta comunicação, apresenta-se o trabalho desenvolvido, dando especial relevo ao tratamento estatístico dos dados.

INTRODUÇÃO

OBJECTIVOS

O recurso às novas tecnologias para a pesquisa e recolha de informação sobre os mais variados temas compete, quase de igual para igual, com outras fontes tradicionais da informação, do conhecimento e do saber que gozavam de exclusividade, até há pouco mais de uma década atrás. Assim sendo, surgiu a convicção de que seria de grande utilidade a construção de uma Base de Dados que compilasse, num formato de fácil acesso, um conjunto de informação respeitante a sites de Internet exclusivamente em língua portuguesa, subordinados à temática da Química.

Para a sua concretização este trabalho abordou quatro objectivos. O primeiro objectivo traduziu-se na realização da pesquisa, levantamento, e identificação de sites da Internet em língua portuguesa, de temas e matérias relacionados com a Química, sendo os dados desta compilação guardados em formato "Excel". O segundo objectivo consistiu na apreciação desses sites de acordo com determinados critérios de classificação. O terceiro objectivo traduziu-se na construção de uma base de dados relational utilizando o programa "Access", sistematizando toda a informação obtida. Finalmente o quarto objectivo teve em vista o tratamento estatístico da informação constante da Base de Dados. Nesta comunicação apresenta-se o trabalho desenvolvido, com especial ênfase no último objectivo.

IMPORTÂNCIA PARA OS PROFESSORES E PARA OS ALUNOS

Para os professores, determinados sites encerram um enorme potencial, valorizador das planificações e da estratégia de sala de aula, sobretudo se aí se dispuser de um projector que permita o visionamento de esquemas, diagramas, tabelas ou fotografias que se julguem particularmente elucidativos e facilitadores da aprendizagem, enriquecendo dessa forma a lição em questão. "Para muitos professores, que acreditam na importância de um currículo centrado nas necessidades dos alunos, a Internet constitui um excelente meio de motivação, pois pode ir ao encontro das suas necessidades. Eles podem informar-se sobre pontos do seu interesse e encontrar respostas a muitas das suas perguntas." [1] Este facto é em grande parte decorrente da recente evolução e divulgação das Novas Tecnologias exigindo inevitáveis mudanças nos métodos de ensino e de pensamento, bem como na abordagem dos problemas. "Ninguém deve ficar alheio às novas realidades, visto os alunos aderirem normalmente com muito entusiasmo a estas Novas Tecnologias. A Internet é um desses recursos, pois permite uma participação activa e divertida, que se afasta do ensino tradicional, sendo por essa razão bastante motivadora." [2]

Todos os meios são legítimos, nessa luta contra a desmotivação e a desvalorização da escola tradicional. "Por todas estas razões, o professor tem de fazer um esforço, acompanhar toda essa mudança e não ter medo de novas experimentações, nem das Novas Tecnologias. ..., não podemos desprezar todas as ferramentas que

passámos a ter ao nosso dispor e que nos podem auxiliar na nossa tarefa." [3]

Para os estudantes, os conteúdos dos sites de Internet, objecto da sua pesquisa, representam seguramente um excelente complemento, relativamente às habituais fontes de informação e saber. No entanto, o Sistema Educativo actual parece encerrar hoje alguns aspectos pouco motivadores para os alunos. Segundo Ponte [4] "os alunos têm um papel muito passivo, já que pouca ou nenhuma participação lhes é solicitada. Por este motivo a escola pouco significado tem para muitos alunos, que por ela apenas demonstram grande desinteresse". Sabemos, de resto, da nossa experiência do dia-a-dia que nenhum professor será capaz de obter resultados satisfatórios de um aluno que não se sinta motivado para a escola, em geral, ou para uma disciplina em particular, e disposto a despender algum esforço para obter o sucesso. "Para a desmotivação dos alunos, muito contribui o facto das escolas estarem de costas viradas para a realidade actual e não acompanharem o desenvolvimento tecnológico, distanciando-se assim da vida em que os alunos estão inseridos." [5]

É reconhecida a grande empatia e interesse que os alunos revelam pelas Novas Tecnologias, designadamente pela Internet. Refere Freitas [6] que "presentes no quotidiano, as Novas Tecnologias já atraem quem as utiliza, tanto pela facilidade do seu uso como pelas possibilidades que proporcionam, sendo excelentes alternativas, à aprendizagem escolar tradicional". Roerden [7] refere que "os alunos que recorrem à Internet, dizem que nem se apercebem de que estão a apren-

* Escola António Sérgio, 2735-228 Cacém - Portugal

*(a) Departamento de Química, Instituto Tecnológico e Nuclear, 2686-953 Sacavém - Portugal e Departamento de Química e Bioquímica, Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa, 1749-016 Lisboa - Portugal
jpleal@itn.pt

der enquanto utilizam a *Web*, porque se estão a divertir imenso e, normalmente, aprender é uma coisa séria e difícil”.

Aqueles que navegaram na Internet experimentaram já alguma frustração quando pretendiam, de uma forma rápida, encontrar uma dada informação. Uma das vantagens da criação de um instrumento deste tipo reside essencialmente na poupança de tempo e facilidade na busca obtidas por quem dele futuramente fizer uso.

Acresce a este facto, um outro sobre a qualidade científica de um determinado *site*. Nem toda a informação disponibilizada na Internet é de confiança. O facto de ter uma classificação anexa ao *site* que dá conta da sua organização, apresentação e correcção científica pode também ser uma mais-valia em especial para os estudantes.

CRITÉRIOS UTILIZADOS

Uma questão fundamental foi definir quais os critérios de consulta segundo os quais este trabalho devia ser estruturado. Estes critérios devem ser de utilidade para a pesquisa a realizar pelo provável universo de utilizadores, um grupo maioritariamente constituído por estudantes e professores. Para tal, e apesar de algumas ideias próprias sobre quais deveriam ser esses critérios, realizou-se uma consulta sobre os critérios apontados por trabalhos existentes na literatura.

Os critérios encontrados sobre avaliação de *sites* foi escasso mas encontraram-se também algumas referências sobre “Avaliação de *software* informático” ou “Avaliação de *software* educativo”. Um *site* da Internet apresenta muitas semelhanças com um *software* informático, pelo que os critérios para a classificação de qualquer deles, não sendo iguais, apresentam alguns aspectos comuns. Assim sendo, uma análise desses documentos foi também muito útil.

Roblyer [8], sobre *software* educativo, refere algumas áreas a ter em

conta das quais se salientam:

Projecto Instrutivo (nessa área são incluídas a explanação dos objectivos, as capacidades pré-requeridas, o nível de dificuldade, a importância educativa, entre outros);

Uso pelo Professor (são mencionados os aspectos ligados à facilidade de uso, à integração curricular e à adaptabilidade);

Apresentação (os gráficos, a animação, a cor, o som e a apresentação gráfica).

O jornal de educação “The Educational Technology Journal” [9] define alguns critérios possíveis a ter em conta, como:

Eficiência (consegue-se encontrar o que se pretende, de modo fácil e rápido?; o *site* não tem informação inútil?);

Organização (a informação é apresentada de forma lógica?; pode ser consultada sem perder tempo?).

A “Baltimore County Public Library” [10] aponta também uma série de critérios relevantes:

Utilização (É amigável? - Permite o uso da informação de modo fácil?);

Organização (A informação é apresentada de forma lógica?); Índice (Possui um índice bem feito?);

Clareza (As páginas são claras?);

Botões (Os botões são consistentes ao longo do *site*?);

Links (São claros e devidamente identificados?).

A Universidade de Saskatchwan, no Canadá, [11] apresenta critérios para a análise de *sites* na Internet, de entre os quais se destacam:

O Público-alvo (Indica claramente o nível académico das audiências alvo? Possui conteúdos e actividades de acordo com o nível académico da audiência alvo? Reconhece que os estudantes aprendem de maneiras diferentes?);

A Objectividade (O conteúdo está livre de polarização comercial, política, sexual ou racial? Indica objectivos curriculares que correspondam ao seu conteúdo?);

Estética/Apresentação (A apresentação está adequada ao nível da audiência?);

Navegação (A página de entrada fornece acessos fáceis ao resto do *web site*? Os *links* são mantidos actualizados?).

Considerando os critérios apresentados e visto que a nossa base de dados versa uma área científica específica, considerou-se que alguns critérios referidos nos trabalhos analisados não se adaptam ao nosso caso, como por exemplo, o critério sobre a polarização comercial, política, sexual ou racial. Outros critérios foram, ainda, reformulados ou adaptados, surgindo com um léxico distinto, mais de acordo com o espírito e objectivo do trabalho.

Como resultado da conjugação da consulta realizada a esses trabalhos com as nossas próprias concepções, resultaram os critérios que incluímos na base de dados e que se afiguraram os mais adequados para o fim em vista e que, de certa forma, constituem a sua “espinha dorsal”.

ESTRUTURA E DESENVOLVIMENTO

A base de dados foi estruturada de acordo com os critérios acima referidos e que se consideraram relevantes para o fim em vista, isto é, informar o utilizador, de uma forma rápida e tanto quanto possível esclarecedora acerca das especificidades do conteúdo de um *site* ou página ou, ainda, pôr à sua disposição um conjunto organizado de informação, que o possa ajudar a seleccionar, se disponível, de entre vários endereços e para um mesmo tema, a informação que para ele, nesse momento, é a mais adequada, tornando dessa forma a sua pesquisa mais rápida e eficaz.

Na Tabela 1, apresentada na página seguinte, referem-se os critérios seleccionados para a base de dados bem como uma descrição de cada um deles.

Todos estes itens são apresentados de forma clara na ficha da base de dados (ver Figura 1 na página seguinte) permitindo assim uma consulta rápida e eficiente.

Tabela 1 Critérios usados na classificação dos sites

Endereço	Identifica o endereço electrónico do site em causa.
Tema abordado	Identifica o tema ou temas.
Sub-tema/s abordado/s	Identifica o sub-tema ou sub-temas.
Tipo	Especifica se o endereço é de uma página, de um programa ou ambos.
Aplicação	Esclarece se o tema ou temas tratados se destina/m ao estudo, ao ensino ou a ambos.
Editor	Identifica a entidade ou pessoa responsável pela criação do site.
Nome do site	Indica o nome do site, do Programa ou da/s Página/s.
Nível Básico (com reservas)	
Nível Secundário (com reservas)	
Nível Superior	Estes vários critérios esclarecem se os pré-requisitos adequados para a perfeita compreensão dos conteúdos do site se situam ao nível do Ensino Básico (com ou sem reservas), Ensino Secundário (com ou sem reservas) ou do Ensino Superior ou Universitário.
Questões	Indica se o site inclui questões sobre o tema.
Texto	O site é constituído por texto, devidamente estruturado, isto é, não se limita a algumas curtas frases.
Exercícios de aplicação	Indica se o conteúdo do site inclui um ou vários exercícios de aplicação ou problemas.
Esquema/s; Gravura/s; Fotografia/s; Animações; Vídeo/s	Os vários itens indicam se o site inclui esquemas, gravuras, fotografias, animações ou vídeos.
Apresentação/organização	Faz referência ao nível de qualidade, apresentação e organização da informação do site. É classificado numa escala com os valores 0, 1, 2, 3 e 4; respectivamente; Não classificado, Muito fraco, Fraco, Médio e Bom.
Número de páginas	Dá uma ideia da dimensão do site.
País de origem	Identifica qual o país de origem do site.

Figura 1 Exemplo de ficha da base de dados em Access mostrando os vários campos com a respectiva informação

LIMITAÇÕES

A dinâmica da Internet impõe um carácter relativamente efémero, no médio e longo prazo, para um trabalho desta natureza, não dispensando, por essa razão, actualizações periódicas. O inevitável, porém desejável, aparecimento de novos sites, assim como o esperado desaparecimento de outros assim o determina. Condicionantes para a entrada em determinados sites, como por exemplo a obrigação, à cabeça, do pagamento de uma

avença, e não apenas a realização de um registo, podem ser também factores limitativos para alguns utilizadores. Este trabalho não se esgota, portanto, nesta fase. É uma tarefa que jamais estará concluída, precisamente pela dinâmica que caracteriza a Internet.

A apreciação de alguns sites à luz de alguns critérios gerou, por vezes, algumas dúvidas e indecisões, já que o seu conteúdo, de acordo com esse/s critério/s, se afigurou de mais difícil classificação. De qualquer modo,

como em tudo, compromissos tiveram que ser assumidos, embora estejamos convictos que o resultado final não foi significativamente afectado.

