

# QUÍMICA

<b>Editorial</b>	<b>2</b>
<b>Noticiário SPQ</b>	<b>3</b>
<b>Opinião</b>	
As provas escritas de Química	15
<b>Atracção Química</b>	<b>22</b>
<b>Opinião</b>	
Atentados ao Choque Tecnológico?	23
<i>Fernando Pina</i>	
<b>Olhares Quirais</b>	
Elementos da História da Química do Século XVIII	25
<i>Ana Carneiro</i>	
<b>Artigos</b>	
Sistemas de ferro-enxofre	33
<i>J.A.L. da Silva</i>	
Controlo de Qualidade – parte 2	39
<i>Jorge L.G.F.S. Costa Pereira</i>	
<b>Química e Sociedade</b>	
O Laboratório Chimico da Escola Politécnica de Lisboa	45
<i>Graça Santa-Bárbara, Vanda Leitão</i>	
<b>Folhas de Química</b>	
Porque ardem as florestas?	55
<i>M. Filomena Camões</i>	
<b>Tomar Nota</b>	<b>57</b>
<b>Agenda</b>	<b>62</b>

## Olimpíadas de Química 3

A segunda edição nacional das Olimpíadas de Química Júnior ultrapassou os 1000 alunos participantes. Por seu turno as Olimpíadas de Química+ voltaram a cobrir o país com 227 alunos concorrentes aos três almejados lugares que conferem a participação nas Olimpíadas Internacionais e nas Olimpíadas Ibero-americanas de Química de 2007.



## O Laboratório Chimico da Escola Politécnica de Lisboa 45

O Laboratório Chimico e Anfiteatro da antiga Escola Politécnica de Lisboa, beneficiam presentemente de intervenções de restauro, aguardando-se a sua abertura ao público integrados no Museu de Ciência da Universidade de Lisboa. Ambos constituem um conjunto único do nosso património científico e histórico.



## Porque ardem as florestas? 55

Para que haja fogo têm de ser reunidas três condições: existir o que arda; atmosfera comburente; e condições de temperatura capazes de despoletar e manter a reacção entre comburente e combustível. Dos três ramos do triângulo do fogo, aquele que pouco ou nada tem sido discutido é o do comburente, o oxigénio atmosférico.



**Boletim da  
SOCIEDADE PORTUGUESA DE QUÍMICA**



Capa de Nuno Gonçalves

**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 102, Julho - Setembro 2006

**Redacção e Administração**

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

**Director**

Joaquim Faria

**Editores-Adjuntos**

Carlos Folhadela  
Helder Gomes  
Jorge Morgado  
Marcela Segundo

**Comissão Editorial**

Hugh Burrows  
Maria José Calhorda  
J. Ferreira Gomes  
Ana Lobo  
Irene Montenegro  
João Rocha  
M. N. Berberan e Santos  
A. Nunes dos Santos

**Publicidade**

Helder Gomes  
Tel.: 273 303 110  
Fax: 273 313 051  
htgomes@ipb.pt

**Grafismo**

sentido: designers / Nuno Gonçalves

**Execução Gráfica**

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

**Tiragem**

3000 exemplares

**Preço avulso**

€ 12,50  
Assinatura anual - quatro números  
€ 45  
(Continente, Açores e Madeira)  
Distribuição Gratuita aos sócios da SPQ

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

**Publicação subsidiada pela**

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

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



Fecha um ano lectivo e começa outro. E mais uma vez sob a égide de intensas polémicas e eternas indecisões.

A polémica gerada em torno das provas das provas escritas do Exame Nacional do ensino secundário do 12.º ano de Química. Já muito se discorreu sobre o assunto, dando por vezes a ideia que tudo se resumia à pergunta 3 do Grupo II do exame 642, de 23/06/2006. Sobre ela se opinou e contra-opinou, embora o simples facto de uma pergunta poder gerar tamanha ambiguidade devesse ser suficiente para evitar a sua inclusão num exame nacional. No entanto, o processo de elaboração de exames não é obviamente perfeito e falhas são susceptíveis de ocorrerem, como aconteceu. Nada de extraordinário. Mas, porque é que uma única pergunta cotada em 0,8 valores tem tanta importância? Será ela a responsável pela média baixíssima confirmada na primeira fase do exame de Química do 12.º ano? Infelizmente o mal está feito, restando-nos esperar para ver quantas turmas de Química ainda restarão no ensino secundário no próximo ano lectivo...

Na sequência do "Compromisso com a Ciência", apresentado pelo Governo, a Fundação para a Ciência e a Tecnologia (FCT) abriu concurso público para a apresentação de candidaturas a financiamento de Projectos de Investigação Científica e de Desenvolvimento Tecnológico em Todos os Domínios Científicos (PTDC), no período compreendido entre 15 de Junho e 31 de Julho. Em Portugal a maioria dos investigadores são também docentes universitários e para eles os meses de Junho e Julho concentram em si os períodos de maior intensidade científica (época de congressos e reuniões internacionais) e académica (avaliações semestrais e anuais). Acresce

que em 2006 foi um ano lectivo em que as reestruturações impostas pelo processo de Bolonha obrigaram todo o meio Universitário a um esforço suplementar (também este eternamente adiado por sucessivas indecisões, mas essa seria outra história...). Aparentemente sensível a este problema a FCT decidiu alargar o prazo de submissão de candidaturas até dia 31 de Agosto, alguns dias após a abertura do concurso. No entanto, os investigadores deste país também são homens e mulheres com famílias e que por serem docentes universitários são obrigados a gozar as suas férias em Agosto. A razoabilidade da medida ficou demonstrada quando entre 26 e 28 de Julho os (dois) servidores da FCT saturaram devido ao número elevado de utilizadores em simultâneo! O mesmo aconteceu quando, os então mais de duplicados, servidores encravaram a partir de 28 de Agosto. A título de exemplo, os servidores do Ministério das Finanças, aguentam mais de 4.000 utilizadores em simultâneo sem bloquearem... Pode até ser que os investigadores portugueses deixassem para o fim do prazo a finalização das suas candidaturas, mas esse é um direito que lhes assiste e ninguém disse que tinha de ser mais difícil no fim do prazo. Não o era aquando da submissão tradicional em papel e não deveria ser agora usando um processo tecnologicamente mais evoluído, mas supostamente mais simples e cómodo. E de certeza haveria períodos mais adequados para a realização do concurso, ou não tivesse o último adiamento levado o prazo para 18 de Setembro.

Boa leitura.

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

### Alunos do 12.º ano do distrito de Bragança realizam trabalhos práticos de Química na ESTiG: Iniciativa Laboratório de Polímeros

No âmbito do projecto Ciência Viva “Laboratório de Polímeros”, a Escola Superior de Tecnologia e de Gestão (ESTiG) do Instituto Politécnico de Bragança disponibilizou aos alunos do 12.º ano do distrito um conjunto de actividades experimentais baseadas no programa da disciplina de Química, em vigor no ano lectivo de 2005/2006. As actividades incluíram a demonstração de propriedades, a identificação de materiais poliméricos e a realização de várias experiências de síntese: nylon, rayon e espuma de poliuretano. Os alunos puderam ainda visitar o projecto “Síntese de adesivos isentos de solventes orgânicos voláteis” (projecto industrial financiado pelo PRIME) e seguir as etapas de concepção e elaboração de uma peça de polímero utilizando a tecnologia de processamento por injeção. A iniciativa contou com a inscrição de cerca de 150 alunos acompanhados pelos respectivos docentes responsáveis e com



Síntese do Nylon

proveniências diversas: Macedo de Cavaleiros, Alfandega da Fé, Mogadouro e Vila Flor. As visitas iniciaram-se durante o mês de Maio prolongando-se pelo mês de Junho. A responsabilidade da organização coube ao Departamento de Tecnologia Química e Biológica (DTQB)

e contou com a colaboração do Laboratório de Tecnologia Mecânica (LTM) para a demonstração do equipamento de injeção. O projecto Ciência Viva em curso tem a parceria da Escola Secundária Abade de Baçal da cidade de Bragança.

Helder Gomes

### EuCheMS adota Guia de Ética para publicação de trabalhos científicos

Um dos pilares basilares que regulam a actividade científica relaciona-se com a aceitação por todos os membros nela envolvidos de um “código de conduta” com linhas orientadoras relativas a comportamentos desejados e obrigações para com os outros membros e com o público em geral. Tal código procura maximizar os benefícios da ciência na

sociedade e na actividade científica. O avanço científico requer a partilha de conhecimento, apesar de esta diminuir vantagens pessoais adquiridas.

A publicação de resultados da investigação científica em revistas é uma das formas fundamentais através das quais as sociedades científicas da EuCheMS servem a comunidade científica química. Neste sentido, a EuCheMS adoptou um Guia de Ética para publicação de trabalhos científicos. A manutenção

de elevados padrões de ética por parte de editores, autores e avaliadores, relativamente à publicação de trabalhos em revistas científicas, constitui uma questão central deste serviço prestado pelas sociedades da EuCheMS. O documento completo, que detalha as responsabilidades éticas dos editores, autores e avaliadores, e fornece exemplos sobre má conduta científica e violações éticas, pode ser obtido em [www.euchems.org/News/index.asp](http://www.euchems.org/News/index.asp).

Helder Gomes

### Olimpíadas de Química+ Vencedores absolutos de 2006

Com a realização da Final no dia 6 de Maio, no Departamento de Química da Universidade de Aveiro, terminou a edição de 2006 das Olimpíadas Portuguesas de Química+.

Os 26 alunos apurados nas semifinais realizadas em Aveiro (DQ), Lisboa (IST) e Porto (DQ), de entre um total de 227 participantes, competiram agora pelas medalhas absolutas.

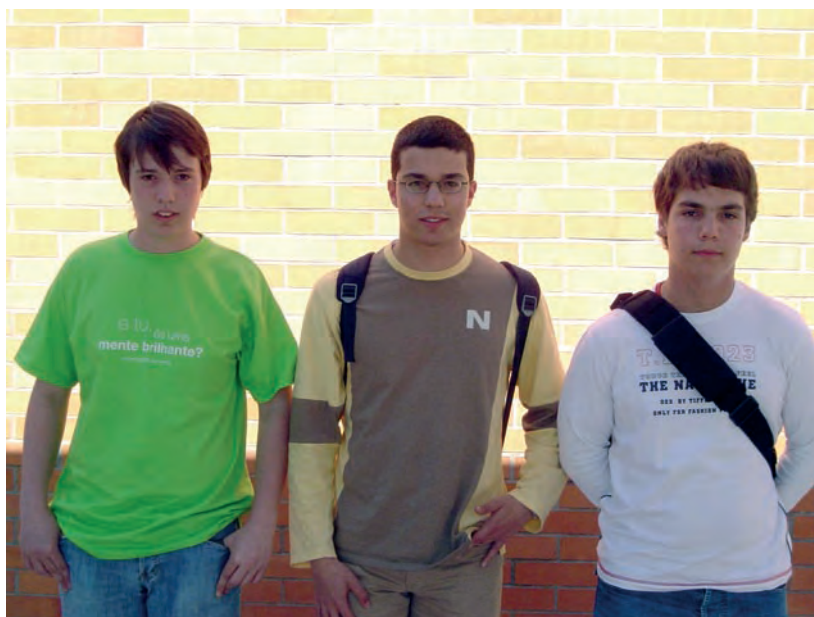
Vencedores

Medalha de Ouro: Raúl João de Sousa Pereira (ES Almeida Garret – Porto)

Medalha de Prata: Rui Emanuel Ferreira da Silva (Colégio Internato dos Carvalhos)  
Medalha de Bronze: Rui Filipe Gonçalves Apóstolo (ES D. Duarte – Coimbra)

Completam ainda a equipa que representará Portugal nas Olimpíadas Internacionais de Química e nas Olimpíadas Ibero-americanas de Química de 2007,

os alunos Tiago Raúl Sousa Pereira (ES Almeida Garret – Porto), Rui Filipe Lebre Lopes (Colégio dos Órfãos do Porto) e Vera Falcão (Externato Delfim Ferreira).



Vencedores das Olimpíadas de Química\* 2006

### Olimpíadas de Química Júnior 2006

A segunda edição nacional das “Olimpíadas de Química Júnior” ultrapassou os 1000 alunos participantes!

Com 1020 alunos participantes, oriundos de 137 escolas, as “Olimpíadas de Química Júnior” continuam a afirmar-se como a maior iniciativa nacional de promoção da Química junto dos jovens. Comparando com o ano anterior, regista-se um aumento de 20% no número de escolas inscritas (137/114) e de 38% no número de alunos participantes (1020/736). Um sucesso que fica tanto a dever-se às escolas que se mobilizaram para proporcionar esta oportunidade aos seus alunos, como às instituições que criaram condições para os acolher devidamente.

Como os relatos abaixo documentam, as “Olimpíadas de Química Júnior” estão a amadurecer, sendo nítido um aumento geral da qualidade da organização. Foram várias as instituições que criaram programas específicos para os professores acompanhantes (normalmente com actividades de carácter formativo), ultrapassando assim um dos problemas detectados no ano anterior. É também de salientar a capacidade para a captação de apoios financeiros, quer

proveniente de entidades privadas, quer do programa de apoio a acções de divulgação científica do “Ciência Viva”. E, claro, regista-se com agrado a repercussão crescente deste evento na imprensa local e regional.

#### Departamento de Química e Bioquímica

Universidade do Algarve

No dia 22 de Abril, a chuva intensa, não muito habitual no Algarve, não chegou para desmotivar a participação das equipas na segunda edição das Olimpíadas de Química Júnior 2006 na Universidade do Algarve. Provenientes de oito escolas da região do Algarve e mais uma do Baixo Alentejo, 35 equipas realizaram a prova, o que relativamente à primeira edição correspondeu a um aumento de 11 equipas.

Graças a algumas sugestões e às opiniões de professores e equipas que participaram na primeira edição, a organização reformulou as provas de modo a promover um maior contacto com actividades laboratoriais simples. Manteve-se a estrutura base com uma prova teórica, um conjunto de 30 perguntas, e uma prova prática, na qual cada equipa per-

correu 8 laboratórios (o dobro relativamente à primeira edição). A prova prática, que consistiu em leitura de rótulos ou observação, compôs-se de 24 perguntas, das quais oito corresponderam a actividades experimentais simples. Estas actividades foram, por exemplo, o misturar dois líquidos dos quais resulta um precipitado, medir pH ou dissolver esferovite em acetona.

Para ocupar os tempos livres entre provas a organização propôs um “jogo da glória” sobre a tabela periódica dinamizado pelos professores que acompanharam as equipas. Este jogo despertou grande interesse e nova competição entre as equipas/escolas participantes.

Os alunos e professores receberam diplomas de participação. Este ano foi também possível oferecer livros para as bibliotecas de todas as escolas participantes, gentilmente cedidos pela Escolar Editora.

A Publifaro contribuiu com a impressão de sacos das OQJ, e ofereceram-se bonés de cor igual identificando cada equipa, o que permitiu a sua divisão em sete grupos facilmente identificáveis pela cor dos sacos e dos bonés e deu um ar de festa colorida às olimpíadas.

Os três primeiros lugares foram:



O Jogo da Tabela Periódica. Universidade do Algarve

Medalha de ouro (Colégio de Nossa Senhora do Alto – Faro): Ana Carolina Teixeira, Rute Pinto e Sofia Almeida;

Medalha de prata (Escola EB 2/3 Júdice Fialho – Portimão): Catarina Ferreira, Mariana Freitas e Hugo Lopes;

Medalha de bronze (Escola EB 2/3 Padre João Coelho Cabanita – Loulé): Rosa Teiga, Inês Nunes e Patrícia Afonso.

As escolas das equipas que ficaram nos três primeiros lugares receberam livros, também oferecidos pela Escolar Editora e as placas da SPQ. Cada elemento da equipa recebeu o certificado de medalha e a respectiva medalha, e caixas de modelos moleculares como prémio adicional.

Entre a prova e a entrega dos prémios houve almoço na cantina da Universidade do Algarve. A Fundação Belmiro de Azevedo, através do Hipermercado Continente da Guia, ofereceu os lanches, e a Sumol contribuiu com bebidas.

O balanço final de quem organizou estas provas, professores, técnicos superiores (que tiveram um papel notável na organização), funcionários e alunos do Departamento, é bastante positivo. Foi para nós uma satisfação imensa

voltar a encontrar alunos que participaram na primeira edição, este ano com entusiasmo acrescido, ver a alegria das equipas durante as provas, em particular nas actividades experimentais, com um comportamento exemplar em todos os momentos.

Ana Rosa Garcia

### Departamento de Química

Universidade de Aveiro

A edição de 2006 das “Olimpíadas de Química Júnior” no Departamento de Química da Universidade de Aveiro pode descrever-se como o amadurecimento do modelo bem sucedido do ano anterior. Foram mantidas as características que permitem um dia intenso de actividades para cerca de 200 participantes (a colaboração com a Fábrica de Ciência Viva, o apoio do Núcleo de Estudantes de Química da UA, NEQUA, as demonstrações de “Química em Acção”, o sistema rotativo de grupos, identificados por bonés coloridos...), mas enriquecidas com um conjunto de actividades para os professores acompanhantes.

O programa para os professores acompanhantes foi uma das preocupações principais dos organizadores. Durante a

manhã, os professores puderam assistir a uma conferência sob o tema “Polímeros: relação entre estrutura e propriedades”, proferida pelo Prof. Doutor Alessandro Gandini (investigador de alto mérito, CICECO/Universidade de Aveiro), seguida de uma sessão prática laboratorial “Polímeros: produção de um plástico (caseína) a partir de leite”, organizada pela Lic. Mariana Sardo (estudante de doutoramento, CICECO/Universidade de Aveiro). Para a tarde, a ‘Fábrica’ preparou uma Oficina (“Workshop”) sobre a “Programação e Orientação de visitas à Fábrica de Ciência Viva”, seguida de uma visita às exposições patentes na ocasião.

No que respeita aos alunos, tiveram as já habituais provas na “Fábrica” e no Departamento de Química, intercaladas com as actividades de descontração organizadas pelo NEQUA para os tempos de espera. O tema da prova na “Fábrica” foi “A cozinha é um laboratório”, organizada pelo Investigador Jorge Saraiva e pela Lic. Alexandra Nunes. No Departamento de Química decorreram as “Questões em laboratório”, com cerca de 20 questões “práticas” (parcialmente renovadas), e a sessão de demonstrações “Química em acção”, seguida de mais algumas perguntas para avaliação. Estas sessões foram animadas/demonstradas por docentes do Departamento, Paulo Ribeiro Claro, Brian Goodfellow, José Alberto Costa e Francisco Avelino Silva e contaram com o apoio de diversos alunos de pós-graduação do Departamento.

Este ano, as “Olimpíadas de Química Júnior” da Universidade de Aveiro foram objecto de um projecto submetido ao programa de “Apoio a Iniciativas de Promoção da Cultura Científica e Tecnológica” – Ciência Viva. Depois de algumas vicissitudes, o projecto chegou a bom termo, tendo sido aprovado em Junho de 2006. Apesar de tardia, a aprovação permitiu o desenvolvimento de algumas actividades de promoção (já a pensar no próximo ano) e uma oferta extra aos alunos das 5 equipas melhor classificadas: uma semana de estágio no Departamento de Química, integra-

dos nas actividades da “Academia de Verão”.

Equipas vencedoras da Edição de 2006 na Universidade de Aveiro:

Medalha de Ouro (ES José Estevão – Aveiro): Inês Oliveira, Teresa Amaral, Sara Margarida;

Medalha de Prata (Escola Evaristo Nogueira – S. Romão): Catarina Cunha, Susana Wessling, Tomás Braun;

Medalha de Bronze (Escola EB 2/3 Aires Barbosa – Aveiro): Carolina Sobral, Carlos Magalhães, Maria Teixeira.

Helena S. Carapuça  
Paulo Ribeiro Claro

### Departamento de Química

Universidade da Beira Interior

As Olimpíadas de Química Júnior 2006 tiveram mais uma vez lugar no Departamento de Química da Universidade da Beira Interior, sob a coordenação da Prof.<sup>a</sup> Doutora Helena Bandeira e a colaboração da Prof.<sup>a</sup> Doutora Lurdes Ciríaco e evidentemente com a participação de escolas dos distritos de Castelo Branco e Guarda. O número de inscrições de alunos foi significativamente superior aos de participação pois, houve escolas e equipas que desistiram de participar por motivos inerentes às escolas e aos alunos. No entanto, o número de escolas que efectivamente participaram duplicou relativamente ao ano anterior e o número de equipas subiu de 16 para 22.

As medalhas atribuídas foram:

Ouro (Escola EB 2/3 de Santa Clara – Guarda): Mário João Gomes dos Santos, Vânia Isabel Gonçalves Ramos e Melanie Rodrigues da Fonseca;

Prata (Escola EB 2/3 Serra da Gardunha – Fundão): Joana Matias Correia, João Pedro Ladeira Santos e Marina Filipa Nabais Jerónimo;

Bronze (ES Frei Heitor Pinto – Covilhã): José Jorge Marques, Ricardo Marques da Silva e António Lucas Martins.



*Um momento de reflexão. Universidade de Aveiro*

Este ano tivemos o prazer de contar com a colaboração de um investigador do Departamento de Química da Faculdade de Ciências de Lisboa, Professor Manuel Rosa Nunes (mnrnunes@fc.ul.pt), que desenvolveu uma acção, junto dos professores acompanhantes, durante o decorrer das provas realizadas pelos alunos. A acção consistiu em testar alguns dos aparelhos que são construídos na Oficina de Formação “Construção de Equipamento de Baixo Custo para Apetrechamento de um Laboratório de Química”.

As Olimpíadas de Química Júnior 2006, na Universidade da Beira Interior, foram divulgadas através de uma reportagem realizada pela TUBI (televisão da UBI), que filmou as provas e a acção de formação assim como entrevistou os vários intervenientes nas Olimpíadas (a reportagem pode ser vista por todos em [www.tubi.ubi.pt](http://www.tubi.ubi.pt)). Também a RUBI (rádio da UBI) e o jornal URBI divulgaram o acontecimento.

Um dos jornais da região noticiou o acontecimento, assim como as equipas vencedoras.

Os alunos divertiram-se a realizar as provas e no fim saíram bastantes satisfeitos. Os professores ficaram agrada-

velmente surpreendidos com a acção de formação em que participaram.

### Departamento de Química

Universidade de Coimbra

Decorreram em Coimbra, no passado dia 22 de Abril, uma vez mais no Departamento de Química da Universidade de Coimbra, as segundas Olimpíadas de Química Júnior (OQJ). A adesão a esta iniciativa cresceu de forma vertiginosa relativamente à primeira edição. A organização de Coimbra registou a inscrição de mais de 190 alunos, apenas podendo aceitar (assim a logística o obrigou) cerca de metade deste número, de alunos pertencentes a escolas dos distritos de Coimbra, Leiria e Viseu.

De forma idêntica ao ano passado, a prova dividiu-se em quatro partes (todas de igual peso na classificação final): três partes práticas (com 18 actividades diferentes) que decorreram em três laboratórios distintos e uma quarta parte de escrita com temporização e perguntas de resposta de escolha múltipla, projectadas em “Data Show”. De salientar que durante a prova os professores tiveram a oportunidade de também efectuarem experiências no laboratório, numa



A Química dos alimentos. Universidade de Coimbra

*workshop* conduzida pela Dra. Catarina Ralha sobre diversas experiências relativas aos novos programas do ensino básico e secundário. Ficou assim colmatada uma das lacunas, genericamente apontadas ao anterior evento.

Mas o dia não acabou com a prova. Após um merecido almoço, foi tempo da nossa palestra efectuada pela Prof. Carlota Simões que nos falou da Astro-nomia nos Lusíadas.

Embora pareça ser um lugar comum, podemos dizer que todos foram vencedores, dado terem obtido classificações situadas entre os 60% e os 80%, revelando um muito bom nível de aprendizagem na área da Química, claro está, ao nível dos 8.º e 9.º anos. Bom, mas como medalhados, só mesmo os três primeiros lugares, aqui ficam os nossos vencedores:

Em 1.º Lugar (Escola EB 2/3 S da Maceira – Leiria): Cátia Faria, João Sousa e Juliana Filipe;

Em 2.º lugar (Colégio João de Barros das Meirinhas – Pombal): Alexandre Laborde, João Areia e Vanessa Reis;

Em 3.º lugar (Escola EB 2/3 Dr. Azeredo Perdígão de Abraveses – Viseu):

Ana Carvalho, João Silva e Maria João Sousa.

Ficou uma vez mais a sensação de que esta iniciativa motiva os nossos jovens (e professores) e quiçá, num futuro próximo, será possível que os vencedores locais sejam apurados para uma grande final a nível nacional, à semelhança do que já se faz para as Olimpíadas de Química<sup>†</sup>!

Por último, mas não menos importante, gostaríamos de agradecer às entidades patrocinadoras. Salientamos que todas mantiveram o apoio prestado há um ano. À Reitoria da Universidade de Coimbra; à direcção da FCTUC (através do protocolo com o BPI); ao banco BPI pelo generoso patrocínio; ao Departamento de Química da FCTUC. E, como por detrás do que se vê existem sempre muitos outros a fazer com que tudo funcione, aqui ficam os nomes de todos aqueles com participação directa nestas OQJ de Coimbra (sem qualquer ordem alfabética ou hierárquica, porque todos, à sua maneira, foram importantes): Maria João Moreno, Marta Pinheiro, Jorge Costa Pereira, Catarina Ralha, Artur Valente, Ana Lúcia Cardoso, Telma Costa, Ana Lapinha, João Pina, Raquel Rondão e os elementos do NEQ: Ga-

briel, João Gomes, João Rodrigues, Rita Craveiro, Ana Pinheiro, Nádía e Miguel.

As escolas da zona Centro que se fizeram representar este ano foram: Colégio Dinis de Melo, Amor, Leiria, Colégio São Martinho, Coimbra, Escola Sec. c/ 3.º C e B Dr. Joaquim de Carvalho, Figueira da Foz, Escola EB 2/3 S de São Martinho do Porto, Escola EB 2/3 de Oliveira do Hospital, Escola EB 2/3 Dr. Azeredo Perdígão, Abraveses, Viseu, Colégio João de Barros, Meirinhas, Pombal, Escola EB 2/3 S Eng.º D. A. Cunha, Canas de Senhorim, Viseu, Escola EB 2/3 Dra. Maria Alice Gouveia, Coimbra, Escola EB 2,3 S Dr. Daniel de Matos, Vila Nova de Poiares, Escola Sec. c/3.º C e B de Penacova, Penacova, Escola EB 2/3 S de Maceira, Leiria, Escola Básica 2/3 Professor Alberto Nery Capucho, Mari-nha Grande, Colégio da Imaculada Conceição, Viseu, Instituto D. João V, Lourical, Pombal.

João Sérgio Seixas de Melo  
(Delegação da SPQ de Coimbra e Organizador das OQJ em Coimbra)

## Departamento de Química e Bioquímica

Universidade de Lisboa

Terminadas as Olimpíadas de Química Júnior 2006, decorridas no Departamento de Química e Bioquímica da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, em cada uma das pessoas que mais estiveram envolvidas sobressaiu de novo a certeza de ter valido a pena.

No evento participaram alunos e professores de 8 Escolas, num total de 33 equipas: Escola EB 2/3 Duarte Lopes – Benavente, Escola EB 2/3 António Sérgio – Cacém, Escola Secundária com 3.º Ciclo do Ensino Básico Ferreira Dias – Cacém, Escola Básica Integrada com Jardim de Infância Vasco da Gama – Lisboa, Escola Secundária com 3.º Ciclo do Ensino Básico José Cardoso Pires – Loures, Escola EB 2/3 – Mafra, Escola Básica Integrada Fernando Casimiro Pereira da Silva – Rio Maior e ES Professor Reynaldo dos Santos – Vila Franca de Xira.

Os participantes começaram a chegar ao *campus* da FCUL bem cedo, e, de acordo com o programa, a partir das 9 horas da manhã foram recebidos com um pequeno almoço, gentilmente oferecido pela Comissão Executiva do DQB, que também ofereceu o almoço e o lanche.