ANÁLISE ESTATÍSTICA

Utilizou-se o volume de informação contido na base de dados e procedeu-se à sua avaliação e interpretação de acordo com determinados parâmetros. Destas consultas podem retirar-se ensinamentos preciosos.

Na Figura 2 apresenta-se um gráfico de barras com todos os temas que possuem pelo menos duas entradas. Existem 106 outros temas com apenas uma entrada e que não são mostrados na figura. Pode ver-se que o tema mais abundante é Química Orgânica com 122 entradas, o que não espanta devido à abrangência e riqueza de tal tema. Acima das 15 entradas aparecem também O Átomo (24), Experiências (16), História da Química (16), Ligação Química (22), Química Geral (20), Química Inorgânica (16), Soluções (30) e Tabela Periódica (23).

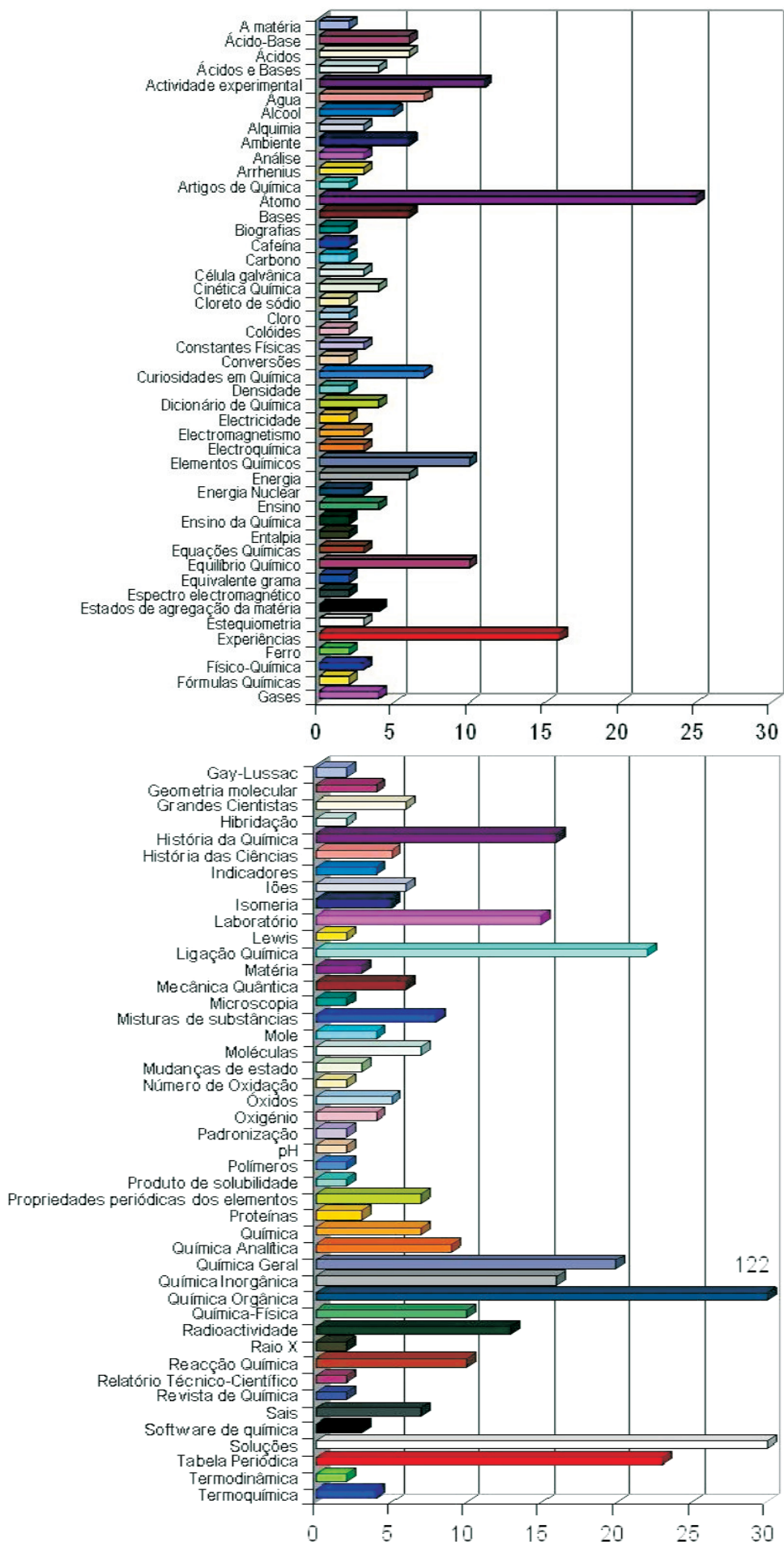


Figura 2 Temas existentes na Base de Dados com mais de duas entradas

Na Figura 3 apresenta-se a distribuição dos vários *sites* em função da sua aplicação preferencial, isto é, se estão mais vocacionadas para servirem para o Ensino em Sala de Aula (10%), para o Estudo (28,6%) ou se poderão ser usadas em ambas as situações (59,5%). Devido à natureza dos assuntos abordados não é estranho que a maioria possa ser utilizada com ambas as finalidades. Existem ainda percentagens marginais de *sites* que apenas contêm alguma informação pouco elaborada (0,7%) ou curiosidades (1,7%).

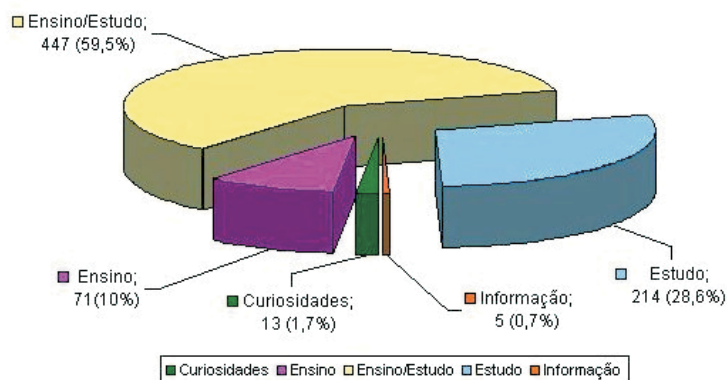


Figura 3 Resultado da análise realizada de acordo com o critério "Aplicação do site". O gráfico mostra o número de *sites* classificados de acordo com esse critério

No que se refere ao país de origem 87,2% dos *sites* estão localizados no Brasil e 12,7% em Portugal, existindo um único sediado nos Estados Unidos da América (Figura 4). Tal distribuição reflecte o facto de nos termos cingido a *sites* em língua portuguesa e ao muito maior número de utilizadores da Internet, estudantes e professores existentes no Brasil quando em comparação com Portugal.

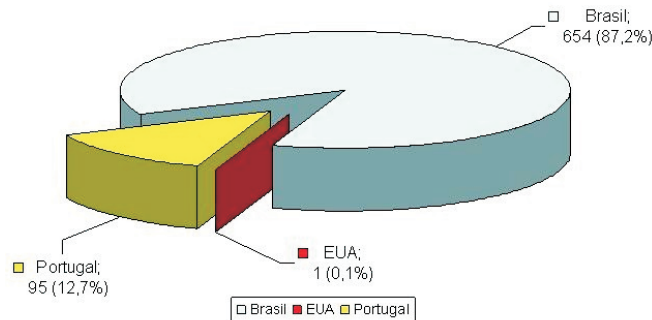


Figura 4 Resultado da análise realizada de acordo com o critério "País de origem"

Um dos aspectos importantes é a classificação da Apresentação/Organização da página assim como a sua correcção científica. Uma página classificada com Bom dá manifestamente mais confiança do que uma classificada com Fraco. Verifica-se, Figura 5, que uma grande maioria dos *sites* tem uma classificação Média (67,5%) sendo as percentagens dos que se destacam pela positiva (Bom 16,6%) e pela negativa (Fraco 15,4%) idênticas. As duas entradas classificadas como Muito Fracas não são significativas no universo em análise.

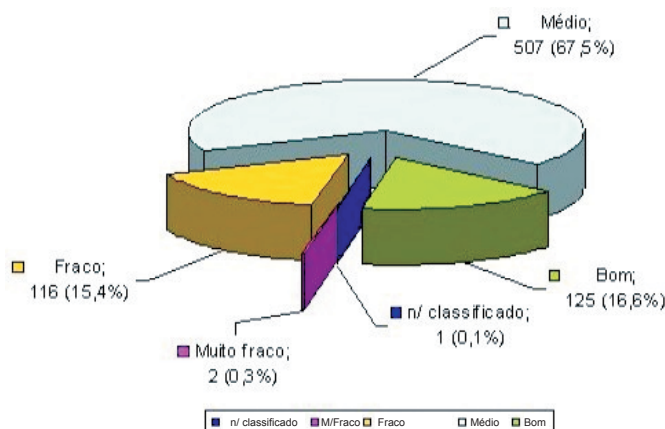


Figura 5 Resultado da análise realizada de acordo com o critério "Apresentação/Organização". O gráfico mostra o número de *sites* classificados de acordo com o nível correspondente

A avaliação da qualidade não difere significativamente se for feita independentemente para os *sites* sediados no Brasil ou em Portugal (para o único *site* sediado nos EUA não se pode fazer uma análise estatística). No Brasil a distribuição é de 15% com nota Bom, 69% com Médio e 16% com Fraco. Para os *sites* localizados em Portugal 24% têm nota Bom, 66% nota Médio e 9% com nota Fraco.

Outro aspecto interessante é ver para que nível de ensino estão os *sites* mais vocacionados. Convém lembrar que os *sites* adequados para o Ensino Básico também o são para os níveis superiores de ensino. Na figura 6 apresenta-se o número de *sites* adequados a cada um dos níveis de ensino. Vemos

que, embora com algumas reservas de alguns conteúdos em 215 *sites*, 345 *sites* podem ser usados para o Ensino Básico, existindo para além desses

mais 259 que podem ser usados no Secundário e 147 que apenas são adequados ao Ensino Superior.

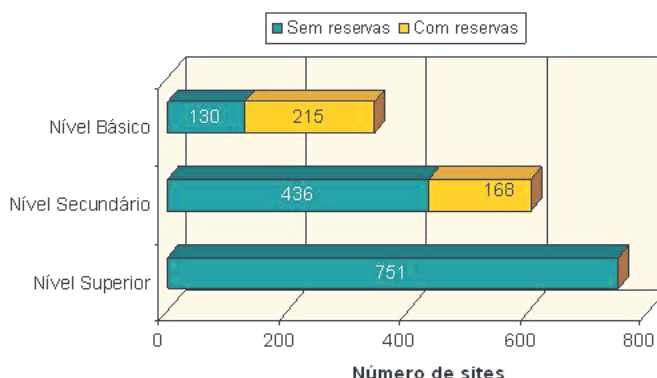


Figura 6 Gráfico comparativo dos *sites* adequados para os três níveis de ensino. Discrimina entre os que envolvem e os que não envolvem restrições ou reservas

Numa análise mais fina, podemos também ver como, para cada nível de ensino os *sites* se caracterizam pelo seu tipo como uma Página, um Programa ou como ambos (Tabela 2). A percentagem dos que são caracterizados como sendo simultaneamente Página e Programa é diminuta e a esmagadora maioria dos *sites* caracteriza-se como Página. De notar ainda que há 18 programas desenvolvidos para o Ensino Básico, apenas mais 8 aplicáveis aos Ensino Secundário e nenhum desenvolvido especificamente para o Ensino Superior.

	Página	Programa	Página/ Programa
Ensino Básico	323,0	18,0	1,0
%	94,4	5,3	0,3
Ensino Secundário	575,0	26,0	1,0
%	95,5	4,3	0,2
Ensino Superior	724,0	26,0	1,0
%	96,4	3,5	0,1

Tabela 2 Distribuição dos *sites* como Página e/ou Programa conforme os níveis de ensino

Muitas vezes quando se consulta a Internet estamos interessados especificamente num determinado formato de informação (foto, vídeo, etc.). É por isso importante que existam estes critérios de procura. O que se pode constatar é que à medida que o formato se torna mais complexo, o número de *sites* que o disponibilizam é menor (Figura 7). Assim temos que num total de 751 *sites*, 414 têm Esquemas, 120 Gravuras, 69 Fotografias, 40 Animações e apenas 7 têm vídeos.

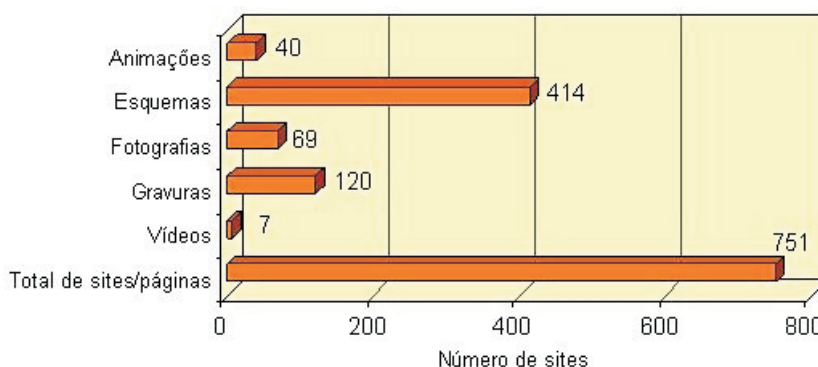


Figura 7 Resultado da contagem dos *sites* que incluem animações, esquemas, fotografias, gravuras e vídeos

CONCLUSÃO

A pesquisa na Internet, para a construção da base de dados, foi realizada entre 2002 e 2004, e por esse motivo a base de dados em si (e que os autores podem fornecer a pedido dos interessados) estará hoje algo desactualizada. No entanto os critérios usados bem como a análise estatística feita continuam válidos hoje como nessa altura. Apesar do tempo passado, a maioria dos endereços continua activo. Assim sendo, parece-nos que uma das vantagens para professores, estudantes ou, de um modo geral, potenciais utilizadores de um trabalho desta natureza, se traduz na poupança de tempo nas pesquisas realizadas, evitando demoras desnecessárias ou desmotivadoras, bem como uma maior objectividade na busca. O acesso fácil encoraja e estimula a pesquisa.

Os autores esperam que se possa brevemente actualizar a base de dados e assim, para além de ter endereços actualizados e alguns novos, ter uma noção do desenvolvimento que a comunidade de *sites* em língua portuguesa relacionados com a Química sofreu nos últimos anos.

REFERÊNCIAS

- [1] R. Santos, Tese de Mestrado, Universidade Portucalense Infante D. Henrique, Portugal, 2001.
- [2] T. A. Eça, *Netaprendizagem: A Internet na Educação*, Porto Editora, Porto, 1998.
- [3] A. M. Eusébio, Tese de Mestrado, APM-Escola Superior de Educação de Lisboa, Portugal, 1995.
- [4] J. P. Ponte, *As Novas Tecnologias e a Educação*, Texto Editora, Lisboa, 1997.
- [5] M. M. N. Santos, in *Tecnologias de Informação e Comunicação na Aprendizagem*; C. Freitas, M. Novais, V. R. Baptista, J. L. Ramos, eds.; IIE, Lisboa, 1997, p. 21-29.
- [6] C. V. Freitas, in *Tecnologias de Informação e Comunicação na Aprendizagem*; C. Freitas, M. Novais, V. R. Baptista, J. L. Ramos, eds.; IIE, Lisboa, 1997, p. 31-39.
- [7] L. P. Roerden, *Net Lesson: Web-Based Projects for Your Classroom*; O'Reilly & Associates, Inc.: USA, 1997.
- [8] M. D. Roblyer, *The Executive Educator* **34-35** (1983) 38-39.
- [9] <http://www.fno.org/jun97/eval.html> acedido em Janeiro de 2005.
- [10] <http://www.bcpl.net/~sullivan/modules/tips/eval.html> acedido em Janeiro de 2005.
- [11] <http://www.usask.ca/education/coursework/802papers/bokcasse/bokcasse.pdf> acedido em Janeiro de 2005.

CIÊNCIAS BÁSICAS, CIÊNCIAS MÉDICAS E INTERDISCIPLINARIDADE NO DESENVOLVIMENTO DE NOVAS TERAPÊUTICAS ANTI-MALÁRICAS

NUNO VALE*

A Química sempre esteve associada ao desenvolvimento de novos fármacos. A investigação em torno de novas terapêuticas antimaláricas deve compreender várias áreas de estudo, onde a capacidade de diálogo entre as diversas partes pode levar a resultados bastante positivos.

O estudo médico em volta de uma determinada doença pressupõe um trabalho prévio de interação e permuta de conhecimentos em ciências biomédicas e afins, como a **Medicina**, a **Biologia**, a **Farmácia** e a **Química** (Fig. 1). O nosso grupo de investigação está inserido no Centro de Investigação em Química da Universidade do Porto e tem vindo a trabalhar em colaboração com outros Centros de Investigação especializados em áreas biomédicas que se interligam e complementam, num projecto que visa a concepção de uma nova abordagem terapêutica para o combate à malária, e que foi apresentada no último Fórum Internacional de Investigadores Portugueses realizado no Porto.

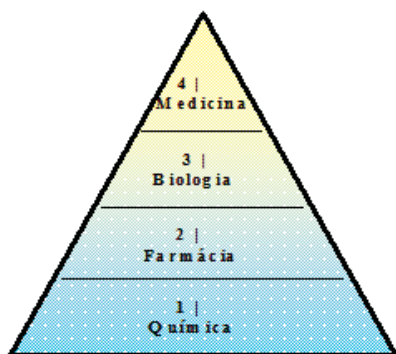
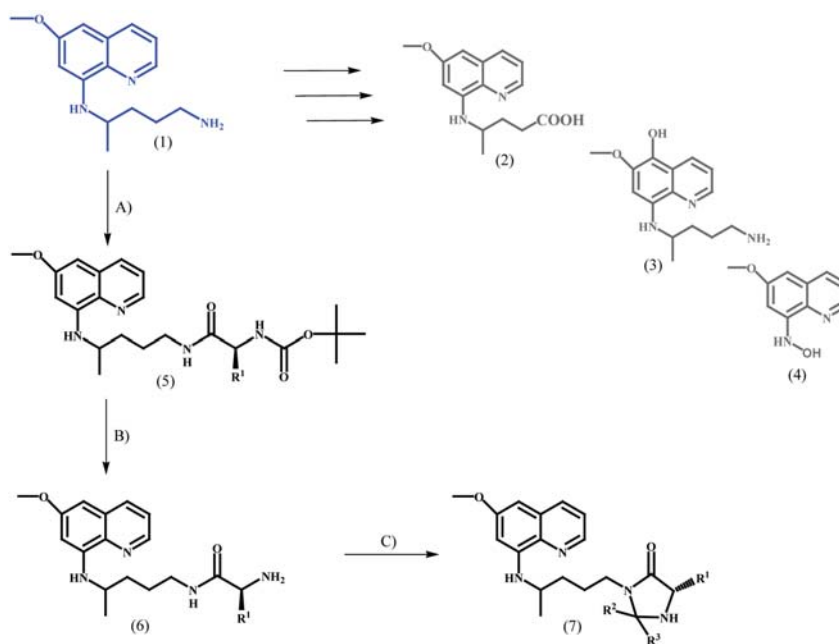


Figura 1 Ciências envolvidas nas etapas de concepção de um medicamento

1| A primaquina (PQ, 1, Esquema 1) foi sintetizada pela primeira vez nos Estados Unidos da América em 1946, sendo o exemplo mais representativo da classe dos compostos 8-aminoquinolínicos (8-AQ) anti-maláricos [1]. A sua utilização como anti-malárico está ligada a graves problemas de toxicidade,

uma vez que se transforma em vários metabolitos tóxicos que provocam anemia hemolítica em indivíduos deficientes em glucose-6-fosfato desidrogenase (G6PD) ou outras enzimas, como a glutationa sintetase, cujo papel é importante no controlo do stress oxidativo[2]. Vários estudos revelaram que o metabolito principal da PQ é a carboxiprimaquina (2, Esquema 1), sendo a formação desta responsável pelo baixo tempo de semi-vida da PQ no organismo ($t_{1/2} = 2h$) [3]. Outros metabolitos relevantes são a 5-hidroxiprimaquina (3, Esquema 1) e a 6-metoxi-8-hidroxi-aminoquinolina (4, Esquema 1), responsáveis directos pela lise dos eritrócitos [4] e pela metemoglobinemia¹ [5].

Nos últimos anos, o nosso grupo de investigação, liderado pela Doutora Paula Gomes no Departamento de **Química** da Faculdade de Ciências do Porto, desenvolveu uma nova família de fármacos anti-maláricos da classe das 8-AQ [6,7]. A estratégia desenvolvida baseia-se na condensação da PQ com aminoácidos N^α-protegidos (5, Esquema 1) para, numa fase posterior, se proceder à remoção do grupo protector (6, Esquema 1). O passo final para a obtenção dos compostos-alvo consiste na ciclização dos produtos obtidos no passo anterior com compostos carbonilo formando-se o anel de imidazolidin-4-ona (7, Esquema 1).



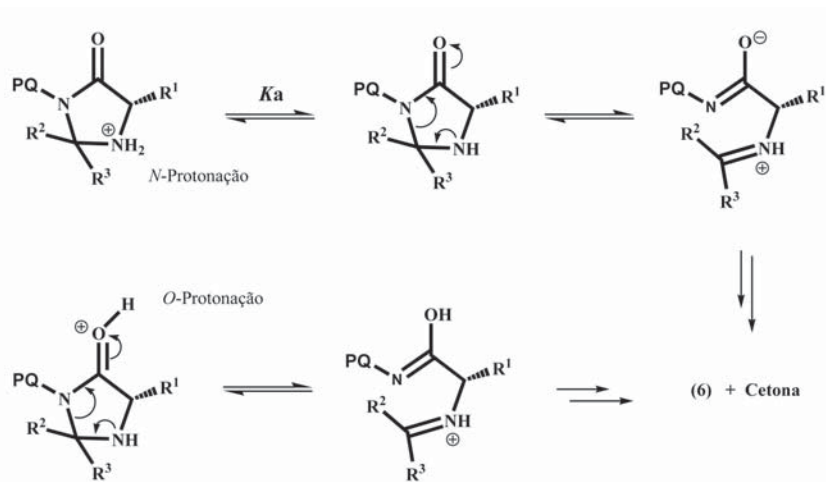
Esquema 1 Estruturas da PQ ((1) - azul) e dos seus principais metabolitos ((2),(3) e (4) - cinzento), bem como a estratégia desenvolvida (no grupo do CIQUP) para a modificação do fármaco inicial, com base nas seguintes condições: **A**) Boc-AA-OH, CH₂Cl₂, HOBT, Et₃N, DCCI / DIPC; **B**) i) TFA, ii) NaCO₃; **C**) MeOH, EtN₃, Cetonas simétricas (acetona, ciclo-pentanona, ciclo-hexanona e ciclo-heptanona), filtros moleculares. R¹: -H, -CH₃, -CH(CH₃)₂, -CH₂CH(CH₃)₂, -CH₂Ph, R² e R³: Me, -(CH₂)₄, -(CH₂)₅, -(CH₂)₆.