Pelas 10 horas teve lugar, num dos anfiteatros do edifício C6, a Abertura Oficial das Olimpíadas, uma cerimónia presidida pelo Presidente do Conselho Científico e Directivo da FCUL, pela Presidente do DQB e pelos Coordenadores das Olimpíadas de Química Júnior no DQB-FCUL. Foram enunciadas as regras: Constituição da Prova – 30 Perguntas; Classificação das Provas – 1 ponto para cada resposta correcta; 0 pontos para nenhuma resposta; Desconto de 0,5 ponto para cada resposta errada. O tempo total de realização da prova funcionava como critério de desempate.

Seguiu-se um período de 2 horas e 30 minutos destinado à realização das Provas das Olimpíadas. Os participantes foram chamados a responder a um conjunto de questões, algumas de carácter teórico (respondidas numa sala de aula) e outras de carácter mais experimental (observações experimentais, medições, etc.), montadas e duplicadas em 2 laboratórios do DQB. Cada uma das 33 equipas tinha um delegado da FCUL, recrutado entre alunos e docentes, responsável por acompanhar a prestação dessa equipa, pela sua deslocação entre a sala e o laboratório e pelo registo do tempo gasto pela equipa na realização da prova. Seguiu-se o período do almoço.

Enquanto um júri constituído por 4 docentes do DQB procedia à correcção das provas, os participantes das Olimpíadas realizaram um interessante conjunto de experiências, preparadas por alguns docentes do DQB, preenchendo assim uma grande parte do período da tarde.

Magia com a voz, Uma questão de espumas, Chove ou faz Sol? Uma simples cor permite adivinhar, Super balões, Um



Leitura de rótulos. Universidade de Lisboa

pirilampo no laboratório, Pegamento e divertido e Azul fugitivo foram as actividades experimentais que envolveram os participantes, alunos e professores, numa animada tarde laboratorial.

As Olimpíadas estavam quase a terminar, mas ninguém queria “arredar pé” do laboratório ... tal era o entusiasmo.

Eram 16h30 quando teve lugar a Sessão de Encerramento das Olimpíadas. A todos os participantes foram distribuídos diplomas e prémios de participação, estes últimos oferecidos pelo Conselho Directivo da FCUL.

Foram anunciadas as 18 equipas que ficaram em 5.º lugar *ex-aequo* e as 12 equipas que ficaram em 4.º lugar *ex-aequo*.

O Presidente do Conselho Científico e Directivo da FCUL anunciou o terceiro lugar, que foi para a Equipa N.º 01 da Escola EB 2/3 Duarte Lopes (Benavente), constituída pelas alunas Analia Santos, Carolina Nunes e Denys Molovanchuk, e entregou-lhes as medalhas de bronze, uma placa para a Escola e um prémio oferecido pelo Conselho Directivo da FCUL.

O Presidente do Conselho Directivo e Científico da FCUL anunciou, seguidamente, o segundo lugar, que foi para a equipa N.º 16 da Escola Básica Integrada com Jardim de Infância Vasco da Gama (Lisboa), constituída pelas alunas Inês Sangalho, Catarina Pinto e Helena Perdigão e entregou-lhes as medalhas de prata, a placa para a Escola e um prémio oferecido pelo Conselho Directivo da FCUL.

Finalmente, o Presidente do Conselho Científico e Directivo da FCUL anunciou o primeiro lugar, que foi para a Equipa N.º 33 da ES Professor Reynaldo dos Santos (Vila Franca de Xira), constituída pelos alunos Ana Marta Paulino Vicente, Pedro Manuela Serra e Silva e Ricardo José Vilela Ribeiro, e entregou-lhes as medalhas de ouro, a placa para a Escola e um prémio, também este, oferecido pelo Conselho Directivo da FCUL.

Todos manifestaram ter gostado de participar nas Olimpíadas e querer voltar!

Professora Doutora  
Maria Manuela Gomes da Silva Rocha  
Professor Doutor  
Carlos Manuel Ferreira de Sousa Borges  
(Coordenadores das Olimpíadas de Química  
Júnior no DQB-FCUL)



## Departamento de Química

Universidade do Minho

Nesta segunda edição das *Olimpíadas de Química Júnior* estiveram presentes no Campus de Gualtar, em Braga, 173 alunos provenientes de 17 escolas da região, acompanhados por 21 professores. Na sessão de abertura, o Director do departamento de Química e a comissão organizadora deram as boas vindas aos participantes, devidamente equipados com t-shirts das Olimpíadas onde a molécula da adrenalina dava o mote para as provas que se seguiram. Durante 90 minutos as equipas responderam em simultâneo e em rotatividade a 50 questões, onde os conhecimentos de Química foram testados na resolução de problemas do quotidiano. Nas provas que decorreram nos laboratórios, os alunos observaram e manusearam materiais, soluções e montagens para responder às questões. Na parte da prova que decorreu em anfiteatro, as questões foram apresentadas recorrendo a materiais audiovisuais, sendo as respostas baseadas na interpretação de simulações e enigmas. As provas tiveram um carácter eminentemente formativo, com ênfase em situações reais.

No final da prova, alunos e professores juntaram-se na cantina da UM, onde lhes foi oferecido um almoço. Após o almoço efectuaram uma visita ao complexo desportivo do Campus de Gualtar, acompanhados por alunos da Lic. de Química Aplicada da UM, que deram apoio neste evento. As actividades da tarde continuaram com a apresentação de duas curtas palestras. A primeira, proferida pela Prof. Dra. Irene Montenegro, *Química sob Investigação*, apresentou aos alunos as diferentes áreas da sociedade onde a Química tem intervenção directa: síntese de novos fármacos, desenvolvimento de novos materiais e de fontes de energia limpa, entre outras. Na segunda intervenção a Prof. Dra. Lígia Rodrigues, em *Química: a aposta certa*, mostrou como seguir um percurso académico na área da Química, assim como as perspectivas profissionais neste âmbito.

Enquanto era aguardada a divulgação dos prémios foram sorteados alguns brindes entre os alunos participantes. Às 16 horas foram anunciados os nomes dos galardoados. Assim, o *Bronze* foi para a equipa da EB 2/3 Egas Moniz, Guimarães, constituída pelas alunas Ana Brandão, Cátia Martins e Maria João Xavier, acompanhadas pela professora Isabel Carvalho. A *Prata* foi para as alunas Diana Martins, Inês Silva e Sofia Pimenta do Externato Delfim Ferreira, Riba D'Ave, acompanhadas pela professora Cristina Alves. O *Ouro* foi atribuído à equipa formada pelos alunos João Ferreira, Laura Beysens e Pedro Andrade que também representavam a EB 2/3 Egas Moniz. Para além das medalhas, estes alunos receberam prémios, nomeadamente 3 conjuntos de peças magnéticas (3.º prémio), 3 noites numa pousada da juventude e 3 conjuntos de modelos moleculares (2.º prémio) e 3 iPod (1.º prémio). Os professores das equipas vencedoras receberam um livro "Demonstrações de Química, Volume 1" editado pela SPQ.

Este ano, o evento pôde ainda contar com o patrocínio de várias instituições e empresas apresentadas no endereço [www.quimica.uminho.pt/Olimpiadas](http://www.quimica.uminho.pt/Olimpiadas).

Dulce Geraldo  
Fátima Bento  
Paula Bettencourt  
Raquel Oliveira

## Departamento de Engenharia Química e Biológica (IST)

Universidade Técnica de Lisboa

As Olimpíadas de Química Júnior (OQJ) reuniram, no Departamento de Engenharia Química e Biológica do Instituto Superior Técnico, 47 alunos provenientes de 6 Escolas. O programa iniciou-se com uma curta sessão de boas vindas, onde foi também descrito o modo como as provas se iriam desenrolar. Decorreram depois as provas que, envolvendo um percurso por três laboratórios, terminaram pelas 12h30. Durante o período das provas, os Professores acompanhantes participaram num *Workshop*, organizado pela Prof.

Clementina Teixeira do DEQB-IST, sobre actividades de Química nas salas de aula. Após o almoço houve lugar a uma apresentação sobre o tema "Luz sobre as Moléculas", pelos Profs. Mário Nuno Berberan e Santos e Manuel Prieto, que deliciou alunos e professores. De seguida, procedeu-se à divulgação dos resultados, numa sessão que contou com a presença do Presidente da SPQ, Prof. José Gaspar Martinho. A constituição das equipas vencedoras desta edição das OQJ realizadas no DEQB-IST foi a seguinte: Medalha de Ouro (EB 2/3 S Octávio Duarte Ferreira – Tramagal): Rita Oliveira, António Carvalho e Artur Andrade; Medalha de Prata (ES de Coruche): Margarida Martins e Joana Pascoal; Medalha de Bronze (EB 2/3 de Albarraque): Diana Simões, Inês Trindade e Sara Silveira. Esta segunda edição das OQJ terminou com um lanche servido num dos bares do IST. Apesar de, como em qualquer competição, haver uma seriação das equipas, fica, destas realizações, a alegria da participação dos alunos e a perspectiva de elas contribuírem para um maior envolvimento dos alunos na descoberta da Química.

## Departamento de Química

Universidade do Porto

A segunda edição das Olimpíadas de Química Júnior realizada, mais uma vez, no Departamento de Química da Faculdade de Ciências, da Universidade do Porto, constituiu um novo sucesso pois, para além da participação de um grande número de Escolas (28 Escolas/28 equipas, com um total de 84 concorrentes), os alunos do Ensino Básico que entraram na competição realizaram a prova com entusiástico empenhamento e demonstraram bons conhecimentos. Foi muito compensador para nós, organizadores deste evento, podermos reforçar aquilo em que acreditamos: um futuro mais promissor no que se refere ao interesse dos jovens por uma área da Ciência com uma importância fundamental na nossa vida.

O Departamento de Química fez um grande esforço para proporcionar aos

nostros visitantes um sábado especial, que lhes transmitisse uma imagem verdadeira e feliz, que não venha a ser rapidamente esquecida e até lhes tenha despertado um novo interesse nas suas opções futuras.

A prova consistiu na observação de experiências simples e questões do quotidiano, apresentadas em espaços apropriados (5 Laboratórios e 1 Anfiteatro), visitados pelos concorrentes em grupos de 3 equipas acompanhados por guias. Estes últimos, alunos finalistas da Licenciatura em Química (Ramo Educacional e Científico) e da Licenciatura em Ensino de Física e Química, muito contribuíram para a orientação, convívio e integração dos jovens concorrentes.

Durante a manhã, foi proporcionada a possibilidade aos Professores acompanhantes de participarem numa *Oficina de Química*, com o objectivo de serem apresentadas e discutidas actividades laboratoriais para os 2.º e 3.º ciclos do Ensino Básico, de forma a contribuir para tornar as aulas mais motivantes, através de actividades susceptíveis de despertar um maior interesse dos alunos. Muitos Professores aderiram a esta iniciativa e o trabalho desenvolvido pareceu-nos do agrado de todos.

A manhã atarefada terminou com uma confraternização durante o almoço realizado nas instalações do bar do Departamento.

A tarde reservava também muito boas surpresas. A primeira consistiu numa sessão em que *"a brincar, se tratou de coisas sérias"*: foi promovida pelo Doutor João Paiva que, com a sua habitual motivação e o seu bem humorado empenho, cativou a atenção de todos os presentes, proporcionando-lhes momentos de muito boa disposição. Seguiu-se o ponto culminante, com a divulgação dos resultados e a atribuição de prémios a todos os participantes. Cumpre-nos realçar que, apesar de só terem sido tornados públicos os nomes das Escolas com as três melhores classificações, todas as Escolas participantes tiveram bons resultados (classificações no intervalo [61% – 88%]), tendo



Equipa em prova. Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

sido, por isso, muito gratificante para nós termos tido a possibilidade de distribuir prémios a todos os concorrentes e seus acompanhantes. A festa da despedida aconteceu nas instalações do bar, com um lanche também participado por todos.

Resta-nos agradecer à Reitoria da Universidade do Porto o apoio dado a esta iniciativa, bem como à Porto Editora, à Texto Editora e ao Exploratório Infante D. Henrique, cujos apoios tornaram possível um reforço (material!) da felicidade de todos...

**PARABÉNS aos Alunos Concorrentes, aos Professores Acompanhantes, às Escolas!**

Toda a informação sobre o evento em [www.fc.up.pt/qui](http://www.fc.up.pt/qui).

Maria das Dores M. C. Ribeiro da Silva

#### Departamento de Química

Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

A Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro (UTAD) foi palco, no passado dia 22 de Abril, da 2.ª edição nacional das Olimpíadas de Química Júnior. As provas decorreram durante o sábado

à tarde nos laboratórios do edifício do complexo pedagógico da UTAD e consistiram na resolução de questões baseadas em observações e manipulações de experiências adequadas aos currículos dos 8.º e 9.º anos de escolaridade.

O evento reuniu 38 equipas de 17 escolas de vários concelhos, num total de 110 alunos. Relativamente ao ano anterior verificou-se um grande aumento, quer do número de escolas participantes, quer do número de equipas, o que é indicativo do sucesso deste tipo de iniciativas junto da comunidade escolar. Nesta edição, os três primeiros lugares foram conquistados pelas seguintes equipas:

1.º (ES Grão Vasco – Viseu): João Faria, Matilde Mota e António Pinhel;

2.º (Colégio Vizela): Paulo Freitas, Nuno Filipe e Cátia Costa;

3.º (ES Miguel Torga – Bragança): Raquel Marques, Miguel Sobral e Emanuel Barbosa.

A realização desta edição das Olimpíadas de Química Júnior contou com o financiamento do programa "Ciência Viva" e com o patrocínio da Minfo Gráfica.

Paulo Coelho



### 11.ª Olimpíada Iberoamericana de Química

O Departamento de Química da Universidade de Aveiro e a Sociedade Portuguesa de Química, são os responsáveis pela organização da 11.ª *Olimpíada Iberoamericana de Química*, que decorrerá em Aveiro entre 7 e 15 de Setembro de 2006.

A Universidade de Aveiro tem participado neste evento desde que Portugal foi convidado como observador na 5.ª Olimpíada Iberoamericana de Química realizada em Santiago de Compostela em Setembro de 1999 e tem sido desde essa altura a promotora das Olimpíadas Nacionais de Química em conjunto com a Sociedade Portuguesa de Química.

Este evento, de periodicidade anual, contará com a presença dos actuais 14 países iberoamericanos que participam na competição: Argentina, Bolívia, Brasil, Chile, Colômbia, Costa Rica, Cuba, El Salvador, Espanha, México, Perú, Uruguai, Venezuela e Portugal. Este ano participará como país observador a Guatemala e esperamos poder contar com uma representação de Cabo Verde ou de Moçambique, países para os quais já foram enviados convites.

A Olimpíada Iberoamericana de Química é um concurso entre jovens estudantes iberoamericanos que tem como objectivo primordial promover o estudo da química, estimular o desenvolvimento de jovens talentos para esta ciência, contribuir para estreitar os laços de amizade entre os países participantes, e fomentar a cooperação, o entendimento e o intercâmbio de experiências.

De acordo com o regulamento desta prova a delegação de cada país integrará no máximo quatro estudantes e dois professores mentores. Acresce a

este número a necessidade de os alunos de cada país serem acompanhados durante toda a sua estadia por um aluno português.

A competição consta de dois exames: um teórico e outro experimental, cada um com uma duração aproximada de quatro horas e meia. As duas provas não se podem realizar no mesmo dia. Atribuem-se medalhas de ouro, prata e bronze – com os respectivos diplomas – aos estudantes que obtenham os melhores resultados. O número de alunos agraciados com medalha não deverá exceder 60% do total.

Este evento irá permitir que alunos do ensino secundário ou no primeiro ano da universidade dos países participantes, contactem com alunos portugueses e que os docentes dos países visitantes tomem conhecimento das actividades de investigação e de divulgação que se desenrolam em algumas das universidades portuguesas.

Clara Magalhães

### Novo jornal para professores de ciências e cientistas

Foi recentemente lançado um novo jornal, *Science in School*, destinado a professores (do ensino básico e secundário) e cientistas Europeus.

O *Science in School* é produzido pelo *EIRO forum* ([www.eiroforum.org](http://www.eiroforum.org)), um consórcio formado por sete instituições de investigação Europeias, com apoio

da União Europeia. Publicado *on-line* e em versão impressa de quatro em quatro meses, o *Science in School*, inclui artigos sobre descobertas científicas, materiais educativos, entrevistas a professores, críticas de livros, filmes e páginas *web*, sugestões para visitas escolares, anúncios de cursos e oportunidades para formação, entre outros.

Todos os professores e cientistas interessados são convidados a contri-

buir com artigos e divulgar iniciativas, podendo os artigos ser fornecidos em qualquer língua da União Europeia. Caso os artigos não sejam apresentados em Inglês, serão traduzidos pela equipa do jornal e disponibilizados *on-line* na língua original e em Inglês, e publicados exclusivamente em Inglês na versão impressa. Para mais informações consultar [www.scienceinschool.org](http://www.scienceinschool.org)

### Unidade de Espectroscopia RMN da Universidade de Coimbra

A Unidade de Espectroscopia RMN da Universidade de Coimbra, sucessora de um primeiro grupo que foi pioneiro dos estudos por RMN em Portugal (1962), é uma pequena unidade de investigação, constituída em 1994, que tem explorado as potencialidades daquela técnica em vários domínios da Química, Ciências da Vida e da Saúde. Tendo obtido a classi-

ficação de excelente na última avaliação dos Centros de Investigação promovida pela Fundação para a Ciência e a Tecnologia, é actualmente constituída por cerca de onze investigadores doutorados e vinte alunos de Doutoramento.

Os interesses de investigação fundamentais desta Unidade situam-se no campo do RMN biomédico, nomeadamente no desenvolvimento e avaliação de novos compostos inorgânicos para Imagem Molecular, em particular agen-

tes de contraste específicos em Imagem por Ressonância Magnética (IRM), bem como no uso de compostos marcados isotopicamente ( $^{13}\text{C}$ ,  $^2\text{H}$ ) no estudo do metabolismo intermediário em sistemas celulares (ex: células neuronais), órgãos sob perfusão (ex: coração ou fatias de cérebro de ratos), extractos de órgãos e estudos clínicos de fluidos corporais em humanos, usando RMN multinuclear. Muitos destes estudos desenvolvem-se em colaboração com vários Serviços clí-

nicos dos Hospitais da Universidade de Coimbra, tais como o Serviço de Radiologia para IRM, ou a Unidade de Transplantes em estudos de diabetes induzida por fármacos imunodepressores em pacientes que tenham sido sujeitos a transplantes de órgãos. Há também

vários projectos na área de Bioquímica Inorgânica, nos quais é feita uma caracterização da química em solução e dos efeitos bioquímicos e metabólicos de fármacos inorgânicos usados em terapia utilizando a espectroscopia RMN, tal como nos efeitos do  $\text{Li}^+$  em células

neuronais, relacionado com o seu uso na terapia da doença bipolar, ou os efeitos insulino-miméticos de compostos de vanádio na homeostase da glucose, relacionado com o seu uso potencial no tratamento da diabetes.

Prof. Carlos Geraldês

### Actividades Práticas Laboratoriais para o 12.º ano de Química

O presente boletim em colaboração com a Divisão de Ensino e Divulgação da Química inclui, em separata, um CD intitulado “Actividades Práticas Laboratoriais para o 12.º ano de Química”.

Este CD tem como objectivo proporcionar a todos os colegas um conjunto de protocolos laboratoriais devidamente testados pelos autores e resultam de um conjunto de acções de formação realizadas na Universidade Nova de Lisboa, na Faculdade de Ciências do Porto e na Universidade de Aveiro.

Cumpre-nos agradecer a disponibilidade da Professora Manuela Pereira da UNL,

do Professor Esteves da Silva da FCUP e do Professor Paulo Ribeiro Claro da UA.

Não se pretendeu uniformizar a apresentação, mas sim disponibilizar toda esta informação que cremos será útil para a leccionação do 12.º ano.

O CD inclui ainda um manual de segurança da autoria da Professora Manuela Pereira.

CFS

### Projectos editoriais de Química para 2006/2007

Dando continuidade à proposta de catalogação dos manuais de Química, iniciada no boletim n.º 98, apresentamos os projectos editoriais para o ano lectivo de 2006/2007. Para o efeito, contactámos diversas editoras nacionais para que nos fizessem chegar as suas propostas. Recebemos, em tempo útil, apenas resposta da Porto Editora. Não obstante, tentamos compilar outros títulos que foram lançados no mercado.



#### Porto Editora

Física e Química na Nossa Vida  
972-0-32810-X

M. Margarida Rodrigues, Fernando Morão Lopes Dias

Eu e o Planeta Azul – Terra no Espaço  
972-0-32841-X

Noémia Maciel, Ana Miranda, Fátima Ruas, M. Céu Marques

#### Texto Editora

7 CFQ – Terra no Espaço, Terra em Transformação  
972-47-3019-0

Carlos Fiolhais, Manuel Fiolhais, Victor Gil, João Paiva, Carlos Morais, Sandra Costa

Terra Mãe – Terra no Espaço, Terra em Transformação  
972-47-3116-6

Maria da Conceição Dantas, Marta Duarte Ramalho

$\text{H}_2\text{O}$  – Terra no Espaço – Terra em Transformação  
972-47-3022-0

Ana Roque

#### Areal Editores

Acção (Re) Acção?  
972-627-893-7

Ana Cristina Cruz, Nuno Nunes

#### Didáctica

Terra em Transformação  
972-650-715-6

Cremilde Caldeira, Jorge Valadares, Margarida Neves, Margarida Vicente, Vítor Teodoro

#### Santillana

Universo da Matéria – Terra no espaço,  
Terra em Transformação

972-761-611-9

Isabel Pires, Sandra Ribeiro

#### Plátano

Ser com Saber – Terra no Espaço  
ISBN 972-770-479-4

Joaquim Morgado, Glória Lopes Morgado e Elsa Canela Alves

#### Asa

FQ7 – Terra no Espaço, Terra em Transformação  
972-41-4713-4

M. Neli G. C. Cavaleiro, M. Domingas Beleza

#### Lisboa Editora

Terra.lab – Parte 1 - Terra no Espaço  
Terra.lab – Parte 2 – Terra em Transformação

972-0-680-657-7

Adelaide Amaro Rebelo, Filipe Rebelo

### NASA Reacende o Debate sobre o Carbono Planetário

O FUSE (*Far Ultraviolet Spectroscopic Explorer*) da NASA possibilitou a descoberta de enormes quantidades de carbono gasoso num disco de poeiras que rodeia uma estrela recente chamada *Beta Pictoris*. Esta descoberta pode ajudar ao estabelecimento das origens de mundos ricos em carbono como o nosso próprio sistema solar e actuar como um indicador de outros sistemas solares mais antigos passíveis de sustentar vida extra-terrestre.

A *Beta Pictoris* e o seu sistema planetário estão ainda na infância do ponto de vista cosmológico, tendo apenas 20 milhões de anos de idade. A estrela encontra-se a 60 anos-luz da Terra apresentando uma massa 1.8 vezes maior do que a do nosso Sol. Aki Roberge e seus colegas do *Goddard Space Flight Center* da NASA em Greenbelt, Maryland, publicaram as suas observações deste

jovem sistema na revista *Nature*. As novas análises do disco de *Beta Pictoris* são as primeiras realizadas para um sistema deste tipo e esclarecem a forma como o gás se comporta no interior do disco. No entanto, também levantam novas questões acerca do desenvolvimento dos sistemas solares.

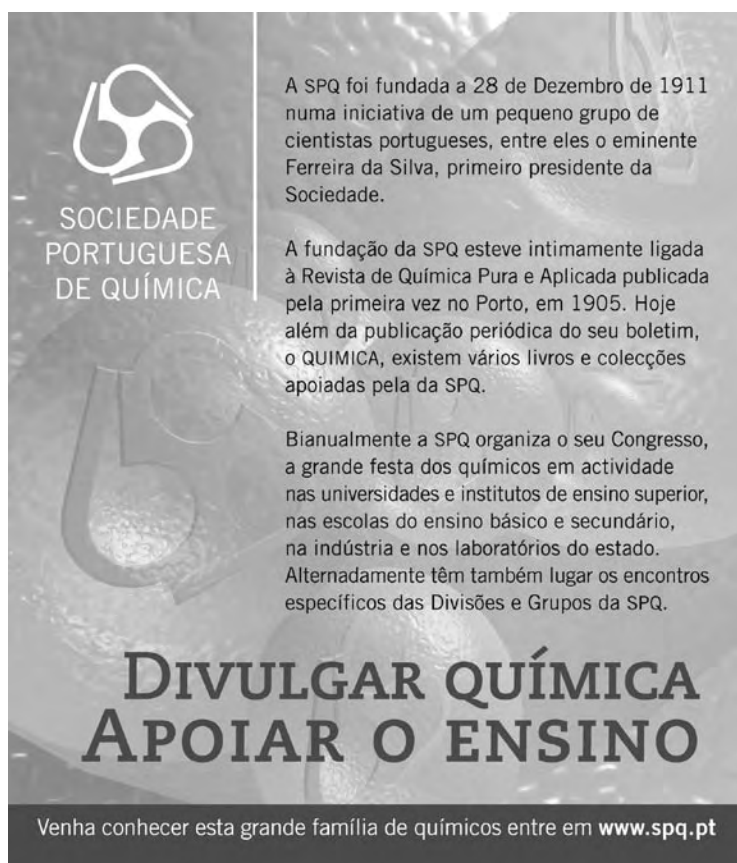
Roberge explica que "Existe muito, mas muito mais carbono gasoso do que o esperado. Será que este seria o aspecto do nosso sistema solar quando jovem? Ou estaremos a observar a formação de um sistema completamente diferente?"

A origem do carbono gasoso deverá estar na colisão de asteróides ou cometas que libertaram o material para o disco planetário. Até agora, a presença deste gás era um mistério, apenas explicado por modelos teóricos que previam a dispersão progressiva do gás sob o efeito da luz intensa emitida pela jovem estrela. O facto de existir tanto carbono gasoso no sistema pode explicar porque

o disco retém tanto gás, já que o carbono é menos susceptível de ser disperso.

Marc Kuchner da NASA afirma "O que aprendemos nos últimos dez anos é que a nossa galáxia está repleta de sistemas solares, todos diferentes entre si. A *Beta Pictoris* pode dizer-nos algo sobre a variedade de planetas que podem existir. Alguns podem ser ricos em carbono e muito diferentes da Terra". Por outro lado, *Beta Pictoris* pode ser muito parecida ao que o nosso sistema solar era há muito tempo atrás. Os asteróides e cometas mais próximos de nós não aparentam ser ricos em carbono, mas alguns investigadores sugerem que certos meteoritos se formaram num ambiente rico em carbono. Para além disso, alguns cientistas especulam se Júpiter terá um núcleo de carbono. (adaptado de *webzine Reactive Reports 56, 2006*).

Paulo Brito



A SPQ foi fundada a 28 de Dezembro de 1911 numa iniciativa de um pequeno grupo de cientistas portugueses, entre eles o eminente Ferreira da Silva, primeiro presidente da Sociedade.

A fundação da SPQ esteve intimamente ligada à Revista de Química Pura e Aplicada publicada pela primeira vez no Porto, em 1905. Hoje além da publicação periódica do seu boletim, o QUÍMICA, existem vários livros e colecções apoiadas pela da SPQ.

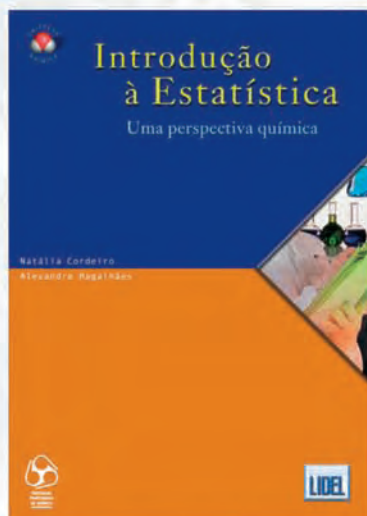
Bianualmente a SPQ organiza o seu Congresso, a grande festa dos químicos em actividade nas universidades e institutos de ensino superior, nas escolas do ensino básico e secundário, na indústria e nos laboratórios do estado. Alternadamente têm também lugar os encontros específicos das Divisões e Grupos da SPQ.