* Grupo de Investigação em Síntese Orgânica de Compostos Bioactivos (www.fc.up.pt/gisocb/), Centro de Investigação em Química da Universidade do Porto, Departamento de Química da Faculdade de Ciências do Porto
nuno.vale@fc.up.pt

2| Estudos efectuados na Faculdade de Farmácia de Lisboa, sob a supervisão do Professor Rui Moreira, permitiram constatar que as imidazolidin-4-onas da PQ (7) apresentam uma elevada estabilidade quando incubadas em plasma humano 80% (v/v), a pH e temperatura fisiológicos, não apresentando degradação significativa do composto de partida após 72 horas de incubação. Em tampão isotónico nas mesmas condições de pH e temperatura observa-se alguma degradação (Fig. 2), mas ainda assim com tempos de semi-vida que vão de 9 a 30 dias. O comportamento deste tipo de estrutura é independente do tipo de aminoácido usado no passo reacional A) e do derivado carbonílico empregue no passo C) e as velocidades de hidrólise registadas são cerca de 50 a 100 vezes menores que as de imidazolidin-4-onas análogas, derivadas de di- ou penta-péptidos [8].

mínima e por isso deve-se considerar a possibilidade de ocorrer O-protonação juntamente com a N-protonação referida anteriormente.

depois colocados em contacto com mosquitos *Anopheles stephensi* que se alimentaram do seu sangue, sendo estes mosquitos depois processados



Esquema 2

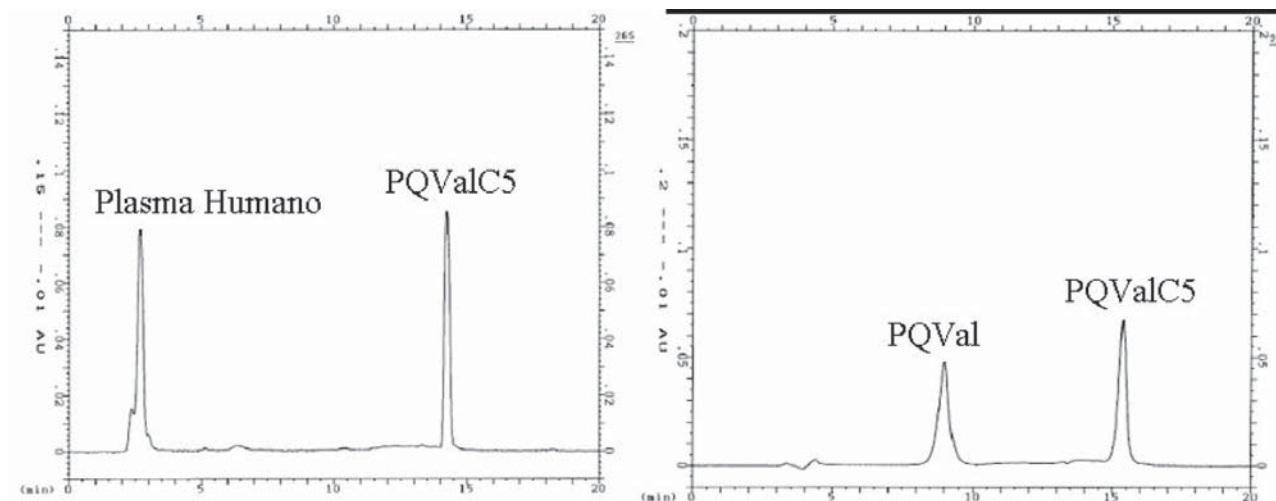


Figura 2 Cromatogramas de amostra de PQValC5 ($R^1 = -CH(CH_3)_2$; $R^2 = R^3 = -(CH_2)_4$) incubada em tampão isotónico a pH=7.4 e a 37 °C durante 0 h (esquerda) e 9 dias (direita). As análises por HPLC foram executadas num cromatógrafo líquido (Waters) de alta pressão. A separação cromatográfica foi feita através de uma coluna analítica modelo Purospher com 25 cm de comprimento, 4 mm de diâmetro interno e 5 μ m de tamanho de partícula. A pré-coluna utilizada foi LiChrospher 100 RP8 de 5 μ m e o detector utilizado foi ultravioleta, a 265 nm

A inesperada estabilidade química destes derivados a pH fisiológicos pode ser explicada pelo seu mecanismo de hidrólise. A abertura do anel ocorre segundo um mecanismo S_N1 e envolve a partida de um grupo amida quando o pH é superior a 4. A forma N-protonada destas imidazolidin-4-onas é significativamente mais estável que a correspondente estrutura derivada de péptidos (Esquema 2). Recentemente, efectuaram-se cálculos teóricos para estudar a barreira energética da protonação no átomo de oxigénio [9]. A diferença entre os valores para a abertura do anel é

3| A capacidade das imidazolidin-4-onas 7 para bloquear a transmissão da malária entre o hospedeiro mamífero e o vector mosquito foi estudada por uma equipa de Biólogos chefiada pelo Professor Virgílio do Rosário, do Centro de Malária e Outras Doenças Tropicais, no Instituto de Higiene e Medicina Tropical. Assim, injectou-se grupos de ratos BalbC com *Plasmodium berghei*, estirpe causadora de malária em roedores, sendo os distintos grupos de ratos tratados posteriormente com os diferentes compostos em estudo ou com PQ. Os ratos foram

de forma a avaliar-se a percentagem de mosquitos infectados e a média do número de oocistos por mosquito. Na Tabela 1, apresentam-se os resultados obtidos apenas para os compostos 7 que exibiram melhores resultados, isto é, que se apresentaram tanto ou mais eficazes que a própria PQ como agentes gametocitocidas, bloqueando efectivamente a transmissão da doença entre os roedores e os insectos.

Tabela 1 Resultados obtidos para os estudos de actividade gametocitocida *in vivo*

Composto	Dose/ $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$	% mosquitos infectados	Média do n.º de oocistos/mosquito
PQGlyC6 ($R^1 = -\text{H}$, $R^2=R^3 = -(\text{CH}_2)_5$)	0	65	105
	10	25	7.4
	50	0	0
PQGlyAcetona ($R^1 = -\text{H}$, $R^2=R^3 = -\text{CH}_3$)	0	65	105
	10	21	6.1
	50	0	0
PQAlaC6 ($R^1 = -\text{CH}_3$, $R^2=R^3 = -(\text{CH}_2)_5$)	0	93	83.2
	10	20	0.8
	50	0	0
PQ	0	93	83.2
	10	28	2.6
	50	0	0

De uma maneira geral, verificou-se que os derivados dos aminoácidos Gly, Ala e Phe inibem completamente a produção de oocistos à dose mais alta (50 $\mu\text{g}/\text{kg}$), o mesmo não acontecendo com os derivados dos aminoácidos Val e Leu. Mas são, sem dúvida, os derivados dos aminoácidos Gly e Ala os agentes gametocitocidas mais promissores.

4| Os estudos biológicos sobre os compostos **7** foram alargados à avaliação destes como potenciais fármacos esquizontocidas sanguíneos (Fig. 3) contra a estirpe fatal de malária humana, *Plasmodium falciparum*. Estes estudos foram conduzidos na Escola de Medicina da Universidade da Califórnia em S. Francisco, pela equipa do Professor Philip Rosenthal, através da avaliação *in vitro* da capacidade dos compostos em inibir: (a) a actividade enzimática da falcipaína-2 e, (b) a proliferação da estirpe W2 de *P. falciparum*. Verificou-se que os compostos **7** não são bons inibidores da falcipaína, ao passo que quatro deles apresentam valores modestos de IC_{50} contra o parasita (2.4 a 9.1 μM , contra 3.3 μM para o fármaco PQ). Tal permitiu comprovar que, tal como a PQ, as suas imidazolidin-4-onas são modestos esquizontocidas sanguíneos, destacando-se pela sua actividade gametocitocida, ou seja, pela sua capacidade de bloquear a transmissão e alastramento da doença.

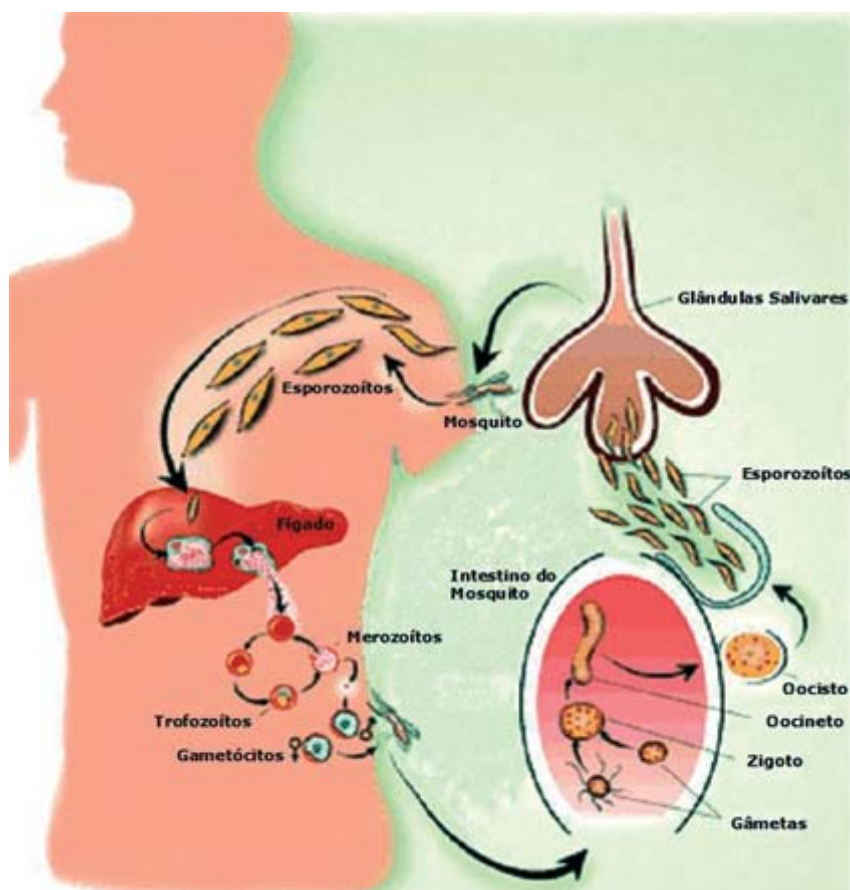


Figura 3 Ciclo de vida do parasita da malária humana e alvos de acção terapêutica avaliados para as imidazolidin-4-onas da PQ (**7**). Adaptado de [10]. (Seta azul – actividade gametocitocida; seta amarela – actividade esquizontocida sanguínea)

EPÍLOGO

A concepção e desenvolvimento de um fármaco é uma caminhada difícil, cujo sucesso depende fortemente da interdisciplinaridade das equipas de investigação envolvidas no processo. Tendo a Química por pedra basilar, o edifício que é o fármaco vai sendo

construído, tijolo a tijolo, pelo esforço conjunto de Químicos, Farmacêuticos, Biólogos e Médicos em busca de soluções para os grandes malefícios da nossa época, que incluem a Malária, a Tuberculose e a SIDA.

ABREVIATURAS:

Boc – Grupo protector *tert*-butiloxi-carbonilo

Boc-AA-OH – Resíduo de aminoácido *N* α -Boc-prottegido

DCCI – *N,N*-Diciclo-hexilcarbodiimida

DIPCI – *N,N*-Diisopropilcarbodiimida

HOBt – 1-Hidroxibenzotriazole

TFA – Ácido trifluoroacético

NOTA

¹ Metemoglobinémia é um termo associado à patologia caracterizada pela presença no sangue de níveis de metemoglobina superiores aos normais, sendo a metemoglobina uma forma de hemoglobina que não coordena o oxigénio e cuja concentração excessiva nos eritrócitos causa anemia.

REFERÊNCIAS

- [1] J. Wiesner, R. Ortmann, H. Jomaa, M. Schlitzer, *Angew. Chem. Int. Ed.* **42** (2003) 5274.
- [2] W.R.J. Taylor, N.J. White, *Drug Safety* **27** (2004) 25.
- [3] G.W. Mihaly, S.A. Ward, G. Edwards, M. L'Eorme, A.M. Brecknridge, *Br. J. Clin. Pharmacol.* **17** (1984) 441.
- [4] Z.S. Bowman, D.J. Jollow, D.C. McMillan, *J. Pharm. Exp. Ther.* **315** (2005) 980.
- [5] L.J.C. Bolchoz, R.A. Budinsky, D.C. Mcmillan, D.J. Jollow, *J. Pharm. Exp. Ther.* **297** (2001) 509.
- [6] P. Gomes, M.J. Araújo, M. Rodrigues, N. Vale, Z. Azevedo, J. Iley, P. Chambel, J. Morais, R. Moreira, *Tetrahedron* **60** (2004) 5551.
- [7] M.J. Araújo, J. Bom, R. Capela, C. Casimiro, P. Chambel, P. Gomes, J. Iley, F. Lopes, J. Morais, R. Moreira, E. Oliveira, V. Rosário, N. Vale, *J. Med. Chem.* **48** (2005) 888.
- [8] G.J. Rasmussen, H. Bundgaard, *Int. J. Pharm.* **76** (1991) 113-122.
- [9] P. Chambel, R. Capela, F. Lopes, J. Iley, J. Morais, L. Gouveia, J.R.B. Gomes, P. Gomes, R. Moreira, *Tetrahedron* **62** (2006) 9883.
- [10] N.J. White, *J. Clin. Invest.* **113** (2004) 1084.

CURIOSIDADES CIENTÍFICAS

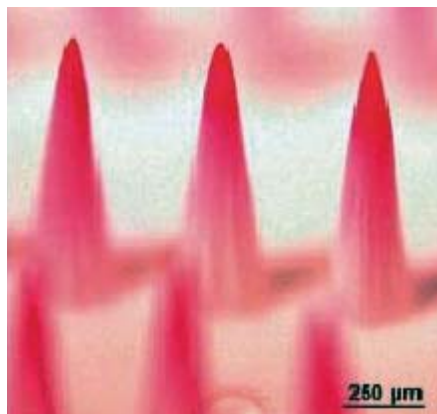
Métodos não invasivos para administrar medicamentos subcutaneamente, como sejam os adesivos de nicotina, são apenas apropriados para transportar moléculas suficientemente pequenas para passarem através da pele o que limita muito a sua utilização.

Uma equipa do Georgia Tech descobriu uma forma revolucionária de administração de medicamentos tão indolor e pouco invasiva como os adesivos. Os cientistas desenharam micro-agulhas, com apenas 5 µm de diâmetro no topo, que podem inserir através da pele todo o tipo de medicamentos de forma tão efectiva quanto uma agulha hipodérmica.

A droga é encapsulada nas micro-agulhas e é libertada na corrente sanguínea através de um adesivo colocado na pele, tal como acontece com os adesivos de nicotina. As agulhas são feitas de poli(vinilpirrolidona) (PVP), um polímero que apresenta características mecânicas tais que lhe permitem penetrar na pele para

entregar a sua «carga» e simultaneamente é biossolúvel – e sem efeitos adversos para a saúde do paciente após dissolução. Depois de administrada a droga, as micro-agulhas dis-

solvem-se no corpo a uma velocidade que pode ser controlada pelo processo de fabrico consoante o tempo considerado necessário para a libertação das moléculas encapsuladas.



Micro-agulhas de PVP com uma rodamina fluorescente encapsulada (Kiton Red ou sulforodamina). Cada micro-agulha mede 750 µm de altura e tem 250 µm de diâmetro na base e 5 µm no topo. (Crédito: Advanced Materials, Março de 2008)

P.S.



Innovation Comes In Many Forms

Zebron - Revolutionizing the Field of Gas Chromatography



Zebron™ ZB-WAX^{PLUS}: Ideal for **polar compounds**. 100 % aqueous stable.

Zebron MultiResidue™: Perfect for **pesticide analysis**. For US EPA 8081A, baseline resolution is achieved in just 10 minutes!

Zebron ZB-1HT Inferno™ and ZB-5HT Inferno: The world's highest temperature non-metal GC columns. Provides true boiling point separation for **hydrocarbon distillation** methods.

Zebron has been revolutionizing the field of gas chromatography with its commitment to producing innovative, high quality columns that meet the needs of today's gas chromatographers. Our scientists have developed key technologies, such as Engineered Self Cross-linking™ (ESC) and Arylene Matrix Technology™ (AMT), to create GC columns that provide high temperature stability, improved lifetime, low bleed, and low activity. Each and every column is individually QC tested to ensure that they have excellent batch-to-batch reproducibility so you will have reliable and reproducible results, every time. **For a column that best meet your needs, please contact your local Phenomenex Technical Specialist.**

Zebron, ZB-1HT Inferno, ZB-5HT Inferno, Engineered Self Cross-linking, Arylene Matrix Technology, and MultiResidue are trademarks of Phenomenex, Inc. © 2007 Phenomenex, Inc. All rights reserved.

www.phenomenex.com
Phenomenex products are available worldwide. For the distributor in your country, contact Phenomenex USA, International Department by telephone, fax or e-mail: international@phenomenex.com.



5171.L

Australia tel.: 02-9428-6444 email: info@phenomenex.com.au	Austria 01-319-1301 anfrage@phenomenex.com	Canada (800) 543-3681 info@phenomenex.com	Denmark 4824 8048 dkinfo@phenomenex.com	France 01 30 09 21 10 franceinfo@phenomenex.com	Germany 06021-58830-0 anfrage@phenomenex.com	Italy 051 736176 italianinfo@phenomenex.com	Ireland 01 247 5405 ereinfo@phenomenex.com	New Zealand 09-4780951 info@phenomenex.co.nz	Puerto Rico (800) 541-HPLC info@phenomenex.com	United Kingdom 01625-501367 ukinfo@phenomenex.com	USA (310) 212-0555 info@phenomenex.com
---	---	--	--	--	---	--	---	---	---	--	---



XXI Encontro Nacional SPQ

Química e Inovação

11 a 13 de Junho de 2008

Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

Datas limite

Submissão de Resumos: 26 Março

Notificação aos autores: 20 Abril

Inscrição regular: 18 Maio

www.fe.up.pt/xxien

U PORTO

FEUP FACULDADE DE ENGENHARIA
UNIVERSIDADE DO PORTO

deq

LABORATÓRIO ASSOCIADO
LSRE ICM

FCT
Fundação para a Ciência e a Tecnologia
Laboratório Nacional de Química e Tecnologia

SPQ

DA GÉNESE DO TERMO QUÍMICA VERDE ÀS COLORAÇÕES DISCREPANTES DA QUÍMICA E DA BIOTECNOLOGIA

ADÉLIO A. S. C. MACHADO*

Discute-se a origem do termo Química Verde e apresentam-se, comparativamente, as definições de Química Verde, Vermelha e Preta, e de Biotecnologia Verde, Vermelha, Preta, Azul e Branca, para chamar a atenção para o facto de os “códigos de coloração” daqueles dois ramos da ciência e tecnologia serem diferentes – e tentar prevenir confusões. Discute-se a razão que poderá ter conduzido à discrepância, concluindo-se hipoteticamente que o uso de cores diversas se fundamenta numa base cultural diferente, o que dificultará quaisquer esforços de unificação.

Esta ligeira (e colorida) nota descreve a origem do termo *Química Verde* (QV)¹ e analisa a discrepância do uso das cores entre a Química e a Biotecnologia para designar actividades nos respectivos âmbitos. Tem um primeiro objectivo, pragmático, de alertar os leitores para as diferentes colorações das duas ciências e prevenir eventuais confusões; e um segundo, lateral, de tentar chegar a uma explicação para a diferença.

Química Verde. Aparentemente, o termo QV começou a ser usado nos princípios dos anos noventa, nos EUA, na sequência da promulgação da primeira peça de legislação ambiental de prevenção proactiva da poluição (o “Pollution Prevention Act”, 1990), que prescrevia uma nova atitude de *prevenção na fonte* – não produzir substâncias tóxicas para não ter problemas de poluição a remediar. O termo QV terá sido introduzido por químicos do “Office of Pollution Prevention and Toxics” (OPPT) da “Environmental Protection Agency” (US EPA), no âmbito de um programa de pesquisa destinado a potenciar a referida legislação. Este programa visava incentivar a investigação do design de vias de síntese inovadoras quanto à diminuição intencional da quantidade de resíduos produzidos (“Alternative Synthetic Design for Pollution Prevention”) – e introduziu o conceito de *síntese benigna por design* (“benign by design”) e a sigla P₂ (“Pollution Prevention”). É interessante notar que nas actas de um primeiro simpó-

sio científico realizado no âmbito do programa, em 1993, publicadas pela “American Chemical Society” (ACS) [1], o termo QV não é usado, excepto num *In Memoriam* em homenagem a K. G. Hancock, acrescentado a *posteriori*, em que se refere a importância da actividade deste investigador para o lançamento da QV – no título e no texto o termo usado é sempre síntese benigna por design. Em contraste, nas publicações subsequentes com a mesma génese, o termo QV já é usado nos títulos, o que sugere a sua aceitação, plena (e rápida), pelos proponentes norte-americanos da nova postura na prática da química [2-7]. Por outro lado, em 1993, o referido programa de pesquisa passou a ser designado pela US EPA por “US Green Chemistry Program” [8].

Fora deste círculo, o nome QV começou a ser usado de forma coloquial (jornais, encontros, etc.) [9], mas encontrou inicialmente uma certa resistência à penetração na literatura científica e pedagógica, possivelmente devido à conotação política que a palavra *verde* tinha então em muitos países [10] – estava ligada à primeira geração dos modernos ambientalistas, “os verdes” puros e duros, cujo objectivo era a conservação do ambiente a todo o custo, independentemente das consequências económicas e sociais.²

Em revistas científicas, o termo parece ter surgido pela primeira vez em 1993 no título de um comentário publicado na revista *Science* [11]; em revistas com objectivos pedagógicos, o primeiro artigo que inclui o termo no título foi publicado em 1995, no

Journal of Chemical Education (JCEd) [12]. No entanto, nos anos que se seguiram, a utilização do termo em revistas dos dois tipos foi escasso – a situação só se alterou quando em 1999, a “Royal Society of Chemistry” (RSC) iniciou a publicação da revista *Green Chemistry* [13]. Na realidade, buscas realizadas nas páginas de publicações científicas da ACS [14] e do JCEd [15] mostram que o termo QV só ganhou aceitação científica e pedagógica a partir de 2000 (ver a Fig.1). Uma busca semelhante na página das revistas da RSC [16] revelou que o termo foi usado pela primeira vez em 1998 (1 artigo), vulgarizando-se depois em consequência da publicação da referida revista; ou seja, os resultados foram análogos aos da Fig. 1, não sendo incluídas nela porque o modo como as referências são apresentadas nos resultados da pesquisa nem sempre permite identificar o tipo das peças bibliográficas encontradas (num total de 136 entre 1998 e 2008 – em pré-publicação). Outra busca do mesmo tipo no *ScienceDirect* (revistas da Elsevier) [17] revelou também uma situação semelhante – em 300 peças bibliográficas encontradas, só 9 foram publicadas entre 1997 e 2000, exclusive, mas o ritmo de publicações subiu depois rapidamente.³

Em resumo, a paternidade do termo QV é elusiva [9], e as pesquisas bibliográficas efectuadas mostram que o termo só se tornou vulgar no terceiro milénio, quando já tinha ganho aceitação a ideia de que os problemas do ambiente tinham de ser resolvidos num âmbito alargado que englobava também os problemas societários e económicos – o do Desenvolvimento

* LAQUIPAI, Departamento de Química da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto
R. Campo Alegre, 687 - 4169-007 Porto
amachado@fc.up.pt

Sustentável. Este facto sugere que o tom do verde da QV não é o mesmo do primitivo ambientalismo (ver atrás). A designação QV é vigorosa, não espantando que tenha ganhado aceitação crescente, quer nos EUA quer na Europa, embora o conceito que lhe está subjacente, muito complexo, tenha ainda de ser clarificado.

mo químico. A cor vermelha é usada aqui, como nas luzes de tráfico, em associação com *proibição* de actividade, neste caso actividade química para praticar o *mal*; e em contraste com o verde de QV, interpretado como significando que esta pratica proactivamente o *bem*, desequilibrando a natureza dual⁴ da química no sentido deste – e suportando a sua *aceitação*.

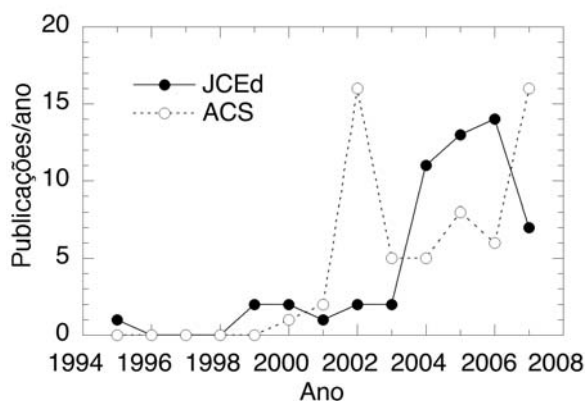


Figura 1 Artigos com menção de QV no título e resumo publicados anualmente nos EUA (Foi pesquisado o termo “green chemistry” nos títulos e resumos de artigos (ACS) ou nos títulos e palavras-chave (JCEd), mas excluídas resenhas de livros e notícias. O número elevado de artigos científicos (ACS) em 2002 resultou da publicação de números especiais sobre QV pelas revistas *Accounts of Chemical Research* e *Industrial and Engineering Chemistry Research*.)

Química Vermelha e Química Preta. Estes dois termos foram usados numa conferência sobre catálise, em 1999, por G. Ourisson, Presidente da Academia de Ciências Francesa [10], para designar duas características da Química Industrial que a QV visa eliminar. A *Química Preta* dizia respeito à produção de resíduos e poluição – o adjectivo preto foi sugerido pelo intenso fumo negro das chaminés das fábricas da Revolução Industrial. Por outro lado, a *Química Vermelha* evocava os efeitos nocivos da química para a segurança e saúde humana, bem evidenciados por desastres brutais ao longo da história da Indústria Química – por exemplo, os particularmente nocivos de Oppau (Alemanha, 1921), Texas City (EUA, 1947) e Bhopal (Índia, 1984). Segundo o referido conferencista, o objectivo da prática da QV pela Química Industrial seria eliminar estes aspectos deletérios da sua actividade [10].