**DIVULGAR QUÍMICA  
APOIAR O ENSINO**

Venha conhecer esta grande família de químicos entre em [www.spq.pt](http://www.spq.pt)



# Tópicos de Biofísica de Membranas



A interface entre uma célula viva e o mundo que a rodeia desempenha um papel crítico em numerosos processos biológicos de grande complexidade. Para uma compreensão dos factores responsáveis pelo funcionamento das biomembranas, torna-se necessário compreender a estrutura, dinâmica e interacções dos seus componentes, a um nível tão elementar quanto possível. Para tal usam-se conceitos e técnicas vindos da Física, Química e Biologia. É este campo interdisciplinar, a Biofísica de Membranas, que constitui o objecto desta obra, integrada na Colecção Química, sendo nela abordado à luz do paradigma actual (pós Mosaico Fluido).

**P.U.P.: €13,89**

**Autores:** Luís M. S. Loura e Rodrigo de Almeida

## Introdução à Estatística Uma perspectiva química



Nesta obra procurou-se sempre apresentar os conceitos estatísticos com clareza e simplicidade, de modo a que o leitor possa facilmente extrapolá-los a outras Ciências. Foi preocupação dos autores, dada a sua experiência ao longo dos anos no ensino universitário em áreas como a Estatística, Métodos Numéricos, Química Geral e Química Computacional, recorrer ao mínimo possível de conceitos formais que são normalmente utilizados na discussão matemática destes temas. Privilegiaram-se os exemplos ilustrativos e problemas que possam abrir perspectivas sobre o papel das “ Probabilidades e Estatística ” na interpretação e compreensão de fenómenos químicos em particular.

**P.U.P.: €14,95**

**Autores:** Maria Natália Dias Soeiro Cordeiro e Alexandre Lopes de Magalhães



**LIDEL - Edições Técnicas, Lda**

Av. Praia da Vitória N°14. 1000-247 Lisboa

Lisboa: 213541418 \* 213511446

Porto: 225573510 \* Coimbra: 239822486

www.lidel.pt \* e-mail: promocao@lidel.pt

# As provas escritas de Qu3mica

do Exame Nacional do Ensino Secund3rio do 12.º Ano de Escolaridade – 2006

A SPQ disponibiliza na sua p3gina web (<http://www.spq.pt/>) as propostas de resoluc3o das Provas 142 e 642, bem como os e respectivos coment3rios 3s provas. Al3m dos coment3rios da responsabilidade da SPQ encontram-se tamb3m algumas das notas que nos fizeram chegar alguns dos nossos associados.

Todo esse material foi compilado e 3 apresentado de seguida, com o objectivo de retratar aquelas que foram as cr3ticas fundamentadas feitas 3s provas. A ordem e a escolha de alguns t3tulos s3o da exclusiva responsabilidade do editor.

## Coment3rio 3 prova 642 de Qu3mica (1.ª Fase)

Esta prova incide j3 sobre o novo programa e a nova filosofia de ensino da Qu3mica numa vertente CTSA (ci3ncia, tecnologia, sociedade e ambiente). Nesse aspecto est3 bem constru3da: as quest3es t3m sempre um enquadramento que justifica o seu enunciado. Neste coment3rio nada ser3 dito sobre essa abordagem do ensino da Qu3mica, porque n3o 3 isso que est3 em causa, e iremos directos aos detalhes mais gravosos da prova.

No Grupo I.3 pretende-se que o aluno ligue a energia de rede de cristais i3nicos ao produto das cargas do i3o e do cati3o e ao inverso da soma dos raios i3nicos. Isto 3 v3lido (desprezando a contribu3o da energia repulsiva 3 dist3ncia internuclear de equil3brio) se a constante de rede for a mesma. Era por isso necess3rio acrescentar a informa3o sobre a estrutura cristalina.

No Grupo II.3.1, 3 apresentada uma reac3o de polimeriza3o

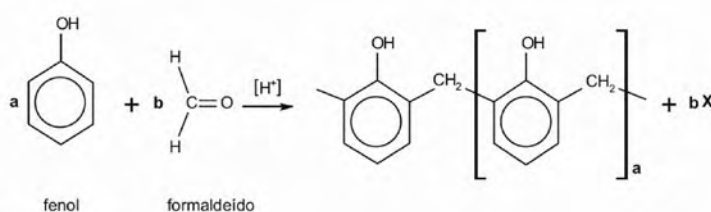
Como est3 escrita, a equa3o viola o princ3pio da conserva3o de massa.

Para que fosse observado, o 3ndice **a** do 2.º membro deveria ser **a-1**. Para al3m disso, tal como est3 representado, parece que o 2.º grupo terminal 3 um H ligado ao CH<sub>2</sub> (deveria ser um fenol e assim, o 3ndice correcto deveria ser **a-2**). Sendo assim, e para a reac3o estar certa, dever3mos de ter **a-1+1=a=b**: a quantidade (n.º de moles...) de grupos CH<sub>2</sub> no segundo membro, **a-1+1**, tem de ser igual 3 quantidade de formalde3do, que por sua vez 3 igual 3 quantidade de X(H<sub>2</sub>O) o que conduz a **a=b**. J3 se o 2.º grupo terminal fosse (como devia) um fenol, ter3mos a quantidade de CH<sub>2</sub> dado por **a-2+1=a-1** e como teria de ser igual a **b** ter3mos **a=b+1** e a resposta **a>b** seria a correcta. Com a equa3o representada como est3, nenhuma das hip3teses de resposta est3 correcta pelo que, na nossa opini3o, a quest3o n3o deveria ser cotada.

No grupo III.5.2 3 posta a seguinte quest3o

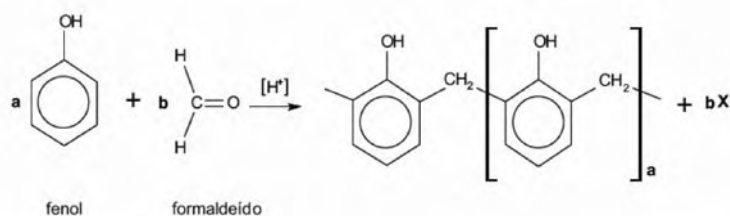
“Apresente uma justifica3o para o facto de o momento dipolar,  $\vec{\mu}$  ser superior ao da mol3cula N<sub>2</sub>“. Pretendiam os autores da prova que o aluno associasse o momento dipolar de uma mol3cula diat3-

mica 3 diferen3a de electronegatividade dos elementos em causa. Acontece que o exemplo escolhido 3 particularmente infeliz para esse fim. Com efeito, n3o 3 s3o a diferen3a de electronegatividades que tem como consequ3ncia a exist3ncia de um momento dipolar. A exist3ncia de liga33es dativas, por exemplo, tamb3m contribui fortemente para isso. E nesta mol3cula existe uma liga3o dativa. S3o que as duas contribu33es, neste caso (ali3s, como na generalidade dos casos), t3m sinais opostos. O oxig3nio 3 o mais electronegativo e, por esse motivo, deveria atrair mais os electr3es e ficar com um excesso de carga negativa em torno do seu n3cleo. Mas 3 tamb3m o dador de electr3es na liga3o dativa e, por esse motivo, deveria ficar com uma defici3ncia de carga negativa em torno do seu n3cleo. Ora no caso concreto desta mol3cula existe um pequen3simo momento dipolar (~0,1 D) mas o excesso de carga negativa localiza-se na vizinhan3a do carbono ao contr3rio do que a diferen3a de electronegatividades faria crer. Os autores tiveram sorte: foi por pouco que a afirma3o a justificar pelo aluno n3o est3 errada...



### Erros formais em Exame de Química para o 12.º ano (prova 642, 1.ª fase)\*

No Grupo II.3. do exame 642 realizado em 23/06/2006 é apresentado o seguinte enunciado (a formatação a negrito sublinhado de algumas passagens é da nossa autoria): **3.** A *baquelite*, polímero usado como isolante eléctrico, faz parte da constituição de uma lâmpada fluorescente. Polímeros lineares, conhecidos pela designação comum de *novolac*, são precursores da *baquelite*, e ambos podem ser produzidos através da reacção entre o fenol e o formaldeído (ou metanal), em meio ácido, traduzida pela **equação química**



em que **X** representa um produto da reacção que se liberta no processo de polimerização. A formação de polímeros de cadeia linear (*novolac*) ou reticulada (*baquelite*) depende das **quantidades de fenol (a) e de formaldeído (b) usadas**.

A *baquelite*, sólido não degradável, é obtida quando se faz reagir o fenol com excesso de formaldeído.

**3.1.** Relativamente à equação química acima referida, selecione, de entre as alternativas indicadas de **(A)** a **(D)**, a **correcta**.

**(A)** O produto da reacção representado por **X** corresponde à molécula de oxigénio,  $O_2$ .

**(B)** A reacção entre o fenol e o formaldeído dá-se em posições meta (ou 1,3) do anelbenzénico.

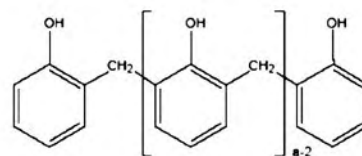
**(C)** Para qualquer *novolac* formado, a relação entre **(a)** e **(b)** é traduzida pela expressão  **$a > b$** .

**(D)** A unidade estrutural da família dos *novolac* tem fórmula química condensada,  $C_8H_7O$ .

Este enunciado enferma de dois erros formais que consideramos graves sobretudo no âmbito de um enunciado com a importância dramática que este tem para milhares de jovens:

1.º) Como está escrita, a equação viola o princípio da conservação de massa. Repare-se que não se trata de um mero esquema cujo objectivo seja por exemplo ilustrar um mecanismo reaccional, mas de algo que está classificado no próprio enunciado como **equação química**. Para que fosse observado, o índice **a** do 2.º membro deveria ser **a-1** e no fenol escrito à esquerda não deveria existir o traço que lá está que, segundo a convenção da IUPAC, representará um

ção seria a estrutura representada dentro do parêntesis recto ladeada por dois grupos fenol, sendo o índice do parêntesis recto dado por **a-2**:



Portanto, embora não seja possível atribuir valores a **a** e **b** (que vão depender da composição da mistura reaccional como veremos mais à frente) o que está garantido é que  **$a = b + 1$** . E o esquema apresentado tornar-se-ia digno do nome pelo qual os autores o baptizaram: equação química.

2.º) No mesmo enunciado, e após a escrita da “equação química”, os autores decidem designar a composição da mistura reaccional pelas mesmas letras **a** e **b**, o que é uma opção grave. Deveriam ter escolhido outros símbolos, por exemplo: **x** e **y** (ou  $\alpha$  e  $\beta$  ou **a'** e **b'** ou qualquer dos outros milhares, se não milhões de alternativas que haveria).

Para o que se segue e para os autores da prova e os consultores acreditados pelo Ministério, cuja opinião continua a ser a de que a questão não tem erros, poderem entender a diferença entre proporções de combinação (**a** e **b**, no caso presente) e proporções na mistura reaccional, vamos escolher o par **x** e **y** para representar, respectivamente, o número de moles<sup>2</sup> de fenol e de formaldeído na mistura reaccional.

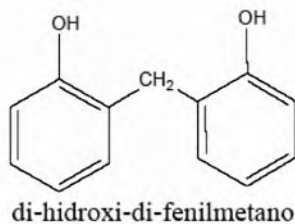
Quando  **$x/y = 10$** , por exemplo, praticamente só se formam entidades com 2 fenóis (o composto di-hidroxi-di-fenilmetano) sendo, por isso o  **$a \approx 2$**  e  **$b \approx 1$**  ( **$a/b \approx 2$**  muitíssimo diferente de  **$x/y$** ) ficando na mistura reaccional muito fenol por reagir.

Já quando  **$x/y = 10/9$** , por exemplo, **a**  $\sim 10$  e **b**  $\sim 9$  reagindo praticamente todo o fenol (e todo o formaldeído é claro, senão haveria reticulação e deixaríamos de ter um polímero linear), o **a** e o **b** variam muito de uma situação para outra pelo que não deverá explicitar-se o seu

grupo  $CH_3$ . Ou então, representar a unidade estrutural do polímero apenas pela parte dentro do parêntesis recto e aí o índice seria **a**.

Haveria ainda outras alternativas como, por exemplo, representar a unidade estrutural do polímero como está, dentro do parêntesis recto, e, de cada um dos lados, os grupos terminais. No caso do novolac aqui referido (há outros novolacs...) as espécies finais que se formam por reacção entre o fenol e o formaldeído (sem adição extra de terminadores ou iniciadores de reacção) são espécies terminadas por fenóis ligados entre si por grupos  $CH_2$  e com um número médio de fenóis bastante pequeno (repare-se que no caso da pergunta de exame é de cerca de  $10$ )<sup>1</sup>. O que todos têm em comum é o facto de o número de moles de fenol que reage ser sempre igual ao número de moles de formaldeído + 1. Estamos longe da situação em que a cadeia pode ser considerada uma cadeia infinita. A importância relativa dos grupos terminais é assim grande, pelo que ganha sentido representá-los. Nesse caso, um dos produtos da reac-





valor na equação química mas a relação entre **a** e **b** mantém-se:  $a=b+1$ . Ou seja, a equação poderá escrever-se sem qualquer perda de generalidade com o coeficiente **a** a preceder o fenol, com **a-1** a preceder o formaldeído e com as mudanças acima sugeridas no 2.º membro da equação. E então sim: chamar-lhe, com propriedade, uma equação química. E esses coeficientes não têm nada a ver com a composição da mistura reaccional!

Nenhuma destas questões aqui levantadas, embora relatem a existência de erros conceptuais graves nos levaria a pedir a anulação da pergunta 3.1 se estes erros não tivessem consequências para o desempenho do aluno nesta questão. Acontece que uma das afirmações (que é SÓ a afirmação que deve ser seleccionada pelo aluno como certa...) tem a ver com **a** e com **b**. E aqui

começa verdadeiramente o problema: a que **a** e **b** se referem? Ao da "equação química", ou ao do texto? Se for ao do texto, o aluno é informado de que para  $a < b$  obteria baquelite e por isso pode deduzir que o novolac seria obtido nas restantes situações ou seja  $a \geq b$  (o que é falso: para  $a = b$  já ocorre alguma reticulação, mas essa informação não está contida no enunciado<sup>3</sup>). Mas a afirmação (C) só contempla a hipótese  $a > b$ . Logo, concluiria que também a frase (C) estaria incorrecta (as restantes frases também estão indubitavelmente erradas). Mas se considerar o **a** e o **b** da equação química, a situação é ainda pior: 1) se o aluno comparar os dois membros, fica baralhado porque não há conservação de massa e sentir-se-á incapaz de raciocinar sobre **a** e **b**; 2) se olhar apenas para o segundo membro da equação, fará o seguinte balanço: número de moles de  $\text{CH}_2$  (que provém integralmente do formaldeído, e por isso tem de ser igual a **b**) é dado por  $a+1$  (**a** dentro do parêntesis recto mais um fora dele). Vem, por isso,  $a+1=b$  e, portanto  $a < b$ . Em qualquer dos casos será incapaz de seleccionar a hipótese (C) como certa. Como se vê, em nenhuma das opções, um aluno que raciocine escorretamente pode concluir que a afirmação (C) esteja correcta. Quem acertou então nesta questão? Algum aluno que

tenha respondido à questão como quem joga no totoloto. Como o aluno sabe que não perde nada em responder errado, pode arriscar responder numa qualquer opção e ter sorte. O GAVE está no seu direito de neutralizar ou não a questão. Não pode é argumentar que não a neutraliza porque considera que a questão está bem formulada.

Lisboa, 29 de Junho de 2006  
A SPQ

(\*Publicado no jornal Público a 05-07-2006)

## Notas

(1) Ver, por exemplo, Malcom P. Stevens, "Polymer Chemistry. An introduction", Oxford Univ. Press, New York, 1999, pág. 399-401

(2) Optámos aqui por falar em número de moles e não de quantidade de substância, como agora é adoptado no ensino secundário, para evitar ambiguidades.

(3) Ainda nos ocorreu que o aluno tivesse estudado este sistema em particular e tivesse um conhecimento profundo do mecanismo reaccional que o levasse a saber que só com excesso de fenol (com grande disponibilidade de posições orto) não ocorresse a reticulação e portanto se obtivesse a forma linear – o novolac. Mas nesse caso não se entende preâmbulo tão longo no enunciado. Mais tarde, pela reacção de alguns professores do ensino secundário, viemos a perceber que está longe de ser esse o caso

## A prova de Química tem erros

Em face de "certificados de qualidade" encomendados pelo GAVE para tentar provar que não existem erros nas provas de exame de Química do 12.º ano, em relação ao exame de Química (642-1.ª fase – 2006) vimos esclarecer o seguinte:

**1** – A pergunta 3 inicia-se com uma informação errada e ridícula que transcrevo: a baquelite ... "faz parte da constituição da uma lâmpada fluorescente".

Deve ser **uma** lâmpada fluorescente muito especial, construída por encomenda para iluminar o Ministério. É pena que quem fez o ponto, e os auditores que o analisaram, não saibam que "lamp" em inglês quer dizer "candeeiro"

e não lâmpada. Já se estão a notar os resultados da introdução do inglês no jardim escola...

**2** – A pergunta **3.1** está errada, não tem nexos nem se entende o que se propõe avaliar.

Na realidade:

a) O enunciado claramente afirma, por duas vezes, que se trata de uma **equação química**.

b) No enunciado, nunca se fala em **esquema químico** e, mesmo que se falasse, só introduzia confusões, pois alguns autores usam indevidamente "esquema químico" como sinónimo de "equação química".

c) Na equação química escrita, **a** e **b** são coeficientes estequiométricos, quer

as quantidades usadas estejam ou não em proporções estequiométricas.

d) Mesmo que **a** e **b** fossem as quantidades usadas, o tal "esquema químico" estava errado, pois a partir de **a** moléculas de fenol obtinham-se **a + 1** resíduos de fenol, o que é impossível.

e) Pela lógica do Ministério, aplicando a Lei de Lavoisier,  $a + 1 = a$ , o que conduz a  $1 = 0$ , brilhante descoberta dos sábios que gravitam em torno do ME.

## Conclusão:

Por muito que tentem torcer a verdade, a pergunta está **errada cientificamente** e não tem nenhum nexo pedagógico.

Carlos Corrêa, Professor Catedrático da Faculdade de Ciências (ccorrea@fc.up.pt)  
Fernando Basto, Professor Efectivo da Escola Secundária Infante D. Henrique, Porto (fapb02@prof2000.pt)

### Um erro básico não detectado na prova de Química

Gostaria de dar a minha contribuição para o debate recente acerca da questão relacionada com o polímero fenol-formaldeído no exame de Química do 12.º ano (prova 642, grupo II.3), dado que ninguém detectou o que considero ser um erro muito grave.

A estrutura fornecida no enunciado é de um polímero linear resultante da condensação de dois monómeros bifuncionais, ou seja, o fenol é considerado aqui como capaz de reagir unicamente através das suas posições 2 e 6 (posições orto). Neste contexto, qualquer que seja a razão molar fenol/formaldeído, o polímero resultante será sempre linear e apenas o seu grau de polimerização será afectado por aquela razão. Na realidade, a formação de um polímero reticulado só pode ocorrer quando a funcionalidade

média dos monómeros for superior a 2. Estas são noções básicas relacionadas com as reacções de polimerização por passos (policondensações).

Assim, postular a formação de polímeros lineares ou reticulados em função da razão molar fenol/formaldeído (ver enunciado) é totalmente errado, uma vez que o sistema, como ilustrado na equação química de formação do polímero, não pode em nenhum caso gerar outra coisa que não seja um polímero linear.

Deve no entanto lembrar-se que naturalmente estes sistemas podem produzir polímeros reticulados, mas devido ao facto de a posição 4 (para) do fenol pode também reagir com formaldeído, e, neste caso, o fenol comporta-se como um monómero trifuncional. No entanto, este aspecto, não foi sequer mencio-

nado no enunciado do exame, o que se afigura como uma falha grave.

Em minha opinião, estes equívocos resultam da simplificação excessiva de um conjunto de factores associados a um sistema de polimerização clássico e profundamente estudado, como o pH, o tipo de catalisador, a temperatura, a razão molar fenol/formaldeído, etc. Quando o problema foi confinado a um simples crescimento linear, os autores da questão teriam eliminado todo e qualquer erro se simplesmente não mencionassem a hipótese da formação de polímeros reticulados.

Alessandro Gandini  
Professor de Química Física, "Classe Exceptionnelle", Aposentado  
Institut National Polytechnique de Grenoble,  
França  
Actualmente Investigador Coordenador  
CICECO, Universidade de Aveiro

### Desabafo de uma Professora sobre a prova 642/1.ª fase de 2006

À Sociedade Portuguesa de Química

Leccionei durante o ano lectivo que está a findar a disciplina de Química do 12.º ano. Aos alunos do "ano de ninguém". Não pertenceram à nova reforma nem à antiga. Foram sujeitos a um exame novo, de que pouco ou nada sabiam, enquanto os seus colegas "repetentes" realizaram uma prova da qual tinham um número incontável de provas modelo. Vão agora a concorrer a par ao ensino superior em manifesta desigualdade.

Fui coadjuvante da prova do exame 642 e fui correctora da mesma prova. Não posso ficar calada perante o desastre que foi esta prova. Uma prova mal elaborada, que pouco avalia, que tem perguntas cuja resposta ainda hoje não entendo e que, além de prejudicar uns milhares de alunos, desanimou todos os professores que trabalharam muito para dar um programa novo sobre conteúdos que desconheciam em absoluto.

Para quem acompanhou o fórum onde os professores que leccionaram a disciplina questionaram as autoras do programa, foi fácil ver as dificuldades que todos sentiram. Quatro manuais fracos, a focarem os tópicos com perspectivas a aprofundamentos diferentes, era o nosso ponto de partida.

Em meu entender, uma pergunta que é elaborada para uma prova de avaliação, seja ela qual for, tem que pretender avaliar algo. Nesta prova há várias perguntas onde eu não vejo o que se pretende avaliar ou o interesse do que julgo pretender avaliar-se.

Grupo I

Questão 5 – Para avaliar conhecimentos de oxidação-redução podem elaborar-se centenas de situações sem necessidade de recorrer um caso tão rebuscado, cujo grau de dificuldade ultrapassa em muito o que foi apresentado nos manuais e livros de apoio aprovados, incluindo o manual das autoras de um programa novo, já de si vago. Não avalia, com justiça e a meu ver, conhecimentos sobre oxidação redução.

Grupo II

Questão 2.2 – Para quê utilizar uma fórmula química com coeficientes estequiométricos de 0,08 e 0,06 quando se pretende que os alunos realizem um cálculo estequiométrico? Por que não aparece em qualquer manual nada do género?

Questão 3

Na questão 3.1, ainda hoje não sei o porquê da resposta considerada certa. Nem eu nem ninguém que eu conheça. Os professores supervisores, que reuniram em Lisboa com a "porta-voz" da equipa que elaborou a prova, perguntaram por que é que aquela era a resposta certa. Foi-lhes dito apenas que as autoras da prova não respondiam porque os professores tinham obrigação de saber. O único comentário que me ocorre é "inaceitável!". Quanto à questão 3.2, não vejo o que se pretende avaliar. A noção de que a baquelite foi o primeiro polímero sintético a ser produzido à escala industrial não me parece ter um interesse tão grande que justifique uma pergunta num exame nacional que visa um programa tão extenso e nem sequer é uma noção consensual.

Relativamente à alínea 3.3, no manual das autoras do programa aparece o grau de polimerização como o quociente entre a massa molar média do polímero e a massa do monómero. Ora o caso escolhido é um copolímero em que não há um monómero mas dois. Acabaram por chegar, oralmente, já que por escrito ninguém assume nada, orientações para dar cotação a quem considerou massa de um qualquer dos monómeros bem como a soma das massas dos dois. Inaceitável.

### Grupo III

#### Questão 1

Na alínea 1.5, dizem-nos que o valor encontrado é superior ao valor tabelado o que é completamente impossível. Ainda por cima consideram que uma possível resposta certa é a perda de calor por isolamento insuficiente, o que justifica-

ria um valor experimental inferior ao tabelado e não o contrário.

Questão 6 – Os manuais não exploram a aplicação da expressão de Einstein. É dada mas não é aplicada embora a questão colocada seja extremamente simples.

Tanta exigência se apregoa para os professores e confia-se a elaboração de uma prova desta responsabilidade a uma equipa que elabora esta inaceitável prova!

Se o objectivo da equipa que elaborou esta prova, e cuja constituição é secreta (!!!), apesar de se vislumbrarem semelhanças com um dos manuais, era o insucesso total, o objectivo foi atingido. Se era virar mais uma vez a comunicação social e o povo português em geral, contra os professores, também vai ser atingido quando as pautas forem afixadas.

Se era acabar com a disciplina de Química no 12.º ano, também foi atingido já que, a partir de agora, só os masoquistas optarão por ela.

Enquanto professora sinto-me defraudada por ver avaliado assim um trabalho sério que fiz com os meus alunos durante todo o ano, e impotente para que algo se faça para que seja feita justiça, quanto mais não seja através da comunicação social.

Tenho consciência que se escrever para o GAVE ou JNE as minhas palavras terão como destino a tecla “delete”, tal como aconteceu no ano passado. Assim, atrevo-me a pedir à Sociedade Portuguesa de Química para falar em nome de todos os professores que não têm voz.

Com os meus cumprimentos

Maria da Graça Pimentel

## Ainda a Prova 642...

Caros Colegas da SPQ

Na sequência de toda a polémica que envolveu o exame de 1.ª fase do 12.º ano da disciplina de Química, vimos chamar a vossa atenção para o facto de a questão 1 do Grupo III sobre o trabalho prático de calorimetria conter um erro grave de concepção.

À primeira vista, a questão enquadra-se perfeitamente no âmbito da AL2.5, na qual é sugerido que, utilizando uma montagem semelhante à indicada, se determinem as entalpias de combustão dos álcoois referidos, fazendo-se depois a representação gráfica de  $\Delta H_c^\circ$  em função do n.º de átomos de carbono e, a partir dela, calcular, por extrapolação, o  $\Delta H_c^\circ$  do pentan-1-ol.

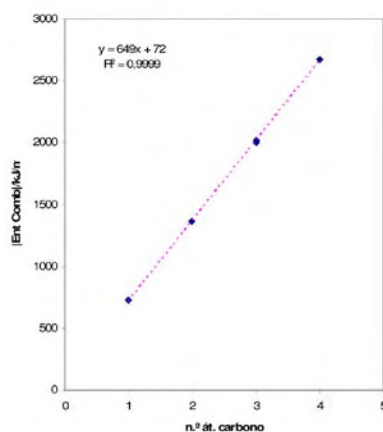
Na realidade, existe uma proporcionalidade directa entre  $\Delta H_c^\circ$  e, quer o n.º de átomos de carbono, quer a massa molar dos álcoois, patentes nos gráficos 1 e 2.

Apesar de, aquando da realização deste trabalho experimental, apenas ter sido solicitado aos alunos que correlacionassem  $\Delta H_c^\circ$  com o n.º de átomos de carbono, quanto a nós não teria qualquer

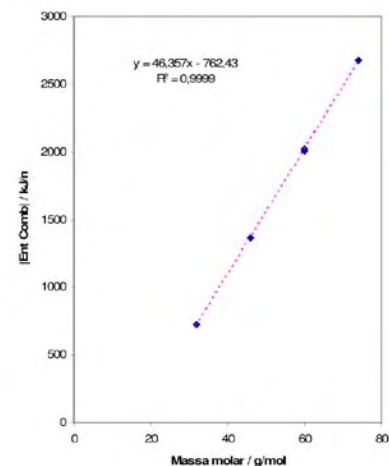
problema a utilização de qualquer correlação igualmente válida, como forma de avaliar a real compreensão do fenómeno por parte dos mesmos.