Nenhum dos dois termos se vulgarizou mas, recentemente (2005) [18], o nome *Química Vermelha* foi proposto para designar o ramo da química que se ocupa dos produtos químicos usados nas armas químicas e no terroris-

Dos três termos coloridos, só QV (“Green Chemistry”) é sancionado pela *Encyclopedia Britannica* [19].

Bioteχνologia Verde, Vermelha, Preta, Azul e Branca. As cores verde, vermelha e preta são usadas em biotecnologia com significados diferentes dos usados em química; além disso, a biotecnologia usa também as cores azul e branca. As designações coloridas correntemente usadas neste ramo da ciência são [20,21]:⁵

Bioteχνologia Verde – refere-se ao ramo da biotecnologia dirigido à agricultura e à alimentação;

Bioteχνologia Vermelha – designa a actividade dirigida à medicina e saúde;

Bioteχνologia Preta – é a biotecnologia das armas biológicas e bioquímicas, e do bioterrorismo;

Bioteχνologia Azul – refere-se à actividade dirigida à aquicultura e exploração do mar;

Bioteχνologia Branca – designa a biotecnologia industrial de fabrico de produtos químicos que, tal como a QV, deve ser dirigida à protecção do

ambiente e à promoção da Sustentabilidade.

Em suma, em biotecnologia o vermelho surge associado ao *bem* – à promoção da saúde humana – em contraste com o que sucede na química. Por outro lado, o verde tem em biotecnologia uma conotação directa com as plantas agrícolas enquanto que em QV a conotação à fitosfera é mais difusa e apenas histórica, como se referiu atrás – presentemente, está mais ligado à promoção do Desenvolvimento Sustentável.

Estas discrepâncias no uso das cores prestam-se naturalmente a confusões; por exemplo, quando se considera o Sétimo Princípio da QV (“Uso de matérias primas renováveis”) [22] e o conceito de Biorrefinaria que dele resulta (por exemplo, ref. [23]), entram em jogo actividades com um mesmo objectivo mas de cores diferentes – a Biotecnologia Branca e a QV.

Da Revolução Verde à Química Verde. O termo *Revolução Verde*⁶ é vulgarmente usado no campo da história da agricultura para designar a mudança da prática agrícola realizada a partir da Segunda Grande Guerra Mundial que, por aliança da química (fertilizantes, pesticidas, etc.) com a biologia agrícola (apuramento das espécies, por exemplo, milhos híbridos), permitiu aumentar muito a produtividade agrícola e eliminar a fome na Terra (a menos de problemas de distribuição de alimentos) – tendo a cor verde, outra vez, uma conotação directa com a fitosfera. No entanto, as práticas de agricultura “industrializada” que possibilitaram a Revolução Verde, e que envolvem o uso intensivo de produtos químicos (adubos sintéticos, produtos fitossanitários, etc.), conduziram a numerosos problemas de poluição – facto que contribuiu para a emergência, nos anos setenta, do ambientalismo. Afinal, do ponto de vista químico, a Revolução (agrícola) Verde não foi tão verde quanto o nome sugere, quando é considerado o seu efeito ambiental: criou problemas diversos de poluição e de dispersão de vestígios de substâncias sintéticas no ambiente – e acabou por contribuir fortemente para que a sociedade to-

masse consciência dos problemas de poluição e, mais tarde, para que os químicos sentissem a necessidade de mudar as suas práticas para a QV.

Utilização cultural da cor verde.

Recentemente, num artigo sobre a história da QV [24], foi notado que a cor verde é usada pelas diversas civilizações como símbolo de sentimentos e posturas muito diversas e, frequentemente, em situações discrepantes [24,25]. Embora não seja adequado entrar aqui em detalhes, é pertinente notar que, afinal, as contradições no uso social do verde são frequentes – e naturalmente a discrepância no uso da cor pela química e biotecnologia terá de ser aceite (é apenas mais uma!).

CONCLUSÃO

A utilização das cores verde e vermelho pela química é a da *tecnologia* das luzes de tráfico – verde para avançar, vermelho para proibir o avanço – ao contrário do que sucede com a biotecnologia, que usa um código de cores mais ligado à *natureza* (nomeadamente à biologia): o verde das plantas para a agricultura e alimentação e o vermelho do sangue humano para a medicina e saúde.

Para a opção de cores “tecnológica” da química poderão ter contribuído dois factos. Primeiro, a química estar bem inserida na civilização tecnológica, já que desempenhou um papel importante ao longo do desenvolvimento da Revolução Industrial.⁷ Segundo, a mentalidade técnica, pragmática, dos químicos industriais e engenheiros químicos adquirida neste contexto. Estes factos resultam provavelmente de a química ser a única ciência que estabeleceu uma indústria própria, a Indústria Química, e que tem associado um ramo de engenharia tradicional privativo, a Engenharia Química – o que foi uma consequência de, no século XIX, a química e a respectiva indústria se terem desenvolvido em paralelo e de uma forma integrada [26].

Em contraste, a biotecnologia, apesar de ser tão antiga como a química [27, 28], manteve até meados do sécu-

lo XX uma actividade industrial de prática quase artesanal – por exemplo, de fabrico continuado no tempo apenas de um número limitado de produtos (etanol e ácido acético, fermentos de panificação, e depois, no início do século XX, ácidos cítrico e láctico) [29], e com escalamentos menores que na química. À medida que se desenvolveu, a biotecnologia recorreu crescentemente à tecnologia química (excepto quanto a reactores, muito específicos) e continua a ser implementada, em muitos casos, no âmbito da Indústria Química. Deste percurso resultou para a biotecnologia uma mentalidade “mais *bio*” e “menos *tecno*”, de que ainda não se libertou completamente (e que talvez até se tenha acentuado com o uso crescente da engenharia genética). Em suma, o envolvimento mais limitado da tecnologia no desenvolvimento da biotecnologia, bem como este ter sido muito mais embutido na civilização humana [28],⁸ terá determinado uma distinção cultural que pode explicar a diferença de atitude quanto à adopção das cores – esta resulta das mentalidades “mais biológica” da biotecnologia e “mais tecnológica” da química.⁹

Duas observações finais. Primeira, a ser verdadeira esta hipotética explicação para a génese tecnológica do código de cores “luzes de tráfico” (verde/vermelho) usado pela química, seria mais um exemplo de como a tecnologia pode condicionar a história [30] – embora este seja um exemplo menor, já que envolve apenas uma questão de linguagem. Segunda, como os códigos de cores da química e da biotecnologia têm fundamento cultural, será muito difícil promover mudanças que conduzam a uma unificação – pelo que vale a pena prevenir os leitores das diferenças, esperando evitar-lhes eventuais equívocos.

NOTAS

¹ A preferência pelo termo QV relativamente a outros que envolvem qualificativos referentes à Sustentabilidade, mas são menos incisivos, foi abordada em [31].

² O verde continua a ser usado para adjetivar atitudes, movimentos, associações, partidos, etc., com objectivos programáticos que são dirigidos à melhoria da quali-

dade do ambiente – mas as posturas destas actividades ou instituições quanto a processos para cumprir os seus objectivos têm evoluído significativamente, ou seja, o *tom de verde* tem mudado.

³ Num artigo recente (2004) [32] em que se analisa a penetração da QV na indústria dos EUA com base em patentes registadas naquele país até 2001 sobre o tema, mostra-se que o número de patentes concedidas por ano cresceu rapidamente no período 1991-1993, semelhantemente à situação mostrada pela Fig.1 – mas quase uma década antes da revelada pela literatura científica e pedagógica. O crescimento poderá ter surgido em resposta à publicação da legislação ambiental nos fins dos anos oitenta, que aumentou os requisitos de protecção do ambiente a cumprir pelas empresas. No referido estudo, as patentes sobre QV foram identificadas pela inclusão no título, resumo, etc., de termos representativos de tecnologia química verde (por exemplo, “design de químicos mais seguros”, “processos sem solventes”, “matérias-primas alternativas”, etc.) – não tendo sido encontrada, porém, qualquer patente com o termo QV no título, resumo ou lista de direitos patenteados. Em face disto, a comparação com os resultados na Fig. 1 pode não ser lícita.

⁴ A *natureza dual* é característica de todas as ciências experimentais e das tecnologias – podem ser usadas para implementar o bem e o mal, dependendo de quem as pratica.

⁵ Esta classificação parece ser a mais largamente aceite, embora haja uma proposta recente (2004) que envolve uma classificação mais fina dos campos e dez cores (o arco-íris não chega!), nem todas coincidentes com as apresentadas aqui [33].

⁶ O mentor da Revolução Verde foi Norman Borlaug (1914-...), Nobel da Paz (1970), que foi biografado recentemente [34] de uma forma interessante e elucidativa quanto àquela revolução e respectivo alcance.

⁷ A profunda inserção é comprovada por a sociedade, ainda agora, mesmo quando os produtos químicos são “sujos” e nocivos para o ambiente, pressionar a continuação do seu uso...até que os químicos lhes proporcionem substitutos mais benignos.

⁸ Recorde-se, por exemplo, a importância para os humanos que o vinho, cerveja e outras bebidas alcoólicas, obtidas por fermentação, sempre tiveram ao longo da civilização.

⁹ Esta mentalidade tecnológica foi sendo gradualmente perdida pelos químicos académicos ao longo do século XX, à medida que o avanço da química como ciência foi

permitindo sintetizar cada vez mais moléculas não naturais – este facto corresponde a uma separação de escalas de praticar a química, da macroscópica para a molecular, o que contribuiu para criar um fosso entre a Química Académica (ou Laboratorial) e a Química Industrial, que ficaram separadas pela chamada “fronteira molecular” [35]. Uma pequena fracção destas moléculas sintéticas chegou à produção industrial, após elaborados estudos de escalamento para passar a fronteira, mas, mais tarde, muitos deste compostos revelaram-se incompatíveis com o ambiente e a biosfera – surgiram variados problemas de poluição por resíduos de compostos sintéticos e de outros usados no seu fabrico, que não foram previstos atempadamente aquando da síntese e da montagem do fabrico industrial. O desenvolvimento da QV, cujo objectivo último é eliminar de raiz estes problemas, passa pela eliminação do referido fosso – por aproximação da Química Académica (químicos laboratoriais) e da Química Industrial (engenheiros químicos e químicos de processo), conforme defendido, em 2003, no chamado relatório Breslow & Tirrell [35].