Contudo, as correlações utilizadas neste exame não são lineares, como é possível verificar nos gráficos 3 e 4, pelo que as

rectas apresentadas estão desprovidas de qualquer significado físico. Ou seja, a massa de álcool consumida não varia linearmente com o número de átomos de carbono (é o quociente de duas rectas, pelo que tende para uma constante), bem como o  $\Delta H_c^\circ$  também não varia linearmente com a massa de álcool con-



**Gráfico 1** Representação gráfica do módulo da entalpia de combustão em função do n.º de átomos de carbono da cadeia



**Gráfico 2** Representação gráfica do módulo da entalpia de combustão em função da massa molar dos álcoois.





# Atracção Química

PAULO RIBEIRO CLARO\*

As exigências da edição atempada do Boletim 'Química' obrigam a que esta coluna seja escrita nos finais de Julho – uma vez mais, muito antes da data em que chega aos leitores, e com grande risco

de perda de actualidade. Mas neste momento, o sentimento é de preocupação e de certeza que se aproximam tempos difíceis para a "Atracção Química"!

As informações que chegam ao conhecimento da Direcção da SPQ (no mês de Julho) dão conta do quase desaparecimento das turmas de Química do 12.º ano nas escolas portuguesas para o ano lectivo que se aproxima. Em algumas escolas há ainda alunos para formar uma turma, por vezes duas, mas na maioria das escolas incluídas na amostragem, o número de alunos candidatos à frequência da disciplina é muito inferior aos quinze necessários para a abertura de uma turma. Em alguns casos, tal número poderá vir a ser atingido com a inclusão dos alunos repetentes, mas não há garantias de que assim seja.

Esta situação, para muitos já previsível, resulta de uma reforma curricular iniciada há anos e que permite aos alunos do 12.º ano dos cursos científico-tecnológicos optar entre a Química e as disciplinas de Geologia, Biologia, Psicologia ou mesmo Ciência Política. Naturalmente, no próximo ano lectivo as turmas de Química do 12.º ano serão quase completamente varridas das escolas e substituídas por aquelas que os alunos consideram mais fáceis. A situação foi agravada pela publicidade negativa associada aos maus resultados dos exames de Química e de Física do novo programa. Mas as informações obtidas junto dos professores indicam que a tendência já estava definida entre os

alunos bem antes de qualquer resultado de exame.

Olhando para as disciplinas exigidas pelas universidades para acesso aos seus cursos, percebe-se bem a opção dos alunos: em resultado do progressivo decréscimo do número de candidatos ao ensino superior, – e estando o financiamento do ensino superior apenas dependente da *quantidade* de alunos, com total desprezo pela *qualidade* das instituições e dos seus formados – as universidades foram alargando progressivamente os critérios para admissão de candidatos, sendo actualmente possível ingressar em qualquer curso, da área de química ou de qualquer outra, sem ter frequentado a disciplina de Química... Ou seja, neste momento um aluno vai poder matricular-se em cursos de Química,

Bioquímica e Engenharia Química com o 9.º ano de Química... E vai poder cursar medicina pelo menos em duas Universidades com a Química do 9.º ano (quando a investigação Química/Bioquímica é das mais inovadora na Medicina, como se constata pela atribuição do Prémio Nobel nessa área).

No dia 25 de Julho, a Direcção da SPQ dirigiu a todos os sócios uma mensagem de denúncia deste problema – com divulgação à comunicação social – e deu início a uma série de iniciativas cujo desenvolvimento não é possível ainda prever. Esperamos todos que seja possível encontrar em conjunto uma solução para esta situação. Até lá, compete-nos não baixar os braços, procurando exercer uma "Atracção Química" ainda mais forte!



Atracção Química em acção: A Escola de Castro Daire na Universidade de Aveiro

\*Coordenador das Olimpíadas de Química e Secretário-Geral Adjunto da SPQ

# Atentados ao Choque Tecnológico?

De “Reforma” em “Reforma”... até... à Aposentação final.\*

FERNANDO PINA<sup>1</sup>

Não há choque tecnológico que resista sem que haja ensino e quadros científicos com uma forte componente de Matemática, Física e Química. Não por estas disciplinas serem mais importantes, mas porque constituem os fundamentos da Geologia, Biologia, Biotecnologia, etc., e das diversas Engenharias. Reduzindo ao absurdo, não se pode fazer cálculos numéricos complexos sem conhecer os algoritmos, assim como não se pode desenhar pontes sem saber efectuar balanços de forças.

A Sociedade Portuguesa de Química está muito apreensiva com as deliberações da "Comissão Nacional de Acesso ao Ensino Superior", que estão baseadas numa série de decretos-leis anteriormente publicados. As deliberações desta comissão conjugadas com a escolha das provas de ingresso por parte das Universidades estão a levar o ensino secundário a um beco sem saída, e em particular ao esvaziamento da Química. Como se não bastasse o Conselho de Reitores (CRUP) fez circular uma proposta normativa onde a disciplina de Biologia e Geologia (bianaual) deveria ser, em detrimento da Química e da Biologia, a disciplina de acesso às licenciaturas em Bioquímica, Biotecnologia, Medicina, Ciências Farmacêuticas, e Análises Clínicas. No caso do acesso às licenciaturas em Engenharia Química era apontada apenas a necessidade da disciplina de Matemática. Não há informação que esta proposta tenha, entretanto, caído.

Em consonância, as próprias Universidades estão a alargar em muitas licenciaturas o leque de provas de ingresso em alternativa, a fim de não perderem alunos. **Neste momento, é possível um aluno concluir o ensino secundário, na área de Ciências e Tecnologias, sem ter alguma vez frequentado do 10.º ao 12.º ano uma disciplina de Química. Por exemplo: no 10.º ano escolhe apenas Biologia e Geologia como disciplina opcional da formação específica; no 11.º Ano escolhe Desenho e Geometria Descritiva A, Aplicações Informáticas B ou Economia A como 2.ª disciplina opcional da formação específica. Neste quadro nunca poderá escolher nem Física nem Química como disciplina opcional no 12.º Ano. E conclui os seus estudos secundários. E poderá ter lugar em algumas licenciaturas da área da Química e da Física** ([www.acessoensinosuperior.pt](http://www.acessoensinosuperior.pt)).

Facto: no próximo ano lectivo as turmas de Química do 12.º ano serão quase completamente varridas das escolas e substituídas por Geologia, Biologia, Psicologia ou mesmo Ciência Política. Claro que Geologia é uma Ciência fascinante tal como a Biologia que certamente será útil aos futuros médicos e a todos os alunos que pretendam frequentar ciências e tecnologias. Mas não seria mais formativo começar a construir a casa pelos caboucos?

As Ciências Químicas e afins são das áreas mais produtivas da investigação científica e tecnológica em Portugal, e uma passagem pela *Web of Science* pode ser muito esclarecedora. Permitam-me que cite um estudo do Prof. Sebastião Formosinho ([www.qui.uc.pt](http://www.qui.uc.pt))

“Das 8 Universidades portuguesas (UTL-IST, Coimbra, Porto, Aveiro, UNL, Minho, Algarve e U. Lisboa) que possuem pelo menos uma área científica colocada num *ranking* mundial, a Química aparece em 5 destas universidades como a área científica de domínio forte e em três delas aparece em 1.º lugar. Mais nenhuma área científica em Portugal atinge tal *performance*. Portanto, algumas das nossas universidades dispõem de *motores de competitividade*, mas em número relativamente limitado. **A Química é pois a área científica mais forte do nosso país, com cinco universidades (Coimbra, IST, UNL, Aveiro e Porto) em que a Química está no top 1% mundial**”.

Estamos a comprometer uma área científica em que somos realmente bons, e com enorme internacionalização.

Quando se perceber que as disciplinas ditas difíceis porque mais estruturantes e exigentes, Matemática, Física e Química, são a pedra de toque de uma reforma que conduza à excelência, à inovação e ao tal choque tecnológico; quando se perceber que não é fazendo os estudantes escolher as disciplinas mais fáceis que se ganha o futuro, nesse dia pode haver esperança.

\*Publicado no jornal Público a 29-07-2006

<sup>1</sup> Secretário Geral da Sociedade Portuguesa de Química ([fjp@dq.fct.unl.pt](mailto:fjp@dq.fct.unl.pt))

# Mineralogia Industrial

## Princípios e Aplicações



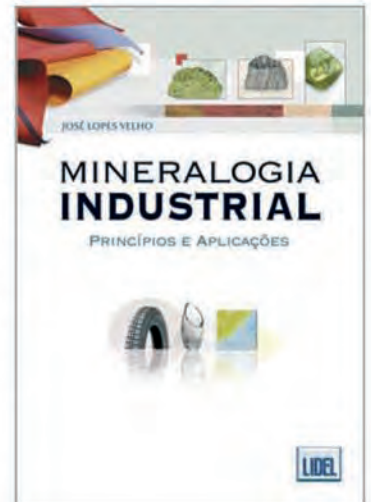
Lidel - edições técnicas, lda

Os minerais fazem parte do nosso dia-a-dia, sendo que muitas vezes, algumas sem nos apercebermos, nos cruzamos com materiais que resultam da transformação dos mais diversos minerais. Nunca o Homem recorreu com tanta intensidade aos minerais como na actualidade. As grandes potências económicas baseiam muito do seu potencial nestes recursos e sem eles não seria possível manter o nível de vida das sociedades desenvolvidas.

Com o objectivo de apresentar os principais minerais e suas aplicações surgiu a presente obra que, pelo modo como se encontra organizada e apresentada, é facilmente compreendida por leitores de diferente formação científica e cultural.

Este livro constitui-se por duas partes fundamentais: a primeira apresenta os minerais industriais dispostos por ordem alfabética, para tornar mais fácil ao leitor a sua consulta, e analisados dos pontos de vista da sua **Mineralogia, Ocorrências, Tecnologia, Aplicações e Mercado**; a segunda aborda, com pormenor, um conjunto de materiais de uso comum que se baseiam essencialmente nos minerais industriais.

Debruçando-se sobre o estudo das aplicações dos minerais para múltiplos fins, a maioria deles de uso corrente, *Mineralogia Industrial - Princípios e Aplicações* dirige-se fundamentalmente a estudantes e docentes das áreas da Geologia, das Engenharias Geológicas, do Ambiente, de Minas, de Georrecursos, Civil, Cerâmica e Vidro, de Materiais, Metalúrgica, Física e Química, procurando, também, ser um instrumento de consulta útil para os profissionais da indústria extractiva e transformadora e para os investigadores com interesse nos minerais industriais. Este manual pode, igualmente, ser apreciado pelo cidadão comum curioso destas matérias.



## Conteúdo

- Minerais industriais (argilas, agregados, zeólitos, gesso, talco, salgema, sílica, rochas ornamentais, alumínio, asbestos, micas, manganés, magnesite, terras raras, entre outros)
- Materiais (abrasivos, papel, tintas, plásticos, cerâmicos, vidro, cimento, borracha, entre outros)

## Público Alvo

- Geólogos
- Engenheiros Geólogos, Cerâmicos e de Materiais, Cívís, Químicos, Físicos e do Ambiente
- Estudantes Universitários
- Investigadores Industriais
- Técnicos que trabalham na indústria mineral e em materiais

## Autor

**José Lopes Velho** - Licenciado em Geologia pela Universidade de Coimbra, é Professor Associado do Departamento de Geociências da Universidade de Aveiro. Possui o Grau de Mestre em Geologia Económica e Aplicada pela Universidade de Lisboa e o Grau de Doutor em Geociências, especialidade Mineralogia, pela Universidade de Aveiro. É membro da Unidade de Investigação Minerais Industriais e Argilas.



À venda nas livrarias e na:  
**LIDEL - Edições Técnicas, Lda.**  
Av. Praia da Vitória nº 14, 1000-247 Lisboa  
Tel: 213 541 418 / 213 511 448 \* Fax: 213 173 259  
E-mail: [livrarias@lidel.pt](mailto:livrarias@lidel.pt)  
Porto: 225 573 510 \* Coimbra: 239 822 486  
E-mail: [lidel@lidel.pt](mailto:lidel@lidel.pt) \* URL: <http://www.lidel.pt>

ISBN: 972-757-331-2  
N.º de Páginas: 624  
Formato: 17 X 24 cm  
Especialidade: Engenharia & Geologia  
P.V.P.: € 44,40  
P.V.P.(C/ 10%) Ao Sócio da SPQ: € 39,96  
**Válido até 30 de Setembro**



# Elementos da História da Química do Século XVIII\*

ANA CARNEIRO<sup>1</sup>

Geralmente, os historiadores consideram que a química só se constituiu como disciplina científica no século XVIII, ligando a este acontecimento o nome de Antoine-Laurent Lavoisier (1743-1794) (fig.1).



**Figura 1** Retrato de Lavoisier (Panopticum Lavoisier, <http://moro.imss.fi.it/lavoisier/entrance/panobox.html>)

Concordemos ou não com esta leitura, é consensual que, no âmbito da filosofia natural, a química esteve imersa em problemas de difícil resolução até ao século XVIII: a grande variedade e com-

plexidade das substâncias tornavam difíceis quaisquer generalizações; não havia uma distinção entre ácidos, bases e sais; não existia o conceito de gás; o conceito de pureza era inexistente; não havia uma linguagem química universalmente aceite; a insuficiência de técnicas analíticas e de ferramentas conceptuais era de difícil ultrapassagem. No entanto, é no século das Luzes que esta paisagem se irá alterar profundamente. Para uma melhor compreensão da situação da química no século XVIII, começarei por analisar sumariamente o artigo “Chymie”<sup>1</sup> da autoria de Gabriel François Venel (1723-1775), publicado em 1753, na *Encyclopédie* (fig. 2), editada por Denis Diderot (1713-1784) e Jean Le Rond d’Alembert (1717-1783) para passar, depois, às principais contribuições de Lavoisier no contexto da sua época.<sup>2</sup>

## A química na *Encyclopédie* – uma revolução esperada

A *Encyclopédie* (1751-1772) de Diderot e d’Alembert é uma obra emblemática da sua época. Publicada em francês e já não em latim, até ali a língua dos eruditos, pretendia dar a todos aqueles que a pudessem ler os conhecimentos mais recentes nas artes, ciências e ofícios. O conhecimento, entendido como condição essencial à felicidade dos homens, foi apresentado nesta obra de forma racional e sistemática, ordenado alfabeticamente para maior comodidade do leitor. Gabriel Venel, médico e professor da Universidade de Montpellier, foi incumbido pelos editores de escrever a entrada “Chymie”. Nela, Venel faz um diagnóstico bastante preciso da situação da química em meados do século XVIII e dos dilemas a enfrentar.<sup>3</sup>

**Figura 2** Frontispício da *Encyclopédie* e página do artigo “Chymie” da autoria de Venel



\*Conferência proferida por ocasião da estreia da peça “Oxigénio” de Carl Djerassi e Roald Hoffman, no Teatro do Campo Alegre do Porto a 19-01-2006.

<sup>1</sup> Centro de História e Filosofia da Ciência e da Tecnologia, Faculdade de Ciências e Tecnologia Universidade Nova de Lisboa 2825-114 Monte de Caparica

*É verdade que a revolução capaz de colocar a química ao nível do que ela merece, pelo menos ao lado da física calculada, só pode ser operada por um químico hábil, entusiasta e audaz que, encontrando-se numa posição favorável e aproveitando algumas circunstâncias felizes, possa despertar a atenção dos filósofos por meio de uma ostentação brilhante, por um tom decidido e afirmativo e, em seguida, por razões válidas se as primeiras tiverem destruído o preconceito.*

Vemos assim que, em 1753, se esperava uma revolução na química. A ideia de revolução era comum nesta altura, mas o que é novidade em Venel é que a revolução não é descrita no passado, mas no futuro, e não significava uma alteração total da teoria em vigor. A acção revolucionária consistiria, antes, numa campanha de opinião, uma estratégia de promoção da química para elevá-la à dignidade enciclopédica.<sup>4</sup> Venel não esperava um herói revolucionário que fundasse uma nova teoria, mas uma elevação do prestígio social da química, até ali envolta em preconceito: entre gente instruída, o químico era confundido com o metalúrgico e o vidreiro; no contexto da filosofia natural, a química era demasiado subserviente da mecânica. Venel prossegue com uma longa comparação entre a química e a física, afirmando que na exposição dos fenómenos o químico e o físico só dizem coisas diferentes, mas não contraditórias. Perante um corpo, os físicos só viam as qualidades exteriores, acidentais, encará-lo-iam como uma massa obediente às leis da mecânica; ao invés, um químico atenderia às suas qualidades interiores e específicas, estaria preocupado em revelar as suas partes integrantes, governadas por princípios não mecânicos.<sup>5</sup> Contrastando as duas abordagens, Venel termina, afirmando:<sup>6</sup>

*Numa palavra, o génio físico elevado ao mais alto grau que a humanidade pode atingir produzirá os Principia de Newton; o extremo correspondente do génio químico é o specimen becherianum de Stahl.*

De facto, até Lavoisier e mesmo depois, a química foi marcada por dois modos de abordagem da matéria e das suas

transformações, por vezes coexistindo num mesmo indivíduo: um decorrente da tradição Becher-Stahl; o outro saído das doutrinas corpusculares da matéria e da mecânica newtoniana.

Nos princípios do século XVIII, Georg Ernst Stahl (1660-1734), médico do Rei da Prússia, considerava que a química não poderia ser reduzida aos princípios da mecânica, defendendo uma filosofia da natureza baseada na química. Fez uma distinção que se revelou essencial à definição do objecto da química, a distinção entre *agregados* e *mistos*. Os primeiros eram substâncias homogêneas, cuja formação se devia a acções mecânicas; os segundos, substâncias heterogêneas (misturas e compostos) que constituíam o objecto de estudo da química à qual competia, assim, o estudo dos *mistos* por via da análise.

Na linha de Johann Joachim Becher (1635-1682), mineralogista dos finais do século XVII, Stahl considerava que a terra e a água eram os princípios chave das substâncias químicas. Existiriam três tipos de terras, a *mercurial* responsável pelo brilho e maleabilidade dos metais; a *vítrea*, responsável pela dureza, peso e fusibilidade das substâncias; finalmente, a *flogística*, ou flogisto, responsável pela combustão dos corpos. No quadro desta teoria, um corpo ardia porque continha flogisto, libertado durante a combustão. Estas três terras eram assim princípios químicos, mas não elementos universais como os quatro elementos de Aristóte-

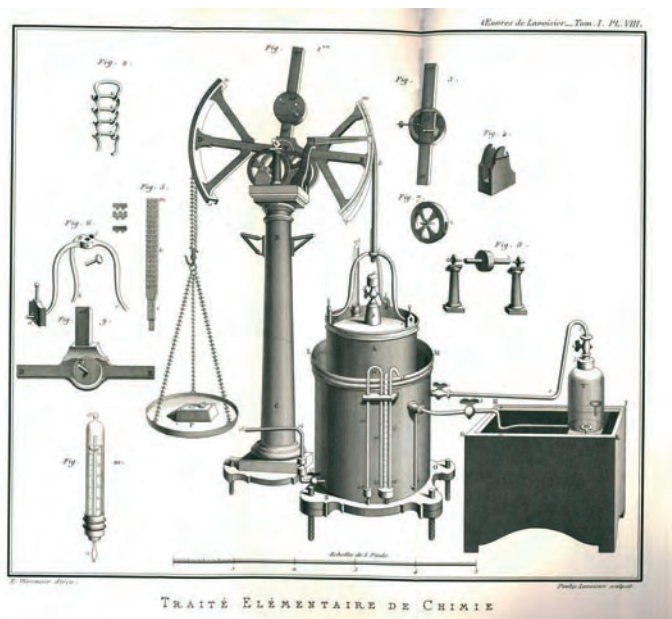
les (terra, fogo, ar e água). Apesar de materiais, não podiam ser isolados, mas eram responsáveis pelas propriedades não só químicas, como físicas dos corpos. Se de uma perspectiva mecânica, o peso era a força com que os corpos são atraídos para terra; de um ponto de vista químico, os corpos eram pesados porque continham *terra vitrificável*, e, de modo idêntico, ardiam porque continham flogisto. Stahl interpretou ainda a corrosão de um metal como uma combustão lenta, isto é, essencialmente semelhante à combustão viva de um pedaço de madeira ou de carvão.

Na *Encyclopédie*, Venel subscreve esta tradição e critica a via que considerava subserviente da mecânica. Situada na linha das concepções mecanicistas do século XVII, toda a matéria seria composta dos mesmos corpúsculos (átomos sem qualidades) e distinguia-se entre si pela *textura*, para usarmos a expressão de Robert Boyle (1627-1691), isto é, pela diferente configuração e arranjo desses corpúsculos. Depois do triunfo da mecânica de Isaac Newton (1642-1727), estes corpúsculos passaram a ser encarados como pequenas massas, sujeitas à lei da atracção universal.

Deste modo, ao conceito de afinidade, que no passado estivera carregado de conotações antropomórficas ao afirmar-se que as substâncias agiam entre si pela maior ou menor simpatia existente entre elas, era agora dado um significado mecânico. Fez-se, assim, a trans-

**Figura 3** Exemplares da colecção de minerais de Lavoisier (Panopticum Lavoisier, <http://moro.imss.fi.it/lavoisier/entrance/panobox.html>)





**Figura 4** Gravura do gasómetro desenhado por Marie-Anne Paulze, incluída no *Traité élémentaire de chimie*

posição de uma lei válida no domínio macroscópico, que prescrevia que duas massas se atraem na razão directa do seu produto e na razão inversa do quadrado da distância que as separa, para o domínio do infinitamente pequeno, mas não sem problemas.<sup>7</sup> De facto, esta era uma interpretação *a posteriori*, já que não era possível pesar os corpúsculos nem determinar as distâncias que os separavam. No entanto, na senda das precipitações diferenciais que Newton descreveu no *Query 31* da *Optiks* (1704)<sup>8</sup>, diversos e hábeis químicos por todo o século XVIII dedicaram longas horas à elaboração das chamadas tabelas de afinidades com vista à determinação das afinidades ou atracções, na esperança de assim submeterem a química ao cálculo e preverem o comportamento das substâncias.<sup>9</sup> Para Venel esta não era a via a seguir e, como veremos, não será o caminho escolhido por Lavoisier.

### Lavoisier no seu tempo

No século XVIII, para se seguir uma carreira na química as portas de acesso mais comuns eram a farmácia, embora os químicos com esta origem, em França, raramente acessem às honras da *Académie des Sciences*; a medicina era outra das vias mais frequentes e, porque gozava de grande prestígio social, os químicos com esta origem

alcançavam lugares de docência no ensino superior e na prestigiada *Académie*; finalmente, a origem industrial, metalúrgica e mineira era socialmente pouco reconhecida em França, mas muito comum na Suécia e nos Estados Germânicos.

Lavoisier não seguiu nenhum destes percursos. Depois de estudar matemática no Colégio Mazzarin com o astrónomo Nicolas de Lacaille (1713-1762), enveredou pelo direito e prosseguiu a sua formação científica com o Abade de Nollet (1700-1770) – então um expoente nas investigações sobre o *fluido eléctrico*

– botânica com Antoine Laurent de Jussieu (1748-1836), mineralogia com Jean-Etienne Guettard (1715-1786), e química com Guillaume-François Rouelle (1703-1770), demonstrador do *Jardin du Roi* e mestre de Venel. Rouelle era adepto das teorias de Stahl, embora para ele o flogisto tivesse um duplo papel: apesar de ser um princípio, enquanto “matéria do fogo” funcionava também como instrumento nas operações químicas.

Lavoisier iniciou a sua actividade científica pela mineralogia no âmbito da qual efectuou determinações da composição de vários minerais (fig. 3), tendo sido autor com Guettard do Atlas mineralógico de França.

No entanto, preferia o trabalho de laboratório ao trabalho de campo, e, em lugar de se limitar a gozar os prazeres da vida que a sua condição social e meios de fortuna permitiriam, passou a sua juventude a estudar afincadamente. Fez uma carreira brilhante de serviço público, ocupando diversas posições de responsabilidade, que, todavia, o conotaram com o *ancien régime* e pesaram na sua condenação e execução durante a Revolução Francesa (1789-1799).

As investigações de Lavoisier foram essencialmente feitas nos tempos livres, embora de forma disciplinada: laboratório das 6 às 8 horas da manhã, tarefas administrativas de *fermier général* e de *régisseur des poudres et sâlpêtres* todo o dia, novamente no laboratório das 19

**Figura 5** O casal Lavoisier pintado por David, em 1788, e auto-retrato de Marie-Anne Paulze (*Panopticum Lavoisier*, <http://moro.imss.fi.it/lavoisier/entree/panobox.html>)



às 22 horas, sendo um dos dias do fim-de-semana completamente dedicado à investigação.<sup>10</sup> Lavoisier tinha rendimentos consideráveis que lhe permitiam gastar verbas avultadas na aquisição de livros e de equipamentos sofisticados e precisos como o gasómetro (fig. 4), que custou uma soma equivalente a 200 mil Euros,<sup>11</sup> o calorímetro de gelo e balanças de precisão feitas por construtores de instrumentos como Pierre Mégnié (1751-1807) e Jean Nicolas Fortin (1750-1831).

A gravura do gasómetro, bem como todas as que Lavoisier apresentou no *Traité élémentaire de chimie*,<sup>12</sup> foram feitas a partir de desenhos de Marie-Anne Pierrette Paulze (1758-1836) com quem casara em 1771.

Discípula do pintor David (1748-1825), Marie-Anne Paulze (fig. 5) esteve longe de ser apenas uma *salonière*. Inteligente e culta, teve um importante papel não só na ilustração dos trabalhos científicos do marido, abrindo assim um capítulo sem precedentes na ilustração científica da época, como também na colaboração que deu à investigação e na divulgação póstuma da sua obra.<sup>13</sup>



Figura 6 Retratos de Joseph Priestley e Carl Scheele

## O Oxigénio

A “descoberta” do oxigénio está indelevelmente associada ao nome de Lavoisier, bem como a questão de prioridade na descoberta deste gás que disputou com Joseph Priestley (1733-1804) e Carl Scheele (1742-1786) (fig. 6), tema da peça *Oxigénio* de Carl Djerassi e Roald Hoffmann.<sup>14</sup> Não retirando importância a esta questão, a obra de Lavoisier foi, no entanto, fundamental muito para além da descoberta do oxigénio.

Comparando as três personagens, Scheele, de nacionalidade sueca, era um homem com uma instrução rudimentar, mais tarde um modesto boticário. Em desvantagem pela sua condição social, pobreza e pelas dificuldades de comunicação, Scheele trabalhou intensamente em investigações químicas, tendo obtido oxigénio, que denominou *ar do fogo*, por diversos processos entre os quais por aquecimento de óxido vermelho de mercúrio.

Priestley, por seu turno, era teólogo e um dos químicos britânicos mais produtivos do século XVIII, possuindo um laboratório bem equipado com diversos instrumentos construídos pelo famoso John Harrison (1693-1776). Priestley visitara Paris com o seu patrono, Lorde Shelburne, chegando a jantar com Lavoisier, em 1774. Além de dissidente da Igreja Anglicana (negava a Santíssima Trindade), Priestley foi um destacado membro da *Lunar Society*<sup>15</sup>. Criada em Birmingham, um centro da Revolução Industrial, a *Lunar Society* congregou personalidades como James Watt (1736-1819), o inventor da máquina a vapor, Erasmus Darwin (1731-1802), avô de Charles Darwin (1809-1882), e o industrial Josiah Wedgwood (1730-1792), que reuniam mensalmente para discutir assuntos filosóficos, técnicos, económicos e políticos.

O meio científico francês era bastante diferente do britânico. Caracterizava-se por um nível mais alto de especialização e a actividade científica estava mais próxima da profissionalização, sendo regulada pela *Académie des Sciences*, instituição mais dependente do Estado do que a *Royal Society*. Na Grã-Bretanha, a actividade científica foi marcada pela iniciativa individual e local, pautava-se por cânones menos rígidos e era dominada por *gentlemen amateurs*. Enquanto Priestley se movimentava entre *gentlemen* mais ou menos hábeis e diletantes, cultivando a imagem de um investigador cujas virtudes seriam a modéstia e a abertura de espírito, Lavoisier discutia os seus trabalhos com os confrades da *Académie des Sciences*, procurando apresentar-se como um investigador qualificado que dominava os assuntos, quer na prática, quer na teoria.

De um ponto de vista epistemológico, pode dizer-se que Priestley, Scheele e Lavoisier foram herdeiros da tradição de Stahl. Todos estavam interessados na busca dos princípios que compõem as substâncias, mas ao contrário de Priestley e de Scheele, Lavoisier irá contestar a existência do flogisto e alterar profundamente a química do ponto de vista teórico e metodológico.

Nos anos de 1770, existia uma verdadeira competição internacional, uma “caça aos ares”, graças aos trabalhos dos escoceses Stephen Hales (1671-1761), William Cullen (1710-1790), Joseph Black (1728-1799), e do próprio Priestley que muito contribuíram para a conceptualização do estado gasoso. Lavoisier, no entanto, toma a dianteira em relação aos adversários, quando desloca a competição de uma caça aos ares, no fundo a busca de um espécime a mais numa colecção, para o estudo da decomposição do ar, ou seja, uma investigação analítica com o objectivo de isolar substâncias cada vez mais simples. Com este deslocamento, a problemática muda, mudando a função das experiências sobre o óxido de mercúrio, que assim deixa de ser o objecto de investigação, para se tornar numa ferramenta analítica.<sup>16</sup>

Lavoisier inverteu ainda o esquema de interpretação da combustão: ela já não era uma desunião em que o flogisto se libertava, mas uma combinação com uma parte do ar que irá baptizar com o nome de oxigénio, em 1787, termo que, literalmente, significa gerador de ácidos, ideia que sabemos incorrecta depois dos trabalhos de Humphry Davy (1778-1829), no dealbar do século XIX. A adesão dos químicos ao oxigénio não foi fácil nem imediata. Priestley, por exemplo, jamais aceitou a teoria do oxigénio. Dos colaboradores de Lavoisier na reforma da nomenclatura química efectuada, em 1787, Claude-Louis Berthollet (1748-1822) converteu-se em 1785, Antoine-François de Fourcroy (1756-1809) ensinou a teoria entre 1786-1787 e Guyton de Morveau (1737-1816), ainda estava hesitante em 1787, isto para mencionarmos apenas os químicos franceses mais próximos de Lavoisier. Entre os conversos mais imediatos, conta-se o

químico da Universidade de Coimbra, Vicente Coelho de Seabra (1764-1804), autor da obra *Elementos de Chimica*, um excelente manual escrito em português e publicado entre 1788-1790<sup>17</sup> que, todavia, não teve repercussões significativas na sua época.<sup>18</sup>

### A reforma da nomenclatura

Cristais de lua, manteiga de arsénico, flores de bismuto e açafraão de Marte eram nomes dados a algumas substâncias no século XVIII. De significado obscuro e variável e impregnados de exotismo, dificultavam a comunicação e o entendimento entre os químicos. A publicação do *Méthode de Nomenclature Chimique*,<sup>19</sup> em 1787, por Guyton de Morveau, Lavoisier, Fourcroy e Berthollet representa uma ruptura com o passado, uma divisão na comunidade química, e uma alteração nos destinos de uma disciplina.

A ideia de reformar a nomenclatura terá partido de Guyton de Morveau que mantinha correspondência com o químico sueco Torbern Bergman (1735-1784), amigo de Carl Lineu (1707-1778). Lineu, que no século XVIII gozava de um estatuto e respeitabilidade idênticos aos de Newton, tinha criado um sistema de classificação das plantas, tendo por base uma nomenclatura binomial, em que o primeiro nome designava o género e o segundo a espécie. Guyton de Morveau e Bergman pensaram em seguir-lhe as pisadas, na química. No entanto, a participação de Lavoisier neste projecto imprimiu uma orientação distinta da inicialmente pensada por Morveau. Os nomes que este propunha para as substâncias eram novos, mas meramente convencionais. No *Méthode de Nomenclature*, as denominações pressupunham uma correspondência entre os nomes e a própria natureza dos objectos. Tinham por isso subjacente a análise laboratorial, uma definição operacional de elemento químico e um princípio regulador das transformações químicas, o princípio da conservação da matéria.

A nomenclatura química baseou-se nas ideias filosóficas de Lavoisier que não eram sequer dominantes nos anos

de 1780, inspiradas que eram no sensualismo do Abade de Condillac (1715-1780), que irá ser referido no *Méthode de Nomenclature* e no *Traité élémentaire de chimie*, onde pode ler-se:<sup>20</sup>

*Não pensamos senão através das palavras; as línguas são verdadeiros métodos analíticos; a álgebra mais simples, a mais exacta e a mais adaptada ao seu objecto é simultaneamente uma língua e um método analítico, enfim a arte de raciocinar reduz-se a uma língua bem feita.*

É partindo destes pressupostos que Lavoisier dirá, a respeito da nomenclatura:<sup>21</sup>

*A impossibilidade de isolar a nomenclatura da ciência e a ciência da nomenclatura faz com que toda a ciência física seja formada por três coisas: a série*

encontrar as unidades mínimas de composição, os elementos. Com Lavoisier, o elemento químico ou princípio não é mais uma entidade abstracta, inacessível do ponto de vista laboratorial. Lavoisier tem uma concepção operacional de elemento, definindo-o como o último termo ao qual se chega por via analítica:<sup>22</sup>

*Ligamos ao nome dos elementos ou princípios dos corpos, a ideia do termo pelo qual se chega pela análise. Não que possamos assegurar que estes corpos simples não sejam eles próprios compostos de dois ou um maior número de princípios. Mas, uma vez que estes princípios não se separam nunca, ou melhor ainda, uma vez que não temos meios de os separar, eles agem à maneira de corpos simples. E não devemos supô-los compostos, até ao momento em que a experiência e a observação nos forneçam a prova.*

Mas a análise química estava associada, por sua vez, a um princípio regulador, o princípio da conservação da matéria. Este princípio estipula que numa transformação química a soma das massas dos reagentes é igual à soma das massas dos produtos, o que implica o uso da balança. A balança há muito que era utilizada nas operações químicas, mas Lavoisier deu-lhe um uso sistemático e converteu-a num instrumento de persuasão e de prova. De modo semelhante, o princípio da conservação da massa também era conhecido, mas tivera até ali um carácter accidental: havia reacções em que ele se verificava, outras não. A diferença essencial é que Lavoisier conferiu a este mesmo princípio um carácter universal – em todas as reacções ele é obrigatoriamente observado.

Os vocábulos para nomear os elementos foram listados numa tabela (fig.7), passando a ser possível, a partir deles, nomear os compostos, no quadro de uma nomenclatura binomial em que, à maneira de Lineu, o primeiro nome designa o género e o segundo a espécie. No entanto, os nomes tinham obrigatoriamente de reflectir a composição química das substâncias como, por exemplo, quando dizemos ácido clorídrico ou cloreto de sódio.

	Noms nouveaux.	Noms anciens correspondans.
	Lumière.....	Lumière.
	Chaleur.....	Chaleur.
	Principe de la chaleur.	
	Calorique.....	Fluide igné.
	Fer.....	Matière du feu & de la chaleur.
	Air déphlogistié.	
	Oxygène.....	Air empiré.
	Air vital.	
	Air vital.	
	Gas phlogistique.	
	Mofere.....	
	Baife de la mofere.	
	Gas inflammable.	
	Hydrogène.....	Baife du gas inflammable.
	Soufre.....	Soufre.
	Phosphore.....	Phosphore.
	Carbone.....	Charbon pur.
	Radical muriatique.	Incenna.
	Radical fluorique.	Incenna.
	Radical boracique.	Incenna.
	Animoinne.....	Animoinne.
	Argent.....	Argent.
	Arsenic.....	Arsenic.
	Bismuth.....	Bismuth.
	Cobolt.....	Cobolt.
	Cuivre.....	Cuivre.
	Etain.....	Etain.
	Fer.....	Fer.
	Manganefe.....	Manganefe.
	Mercurc.....	Mercurc.
	Molybdène.....	Molybdène.
	Nickel.....	Nickel.
	Or.....	Or.
	Platine.....	Platine.
	Plomb.....	Plomb.
	Tungstène.....	Tungstène.
	Zinc.....	Zinc.
	Chaux.....	Terre calcire, chaux.
	Magnefe.....	Magnefe, baife du fel d'Épém.
	Barye.....	Barye, terre pelante.
	Alumine.....	Argile, terre de l'alun, baife de l'alun.
	Silice.....	Terre filiceufe, terre vitrifable.

Figura 7 Tabela de Elementos apresentada por Lavoisier no *Traité élémentaire de chimie*, p.135

*dos factos que constituem a ciência, as ideias que os representam, as palavras que os exprimem. A palavra deve fazer nascer a ideia, a ideia deve representar o facto (...) e, como são as palavras que conservam e transmitem as ideias, resulta que se possa aperfeiçoar a linguagem.*

Para levar a cabo a reforma da ciência e da nomenclatura, haveria de proceder à análise das substâncias no sentido de

De notar que da tabela de elementos constam a luz e o calor (*calórico*). Para Lavoisier, o *calórico* era, tal como o flogisto havia sido, um *fluido subtil* ou imponderável, neste caso um princípio de elasticidade, do mesmo modo que o oxigénio era um princípio portador da acidez, concepções que colocam Lavoisier na tradição stahliana. Se é verdade que na célebre “Mémoire sur la Chaleur” (1784) publicada em co-autoria com Pierre-Simon Laplace (1749-1827),<sup>23</sup> o calor foi submetido a um princípio de conservação e à quantificação, apesar de ambos divergirem quanto à sua natureza,<sup>24</sup> já quanto à luz, Lavoisier, habitualmente tão rigoroso, preciso e avesso a divagações, não pôde senão divagar, uma vez que a luz não é passível de ser submetida à análise química e permaneceria por longos anos misteriosa:<sup>25</sup>

*A organização, o sentimento, o movimento espontâneo, a vida só existem na superfície da terra e nos locais expostos à luz. Dir-se-ia que a fábula de Prometeu era a expressão de uma verdade filosófica que não escapou aos antigos. Sem a luz, a natureza não tinha vida, era morta e inanimada: um Deus benfeitor espalhou sobre a superfície da terra a organização, o sentimento, o pensamento.*

Desta revisão das contribuições de Lavoisier fundamentais para a química, caberá ainda referir o que pensava das afinidades ou atracções químicas, esse sonho newtoniano que tanto entusiasmou os seus colegas por toda a Europa:<sup>26</sup>

*A parte da química mais susceptível de, talvez um dia, se tornar numa ciência exacta: (é) a que trata das afinidades electivas (...) talvez um sentimento de amor-próprio, sem que eu desse por isso, tivesse dado peso a estas reflexões. O Senhor Morveau está de momento a publicar o artigo “Afinidade” na Encyclopédie Méthodique e eu tenho fortes motivos para duvidar de um trabalho em concorrência com ele.*

Como é visível neste excerto, Lavoisier descarta-se aiosamente da questão – a afinidade química interessava-lhe mas, por agora, pouco. No entanto, nas margens da química de Lavoisier ou-

tras químicas se fizeram. Na linha das tabelas de afinidades, os químicos começaram a tirar conclusões sobre proporções de combinação: Karl Friedrich Wenzel (1740-1793) e Jeremias Richter (1762-1807), um antigo aluno de Immanuel Kant, fundam a estequiometria com base nas tabelas de equivalentes. Berthollet, por seu turno, concluiu que a acção química depende da *massa* (concentração) e fez uma “revolução” pelo menos do mesmo calibre da teoria da combustão e do oxigénio, quando afirmou que as reacções incompletas, até então consideradas como simples anomalias, são de facto uma regra geral; enquanto as reacções completas, julgadas normais, se explicam por fenómenos de precipitação ou de volatilização.<sup>27</sup>

Pode assim afirmar-se que, em finais do século XVIII, a química é uma disciplina com uma identidade própria: possui um objecto (a determinação da composição das substâncias), um método (analítico), uma linguagem universal em que os nomes das substâncias reflectem a sua composição, e desenvolve programas de investigação distintos. No século seguinte, irá diferenciar-se em diversas especialidades e profissionalizar-se, mas esta já será outra história...

#### Notas

1. Gabriel Venel, “Chymie,” in Diderot e d’Alembert, eds., *Encyclopédie, ou Dictionnaire Raisoné des Sciences, des Arts et des Métiers, par une Société des Gens de Lettres*, Paris, Briasson, David, Le Breton e Durand, 1753, vol. 3, pp. 408-437. Esta tradução e as seguintes são da responsabilidade da autora.
2. Ana Carneiro, *O Conceito de Afinidade Química nos Autores do Méthode de Nomenclature Chimique (1787)* (Prova de Capacidade Científica), Lisboa, FCUL, 1987.
3. Venel, “Chymie,” in *Encyclopédie*, vol. 3, p. 409.

4. Bernadette Bensaude-Vincent, *Lavoisier*, Paris, Flammarion, 1993, pp. 62-63.
5. Carneiro, *O Conceito de Afinidade*, pp. 38-45.
6. Venel, “Chymie,” in *Encyclopédie*, vol. 3, p. 410.
7. Carneiro, *O Conceito de Afinidade*, pp. 60-70.
8. No *Query* 31, Newton descreve um conjunto de precipitações diferenciais: uma solução de ferro em água-forte (ácido nítrico) dissolve o cádmio, precipitando o ferro; uma solução de cobre no mesmo ácido dissolve o ferro e precipita o cobre; uma solução de prata em ácido nítrico dissolve o cobre e precipita a prata etc.
9. Carneiro, *O Conceito de Afinidade*, pp. 81-98.
10. Bensaude-Vincent, *Lavoisier*, p. 86.
11. O gasómetro foi um dos equipamentos mais caros para além do século XVIII. Trevor Levere, *Transforming Matter. A History of Chemistry from Alchemy to the Buckyball*, Baltimore e Londres, The Johns Hopkins University Press, 2001, p. 72 e do mesmo autor “Lavoisier’s Gasometer and others. Research, Control, and Dissemination” in Marco Beretta, ed., *Lavoisier in Perspective*, Munique, Deutsches Museum, 2005, pp. 53-77.
12. Antoine-Laurent Lavoisier, *Traité élémentaire de chimie* (1789), 3.ª edição, Paris, 1801, 2 vols.
13. Keiko Kawashima, “Madame Lavoisier. The Participation of a Salonière in the Chemical Revolution” in Marco Beretta, ed., *Lavoisier in Perspective*, Munique, Deutsches Museum, 2005, pp. 79-94 e Patricia Fara, *Pandora’s Breeches. Women, Science and Power in the Enlightenment*, Londres, Pimlico/Random House, 2004.
14. Carl Djerassi e Roald Hoffmann, *Oxigénio, uma peça em dois actos e 20 cenas* (trad. de Manuel João

- Monte), Porto, Universidade do Porto, 2005.
15. O nome da *Lunar Society* adivinhalhe do facto dos seus membros se reunirem mensalmente, na 2.ª feira mais próxima da lua cheia, em razão da melhor iluminação de estradas e caminhos, minimizando-se assim a possibilidade de investidas de salteadores.
  16. Bensaude-Vincent, *Lavoisier*, p. 176.
  17. Vicente Coelho de Seabra, *Elementos de Química Offerecidos A Sociedade Litteraria do Rio de Janeiro para uso do seu curso de Química*, 1.ª edição, 1788-1790; 2.ª edição (1 vol.), 1985, *facsimile* publicado pela Faculdade de Ciências e Tecnologia, Departamento de Química, Coimbra. Seabra publicou ainda uma adaptação ao português da nomenclatura química de Lavoisier e colaboradores:
    18. Amorim da Costa, *Primórdios da Ciência Química em Portugal*, Lisboa, ICLP, 1984; Ana Carneiro, Ana Simões, Maria Paula Diogo, “Communicating the New Chemistry in 18<sup>th</sup> Century Portugal: Seabra’s *Elementos de Chimica*,” *Science and Education* (no prelo)
    19. Morveau, Lavoisier, Berthollet e Fourcroy, *Méthode de Nomenclature Chimique*, Paris, Cuchet, 1787.
    20. Lavoisier, *Traité* in *Oeuvres*, vol. 1, p. 1.
    21. Lavoisier, *Traité* in *Oeuvres*, vol. 1, p. 2.
    22. Lavoisier, *Traité* in *Oeuvres*, vol. 1, p. 7-8.
  23. Lavoisier e Laplace, “Mémoire sur la Chaleur” in Lavoisier, *Oeuvres*, vol. 2, pp. 283-233 e Peter Heering, “Weighing Heat: the Replication of the Experiments with the Ice-calorimeter of Lavoisier and Laplace”, in Marco Beretta, ed., *Lavoisier in Perspective*, Munique, Deutsches Museum, 2005, pp. 27-41.
  24. Para Lavoisier o calor era um fluido que impregnaria mais ou menos os corpos, consoante a sua temperatura; para Laplace existiria uma equivalência entre calor e trabalho, sendo o calor a *vis viva* resultante do movimento das partículas constitutivas de um corpo.
  25. Lavoisier, *Traité* in *Oeuvres*, vol. 1, p. 142.
  26. Lavoisier, *Traité* in *Oeuvres*, vol. 1, p. 5.
  27. Bensaude-Vincent, *Lavoisier*, p. 421.



VISITE-NOS EM

[www.gravimeta.pt](http://www.gravimeta.pt)

... E DESCUBRA O QUE PODE GANHAR!

# Jasco's

## Advanced FT-IR Solutions

### Spectra Manager II software & sampling accessories

Com uma experiência superior a quarenta anos em espectroscopia de infravermelho, a JASCO oferece as melhores soluções para uma variedade de tipos de amostra com os equipamentos de FT-IR e os acessórios avançados de amostragem. As séries FT/IR-4000 e FT/IR-6000 com software integrado Spectra Manager e os acessórios de amostragem da JASCO melhoram drasticamente os resultados, ao mesmo tempo que reduzem o custo e o tempo de preparação de amostras, bem como das medições.

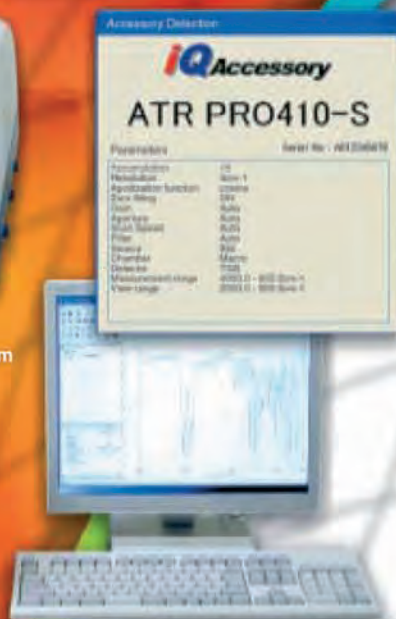


Uma enorme variedade de acessórios de amostragem

Um novo complemento de acessórios permite otimizar as séries FT/IR-4000 e FT/IR-6000 para aplicações particulares. O novo desenho dos sistemas a nível de purga, permite medições exactas sem efeitos adversos provocados por vapor de água atmosférico.

#### Detecção automática de acessórios para QI

O reconhecimento de acessórios quando colocados no porta amostras para efeitos de QI, é uma outra funcionalidade do equipamento. O equipamento utiliza os parâmetros previamente declarados para o acessório em causa na aquisição dos dados espectrais.



#### ATR PRO410-S

Acessório ATR para reflexão simples

- Prismas altamente sensíveis fáceis de trocar



#### DR PRO410-M

Acessório para reflectância difusa

- Suporte de amostras de 14 posições
- Superfície coberta do espelho



#### RAS PRO410-H

Acessório de reflectância angular

- Ângulo incidente de 85°
- Sem espelhos

**JASCO** Comparison Proven



**ELNOR** – Equipamentos Técnicos e de Laboratório, S.A.

B R.D.Frei Jerónimo de Brito e Melo Nº 835 • 4465-642 LEÇA DO BALIO • PORTUGAL

✉ P.O.Box 1019 • 4470 MAIA CODEX • PORTUGAL

• Phone: (351 22) 90 50 400

• Fax : (351 22) 90 50 499



# Sistemas de ferro-enxofre

– das Geociências às Biociências

J. A. L. DA SILVA\*

São vários os minerais e as proteínas em que o Fe e o S estão ligados quimicamente. Pelas características dessas estruturas foi sugerida a possibilidade deste tipo de proteínas ter sido formado na sequência da participação de alguns minerais em reacções pré-bióticas, os quais tendo

incorporado alguns produtos formados originaram estruturas mais complexas. Nos desenvolvimentos posteriores as moléculas formadas passaram a participar em funções biológicas que se devem ter diversificado como consequência da pressão da Evolução.

## Introdução

Quem estudou os aspectos básicos da Bioquímica conhece certamente uma variedade de proteínas contendo no seu centro activo sistemas envolvendo a coordenação do enxofre ao ferro. Este tipo de proteínas são comuns em todos os organismos e participam em diversas funções metabólicas [1]. É também sabido que o Fe e o S são elementos abundantes na crosta terrestre sendo conhecido um número significativo de minerais de cuja composição fazem parte estes dois elementos.

Far-se-á neste trabalho alguns comentários sobre os sistemas de Fe-S do ponto

de vista mineralógico, alguns aspectos relativos à sua química, de seguida sobre a sua ocorrência e suas funções nos organismos vivos e depois apresentam-se hipóteses da sua existência nos seres vivos a partir da evolução de formas minerais. Estas hipóteses sugerem a importância de alguns metais nos sistemas biológicos ser anterior à emergência da Vida na Terra.

## Minerais de ferro-enxofre

O número de minerais contendo Fe e S é superior a 110 [2], todavia a grande maioria não contém apenas estes dois elementos. Na Tab. 1 apresentam-se os

5 minerais contendo apenas Fe e S e algumas das suas características.

Refira-se ainda, um exemplo, que contém também outros elementos químicos, a violarita, que inclui Ni, com a fórmula  $\text{FeNi}_2\text{S}_4$  e se forma em ambientes hidrotermais [2]. Este exemplo foi escolhido porque o Ni pode ter sido importante na química pré-biótica, ver parte final deste trabalho.

A formação destes minerais está dependente de vários factores, como sejam o pH, as concentrações relativas dos iões envolvidos e o potencial de oxidação-redução do meio. A formação de sulfuretos está dependente da existência

**Tabela 1** Algumas características dos minerais contendo apenas Fe e S [2]

Designação	Fórmula química	Observações
Greigita	$\text{Fe}_3\text{S}_4$	Algumas bactérias de ambientes anóxicos também a sintetizam e a usam como sistema de orientação devido às suas características magnéticas [3]
Pirita <sup>a)</sup>	$\text{FeS}_2$	É um dos sulfuretos mais abundantes na Terra, tem origem magmática, metamórfica e sedimentar, e pode ocorrer em depósitos hidrotermais
Marcasita	$\text{FeS}_2$	É um polimorfo da pirita, isto é, têm a mesma composição mas uma estrutura diferente
Pirrotita	$\text{Fe}_{(1-x)}\text{S}$ (X=0-0,17)	Está muito espalhada em rochas ígneas e metamórficas
Troilita	$\text{FeS}$	Foi apenas identificada em vários meteoritos e pode ser constituinte do núcleo terrestre

<sup>a)</sup> Um Gastropoda, com habitat no campo hidrotermal de ventarolas de Kairei no Oceano Índico, a inclui no seu pé conjuntamente com greigita, embora a função destes biominerais seja ainda desconhecida [4].

\* Centro de Química Estrutural, Complexo 1, Instituto Superior Técnico, Av. Rovisco Pais, 1, 1049-001, Lisboa (pcd1950@ist.utl.pt)

de um ambiente redutor, dado que em meio oxidante aquele anião se converteria em sulfato. Como a atmosfera primitiva terrestre tinha um carácter mais redutor a génese de minerais contendo sulfuretos foi favorecida nesse período da história terrestre.

### Química dos sistemas de ferro-enxofre<sup>1</sup>

Embora compostos químicos contendo sistemas de coordenação do S ao Fe tenham tido desenvolvimentos autónomos, este tipo de química também se tem inspirado nas estruturas que ocorrem nos seres vivos. A síntese de compostos com analogias com o centro activo das proteínas de Fe-S começou no início da década de setenta do século passado. A variedade de compostos preparados é grande tendo as sínteses sido feitas em diversos solventes incluindo água. Um conhecimento maior deste tipo de compostos tem dado informações sobre os sistemas biológicos, tendo também os desenvolvimentos na área permitido um aprofundamento da química de coordenação envolvendo o Fe e o S e facilitaram aplicações a outros elementos químicos, incluindo a coordenação de átomos ao Fe que não ocorrem nos sistemas biológicos, como é o caso do P, assim como de ligandos não biológicos, caso de diversos tióis orgânicos, e ainda a presença nos agregados de átomos metálicos inexistentes com essa coordenação química nos sistemas biológicos, como seja o Co [5].

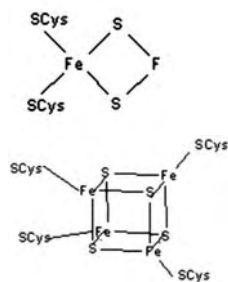
### Sistemas de ferro-enxofre nos organismos<sup>2</sup>

#### Suas características e suas funções

Como já foi referido, sistemas com proteínas contendo Fe e S foram identificados em todo o tipo de organismos. Estas proteínas participam em diversas funções, salientando-se os processos de transferência electrónica, em enzimas, actuam como sensores do stress oxidativo e podem ter uma componente

estrutural em metalobiomoléculas. Estão envolvidas em reacções de grande relevância para os organismos vivos, como na fotossíntese, na fixação do diazoto (fundamental na biossíntese das moléculas contendo azoto), nas cadeias respiratórias, etc. Foram identificadas mais de 120 proteínas de Fe-S diferentes, as quais raramente ocorrem no espaço extra-celular, sendo as identificadas nas plantas e nos microrganismos solúveis em água, enquanto as dos mamíferos são membranares.

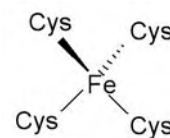
Na maioria dos casos o ferro e o enxofre formam agregados (contendo mais do que um átomo de Fe com átomos de S em ponte, ver Fig. 1) e apresentam usualmente a composição  $Fe_nS_m$  com  $n=m=2$  ou 4. A coordenação ao Fe pode ser feita por resíduos de cisteína, mas também por enxofre inorgânico. Existem excepções no tipo de coordenação nos agregados, como nas designadas proteínas de Rieske, em que outros resíduos de aminoácidos participam na coordenação ao centro metálico (no caso referido histidina). A variação do estado de oxidação do Fe, com a manutenção da estabilidade da estrutura, justifica a presença destas proteínas em vários processos biológicos.



**Figura 1** Representação esquemática dos agregados de Fe-S constituintes de proteínas (SCys é um resíduo de cisteína);  $Fe_2S_2$  em cima e  $Fe_4S_4$  em baixo

Refiram-se ainda as proteínas de Fe-S dessulforredoxina e rubredoxina que não contêm agregados. Estas duas proteínas participam em processos de transferência electrónica em bactérias, sendo nestes casos o centro metálico mononuclear com uma coordenação

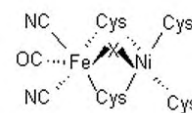
tetraédrica feita por quatro átomos de S provenientes de quatro resíduos de cisteína, ver Fig. 2.



**Figura 2** Representação esquemática do centro activo da dessulforredoxina e da rubredoxina

As proteínas envolvidas nos processos de transferência electrónica têm uma massa molecular inferior a 20kDa e apresentam propriedades electroquímicas muito versáteis com uma gama de potenciais de oxidação-redução ampla que varia entre mais de +400mV e menos de -600mV.