REFERÊNCIAS

- [1] P. T. Anastas e C. T. Farris (eds.), “Benign by Design: Alternative Synthetic Design for Pollution Prevention”, *ACS Symp. Series* **577** (1994).
- [2] P. T. Anastas e T. C. Williamson (eds.), “Green Chemistry: Designing Chemistry for the Environment”, *ACS Symp. Series* **626** (1996).
- [3] S. C. DeVito e R. L. Garrett (eds.), “Designing Safer Chemicals: Green Chemistry for Pollution Prevention”, *ACS Symp. Series* **640** (1996).
- [4] P. T. Anastas, L. G. Heine e T. C. Williamson (eds.), “Green Engineering”, *ACS Symp. Series* **766** (2000).
- [5] P. T. Anastas, L. G. Heine e T. C. Williamson (eds.), “Green Chemical Synthesis and Processes”, *ACS Symp. Series* **767** (2000).
- [6] R. L. Lankey e P. T. Anastas (eds.), “Advancing Sustainability through Green Chemistry and Engineering”, *ACS Symp. Series* **823** (2002).
- [7] W. M. Nelson (ed.), “Agricultural Applications in Green Chemistry”, *ACS Symp. Series* **886** (2004).
- [8] P. T. Anastas e M. M. Kirchhoff, “Origins, Current Status, and Future Challenges of Green Chemistry”, *Acc. Chem. Res.* **35** (2002) 686-694.
- [9] E. J. Woodhouse e S. Breyman, “Green Chemistry as Social Movement?”, *Sci. Techn. & Hum. Values* **30** (2005) 199-222.
- [10] R. Sheldon, “Green Chemistry – One Year On”, *Green Chem.* **2** (2000) G1-G4.
- [11] I. Amato, “The Slow Birth of Green Chemistry”, *Science* **259** (1993) 1538-1541.
- [12] T. C. Collins, “Introduction Green Chemistry in Teaching and Research”, *J. Chem. Ed.* **72** (1995) 965-969.
- [13] Green Chemistry, <http://www.rsc.org/Publishing/Journals/gc/index.asp>
- [14] ACS, Advanced Article Search, em <http://pubs.acs.org/wls/journals/query/subscriberSearch.html> (acedida em 09/12/2007).
- [15] JCEd, Index Advanced Search, em <http://jchemed.chem.wisc.edu/Journal/Search/search.html> (acedida em 09/12/2007).
- [16] RSC Publications, Journals, em <http://www.rsc.org/Publishing/Journals/fjournalsearch.asp> (acedida em 09/12/2007).
- [17] ScienceDirect, em <http://www.science-direct.com/> (acedida em 10/12/2007)
- [18] S. E. Manahan, *Environmental Chemistry*, 8ª ed., CRC Press (2005) p. 744.
- [19] *Encyclopedia Britannica - Deluxe Edition*, CD (2005)
- [20] EuropaBio, *White Biotechnology: Gateway to a More Sustainable Future* (2003) p. 7.
- [21] R. Wedin, “Chemistry on a High-carb Diet”, *Chemistry (ACS)*, Spring (2004) 23-27.
- [22] P. T. Anastas e J. C. Warner, *Green Chemistry – Theory and Practice*, Oxford UP (1998).
- [23] B. Kamm, P. R. Gruber e M. Kamm (eds.), *Biorefineries – Industrial Processes and Products*, 2 Vol., Wiley-VCH (2006)
- [24] P. Tundo e F. Aricò, “Green Chemistry on the Rise – Thoughts on the Short History of the Field”, *Chemistry Int.* **29(5)** (2007) 4-7.
- [25] Green, em <http://encyclopedia.thefreedictionary.com/green> (acedido em 8/12/2007)
- [26] J. V. Koleske, “Economic Aspects of the Chemical Industry”, em J. A. Kent (ed), *Riegel’s Handbook of Industrial Chemistry*, 10ª ed., Kluwer (2003) p. 1.
- [27] P. E. McGovern et al, “Fermented Beverages of Pre- and Proto-Historic China”, *Proc. Nat. Ac. Sci. (US)* **101** (2004) 17593-17598.
- [28] E. J. DaSilva, “Art, Biotechnology and the Culture of Peace”, *Electronic J. Biotechn.* (on line) **7(2)**(2004), em <http://www.ejbiotechnology.info/content/vol7/issue2/full/8/8.pdf> (acedido em 8/12/2007).
- [29] P. F. Stanbury, A. Whitaker e S. J. Hall, *Principles of Fermentation Technology*, 2ª ed, Butterworth (2003) p. 6.
- [30] M. R. Smith e L. Marx (eds.), *Does Technology Drive History? The Dilemma of Technological Determinism*, MIT Press (1994).
- [31] A. A. S. C. Machado, “Química e Desenvolvimento Sustentável – QV, QUVES, QUISUS”, *Química-Bol. SPQ* **95** (2004), 59-67.
- [32] T. J. Nameroff, R. J. Garant e M. B. Albert, “Adoption of Green Chemistry: An Analysis Based on US Patents”, *Research Policy* **33** (2004) 959-974.
- [33] E. J. DaSilva, “The Colours of Biotechnology: Science; Development and Humankind”, *Electronic J. of Biotechn.* (on line) **7(3)** (2004), em <http://www.ejbiotechnology.info/content/vol7/issue3/editorial.html> (acedido em 8/12/2007).
- [34] L. Hesser, *The Man Who Fed the World – Nobel Peace Prize Laureate Norman Borlaug and His Battle to End World Hunger*, Durban House (2006).
- [35] R. Breslow e M. V. Tirrell (eds.), Committee on Challenges for the Chemical Sciences in the 21st Century (US National Research Council), *Beyond the Molecular Frontier - Challenges for Chemistry and Chemical Engineering*, National Academy Press (2003).

Where Chemistry Meets Life Science

14 national
chemical
societies of
EUChemSoc



EUChemSoc

are co-owners of
ChemBioChem



Austria



Belgium



Czech Republic



France



Germany



Greece



Hungary



Italy



Netherlands



Poland



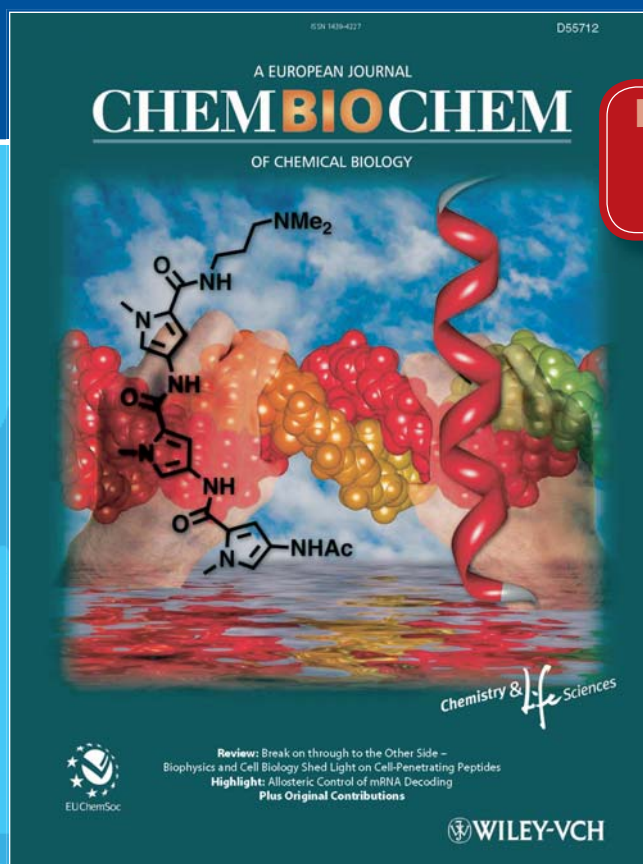
Portugal



Spain



Sweden



Latest Impact
Factor:
3.474

an attractive mixture of:

- Short communications
- Full papers
- Reviews & Minireviews
- Highlights & Concepts
- News & Comments
- Book and Multimedia Reviews

Chairmen of the Editorial Board:

Alan R. Fersht (UK)
Jean-Marie Lehn (France)

Editor:

Peter Göllitz

Managing Editor:

Lisa Abel

Subscribe now!

For further information
and to subscribe please
send an E-mail to:

subinfo@wiley.com

(USA/Canada)

service@wiley-vch.de

(Germany/Austria/Switzerland)

cs-journals@wiley.co.uk

(all other areas)

Visit *ChemBioChem* online

www.chembiochem.org

 **WILEY**
InterScience®
DISCOVER SOMETHING GREAT

 **WILEY-VCH**

BIOCOMBUSTÍVEIS E EFEITO DE ESTUFA

O número de 29 de Fevereiro da revista americana *Science* divulga dois artigos relativos ao uso de biocombustível para a redução das emissões de dióxido de carbono, que colocam algumas reservas na prossecução deste objectivo.

A procura de alternativas ao petróleo tem conduzido a um aumento da produção de biocombustível a partir de produtos alimentares, como milho, soja e cana de açúcar.

A biomassa dos solos e das plantas constitui o maior reservatório biologicamente activo de carbono terrestre, contendo cerca de 2,7 vezes mais carbono do que a atmosfera. Como o cultivo de matéria-prima para a produção de biocombustível remove dióxido de carbono da atmosfera, o biocombustível pode, em teoria, reduzir a quantidade de gases causadores de efeito de estufa (como dióxido de carbono e metano) face à utilização de combustíveis fósseis. Contudo, estes estudos não tiveram em consideração as emissões de carbono que ocorrem em consequência de, para responderem à subida de preços, os agricul-

tores converterem floresta e terrenos de pasto em novos terrenos agrícolas para compensar o desvio de produtos para a produção de biocombustível.

Num primeiro estudo, dirigido por David Tilman da Universidade do Minnesota (EUA), foi avaliado o efeito do tipo de terrenos agrícolas usados no cultivo de produtos para biocombustível sobre a quantidade de dióxido de carbono produzida. Em particular, foi concluído que a utilização de terrenos resultantes da conversão de florestas tropicais, terrenos de turfa, savanas ou terrenos de pasto para cultivar produtos para o fabrico de biocombustível no Brasil, Sudeste da Ásia e Estados Unidos resulta na libertação de 17 a 420 vezes mais dióxido de carbono do que as reduções anuais dos gases de efeito de estufa que serão conseguidas pela substituição dos combustíveis fósseis por este biocombustível. Apenas quando o biocombustível é produzido a partir de biomassa desperdiçada ou de biomassa crescida em terrenos agrícolas degradados ou abandonados este pode oferecer vantagens imediatas e sustentáveis em relação à produção dos gases causadores do efeito de estufa. Ou seja, a conversão de habitats ricos em carbono para a produção de biocombustível conduz a um aumento das emissões de dióxido de carbono

por décadas ou séculos em relação às emissões causadas pela utilização de combustíveis fósseis.

Num segundo estudo (efectuado por uma equipa liderada por Timothy Searchinger da Universidade de Princeton) foi desenvolvido um modelo para estimar o efeito da utilização de etanol produzido a partir de cereais cultivados em terrenos convertidos. Os resultados mostram que, em vez de reduzir em 20%, a utilização de etanol produzido nestes terrenos quase que duplica as emissões de gases causadores do efeito de estufa ao longo de cerca de 30 anos e aumenta os gases de efeito de estufa durante 167 anos.

Estes estudos realçam a necessidade de a produção de biocombustíveis se fazer acima de tudo a partir de desperdícios.

Finalmente acresce ainda que a crescente utilização de biocombustíveis está a afectar o preço dos produtos que, como o milho e a soja, são também usados na alimentação. E este factor tem, necessariamente, que ser também tido em consideração.

J.M.



XXI ENCONTRO NACIONAL SPQ - QUÍMICA E INOVAÇÃO 11-13 JUNHO 2008 NO PORTO

O XXI Encontro Nacional da Sociedade Portuguesa de Química terá lugar na Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto entre 11 e 13 de Junho de 2008. Assuntos como as **Novas Fronteiras da Química** aplicadas às áreas da saúde, materiais, ambiente e energia, a **Inovação na Indústria Química** e a **Inovação no Ensino da Química e da Engenharia Química** serão abordados num conjunto de sessões plenárias, *key notes* e comunicações orais e em *poster*. O programa contempla inúmeras iniciativas para os professores de Química dos ensinos básico e secundário. Haverá conferências, *workshops* e demonstrações de interesse para os docentes de níveis de escolaridade não superior. Teremos, em particular, a presença do editor do *Journal of Chemical Education*, Prof. John Moore, que falará sobre "Innovation in Chemical Education". Inovação em actividades laboratoriais, uso das TIC, novas temáticas químicas de fronteira e metodologias no ensino da Química serão pretexto de formação e enriquecimento dos professores. Entre os convidados estrangeiros para as sessões plenárias encontram-se os Professores John Moore, Nazario Martín e Philippe Serp.



John Moore é Professor Catedrático de Química na *University of Wisconsin-Madison*, director do *Institute for Chemical Education* e editor do *Journal of Chemical Education* desde 1996. O ensino da química e a utilização de recursos de base tecnológica ao seu serviço constituem os seus principais interesses. John Moore foi fundador em 1988 do *Journal of Chemical Education: Software*, publicação dedicada à divulgação de recursos tecnológicos para utilização no ensino da química. A sua paixão pelo ensino da química valeu-lhe já vários prémios. É autor de mais de 100 artigos em revistas científicas e capítulos de livros e apresentou cerca de 400 comunicações em conferências e colóquios. Como membro activo da *American Chemical Society*, John Moore integra o comité para a educação e a divisão de ensino da química.



Nazario Martín é Professor Catedrático na *Universidad Complutense* de Madrid. Os seus interesses de investigação focam principalmente a química de nano-estruturas de carbono como fulerenos, nanotubos de carbono, sistemas π -conjugados como cadeias moleculares e moléculas electro-activas para aplicações, nomeadamente, em processos fotovoltaicos. Nazario Martín é autor de mais de 200 publicações em revistas científicas, incluindo 8 artigos de revisão, 3 livros e 12 capítulos de livros. Foi editor da publicação espanhola *Anales de Química* (2000-2005) e membro do painel editorial consultivo do *The Journal of Materials Chemistry*. Actualmente desempenha funções de editor europeu da publicação *Fullerenes, Nanotubes and Carbon Nanostructures*. É membro da *Royal Society of Chemistry* e desde Novembro de 2005, presidente da *Real Sociedad Española de Química*.