No caso das enzimas a sua grande maioria está envolvida em reacções de oxidação-redução (por isso pertencem à classe das óxido-redutases). Nesta classe são conhecidas enzimas que podem ter agregados constituídos por um número de átomos de Fe e S superiores a 4, como é o caso da nitrogenase, assim como podem incluir, além destes elementos, outros, o que ocorre, por exemplo, tanto na nitrogenase, como na hidrogenase, ver Fig. 3.



**Figura 3** Representação esquemática do centro activo da hidrogenase contendo Fe e Ni; Cys, Cisteína; X, não identificado

Uma outra enzima, pertencente a uma classe diferente (a das liases) e muito relevante no metabolismo é a aconitase que participa no ciclo do ácido cítrico e aí o agregado  $Fe_4S_4$  tem um comportamento de ácido de Lewis, activando o substrato. Na forma inactiva esta enzima perde um dos átomos de Fe do agregado. Esta enzima pode estar envolvida na actividade reguladora de ma-

<sup>1</sup> Recomenda-se a referência [5] a quem queira aprofundar o assunto.

<sup>2</sup> Para um aprofundamento do tema sugere-se a consulta das referências [1] e [6].

nutrição do ADN mitocondrial. Outras enzimas da mesma família têm diversas funções e podem regular a captura e o metabolismo celular do ferro nos vertebrados, como é o caso da IRP-1, (do inglês, Iron Regulator Protein) que ocorre no citoplasma, o que não é comum nos eucariotas, em sistemas de Fe-S. São conhecidos ainda outros casos na classe das transferases, como a biotina sintase, que está envolvida no passo final da síntese da biotina participando numa reacção radicalar, sendo um dos agregados,  $Fe_4S_4$ , essencial para gerar radicais, e um outro,  $Fe_2S_2$ , a fonte provável de S necessário na formação da biotina. Refira-se ainda que a grande maioria das enzimas contendo agregados de Fe-S ocorre apenas em bactérias, uma indicação da sua ancestralidade em termos da evolução, o que pode também ser concluído do facto que algumas delas têm como substratos moléculas consideradas componentes da atmosfera primordial da Terra, como o CO e o  $H_2$  [1,6]. Os organismos superiores podem nalgumas situações ter optado por outro tipo de soluções nos elementos usados no centro activo de muitas das suas enzimas porque o seu metabolismo se desenvolveu num ambiente oxigenado em que o uso de agregados de Fe-S não seria tão eficaz para essas funções.

Proteínas contendo agregados  $Fe_4S_4$  fazem também parte de enzimas envolvidas na reparação do ADN [7].

### Os modelos químicos versus os sistemas biológicos

Os desenvolvimentos efectuados na síntese dos compostos de Fe-S ajudaram nalgumas situações a um melhor conhecimento dos sistemas biológicos contendo estes dois elementos. Quando as proteínas de Fe-S foram descobertas e caracterizadas alguns cientistas afirmaram que seria impossível conterem Fe dado que os resultados obtidos por espectroscopia de ressonância paramagnética electrónica não eram justificáveis com base na presença do metal; porém, a síntese de modelos permitiu a

confirmação da presença de Fe neste grupo de proteínas. Todavia, nem sempre os modelos químicos deram informações que fossem adequadas aos sistemas biológicos e no caso do agregado contendo também Mo da nitrogenase os modelos revelaram-se errados quando foi determinada a estrutura dessa componente por difracção de raios-X [1].

### Alguns aspectos sobre a génese das proteínas contendo Fe-S<sup>3</sup>

As proteínas contendo agregados de Fe-S não se formam espontaneamente nos organismos e é necessária uma maquinaria complexa para a sua biogénese. Na actualidade são conhecidos três sistemas biossintéticos diferentes, mas todos têm alguns aspectos comuns [8]. Um deles, o ISC (do inglês, Iron-Sulfur Cluster), é o mais geral em termos do tipo de organismos e tem grandes analogias desde as bactérias até aos eucariotas superiores [9].

As plantas, como é sabido, têm a dupla função da respiração e da fotossíntese, e como ambos os processos metabólicos requerem quantidades significativas de proteínas contendo Fe-S, a biogénese destas dá-se também nos cloroplastos e não só nos mitocôndrios como na generalidade dos outros eucariotas [9,10]. Todavia um caso curioso é o da *Giardia intestinalis*, um protozoário intestinal patogénico muito espalhado que é responsável por centenas de milhares de casos de diarreia todos os anos. Estes microrganismos não contêm mitocôndrios, admitindo-se que estes tenham desaparecido no processo de evolução da espécie, mas a função de biogénese das proteínas de Fe-S é efectuada noutros organelos designados mitossomas [10,11]. Este caso não é único e indica a tendência da biogénese das proteínas de Fe-S nos organelos dos eucariotas. Tendo em conta que tanto os cloroplastos, como os mitocôndrios são provenientes da endossimbiose de bactérias, e sabendo-se da existência de raízes comuns na biossíntese das proteínas de Fe-S em todos os organismos, tal sugere

a origem remota destes sistemas nos seres vivos e por isso não é de estranhar que a sua origem possa remontar aos primórdios da Vida na Terra.

### Das geociências às biociências – algumas hipóteses

#### Das razões para a escolha do Fe e S pelos organismos vivos

A primeira questão que se põe é saber o porquê do Fe e do S participarem de forma relevante no metabolismo dos sistemas biológicos. Dos 90 elementos existentes na Terra de origem natural apenas cerca de 25 ocorrem nos organismos vivos e destes apenas um número mais restrito em todos os organismos. Dos que ocorrem em todos os seres vivos o Fe e o S são dois deles.

As razões para a escolha dos elementos são, em geral, pelo menos duas das seguintes: a *Abundância* (o Fe e o S são, respectivamente, o quarto e o décimo sétimo elementos mais abundantes na crosta terrestre [12]), a *Disponibilidade* (que numa maneira simples se refere à possibilidade dos elementos químicos serem solubilizados sem gastos de energia elevados ao serem incorporados no organismo) e a *Eficiência Funcional* [a aptidão para possibilitarem determinadas reacções (bio)químicas] [1]. Embora aqui já se esteja a referir aos organismos vivos e na actualidade muitos elementos sejam incorporados como compostos relativamente complexos, no período de transição entre os sistemas mineralógicos e os biológicos a escolha dos elementos teve certamente em conta as limitações da quantidade e da forma como se encontravam os materiais disponíveis, bem como a possibilidade das reacções em que participaram poderem dar continuidade ao processo que tornaria essas estruturas cada vez mais elaboradas, isto é, até terem atingido o nível em que pudessem ser consideradas como um ser vivo.

<sup>3</sup> Quem desejar aprofundar o assunto é conveniente consultar a referência [8]

### Algumas Hipóteses para a Origem da Vida na Terra<sup>4</sup>

Exemplos de hipóteses não envolvendo sistemas de Fe-S

Relativamente à origem da Vida na Terra não há unanimidade entre os cientistas e várias hipóteses têm sido colocadas. Alguns admitem que pode ter sido originada no cosmos, depois ter sido espalhada pelo Universo e desta forma ter chegado ao nosso planeta, enquanto outros consideram que a Terra teve condições especiais que permitiram a formação e o consequente desenvolvimento com sucesso dos organismos vivos [13].

Dentro das hipóteses que consideram que a Vida pode ter sido originada na Terra uma das possibilidades admitida é de que moléculas consideradas essenciais para a Vida se tenham formado e mais tarde se tenham agregado originando o que se pode considerar os primeiros organismos vivos. Esta hipótese tem como um dos seus fundamentos mais conhecidos a experiência efectuada por Miller [14], na qual este cientista aplicou descargas eléctricas numa atmosfera com características reductoras, com uma composição admitida para a atmosfera primordial da Terra, obtendo alguns aminoácidos correntes nos seres vivos. Esta hipótese tem tido alguma contestação no que se refere à composição da atmosfera primordial e da sua estabilidade, embora alguns ajustamentos feitos na composição não contrariassem de forma conclusiva os resultados obtidos anteriormente. Todavia, têm sido feitas outras críticas. Uma delas parte da verificação de que nas condições propostas as moléculas que se formam são uma mistura racémica e tal não se compagina com os sistemas biológicos que conhecemos nos quais os aminoácidos são predominantemente L. Uma outra põe em causa a forma como se pode ter efectuado a agregação

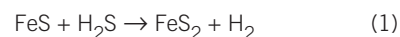
das várias moléculas provenientes das reacções descritas, considerada pouco provável dada a concentração baixa dos produtos obtidos no meio em que foram gerados.

Hipóteses envolvendo sistemas de Fe-S

No final dos anos oitenta do século passado surgiram duas hipóteses que consideram que os minerais de Fe-S tiveram um contributo importante na formação das primeiras moléculas pré-bióticas.

Uma das hipóteses foi formulada por Wächtershäuser [15] e é designada por hipótese do mundo ferro-enxofre (do inglês, iron-sulfur world hypothesis) e a outra foi sugerida por Russell *et al.* [16] e é conhecida como a hipótese membrana ferro-enxofre (do inglês, iron-sulfur membrane hypothesis). Ambas propõem que a vida emergiu como consequência de reacções químicas em meios fluídos redutores hidrotermais (na crosta e/ou no manto, por exemplo em zonas vulcânicas submarinas) em que participaram sulfuretos de metais de transição (predominantemente de Fe). Refira-se que os minerais que têm sido sugeridos como participantes nestas reacções são de origem magmática, metamórfica, e podem ocorrer em ambientes hidrotermais. Em ambas hipóteses é pressuposto que na fixação primitiva do carbono no processo de formação de moléculas orgânicas é mimetizado o designado ciclo redutivo do ácido cítrico<sup>5</sup>. Um outro aspecto relevante nas hipóteses que salientam a importância dos minerais contendo Fe e S na formação dos primeiros organismos vivos é o facto de considerarem que o metabolismo ocorreu primeiro e só numa fase mais tardia, em que a complexidade da estrutura já era maior, a componente codificadora (genética) começou a formar-se. Na verdade, um código, pela sua natureza, só pode codificar algo que já existe [1].

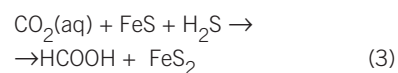
Na hipótese de Wächtershäuser a reacção primordial seria a formação de pirita e de dihidrogénio a partir de ácido sulfídrico e de monossulfureto ferroso (amorfo ou na forma de pirrotita):



No passo seguinte o dihidrogénio formado pode reagir com o dióxido de carbono dissolvido na água formando-se neste caso ácido fórmico, segundo a reacção:



Refira-se que a reacção (1) é exergónica, mas a (2) é endergónica, todavia a reacção global de formação (3) é ainda exergónica e por isso este processo poderia ser possível.



Os óxidos de carbono permitiriam a produção de algumas moléculas orgânicas biológicas, as quais entrando no ciclo redutivo do ácido cítrico originariam novas moléculas. Nestes processos primordiais Wächtershäuser admite a formação de alguns compostos contendo enxofre por serem intermediários mais favorecidos do ponto de vista cinético [17].

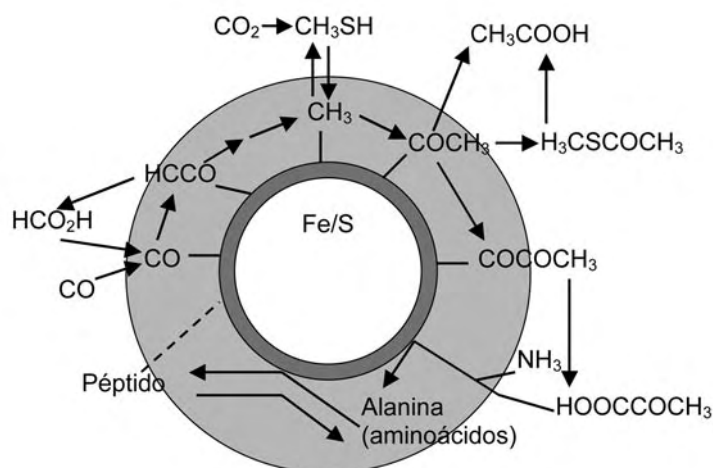
Posteriormente, o mesmo autor tem publicado vários trabalhos sobre este tema e tem sido possível obter muitos compostos considerados fundamentais para a Vida na presença de sulfuretos de ferro, ver Fig. 4, e ainda de níquel e de cobalto [18]. Mais recentemente foi mesmo possível obter ácido pirúvico em condições baseadas nos pressupostos de Wächtershäuser [19]. Porém, nem todos os postulados admitidos por este autor foram ainda demonstrados, como seja o facto da reacção de formação da pirita ser a fonte de energia para terem sido geradas as primeiras moléculas pré-bióticas<sup>6</sup>, ver reacção (3). Esta hipótese tem tido contestação, ver por exemplo [20].

<sup>4</sup> Quem desejar aprofundar o assunto recomenda-se o artigo de revisão da referência [13]

<sup>5</sup> Neste caso o ciclo começa pelo carbono inorgânico ao contrário do ciclo do ácido cítrico que ocorre nos organismos aeróbicos em que se forma dióxido de carbono a partir de moléculas orgânicas. Na actualidade é conhecido um fenómeno com essas características em vários organismos autotróficos e extremófilos [17], como por exemplo a bactéria verde fotossintética, *Chlorobium*

*limicola*, algumas bactérias termófilas que crescem em meio de dihidrogénio, como a *Hydrogenobacter thermophilus*, e bactérias em que redução do sulfato é necessária ao seu metabolismo, como a *Desulfobacter hydrogenophilus*. Refira-se que o ciclo redutivo do ácido cítrico é um dos quatro mecanismos de fixação de dióxido de carbono e é admitido como sendo o mais antigo na escala da evolução.

<sup>6</sup> Para mais pormenores ver a referência [17].



**Figura 4** Representação de algumas reacções possíveis nos sistemas pré-bióticos segundo a hipótese de Wächtershäuser; estas reacções têm de se dar na presença de CO e H<sub>2</sub>S; não se incluiu a presença de Ni, nem de Co, ver texto; adaptada de [18]

Muitas das reacções primordiais implicam uma presença significativa de H<sub>2</sub>S e pH ácido para garantir uma interacção forte entre as moléculas orgânicas aniónicas e a superfície da pirita. Na proposta de Wächtershäuser a pirita não actua apenas como um produto, mas participa nas reacções de formação das moléculas biológicas na sua superfície como consequência das afinidades diferenciadas desta por moléculas; tal pode favorecer a selectividade química e permitir a formação de sistemas mais complexos. Um exemplo é a possibilidade de síntese na superfície da pirita de macromoléculas biológicas a partir das unidades estruturais destas, reacção que num meio diluído não seria favorecida. A formação de peptidos a partir de aminoácidos permitiria a formação de moléculas que podem ser consideradas as primeiras enzimas (eventualmente metalo-enzimas que poderiam conter Fe). Este aumento de complexidade levaria, após vários desenvolvimentos, ao que seria um precursor de um organismo vivo. Está-se portanto perante uma hipótese que admite que houve uma evolução química, isto é, pré-biológica, o que antecipou a evolução biológica no sentido actual que conhecemos para as espécies.

A hipótese proposta por Russell *et al.* aponta para o início da Vida um sis-

tema tipicamente geoquímico. Parte dos pressupostos que os primeiros oceanos eram quentes, cerca de 90°C, com um pH de cerca de 5,5, com uma concentração de CO<sub>2</sub> elevada (resultante do teor deste composto na atmosfera primitiva) e com teores significativos de Fe<sup>2+</sup> e Ni<sup>2+</sup> dissolvidos. Os autores admitem que fluidos hidrotermais penetraram no oceano, e dado que devido à sua temperatura (cerca de 150 °C) e ao seu pH básico (>9) seriam ricos em hidrogenossulfureto, dihidrogénio e conteriam ainda NH<sub>3</sub>, ao se misturarem com a água do mar poderiam originar a precipitação de sulfuretos de metais de transição (em especial ferro). Estes poderiam formar bolhas cuja superfície conteria sulfureto de ferro e serviria de membrana, a qual tem, ou teria, um carácter hidrófobo. Neste caso ter-se-ia um sistema com um pH baixo no exterior da membrana e no interior um valor mais elevado, bem como um ambiente mais redutor neste relativamente ao exterior. Os gradientes de pH e de potencial favoreceriam a transferência electrónica e a entrada de dióxido de carbono (ou hidrogenocarbonato) para o interior do sistema, podendo desta forma dar-se a síntese de moléculas orgânicas[21]. O seu aumento de grau de complexidade seguiria um percurso com analogias ao da hipótese de Wächtershäuser.

Entre ambas as propostas as diferenças mais significativas referem-se ao facto de que Wächtershäuser considera que a formação da pirita é essencial como fonte de energia e ainda como centro catalítico, enquanto que na proposta de Russell *et al.* a formação de uma membrana é fundamental para todo o processo. Nesta proposta os minerais sugeridos são a greigita e a violarita por terem uma estrutura que tem analogias com o agregado de Fe-S das ferredoxinas “tipo bactéria” Fe<sub>4</sub>S<sub>4</sub>, ver Fig.1 em baixo, tão importantes em processos metabólicos [17].

Ainda relativamente a violarita, que é também um mineral de Ni, é de salientar também uma enzima que ocorre em organismos unicelulares, que usa dihidrogénio ou o hidrogénio como substrato e pode conter um agregado de Fe-S ou de Fe-Ni-S, ver Fig. 3[22]. Refira-se que a atmosfera primitiva terrestre era redutora e deve ter contido algum dihidrogénio na sua composição [23], o que pode sugerir a importância de outros elementos nas sínteses pré-bióticas.

## Conclusões

Os elementos químicos são fundamentais em todo o tipo de estruturas que existem na Terra (e no Universo), incluindo os organismos vivos que são estruturas organizadas e complexas que necessitam de componentes adequados para a sua sobrevivência. A sua formação e desenvolvimento passaram por processos de evolução complexos, mas alguns elementos tiveram um papel relevante. Entre os elementos que sabemos serem necessários para a manutenção de um organismo vivo, o Fe e o S, podem ter dado contributos importantes desde os primórdios na formação dos compostos pré-bióticos. Como razões podem salientar-se no ambiente primitivo da Terra a relativa abundância de sulfuretos (consequência da Terra ter nesse período uma atmosfera com características redutoras) em que os de Fe seriam relevantes, dada a abundância deste elemento, e as potencialidades catalíticas dos minerais formados por estes dois elementos. Um possível vestígio actual desta participação pode ser a grande importância que as proteínas

de Fe-S têm nos organismos actuais. Duas hipóteses foram formuladas para justificar as reacções iniciais a partir de minerais, a de Russell com maior carácter teórico-especulativo, enquanto a de Wächtershäuser tenta mimetizar reacções que se julgam promordiais. A demonstração cabal destas possibilidades não pode ser feita na actualidade. Por isso, um melhor conhecimento da química dos sulfuretos, permitirá aplicações em domínios científicos diferentes e certamente poderá dar novas pistas e uma maior sustentabilidade sobre a sua possível participação na química pré-biótica, e desta forma indicar a possibilidade de áreas científicas relacionadas com a geologia e a biologia estarem bem mais próximas e o seu elo de ligação ser a química.

#### Agradecimentos

Ao Professor J. J. R. Fraústo da Silva pela leitura crítica do manuscrito e ao avaliador anónimo por alguns comentários pertinentes que fez.

#### Referências

- [1] J. J. R. Fraústo da Silva, R. P. J. Williams, *The Biological Chemistry of the Elements – the inorganic chemistry of life*, 2.<sup>a</sup> Ed., Clarendon Press, Oxford, 2001.
- [2] <http://un2sg4.unige.ch/athena/mineral/minppcl2.html> (acedido em 11-05-2006).
- [3] D. A. Bazylinski, R. B. Frankel, *Nature Reviews Microbiology* **2** (2004) 217-230.
- [4] A. Waren, S. Bengtson, S. K. Goffredi, C. L. Van Dover, *Science* **302** (2003) 1007-1007.
- [5] P. V. Rao, R. H. Holm, *Chemical Reviews* **104** (2004) 5277-559.
- [6] J. Frazzon, D. R. Dean, *Current Opinion in Chemical Biology* **7** (2003) 166-173.
- [7] O. A. Lukianova, S. S. David, *Current Opinion in Chemical Biology* **9** (2005), 145-151.
- [8] D. C. Johnson, D. R. Dean, A. D. Smith, M. K. Johnson, *Annual Review of Biochemistry* **74** (2005) 247-281.
- [9] J. Gerber, R. Lill R, *Mitochondrion* **2** (2002) 71-86.
- [10] J. Balk J, S. Lobréaux, *Trends in Plant Science* **10** (2005) 324-331.
- [11] J. Tovar, G. León-Avila, L. B. Sánchez, R. Sutak, J. Tachezy, M. van der Giezen, M. Hernández, M. Müller, J. M. Lucocq, *Nature* **426** (2003) 172-176.
- [12] J. Emsley, *The Elements*, 2.<sup>a</sup> Ed., Clarendon Press, Oxford, 1994.
- [13] D. Penny, *Biology and Philosophy* **20** (2005) 633-671.
- [14] S. L. Miller, *Science* **117** (1953) 528-529.
- [15] G. Wächtershäuser, *Microbiological Reviews* **52** (1988) 452-484.
- [16] M. J. Russell, A. J. Hall, A. G. Cairnsmith, P. S. Braterman, *Nature* **336** (1988) 117-117.
- [17] G. D. Cody, *Annual Review of Earth Planetary Sciences* **32** (2004) 569-599.
- [18] G. Wächtershäuser, *Science* **289** (2000) 1307-1308.
- [19] G. D. Cody, N. Z. Boctor, T. R. Filley, R. M. Hazen, J. H. Scott, A. Sharma, H. S. Yoder, *Science* **289** (2000) 1337-1340.
- [20] A. Lazcano, S. L. Miller, *Cell* **85** (1996) 793-798.
- [21] M. J. Russell, A. J. Hall, *Journal of the Geological Society, London* **154** (1997) 377-402.
- [22] F. A. Armstrong, *Current Opinion in Chemical Biology* **8** (2004) 133-140.
- [23] F. Tian, O. B. Toon, A. A. Pavlov, H. De Sterck, *Science* **308** (2005) 1014-1017.

### Actualidades Científicas

#### O Caso de Peso da Gordura

Os apreciadores de manteiga de todo o mundo irão gostar de saber que aparentemente existe uma boa razão para recusarem a margarina. De acordo com investigadores da Universidade de Wake Forest, os ácidos gordos *trans* detectados nas margarinas e em produtos oleaginosos derivados podem conduzir a ganhos de peso. Os investigadores sugerem que o formato corporal tipo maçã, geralmente associado a um risco aumentado de diabetes e problemas cardíacos, pode ser acelerado pela ingestão de ácidos gordos *trans*, que incluem os óleos vegetais parcialmente hidrogenados presentes na margarina.

Lawrence Rudel explica que “Dietas ricas em ácidos gordos *trans* induzem uma redistribuição da matéria gorda para o abdómen e levam a um aumento

do peso corporal mesmo que as calorias totais ingeridas sejam controladas”.

Nos últimos anos tem subido a preocupação acerca dos efeitos dos ácidos gordos *trans* na saúde, em comparação com os óleos mono-insaturados, como os encontrados no azeite. A *Food and Drug Administration* (FDA, EUA) afirma que a ingestão de gorduras saturadas, ácidos gordos *trans* e colesterol provocam um aumento da concentração de lipoproteínas de baixa densidade (LDL ou colesterol “mau”) no corpo, o que está intimamente relacionado com um risco aumentado de doenças coronárias.

Kylie Kavanagh apresentou as conclusões da equipa de investigação nas 66.<sup>as</sup> Sessões Científicas anuais da Associação Americana de Diabetes em Washington, DC. Durante seis anos, em macacos alimentados com uma dieta contendo

ácidos gordos *trans*, observou-se um aumento de 7.2% no peso corporal. Por outro lado, o aumento observado em macacos que ingeriram gorduras mono-insaturadas foi de apenas 1.8%. Os investigadores observaram, através do uso de tomografia computadorizada, que o peso extra se devia à acumulação na região do abdómen e que mesmo a gordura distribuída noutras regiões do corpo era transferida para essa zona. Kavanagh afirma que “não esperavam que os macacos se tornassem obesos, já que não lhes tinham fornecido calorias suficientes para tal, mas as análises provaram o contrário para os que foram alimentados com ácidos gordos *trans*, o que indicia que o seu consumo provoca realmente um aumento de peso”. (adaptado de *webzine Reactive Reports* **56**, 2006).

Paulo Brito

# Controlo de Qualidade:

## 2 – Diagnóstico estatístico de processos por estimativas indirectas

JORGE L.G.F.S. COSTA PEREIRA\*

Neste trabalho apresentam-se procedimentos estatísticos adequados ao diagnóstico de situações de falta de conformidade aplicadas a cartas de controlo de posição. Este método de fundamento matemático-estatístico permite uma abordagem mais genérica e eficiente no diagnóstico de anomalias em processos estocásticos que suplanta o número limitado de “regras de ouro”

postuladas por outras entidades. Três das situações de diagnóstico de falta de conformidade, previamente estabelecidas através da norma ISO 8258:1991, são aqui desmistificadas permitindo ainda ao leitor atento, estender este modo de abordagem a qualquer caso, abstracto ou concreto, através do recurso a uma vulgar folha de cálculo.

### Introdução

As cartas de controlo de posição são ferramentas extremamente importantes na caracterização da evolução temporal de um processo aleatório, permitindo detectar algumas situações de anomalia. Este trabalho procura desmistificar estatisticamente alguns dos postulados enunciados pela norma ISO 8258:1991 relacionados com a detecção e reconhecimento de anomalias em processos estocásticos. Assim, antes de avançarmos para o cerne desta questão é de todo conveniente rever os fundamentos estatísticos essenciais a esta abordagem.

A estatística [1] incide sobre variáveis sujeitas a erro puramente aleatório e, como tal, pressupõe à partida a ausência de qualquer efeito ou contribuição sistemática sobre os valores reais da variável em causa. Assume ainda que, a grandeza em causa apresente uma contribuição inerente sob a forma de erro aleatório aditivo e independente. Assim, qualquer valor obtido ( $x_i$ ) resulta de duas contribuições

$$x_i = \mu + \varepsilon_i \quad (1)$$

a componente constante característica do processo ( $\mu$ ) e a contribuição aleató-

ria ( $\varepsilon_i$ ), com efeito global nulo. Por motivo de simplificação assume-se ainda que a componente estocástica apresenta uma distribuição normal.<sup>1</sup>

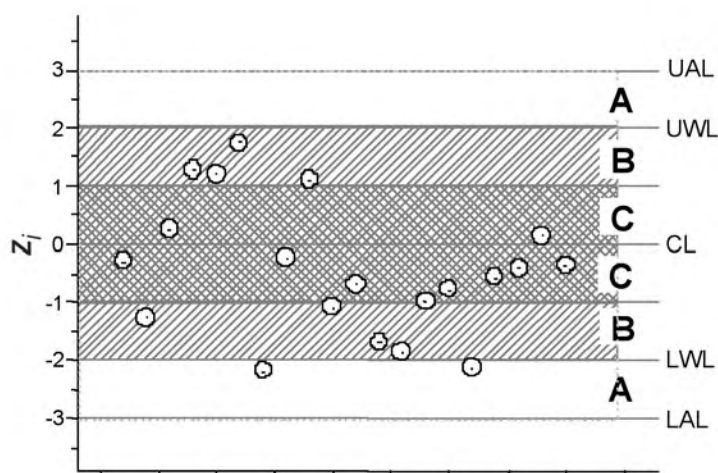
As cartas de controlo de posição representam a evolução temporal dos valores obtidos, sobrepostos sobre determinadas linhas de orientação e referência – a linha central (CL) que indica o valor mais provável e as linhas de aviso (WL) e de acção (AL) que limitam as regiões com probabilidade de incidência de cerca de 95% e 99% dos valores experimentais, respectivamente, fig. 1.

Para se poder efectuar facilmente a inferência estatística de qualquer variável aleatória, é de todo conveniente efectuar previamente a sua normalização utilizando as respectivas estimativas correctas de posição ( $\bar{x}$ ) e de dispersão ( $s_x$ )

$$z_i = \frac{x_i - \bar{x}}{s_x} \quad (2)$$

Assim, a carta de controlo passa a estar centrada na origem e as linhas de acção posicionadas a  $\pm 3$ , cfr. figura 1.

**Figura 1** Representação esquemática de uma carta de controlo posicional com indicação das linhas central, de acção e de aviso.



\* Departamento de Química, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra, 3004-535 Coimbra (jcpereira@qui.uc.pt)

<sup>1</sup> Esta simplificação permite estimar com rigor intervalos de confiança simétricos associados à distribuição em causa.

É ainda vantajoso representar as linhas referentes a  $z = \pm 1$  dado que, deste modo, o espaço compreendido entre as linhas de acção fica equitativamente subdividido em seis faixas, facilitando a interpretação estatística do fenómeno.

Qualquer valor que incida sobre a faixa central (C) possui uma probabilidade individual extremada pelos valores  $0.159 \leq p_i \leq 0.500$ ; se este cair na faixa intermédia (B) esta será de  $0.023 \leq p_i \leq 0.159$ . Quando o valor se encontra na faixa de aviso (A), a probabilidade associada está confinada aos valores  $0.001 \leq p_i \leq 0.023$ , enquanto que, a probabilidade de um valor ultrapassar os limites de acção é insignificante ( $p_i < 0.001$ ).

### Diagnóstico de anomalias

Neste trabalho iremos abordar as situações mais complexas, não contempladas no trabalho anterior [2], mas passíveis de serem estimadas através de cálculos probabilísticos relacionados com a distribuição t-student e normal. De entre as “regras de ouro” sugeridas pela norma ISO 8258:1991 para o diagnóstico de anomalias em processos seguidos através de cartas de controlo de posições, vamos focar a nossa atenção sobre os seguintes postulados:

3. Numa sucessão de cinco valores, quatro destes caírem na zona intermédia.
5. Numa sucessão de oito valores consecutivos todos caírem na zona intermédia sem que nenhum destes pertença à região central.
8. Sucessão de quinze valores em ambas faixas centrais.

### Estimativa directa

A análise de situações de falta de conformidade, segundo a nossa perspectiva estatística, passa por cumprir um conjunto sequencial de preceitos por forma a permitir diagnosticar estatisticamente

cada situação. Esta sequência consiste em:

- a) normalizar a variável aleatória,
- b) percorrer os valores e registar o número de vezes que ocorre alteração de sinal (NSC)<sup>2</sup> na variável normalizada – de cada vez que esta variável atinge o valor zero ou muda de sinal o contador NSC deve ser incrementado em uma unidade. Devido a essas mudanças de sinal, o conjunto inicial de valores fica agora subdividido em (NSC+1) grupos de valores com o mesmo sinal,
- c) estimar a probabilidade individual de cada valor ( $p_i$ ) recorrendo à função estatística da folha de cálculo referente à distribuição t-student,

$$p_i = p(x_i) = tdist(z_i, ndf, tails) \quad (3)$$

onde “ndf” representa o número de graus de liberdade da estimativa central e “tails” está relacionado com a simetria do valor da distribuição de t (tails = 1 para a distribuição unilateral),

- d) estimar a probabilidade conjunta de cada grupo através de

$$\begin{aligned} P_i &= p(x_1 \wedge x_2 \wedge \dots \wedge x_n) = \\ &= p(x_1) \times p(x_2) \times \dots \times p(x_n) = \\ &= \prod_{j=1}^{n_i} p(z_j) \end{aligned} \quad (4)$$

- f) estimar a probabilidade global da amostra

$$P = \frac{1}{(NSC + 1)} \sum_{i=0}^{NSC} P_i \quad (5)$$

- g) comparar os valores estimados com os limites de aceitação e rejeição.

No diagnóstico de situações de falta de conformidade devem ser utilizadas duas perspectivas complementares – olhando à estimativa obtida em cada grupo de

valores ( $P_i$ ) e ainda à probabilidade global ( $P$ ) da totalidade da amostra.

Estatisticamente considera-se que eventos com probabilidade de ocorrência acima de 0.05 representam situações normais, perfeitamente justificáveis através de efeitos puramente aleatórios. Probabilidades de ocorrência com valores situados abaixo de 0.01 indicam alterações significativas ao processo, enquanto que, valores situados entre estes dois limites podem ser aceites, com as devidas reservas, já que sugerem uma eventual alteração do processo. Contudo, dado que estes cálculos estatísticos são efectuados de uma forma unilateral<sup>3</sup>, os valores limites a considerar neste caso correspondem a 0.025 e 0.005, respectivamente.

### Exemplo 1

A título de exemplo, vamos aplicar este procedimento a uma amostra sintética, obtida por simulação com geradores de números aleatórios com distribuição normal ( $\mu = 10.00$ ,  $\sigma = 0.10$ ). Na tabela 1 apresentam-se os vinte primeiros valores obtidos, representados na figura 2 sob a forma normalizada<sup>4</sup>. Nesta figura é patente a ocorrência de seis mudanças de sinal (NSC = 6) o que implica a subdivisão dos valores em 7 grupos, identificados com números de 0 a 6.

Com base nos valores das probabilidades individuais ( $p_i$ ), tabela 1, estima-se a probabilidade conjunta de cada grupo identificado ( $P_i$ ), eq.(4), e a probabilidade global da amostra colhida ( $P$ ), eq.(5). Estes resultados encontram-se na tabela 2. Efectuando uma inspecção sobre cada grupo de valores, verifica-se que ocorreram duas anomalias (grupos 1 e 4,  $P_i < 0.005$ ) e que o grupo 2 apresenta uma probabilidade muito baixa. Regista-se assim duas anomalias dentro de seis situações favoráveis, sugerindo que estas situações são fortuitas. De facto, em termos globais, verifica-se que a probabilidade do arranjo global obtido é aceitável ( $P = 0.143$ ).

<sup>2</sup> Number of Signal Changes.

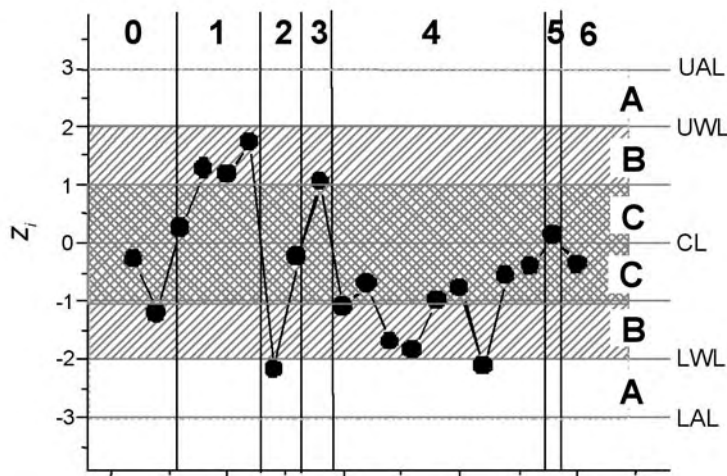
<sup>3</sup> A razão de ser das estimativas estatísticas serem unilaterais prende-se com o facto de um determinado valor da carta de controlo só poder estar presente num dos seus semi-dominios, positivo ou negativo da variável normalizada, sendo estes simétricos.

<sup>4</sup> Na normalização destes valores foram utilizados os valores previamente fornecidos na simulação ( $\mu = 10.00$ ,  $\sigma = 0.10$ ).



**Tabela 1** Valores obtidos através de simulação com uma distribuição normal ( $\mu = 10.00$ ,  $\sigma = 0.10$ ).

$x_i$	$z_i$	$p_i$	grupo
9.97	-0.30	0.382	0
9.88	-1.20	0.115	
10.02	0.24	0.405	1
10.13	1.27	0.102	
10.12	1.19	0.117	
10.17	1.73	0.042	
9.78	-2.18	0.015	2
9.98	-0.23	0.409	
10.11	1.05	0.147	3
9.89	-1.09	0.138	4
9.93	-0.69	0.245	
9.83	-1.69	0.046	
9.82	-1.84	0.033	
9.90	-0.97	0.166	
9.92	-0.77	0.221	
9.79	-2.11	0.017	
9.94	-0.56	0.288	
9.96	-0.40	0.345	
10.01	0.13	0.448	5
9.96	-0.36	0.359	6



**Figura 2** Carta de controlo posicional dos valores da tabela 1 sob a forma normalizada.

**Tabela 2** Reconhecimento estatístico de situações de falta de conformidade na amostra simulada.

grupo	$n_i$	$P_i$	Obs.
0	2	0.044	
1	4	0.000	x
2	2	0.006	?
3	1	0.147	
4	9	0.000	x
5	1	0.448	
6	1	0.359	
Global	20	0.143	

Observações: "x" – anomalia detectada; "?" – situação dúbia.

Os valores da tabela 2 permitem ainda concluir que as situações de risco estão tendencialmente associadas aos grupos de maior dimensão ( $n_i$ ) causados essencialmente pela falta de aleatoriedade, evidenciada pela baixa alternância de sinal.

Neste caso, o grupo 4 apresenta uma baixa aleatoriedade podendo evidenciar alguma anomalia do gerador de números aleatórios – este pode apresentar algumas falhas pontuais mas, em termos globais, comporta-se como um gerador de números aleatórios com distribuição normal.

A probabilidade global ( $P$ ) de um determinado arranjo, eq.(5), corresponde a uma média das probabilidades conjuntas de cada grupo ( $P_i$ ) sobre o número total de grupos ( $NSC+1$ ). Dado que a probabilidade individual de cada valor ( $p_i$ ) é inferior ou igual a 0.500, deduz-se que, quanto maior o número de elementos no mesmo grupo, menor será a probabilidade correspondente a esse grupo, eq.(4).

Com este exemplo pretendemos demonstrar como se deve efectuar a avaliação de um caso concreto. Todavia, os postulados estão geralmente definidos em termos genéricos, sendo possível encontrar diversos arranjos de valores correspondentes à mesma situação. Neste caso a estimativa directa da probabilidade por si só não funciona, dado que se tem de considerar adicionalmente a representatividade de cada arranjo dentro do seu domínio.

### Estimativa indirecta

Quando a situação descrita contempla diversos arranjos possíveis, podendo cada arranjo apresentar probabilidades globais ( $P$ ) distintas, esta estimativa directa deve ser ponderada com a respectiva representatividade do evento em causa.

A probabilidade de ocorrência de cada arranjo ( $\pi_i$ ) resulta da ponderação da representatividade desse arranjo ( $m_i$ ) em relação ao seu domínio ( $\sum m_i$ ). Assim, para um determinado arranjo que apresente  $m_i$  configurações equiva-

lentes (equiprováveis), a probabilidade de ocorrência desse arranjo é dada por

$$\pi_i = \frac{m_i}{\sum_j m_j} \quad (6)$$

Neste caso, este factor de ponderação deve afectar a probabilidade estimada para o arranjo em causa ( $P$ ) através de

$$P^* = P \times \pi_i \quad (7)$$

sendo  $P^*$  a probabilidade corrigida, aqui designada de estimativa indirecta.

A abordagem deste tipo de situações requer que se siga o seguinte procedimento de cálculo:

- estimar o número de arranjos possíveis abrangidos pela situação ( $m_j$ ),
- estimar a representatividade de cada arranjo ( $\pi_j$ ), eq.(6),
- efectuar a extremação<sup>5</sup> da probabilidade directa de cada arranjo ( $P$ ), eq.(5),
- estimar a probabilidade corrigida ( $P^*$ ), eq.(7),
- confrontar os valores estimados com os limites de aceitação no sentido de detectar as anomalias do processo.

As situações encontradas devem ser reportadas atendendo à sobreposição da estimativa de probabilidade encontrada sobre o intervalo de referência [0.005, 0.025]. Se o valor mínimo ( $P^*_{min}$ ) estiver acima deste intervalo, a situação é considerada normal enquanto que, se o valor máximo ( $P^*_{max}$ ) estiver abaixo do mesmo, esta situação deve ser considerada anómala (assinalada nas observações com um “x”). As situações intermédias em que ambos intervalos se sobrepõem serão consideradas como situações dúbias (assinaladas com um “?”).

**Tabela 3** Diagnóstico de anomalias por estimativa indirecta (exemplo ilustrativo).

	Faixa ocupada pelo valor distinto					
	B			C		
NSC	0	1	2	0	1	2
Combinações	$C_0^2$	$C_1^2$	$C_2^2$	$C_0^2$	$C_1^2$	$C_2^2$
$m_j$	1	2	1	1	2	1
$\pi_j$	0.125	0.250	0.125	0.125	0.250	0.125
$P_{min}$	0.000	0.011	0.008	0.000	0.053	0.054
$P_{max}$	0.000	0.080	0.068	0.000	0.167	0.182
$P^*_{min}$	0.000	0.003	0.001	0.000	0.013	0.007
$P^*_{max}$	0.000	0.020	0.009	0.000	0.042	0.023
Observações:	x	?	?	x	?	?

### Exemplo 2

A título ilustrativo, vamos verificar, por exemplo, se o seguinte postulado pode ou não corresponder a uma anomalia:

“Sucessão de três valores em que dois destes caem na zona de aviso”.

Olhando para a falta de especificidade deste postulado, apenas se sabe que um dos três valores não pertence à zona de aviso e que o número de mudanças de sinal pode variar entre 0 e 2. Vamos assumir que o valor distinto é menos problemático que os restantes valores o que exige que este se possa localizar tanto na faixa central (C) como na faixa intermédia (B).

Considerando apenas o efeito da alteração do sinal, é possível encontrar 3 arranjos distintos para os grupos formados com NSC a variar entre 0 e 2. Assumindo que o sinal da variável normalizada apresenta uma distribuição binomial simétrica ( $p=q=0.5$ )<sup>6</sup>, o número de arranjos equiprováveis ( $m_j$ )

possíveis pode ser estimado através do cálculo combinatório.

Dado que o valor distinto apresenta duas hipóteses de localização, o número total de grupos a considerar deve ser o dobro em relação à situação mais simples. Os resultados estão contemplados na tabela 3.

Nesta tabela pode-se verificar que todas as situações encontradas são no mínimo dúbias, sugerindo que de facto esta regra pode ser utilizada no diagnóstico de anomalias.

Com base nestes conceitos passaremos de seguida à interpretação das regras sugeridas pela norma em causa.

### Interpretação dos postulados

“3. Numa sucessão de cinco valores, quatro destes caírem na zona intermédia.”

Este postulado parece algo vago já que não especifica se todos os elementos se encontram do mesmo lado da linha

**Tabela 4** Valores referentes à análise da regra 3.

NSC	0	1	2	3	4
Combinações	$C_0^4$	$C_1^4$	$C_2^4$	$C_3^4$	$C_4^4$
$m_j$	1	4	6	4	1
$\pi_j$	0.063	0.250	0.375	0.250	0.063
$P_{min}$	0.000	0.001	0.015	0.017	0.018
$P_{max}$	0.000	0.250	0.221	0.211	0.227
$P^*_{min}$	0.000	0.000	0.006	0.004	0.001
$P^*_{max}$	0.000	0.063	0.083	0.053	0.014
Obs.:	x	?	?	?	?

<sup>5</sup> Entenda-se por extremação estimar os limites máximo ( $P_{max}$ ) e mínimo ( $P_{min}$ ) para a probabilidade em causa.

<sup>6</sup> A distribuição normal é simétrica e como tal a probabilidade de encontrar valores acima da média é idêntica à dos valores abaixo desta.

central ou se ocorre alguma alternância de sinal. Há ainda incerteza acerca do posicionamento do ponto isolado, que não pertence à zona intermédia. Para cada possibilidade de localização do ponto isolado vão estar presentes cinco situações distintas, cada uma definida por um valor distinto de NSC. Existem duas situações extremas compatíveis com este enunciado: uma, com baixa probabilidade global, que requer NSC = 0 e outra de probabilidade global máxima, correspondendo ao máximo de alternância de sinal (NSC = 4). Entre estas duas situações limite existem outros três tipos de arranjos possíveis. O número de configurações distintas ( $m_j$ ) correspondentes a cada arranjo pode ser estimado com base no cálculo combinatório, sendo 16 ( $=2^4$ ) o número total destas configurações.

Enquanto que a situação extrema correspondente a NSC = 0 constitui claramente uma situação de anomalia<sup>7</sup>,

$$\frac{0.159 \times (0.023)^4}{(1+0)} = 4.4 \times 10^{-8} \leq P \leq \frac{0.500 \times (0.159)^4}{(1+0)} = 3.2 \times 10^{-4}$$

a outra situação extrema (NSC = 4) pode não constituir uma situação anómala dado que, na pior das hipóteses<sup>8</sup>

$$\frac{0.001 + 4 \times 0.023}{(1+4)} = 0.018 \leq P \leq \frac{0.023 + 4 \times 0.159}{(1+4)} = 0.036$$

pode-se obter valores acima do limite 0.025; já numa situação mais favorável,

$$\frac{0.001 + 4 \times 0.023}{(1+4)} = 0.018 \leq P \leq \frac{0.023 + 4 \times 0.159}{(1+4)} = 0.036$$

esta seria nitidamente aceitável.

Na tabela 4 encontram-se sistematizados os respectivos valores.

Olhando para os valores extremos da probabilidade corrigida ( $P_{min}^*$  e  $P_{max}^*$ ), tabela 4, verifica-se que este postulado corresponde a uma falta de conformidade generalizada – um dos arranjos é anómalo enquanto que os seguintes são

dúbios, levando à confirmação de que há motivos para aceitar este postulado como um teste válido na detecção de anomalias.

“5. Numa sucessão de oito valores consecutivos todos caírem na zona intermédia sem que nenhum destes pertença à região central.”

Este enunciado é menos vago que o anterior. Agora sabemos que os oito pontos pertencem todos à região intermédia (B). Neste caso apenas temos que nos preocupar com o número de arranjos possíveis resultantes do efeito da alternância do sinal da variável normalizada. Neste caso ( $n = 8$ ) o número máximo de alternâncias de sinal é de 7 (NSC  $\leq (n - 1)$ ), sendo esperadas 8 situações distintas. O número total de arranjos possíveis é de 128 ( $=2^7$ ). Na tabela 5 estão patentes as estimativas de probabilidade global referentes a cada um dos grupos. Após a devida ponderação

com a representatividade de cada arranjo, verifica-se, neste caso, que todas as situações correspondem, na melhor

das hipóteses, a situações dúbias, o que

permite inferir que este postulado traduz de facto uma situação de anomalia.

“8. Sucessão de quinze valores em ambas faixas centrais.”

Esta situação também apresenta alguma facilidade de abordagem já que todos os valores incidem sobre a faixa central, com probabilidades individuais limitadas pelos valores  $0.159 \leq p_i \leq 0.500$ . Assim, os arranjos distintos que podem surgir devem-se apenas à diferença na alternância de sinal. Com 15 valores pode-se obter um máximo de NSC = 14. Deste modo vão existir 15 grupos, sendo o de menor probabilidade global o grupo 0 (NSC = 0) e o de maior probabilidade global o grupo 14 (NSC = 14). O número total de arranjos destes grupos é de 16 384 ( $=2^{14}$ ). Os resultados correspondentes a esta situação encontram-se sistematizados na tabela 6.

Olhando para os valores da probabilidade corrigida, tabela 6, existem, surpreendentemente, dois casos onde a probabilidade atingida é aceitável (grupos 7 e 8) sendo estas situações consideradas normais. Estes dois grupos têm uma representatividade de 39.2% no domínio das possibilidades previstas. Assim, este teste pode não traduzir de facto uma situação de anomalia relacionada com a posição. Eventualmente, o problema descrito está mais relacionado com uma diminuição da dispersão do fenómeno visto que o aumento da densidade de pontos na faixa central tendem a reduzir a estimativa da dispersão.

Tabela 5 Estimativas referentes à regra 5.

NSC	0	1	2	3	4	5	6	7
Combin.	$C_0^7$	$C_1^7$	$C_2^7$	$C_3^7$	$C_4^7$	$C_5^7$	$C_6^7$	$C_7^7$
$m_j$	1	7	21	35	35	21	7	1
$\pi_j$	0.008	0.055	0.164	0.273	0.273	0.164	0.055	0.008
$P_{min}$	0.000	0.011	0.015	0.017	0.018	0.019	0.020	0.023
$P_{max}$	0.000	0.079	0.106	0.119	0.127	0.133	0.140	0.159
$P_{min}^*$	0.000	0.001	0.002	0.005	0.005	0.003	0.001	0.000
$P_{max}^*$	0.000	0.004	0.017	0.033	0.035	0.022	0.008	0.001
Obs.	x	x	?	?	?	?	?	x

<sup>7</sup> Este cálculo considera a situação mais favorável em que se tem um valor na faixa central (C) e 4 valores na faixa intermédia (B) adjacente.

<sup>8</sup> A situação mais desfavorável corresponde a ter um valor na faixa de aviso (A).

Tabela 6 Estimativas referentes à regra 8.

NSC	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Combin.	$C_0^{14}$	$C_1^{14}$	$C_2^{14}$	$C_3^{14}$	$C_4^{14}$	$C_5^{14}$	$C_6^{14}$	$C_7^{14}$	$C_8^{14}$	$C_9^{14}$	$C_{10}^{14}$	$C_{11}^{14}$	$C_{12}^{14}$	$C_{13}^{14}$	$C_{14}^{14}$
$m_j$	1	14	91	364	1001	2002	3003	3432	3003	2002	1001	364	91	14	1
$\pi_j$	0.000	0.001	0.006	0.022	0.061	0.122	0.183	0.209	0.183	0.122	0.061	0.022	0.006	0.001	0.000
$P_{\min}$	0.000	0.079	0.106	0.119	0.127	0.132	0.136	0.139	0.141	0.143	0.144	0.145	0.147	0.149	0.159
$P_{\max}$	0.000	0.250	0.333	0.375	0.400	0.417	0.429	0.438	0.445	0.452	0.457	0.464	0.471	0.482	0.500
$P_{\min}^*$	0.000	0.000	0.001	0.003	0.008	0.016	0.025	0.029	0.026	0.017	0.009	0.003	0.001	0.000	0.000
$P_{\max}^*$	0.000	0.000	0.002	0.008	0.024	0.051	0.079	0.092	0.082	0.055	0.028	0.010	0.003	0.000	0.000
Obs.:	×	×	×	?	?	?	?			?	?	?	×	×	×

Através deste trabalho estamos cientes que este método matemático-estatístico proposto permite uma abordagem mais genérica e eficiente no diagnóstico de anomalias em processos estocásticos, suplantando o número limitado de “regras de ouro” postuladas por outras

entidades, podendo ser aplicado este tipo de abordagem a qualquer outra situação, abstracta ou concreta, usando como ferramenta de trabalho uma vulgar folha de cálculo.

Bibliografia

[1] L. Sachs, 'Applied Statistics: a handbook of techniques', Springer, New York, 1978.

[2] J.L.G.F.S. Costa Pereira, *Química*, **101** (2006) 40-43.



## EC subsidizes European scientific visitor programme

**More information:**  
[www.sara.nl](http://www.sara.nl)

**The project runs until 2007  
Deadlines for  
registration in 2006:  
31 August - 15 November**

**Participating HPC centres:**  
SARA (Amsterdam)  
CINECA (Bologna)  
CEPBA-CESCA (Barcelona)  
IDRIS (Paris)  
HLRS (Stuttgart)  
EPCC (Edinburgh)

*The HPC-Europa programme enables European scientists to conduct their research using supercomputer facilities in Europe.*

The HPC-Europa programme provides:

- Travel and living expenses
- Intellectual collaborative work environment
- Access to the most advanced High Performance Computing facilities in Europe
- Technical and logistic support from participating HPC centres

**Apply for a grant or invite a colleague abroad to visit your institute.**




# O Laboratório Chimico

da Escola Politécnica de Lisboa (1857-1890; 1998-2006)

GRAÇA SANTA-BÁRBARA\*, VANDA LEITÃO\*\*

*Les chimistes ont travaillé pendant longtemps dans des laboratoires humides et sombres, qui ressemblaient beaucoup à ces cabinets d'alchimistes que Rembrandt a si bien représentés dans ces admirables tableaux. (...) Les choses son aujourd'hui bien changées; nous sommes installés actuellement dans de beaux laboratoires spacieux et aérés; des préparateurs nous aident dans nos travaux, montent nos appareils et surveillent nos expériences; nous disposons, (...) de toutes les ressources que peuvent nous fournir la physique, la mécanique, la métallurgie et l'art du verrier.*

E. Freymy, "Laboratoire de chimie inorganique au Muséum" [1]

## Introdução

O *Laboratório Chimico* e Anfiteatro da antiga Escola Politécnica de Lisboa, integrados no Museu de Ciência da Universidade de Lisboa, beneficiam presentemente de intervenções de restauro, estando prevista para breve a sua abertura ao público. Ambos constituem um conjunto único do património científico e histórico, sendo aqui analisados alguns dos fundamentos que orientam o trabalho de pesquisa sobre a sua fundação, utilização e readaptação no âmbito da história da ciência, e no âmbito da museologia com a apresentação dos critérios que orientaram as intervenções de conservação e restauro.

\* Mestre em Museologia e Património pela Faculdade de Ciências Sociais e Humanas da Universidade Nova de Lisboa, mdsanta-barbara@fc.ul.pt, Museu de Ciência da Universidade de Lisboa, Rua da Escola Politécnica, 56, 1250-102 Lisboa

\*\* Mestrado e Doutoramento em História da Ciência, especialidade Epistemologia das Ciências, pela Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa, vanda.leitao@sapo.pt, Centro de História e Filosofia da Ciência e da Tecnologia (CHFCT), Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa, 2829-516 Caparica

O primeiro período aqui abordado (1857-1890) engloba, unicamente, a data de inauguração oficial da Escola Politécnica, depois do incêndio ocorrido em 1843, e a data da conclusão das obras de readaptação sugeridas por José Júlio Rodrigues; o segundo período (1998-2006) corresponde, respectivamente, ao início do projecto de recuperação e musealização dos espaços e a sua (prevista) abertura ao público.

## Organização da Escola Politécnica de Lisboa

Em 1836 [2], o governo setembrista publica um decreto que estabelece a reforma do ensino superior, permitindo a institucionalização de outros estabelecimentos com a possibilidade de ministrarem este tipo de ensino para além da Universidade de Coimbra. A 11 de Janeiro de 1837, nascia assim uma nova instituição pedagógica, a Escola Politécnica de Lisboa (EPL), que seria sediada no edifício do Real Colégio dos Nobres, sendo os responsáveis pela assinatura do decreto fundador os ministros da

Guerra e da Marinha, respectivamente, o Visconde de Sá da Bandeira (1795-1876) e António Manuel Lopes Vieira de Castro (1796-1842) [3].

As ideias que presidiram à criação da Escola Politécnica de Lisboa foram semelhantes às que originaram a Ecole Polytechnique de Paris [4], tendo surgido da necessidade de criar um corpo especial para o serviço do Estado e da conveniência de separar a instrução preparatória da especial. Como vem expresso no seu decreto orgânico, a EPL foi organizada com o fim principal de preparar os alunos com os conhecimentos necessários à frequência dos cursos das escolas de aplicação do exército e da marinha, além de oferecer os meios de "propagar a instrução geral superior, e de adquirir a subsidiação para outras profissões científicas" [3], designadamente engenharia civil<sup>1</sup>, medicina, cirurgia, veterinária, a administração e comércio, agricultura, entre outras [5]. Esta instituição era assim um estabelecimento pedagógico com fins militares, mas que também visava

<sup>1</sup> Neste contexto, civil é empregue em oposição a militar.

a educação prática com o fim de formar técnicos [6]. Tal como vem consignado no decreto de 11 de Janeiro de 1837, a EPL estava habilitada a ministrar os seguintes cursos: oficiais do estado-maior e de engenharia militar, e engenheiros civis (1.º curso); oficiais de artilharia (2.º curso); o curso preparatório para oficiais da marinha (3.º curso); o curso de engenheiros construtores navais (4.º curso); o curso geral (5.º curso). O currículo de todos estes cursos distribuía-se por dez cadeiras às quais se destinava o mesmo número de professores proprietários, e 8 lentes substitutos para todas elas.