Philippe Serp é Professor Catedrático na *École Nationale Supérieure d'Ingénieurs en Arts Chimiques et Technologiques* em Toulouse. Foi galardoado com o prémio da *Catalysis Division of the French Chemical Society* em 2004 e o prémio APDF 2005 "Celestino da Costa/Jean Perrin". Os seus interesses de investigação incluem preparação de materiais nano-estruturados por CVD e processos catalíticos e estudos em reacções catalíticas homogéneas, áreas onde é co-autor de mais de 80 artigos em revistas científicas, entre os quais 5 são de revisão, 6 capítulos de livros e 7 patentes.

Durante o XXI Encontro Nacional da Sociedade Portuguesa de Química serão ainda atribuídos o Prémio Ferreira da Silva e a Medalha Vicente Seabra. Não faltarão ainda ocasiões para a troca de ideias e discussões informais, durante o programa social que acompanhará todo o evento. Até 18 de Maio pode fazer a sua inscrição a tarifa reduzida.

CONTAMOS CONSIGO!

E-mail: xxien@fe.up.pt

URL: www.fe.up.pt/xxien



**7TH INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON POLYELECTROLYTES (7TH ISP)
16-19 JUNHO 2008 EM COIMBRA**

O 7º Simpósio Internacional de Polieletrólitos (7º ISP) será realizado na Universidade de Coimbra entre 16 e 19 de Junho de 2008, sendo membro da Comissão Organizadora o actual Presidente da Delegação de Coimbra da Sociedade Portuguesa de Química, o Prof. Sérgio Seixas Melo. Este evento surge na sequência dos anteriores realizados na Alemanha (1995), no Japão (1998), em França (2000), na Suécia (2002), nos EUA (2004) e outra vez na Alemanha (2006), que tornaram as conferências ISP um importante fórum de apresentação e discussão de investigação na área dos polieletrólitos.

No 7º ISP serão abordados os tópicos relevantes em ciência de polieletrólitos, sendo as sessões organizadas em diversos temas, nomeadamente, biopolieletrólitos, complexos polieletrólitos, polissacarídeos, formulações e géis, conformação e ligação de contra-íões, síntese, transporte e reologia, entre outros.

E-mail: poly2008@qui.uc.pt

URL : www.uc.pt/gcpi/poly2008

SECOND INTERNATIONAL CONFERENCE ON ADVANCED NANO MATERIALS (ANM 2008)

22-25 JUNHO 2008 EM MIRA

A 2ª Conferência Internacional de Nano Materiais Avançados (ANM 2008) irá decorrer no Hotel Quinta da Lagoa, entre 22 e 25 de Junho de 2008, tendo como objectivo principal providenciar um local de reunião para investigadores da indústria e do ensino superior apresentarem os seus resultados mais recentes, discutirem e partilharem os últimos desenvolvimentos em nanotecnologia. Os tópicos da conferência incluem compósitos, tribologia, energia, biomateriais e materiais electrónicos e magnéticos. Os trabalhos do encontro serão publicados no *Journal of Nanoscience and Nanotechnology*.

E-mail: anm2008@mec.ua.pt

URL : anm2008.web.ua.pt



**XXI SIMPÓSIO IBERO-AMERICANO DE CATÁLISE (XXI SICAT)
22-27 JUNHO 2008 EM MÁLAGA, ESPANHA**

A Sociedade Espanhola de Catálise e a Universidade de Málaga organizam o XXI Simpósio Ibero-americano de Catálise (XXI SICAT) que será realizado em Málaga, Benalmádena-Costa, Espanha, entre 22 e 27 de Junho de 2008. O Simpósio Ibero-americano de Catálise (SICAT) é reconhecido como um evento de tradição e de notável importância na Comunidade Ibero-americana relacionada com os aspectos fundamentais, aplicados e inovadores desta área. Realizar-se-á pela quarta vez em Espanha, coincidindo com os quarenta anos do primeiro simpósio que decorreu em Madrid em 1968.

O objectivo é tentar organizar um evento de alta qualidade científica e participação que possa promover um intercâmbio entre os diferentes grupos de investigação participantes.

E-mail: info@sicat2008.es

URL : www.sicat2008.es



INTERNATIONAL WORKSHOP ON ATOMIC, MOLECULAR AND IONIC PROCESSES (IWAMIP 2008)
29 JUNHO-2 JULHO 2008 EM ALCOCHETE

O *Workshop* Internacional de Processos Atômicos, Moleculares e Iônicos (IWAMIP 2008) irá realizar-se em Alcochete, entre 29 de Junho e 2 de Julho de 2008.

O âmbito do evento abarca uma grande gama de fenómenos, desde química e física atómica e molecular a aplicações biológicas e analíticas. O *workshop* tem como objectivo reunir um grupo de cientistas para partilharem interesses através da discussão de trabalhos na fronteira do conhecimento em várias áreas multidisciplinares, de acordo com o perfil dos participantes. A participação de post-docs e de estudantes de graduação é encorajada, estando previstas apresentações de trabalhos de revisão e trabalhos de investigação originais.

E-mail: mllc@fct.unl.pt

URL : www.iwamip2008.com

INTERNATIONAL CONFERENCE ON ADVANCED COMPUTATIONAL ENGINEERING AND EXPERIMENTING (ACE-X2008)
14-15 JULHO 2008 EM BARCELONA, ESPANHA

A Conferência Internacional de Engenharia Computacional Avançada (ACE-X2008) irá decorrer nos dias 14 e 15 de Julho de 2008 em Barcelona, Espanha. A ACE-X2008 irá oferecer um programa científico de elevada qualidade, cursos de curta duração e um conjunto de lições convidadas proferidas por especialistas líderes na área. Os resumos submetidos serão seleccionados para apresentações orais, sessões em poster ou para uma sessão especial. Os tópicos da conferência incluem entre outros, métodos numéricos, modelação, compósitos e materiais multifásicos, métodos experimentais, fenómenos de transporte e materiais porosos e celulares.

E-mail: contact@ironix-conferences.com

URL : www.ace-x2008.com



6TH INTERNATIONAL VANADIUM SYMPOSIUM (V6-2008)
17-19 JULHO 2008 EM LISBOA

O 6º Simpósio Internacional do Vanádio (V6-2008) irá decorrer em Lisboa entre 17 e 19 de Julho de 2008, um evento que conta com o apoio da Sociedade Portuguesa de Química. O Simpósio realiza-se na Fundação Calouste Gulbenkian, uma instituição privada de utilidade pública, cujos objectivos estatutários são o apoio e o desenvolvimento da Arte, da Cultura, da Educação e da Ciência.

O V6-2008 foca todos os aspectos da química do Vanádio e surge na sequência dos simpósios anteriores realizados em Cancun, México (V1-1997), Berlim, Alemanha (V2-1999), Osaka, Japão (V3-2001), Szeged, Hungria (V4-2004) e S. Francisco, EUA (V5-2006). A química e a bioquímica do vanádio é uma das áreas de investigação com grande actividade em Portugal, por isso o Simpósio V6-2008 irá proporcionar um estímulo adicional para o desenvolvimento desta área do conhecimento.

Os principais tópicos do evento incluem a química inorgânica (coordenação, especiação e estrutura), a química bioinorgânica e biológica do vanádio, a enzimologia, toxicologia e transporte, as aplicações terapêuticas dos compostos de vanádio (desenho e mecanismo de acção), a catálise do vanádio (compostos orgânicos e polímeros) e os polioxovanadatos, novos materiais e processos. A data limite para submissão de resumos é 15 de Maio de 2008, podendo os trabalhos ser apresentados em sessões orais ou em poster.

E-mail: v6@spq.pt

URL : www.vanadiumsix.com

Secção compilada por Helder Gomes

8-9 Maio 2008 em Aveiro

II Conferência Nacional de Métodos Numéricos em Mecânica de Fluidos e Termodinâmica
E: sabrina@ua.pt
URL: iicnmmft.web.ua.pt

11-13 Junho 2008 no Porto

XXI Encontro Nacional da Sociedade Portuguesa de Química
E: xxien@fe.up.pt
URL: www.fe.up.pt/xxien

16-19 Junho 2008 em Coimbra

7th International Symposium on Polyelectrolytes (7th ISP)
E: poly2008@qui.uc.pt
URL: www.uc.pt/gcpi/poly2008

22-25 Junho 2008 em Mira

Second International Conference on Advanced Nano Materials (ANM 2008)
E: anm2008@mec.ua.pt
URL: anm2008.web.ua.pt

22-27 Junho 2008 em Málaga, Espanha

XXI Simpósio Ibero-Americano de Catálise (XXI SICAT)
E: info@sicat2008.es
URL: www.sicat2008.es

29 Junho-2 Julho 2008 em Alcochete

International Workshop on Atomic, Molecular and Ionic Processes (IWAMIP 2008)
E: mllc@fct.unl.pt
URL: www.iwamip2008.com

1-4 Julho 2008 em Bilbao, Espanha

I Simpósio Ibérico de Hidrogénio, Pilhas de Combustível e Baterias Avançadas (HYCELTEC 2008)
E: info@hyceltec.net
URL: www.hyceltec.net

6-9 Julho 2008 em Istanbul, Turquia

9th European Conference on Research in Chemical Education
E: mehmah@istanbul.edu.tr
URL: www.ecrice2008.org

13-18 Julho 2008 em Santiago de Compostela, Espanha

IUPAC Conference on Physical Organic Chemistry (ICPOC2008)
E: secretary@icpoc2008.org
URL: www.icpoc2008.org

14-15 Julho 2008 em Barcelona, Espanha

International Conference on Advanced Computational Engineering and Experimenting (ACE-X2008)
E: contact@ironix-conferences.com
URL: www.ace-x2008.com

17-19 Julho 2008 em Lisboa

6th International Vanadium Symposium (V6-2008)
E: v6@spq.pt
URL: www.vanadiumsix.com

18-22 Julho 2008 em Barcelona, Espanha

EuroScience Open Forum 2008
E: info@esof2008.org
URL: www.esof2008.org

21-23 Julho 2008 em Vila Real

CONTROLO'2008 - 8th Portuguese Conference on Automatic Control
E: controlo2008@utad.pt
URL: home.utad.pt/controlo2008

28 Julho-1 Agosto 2008 em Gotemburgo, Suécia

XXII IUPAC Symposium on Photochemistry
E: gust@asu.edu
URL: photoscience.la.asu.edu/Goteborg2008

31 Agosto-3 Setembro 2008 em Belfast, Irlanda

5th International Conference On Environmental Catalysis
E: 5icec@qub.ac.uk
URL: www.centacat.qub.ac.uk/5icec

31 Agosto-4 Setembro 2008 em Foz do Iguaçu, Brasil

14th Brazilian Meeting on Inorganic Chemistry
1st Latin American Meeting on Biological Inorganic Chemistry
E: sidney@iq.unesp.br
URL: equipesp04.iq.unesp.br/bmic2008

2-4 Setembro 2008 em Maputo, Moçambique

5º Congresso Luso-Moçambicano de Engenharia
E: sg@fe.up.pt
URL: paginas.fe.up.pt/clme/2008

4-6 Setembro 2008 em Braga

10th International Chemical and Biological Engineering Conference (CHEMPOR 2008)
E: chempor2005@eq.uc.pt
URL: www.deb.uminho.pt/chempor2008

16-20 Setembro 2008 em Torino, Itália

2nd EuCheMS Chemistry Congress
E: info@euchems-torino2008.it
URL: www.euchems-torino2008.it

16-21 Setembro 2008 em Lisboa

27th Edition of the Symposium of the Scientific Instrument Commission
E: sic2008@museus.ul.pt
URL: chcul.fc.ul.pt/sic2008

22-24 Setembro 2008 em Madrid, Espanha

XXXIII Reunión Ibérica de Adsorción
E: congreso.ria08@urjc.es
URL: ria08.urjc.es

24-26 Setembro 2008 em Lisboa

Historical Mortars Conference
E: hmc08@lnec.pt
URL: hmc08.lnec.pt

6-10 Outubro 2008 no Porto

6th Marie Curie Cutting Edge Conference - Stem cells from the Petri dish to the clinical application
URL: www.inventscience.org

Secção compilada por Helder Gomes