O ensino da química na Escola Politécnica de Lisboa foi introduzido aquando da criação deste estabelecimento de ensino, tendo sido objecto de diversas mudanças introduzidas nos programas curriculares da disciplina, as quais foram também fruto de alterações ocorridas nesta área científica. Relativamente ao período aqui abarcado, refira-se a criação de uma nova cadeira de química em 1859 (carta de lei de 7 de Junho de 1859), passando a fazer parte da estrutura curricular da EPL a química orgânica e análise química a par com a 6.ª cadeira, que existia desde a criação deste estabelecimento de ensino.

### O Laboratório Chimico no ensino da química

No século XIX os laboratórios químicos eram classificados em duas classes: os laboratórios de investigação e os laboratórios de ensino [1]. O *Laboratório Chimico* da Escola Politécnica de Lisboa enquadra-se na segunda categoria, tendo sido construído especialmente para esse fim.

No período anterior ao incêndio de 1843, o local reservado para a instalação do laboratório de química fora a antiga cozinha do Colégio dos Nobres, facto que Herculano tão bem ironiza num dos opúsculos sobre a Escola Politécnica [7]:

*(...) as paredes dessa famosa cozinha, perfumada durante mais de meio século pelos vapores suavíssimos de saborosos*



**Figura 1** Laboratório Chimico antes das obras de remodelação efectuadas por José Júlio Rodrigues (cortesia do Arquivo Fotográfico da Câmara Municipal de Lisboa <http://arquivomunicipal.cm-lisboa.pt/>, PT/AMLSB/AF/ROC/000055)

*guisados, (...) barbaramente convertida em laboratório chimico, e empestada por moxinifadas que o próprio satanás revelou a Lavoisier para perder o genero humano.*

Depois do incêndio, que destruiu praticamente na totalidade o edifício do Colégio dos Nobres, a estrutura arquitectónica do Laboratório, Galeria e Anfiteatro, bem como das salas anexas foi baseada no projecto do arquitecto João Pedro Monteiro, apresentado em 1852 [8]. Na opinião de Agostinho Vicente Lourenço (1822-1893), lente da cadeira de *Chimica Organica e Analyse Chimica* desde 1864, o laboratório era “o mais vasto e ao mesmo tempo o mais grandioso de todos os laboratorios da Europa” onde

estudara ou que conhecera, tendo recebido “*encomios de muitos professores estrangeiros*” que o visitaram<sup>2</sup> [9]. A área ocupada pelo laboratório de química era de 860 m<sup>2</sup> incluindo o anfiteatro que tinha capacidade para sentar 200 alunos.

De acordo com o relatório elaborado por Lourenço em 1877, o laboratório dividia-se em duas partes: uma comum às cadeiras de química, e uma outra específica para cada uma delas. A primeira ocupava uma sala de 20 m de comprimento por 12 m de largura e 10 m de altura, sendo cercada a meia altura por uma Galeria, com dimensões suficientes para receber mais de meia centena de alunos. Um pequeno laboratório dis-

**Figura 2** Anfiteatro antes das obras de remodelação efectuadas por José Júlio Rodrigues (cortesia do Gabinete de Estudos Olisiponenses, V/MNL133-G, p. 42)



<sup>2</sup> Lourenço trabalhou com Bunsen (1811-1899) no seu laboratório em Heidelberg e com Wurtz (1817-1884) entre 1859 e 1861 em Paris.

posto ao lado desta grande sala, por ter melhores condições de tiragem, servia para a execução de preparações que libertassem vapores que, pela sua toxicidade, cheiro ou acção corrosiva, pudessem revelar-se prejudiciais. A segunda parte, destinada ao serviço específico de cada uma das cadeiras, compunha-se de um laboratório, de um gabinete de trabalho para cada um dos lentes e de duas salas guarnecidas por armários apropriados para expor colecções, instrumentos e aparelhos necessários a ambas as cadeiras [9]. A área total ocupada pelo laboratório químico incluía ainda outras divisões<sup>3</sup>, destinadas ao armazenamento de reagentes e materiais.

Desde 1854 que o regulamento da EPL previra a admissão de alunos ao laboratório sempre que o desejassem, e que “*pela sua instrução fossem habéis para semelhante exercicio*”<sup>4</sup> [10]. Devido à perseverança de Júlio Máximo de Oliveira Pimentel (1809-1884), professor da 6.ª cadeira da EPL (*Chimica Geral e Noções das suas Principaes Applicações as Artes*), o Conselho da EPL estabeleceu o ensino prático obrigatório no final de 1855, passando também os exames práticos a ser obrigatórios e fazendo parte do exame final [11]. Nos programas das cadeiras impressos para o ano lectivo de 1856-1857 já consta a informação de que existiria um curso prático de química que se iniciaria em Fevereiro e decorreria até ao final do ano lectivo, consistindo na execução de um certo número de preparações e análises indicadas em cadernos que seriam entregues aos alunos no acto da sua admissão [12]. Todavia, esta decisão acabaria por não ser sancionada pelos sucessivos governos já que, em 1877, Lourenço, que tão bem conhecera os laboratórios de Wurtz e de Bunsen, lamentava o facto da actividade docente estar muito limitada, pois o ensino experimental obrigatório não tinha sido ainda posto em prática [9]:

*Os alumnos recebem n'um dos cursos instrução mui detalhada na chimica geral, e n'outro cabal conhecimento dos processos mais importantes da analyse chimica, assim como de philosophia chimica e de chimica organica (...); porém, apesar da excellente logica d'esta organização, e do zêlo incontestavel dos lentes que d'elle são encarregados, a experiencia de dezesseis annos da regência da cadeira me tem demonstrado que (...), poucos resultados se obtem por falta do ensino pratico no laboratorio, que em todos os estabelecimentos scientificos bem organizados forma a parte mais importante do ensino.*

Lourenço referia-se ao ensino da química fundado na prática experimental que, no século XIX, se generalizou na maior parte dos países europeus. Complementado por sessões de exercícios e seminários, este tipo de ensino resultou numa instrução mais viva, ao mesmo tempo que facilitou a criação de elos entre professores e alunos, promovendo junto destes o desejo de prosseguir para estudos avançados. Este processo levou à emergência de escolas de investigação que se tornaram instrumentos fundamentais para o desenvolvimento da química, que assim aumentou o volume de investigações, se diversificou em sub-disciplinas, consolidou tradições científicas, conduzindo à profissionalização da investigação e dos químicos [13, 14]. Não admira, pois, que Lourenço argumentasse que a ausência da componente laboratorial no ensino de química da EPL, provocava nos alunos uma aversão ao estudo desta ciência, que ficava assim reduzida a um rol abundante de factos e teorias dificilmente memorizáveis, que tornavam efémera e difícil a aprendizagem e impossível a adesão dos alunos [9].

Seis anos volvidos, José Júlio Rodrigues (1845-1893), que viria a ser lente proprietário da 6.ª cadeira em 1887, revelou-se também um defensor acérrimo da obrigatoriedade do ensino laboratorial, ao insistir no “*decahimento relativo que*

*tem soffrido o ensino da chimica (...) por falta de ensino pratico*” [15]. Num relatório elaborado em 1885, [16] que pretendia ser mais do que uma mera constatação das falhas existentes, volta a salientar tal como já o tinham feito, insistentemente, outros professores das cadeiras de química da EPL, que o seu ensino só seria consequente se complementado por uma actividade laboratorial regular [16]:

*Tirar ao alumno (...) o estudo pratico e experimental das doutrinas (...) é fazer-lhe perder, a par dos encantos que a arte de observar a cada passo lhe proporciona, toda a proficuidade e alcance da sciencia estudada (...) sobrecarregando-lhe inutilmente a memoria com factos e doutrinas, tão depressa aprendidos como esquecidos. D'isto se queixam, ha muitos annos, os nossos alumnos, d'isto deriva a geral animadversão entre os estudantes contra a chimica, que os devasta sem ao menos os divertir (...).*

No mesmo relatório, Rodrigues apresenta primeiro uma análise global dos problemas de fundo com propostas de longo prazo, seguida de uma análise particular das dificuldades existentes com soluções de rápida execução. Faz diversas sugestões, das quais se destaca a reforma do laboratório, a construção de um novo anfiteatro, a modificação do curso de química<sup>5</sup>, o aumento da dotação atribuída e a contratação de pessoal técnico especializado.

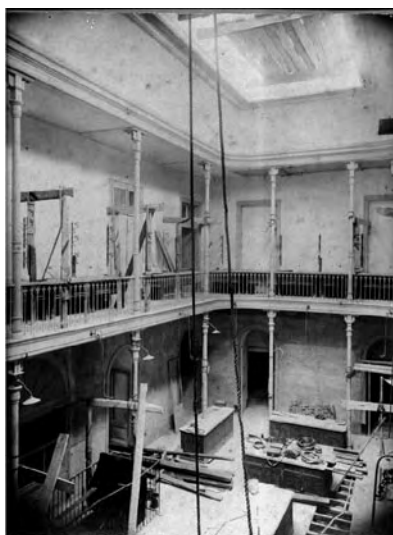
Em 1886, é a vez de António Augusto Aguiar (1838-1887), lente proprietário da 6.ª cadeira desde 1866, se manifestar. Elabora também um relatório onde lamentava que o Governo ainda não tivesse decretado a obrigatoriedade do ensino prático, mas anunciava a possibilidade de os alunos frequentarem voluntariamente aulas práticas, dentro do espaço disponível no laboratório. Nesse ano, inscreveram-se para frequentar as aulas experimentais 16 alunos<sup>6</sup> [17] que foram divididos em dois grupos. No pró-

<sup>3</sup> Lourenço não especifica quais nem o seu número.

<sup>4</sup> O regulamento tinha como objectivo a melhoria global da organização estrutural da EPL, abrangendo o método de ensino, de exames, exercícios, entre outros assuntos.

<sup>5</sup> Sugeriu a criação do curso de Química Mineral, de Química Orgânica e Biológica e o de Análise Química, além dos cursos práticos.

<sup>6</sup> O total de alunos inscritos na 6.ª cadeira (entre civis e militares) para este ano lectivo foi 80.



**Figura 3** Fotografia de F. Rocchini do Laboratório Chimico durante as obras de remodelação efectuadas por José Júlio Rodrigues (cortesia do Serviço de Biblioteca e Documentação, Museu de Ciência da Universidade de Lisboa).

prio dia em que decorria a aula prática, eram atribuídos trabalhos idênticos que deveriam ser realizados num tempo estipulado pelo professor<sup>7</sup> [18]. As aulas práticas decorriam no piso térreo do laboratório porque Aguiar considerou que a Galeria não oferecia as condições necessárias para que os alunos pudessem trabalhar à vontade, além de ser difícil a vigilância por parte dos docentes. No mesmo relatório refere ainda que, se o ensino prático fosse generalizado, seria necessário aumentar a dotação orçamental das cadeiras de química e contratar técnicos habilitados<sup>8</sup> [18].

Em 1889, Rodrigues, então director do laboratório, apresenta um outro projecto no qual deu especial desenvolvimento ao modo de melhorar o funcionamento do laboratório, quer do ponto de vista pedagógico, quer ao nível do equipamento [19]. Refira-se, por exemplo, o horário de funcionamento, os registos de inventários e balanços de material, a definição das responsabilidades de cada um dos intervenientes no espaço do laboratório, a regulamentação das experiências que podiam ser realizadas, as instruções de trabalho para os alunos, as indicações e recomendações sobre a manipulação e regras de segurança.



**Figura 4** Fotografia de F. Rocchini do Anfiteatro durante as obras de remodelação efectuadas por José Júlio Rodrigues (cortesia do Serviço de Biblioteca e Documentação, Museu de Ciência da Universidade de Lisboa).

As obras e o reequipamento do laboratório foram finalmente autorizados, tendo decorrido entre 1888 e 1890. Se se compararem as fotografias antes da remodelação (Figs. 1 e 2), durante (Figs. 3 e 4) e depois da remodelação (Figs. 5 e 6), poder-se-ão constatar muitas das alterações realizadas. Entre elas, refira-se a instalação de 11 bancadas (2,5x0,9x0,8 m) funcionais para o trabalho laboratorial, onde podiam laborar quatro alunos em simultâneo, e a canalização de água e gás sob o soalho.

As hottes revestidas a azulejos vidrados passaram a ter funções específicas: uma para aquecimentos diversos, outra para fusões a alta temperatura e evaporação a vácuo, e ainda uma terceira com tiragem comum ao *Laboratorio* e Anfiteatro. Foi ainda efectuada a electrificação do laboratório, e colocados novos armários-estantes. No Anfiteatro, local onde o professor dava as suas lições teóricas, foi instalado um grande quadro preto móvel sobre carris e uma grande bancada em U no centro do hemiciclo, revestida

**Figura 5** Laboratório Chimico depois das obras de remodelação efectuadas por José Júlio Rodrigues (cortesia do Serviço de Biblioteca e Documentação, Museu de Ciência da Universidade de Lisboa)



**Figura 6** Anfiteatro depois das obras de remodelação efectuadas por José Júlio Rodrigues (cortesia do Serviço de Biblioteca e Documentação, Museu de Ciência da Universidade de Lisboa).



<sup>7</sup> Os trabalhos realizados eram de análise química qualitativa, tendo como suporte os livros de Charles Gerhardt e de Remigius Fresenius

<sup>8</sup> Naquela época dispunha-se simplesmente de um único preparador e dois serventes.



a pedra de lava esmaltada, que servia de apoio às demonstrações que fossem sendo realizadas durante o curso de química. Às bancadas que compunham o Anfiteatro, com lugares numerados para 204 alunos, foram acrescentadas pranchas para escrita.

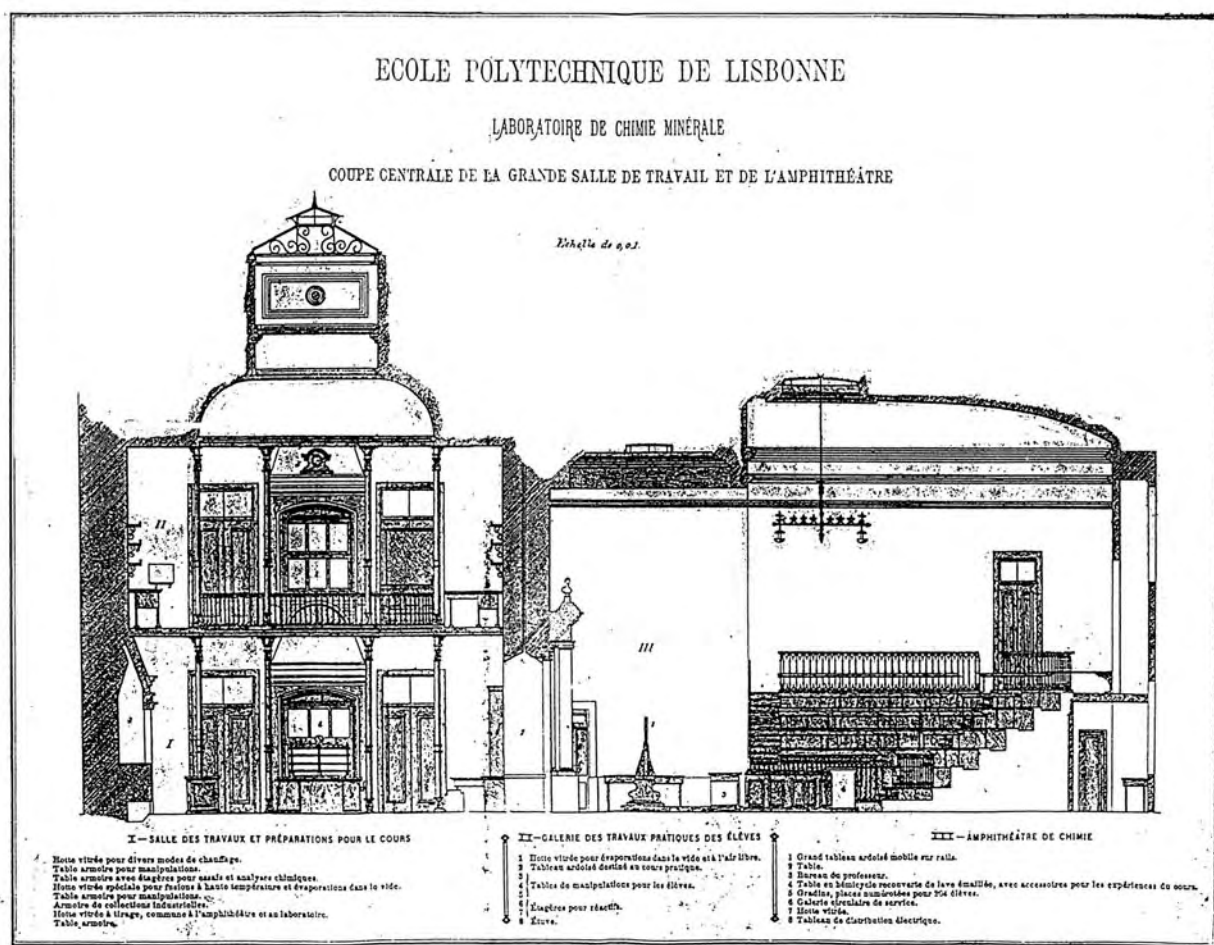
A área geral destinada ao curso de química incluía assim locais de trabalho e de preparação para a cadeira de química inorgânica, independentes dos da

cadeira de química orgânica, salas de colecções com armários destinados aos aparelhos utilizados para as demonstrações, armários para produtos químicos, mesas para balanças e outros equipamentos, um gabinete para o preparador e uma sala de leitura para os alunos, uma câmara escura para experiências fotométricas, uma pequena sala de experiências e trabalhos químicos especiais, uma dependência com instalação

especial para fotografia, um gabinete para o director do laboratório e diversos anexos para depósito geral de produtos químicos.

As alterações efectuadas depois da intervenção sob a orientação de Rodrigues colocaram o *Laboratorio Chimico* entre os melhores estabelecimentos científicos da Europa, tal como August W. Hofmann (1818-1892) atestou numa

**Figura 7** Imagem do corte do Laboratorio e Anfiteatro e respectiva legenda (tradução do original), Planche II, Lithographia da Imprensa Nacional, 1891 (cortesia do Serviço de Biblioteca e Documentação, Museu de Ciência da Universidade de Lisboa).



### I – Sala dos trabalhos e das preparações para o curso

Hotte envidraçada para diversos modos de aquecimento

Mesa armário para manipulações

Mesa armário com prateleiras para experiências e análises químicas

Hotte envidraçada especial para fusões a alta temperatura e evaporações no vácuo

Mesa armário para manipulações

Armário de colecções industriais

Hotte envidraçada com tiragem, comum ao Anfiteatro e ao laboratório

Mesa armário

### II – Galeria dos trabalhos práticos dos alunos

1 Hotte envidraçada para evaporações no vácuo e à pressão atmosférica

2 Quadro de ardósia destinado ao curso prático

3-5 Mesas de manipulações para os alunos

6-7 Prateleiras para reagentes

8 Estufa

### III – Amphitheatro de Química

1 Grande quadro de ardósia móvel sobre calhas

2 Mesa

3 Secretária do professor

4 Mesa em hemiciclo revestida de lava esmaltada, com acessórios para as experiências do curso

5 Bancadas, lugares numerados para 204 alunos

6 Galeria circular de serviço

7 Hotte envidraçada

8 Quadro de distribuição eléctrica

carta dirigida ao lente da 6.<sup>a</sup> cadeira, depois da visita que efectuou à EPL [20]:

*Je ne puis pas quitter Lisbonne sans vous témoigner ma reconnaissance pour l'accueil aimable que je dois à vous et à M. Lourenço. Il m'est à la fois un plaisir et un devoir de vous dire l'impression qui a produit sur moi la visite à l'École Polytechnique de Portugal. J'ai été étonné de trouver un établissement scientifique de premier ordre, dont tout pays aurait droit d'être fier.*

*J'admire surtout les laboratoires et l'amphithéâtre de chimie. Ayant construit les laboratoires des universités de Bonn et de Berlin, je crois posséder quelques connaissances des institutions chimiques, et je n'hésite pas d'affirmer que je ne connais pas un laboratoire mieux installé pour l'enseignement et pour la recherche. Les salles de travail et l'auditoire commandent une profusion d'espace, d'air et de lumière que je n'ai pas rencontré souvent ailleurs. Permettez en outre d'ajouter que je ne me rappelle pas un laboratoire ou on a réussi à combiner d'une manière semblable l'élégance et l'utilité.*

Certamente não se tratou de uma simples carta de cortesia, pois Hofmann poderia ter simplesmente comentado o modo como fora recebido por Lourenço e Rodrigues sem fazer qualquer referência às instalações que visitara. Tratou-se, na verdade, de um importante elogio, até porque Hofmann fora o responsável pela construção dos laboratórios das Universidades de Berlim e de Bona, eleitos por Edmond Fremy (1814-1894) como estando entre os modelos de laboratórios de química (de ensino e/ou investigação) que melhor respondiam às exigências da ciência na época, fosse pela inovação ou pela excelência das suas instalações [1]. Ainda assim, Fremy criticou os laboratórios alemães por apresentarem salas de grandes dimensões em vez de diversas salas pequenas que comportassem, no máximo, 10 ou 12 praticantes, referindo que a única vantagem seria permitir a redução na despesa com pessoal, designadamente de preparadores, assistentes ou outros. No entanto, também referiu que a Ale-

manha beneficiava do facto de serem os professores de química a terem um peso decisivo na concepção do espaço contrariamente ao que sucedia em França, referindo que os estabelecimentos franceses eram munidos de fachadas exteriores impressionantes, mas acomodavam divisões muito mal distribuídas para um laboratório de química [1].

De um modo geral, Fremy entendia que um laboratório adequado deveria ter hottes envidraçadas munidas de uma ventilação eficaz, tanto ao nível da extracção de vapores como na renovação do ar. Deveriam existir dependências para operações específicas, nomeadamente para preparações que envolvessem libertação de gases, para as fusões ou calcinações, etc. [1], e todas as salas deveriam estar ao mesmo nível para facilitar a deslocação dos responsáveis pelo laboratório. A câmara escura, e a sala das balanças deviam encontrar-se próximas do laboratório, mas isoladas dos vapores. Os anfiteatros deviam ser ventilados por aspiração localizada na parte superior e por insuflação mecânica de ar exterior [1]. Fremy recomenda igualmente a instalação de laboratórios independentes para a química inorgânica e para a química orgânica, e ainda um terceiro, ao ar livre, para as preparações que produzissem grande quantidade de vapores tóxicos. Aconselha também a existência de uma sala especial, onde as balanças e os instrumentos de precisão estivessem protegidos, que podia ainda servir para as análises espectrais e volumétricas. Deveria ainda fazer parte do conjunto um anfiteatro e uma biblioteca bem apetrechada [1]. Evidentemente, o laboratório da EPL não preenchia inteiramente os requisitos de um laboratório ideal tal como foram enunciados por Frémy mas, quer o *Laboratorio Chimico*, quer o Anfiteatro apresentavam, indubitavelmente, excelentes condições tal como Hofmann afirmara.

Depois de concluídas as obras de remodelação do laboratório era urgente solicitar ao Governo a autorização para tornar o curso prático obrigatório. Num ofício enviado ao director da EPL em Setembro de 1890, Rodrigues alerta, uma

vez mais, para o facto do ensino prático estar ainda limitado aos alunos que, voluntariamente, o desejassem além de que, não estando sequer contemplado no horário escolar, corria ainda o risco de colidir com o horário de outras cadeiras [21]. Sendo a EPL uma escola preparatória e de aplicação, esta lacuna era para Rodrigues inadmissível, tanto mais que o Governo já tinha aprovado a obrigatoriedade do curso prático na Universidade de Coimbra e na Academia Politécnica do Porto. Rodrigues reivindicava assim uma decisão semelhante para a EPL, já a partir do ano lectivo de 1890-1891, e que o curso prático fosse regido em duas turmas distintas, três vezes por semana, com a duração de duas horas por lição. A frequência dos alunos nas cadeiras de química passaria então a ser contabilizada, com igual percentagem, entre o somatório do aproveitamento obtido no curso prático e no teórico [21].

O curso prático proposto por Rodrigues consistiria, no mínimo, de 20 lições, nas quais os alunos seriam obrigados a executar, pelo menos, 15 dos 30 trabalhos que anualmente eram publicados no laboratório em "*tabelas especiaes*" [19]. Os turnos não deveriam exceder os 20 alunos, distribuídos por grupos de cinco, obrigados a trabalhar "*de pé, vestidos de blusa especial e de cabeça descoberta*" [19], devendo as aulas decorrer na Galeria. O pavimento inferior seria destinado exclusivamente aos alunos que mais se distinguissem ou, em casos extraordinários de frequência elevada, a turnos que não excedessem os oito alunos. Cada aluno possuiria um livro onde deveria registar a descrição dos trabalhos e a relação do material de laboratório utilizado, o qual seria entregue ao professor assim que terminasse a lição, sendo-lhe restituído na lição seguinte. Seria igualmente neste livro que o professor registaria a classificação obtida na frequência do curso prático.

O governo acabaria por ceder aos intentos de Rodrigues e aprovaria, finalmente, a obrigatoriedade do curso prático. Para esta decisão contribuiu, certamente, o desempenho de Rodrigues na arena política<sup>9</sup>, que assim obteve o financia-

<sup>9</sup> O envolvimento na vida política era comum entre os professores da EPL.

mento para as obras que permitiram melhorar as condições espaciais e materiais do laboratório de química da EPL, o que levou um seu biógrafo a comentar, não sem alguma ironia: “*Esta fase da sua vida, a menos interessante, foi para a Escola Polytechnica uma das de maior proveito*” [22].

### O processo de recuperação e musealização

A recuperação das instalações do Laboratório e Anfiteatro de Química no edifício da Escola Politécnica fora prevista por Fernando Bragança Gil desde a criação do Museu de Ciência da Universidade de Lisboa, em 1985 [23]. Contudo, algumas dificuldades viriam a adiar o projecto, nomeadamente a ocupação das salas pelos centros de investigação pertencentes à Faculdade de Ciências até 1999 e a falta de financiamento dirigido a esse fim. Era óbvio o reconhecimento da importância patrimonial do Laboratório do século XIX, cuja preservação integral e *in situ*, provocava a admiração nos visitantes ocasionais que encorajavam a sua reabilitação e divulgação. Em 1997, Denis L. Weaire<sup>10</sup> após visita a Lisboa, fez a seguinte observação: “*the old Chemistry Theatre (with adjoining auditorium) of the Science Museum is probably unique in Europe and provides a wonderful opportunity for a Chemistry display*”. Também em 1999, Stuart Talbot comentou: “*most astonishing was the sight that met our eyes as we entered a 19<sup>th</sup> century lecture theatre and chemistry laboratory totally untouched since, I would estimate, 1918*”<sup>11</sup> [24].

A partir de 1998, o Museu de Ciência iniciou os trabalhos preparatórios à sua recuperação tendo por objectivo a abertura ao público. Procedeu-se à criação de uma equipa de trabalho sob a direcção de Bragança Gil com o apoio de uma Comissão Científica que integrava professores da Faculdade de Ciências.<sup>12</sup> Foi concebido o programa museológico para esta nova secção do Museu



**Figura 8** Laboratório Chimico antes da recuperação (1998).

e o projecto de arquitectura para a recuperação das salas e respectiva adaptação às novas funções museológicas. Na procura de meios que viabilizassem a sua concretização, foi apresentada uma candidatura ao Programa Operacional da Cultura (cuja comparticipação só se concretizou em 2004) e efectuada uma campanha de sensibilização para financiamento do projecto que, com o apoio da Associação Portuguesa da Indústria Farmacêutica (APIFARMA), a par de contributos de outras instituições privadas, possibilitaram o arranque das obras. As acções seguintes procuraram a colaboração científica e técnica de instituições públicas ligadas ao Património, como a Direcção Geral dos Edifícios e Monumentos Nacionais (DGEMN), o Instituto Português de Museus (IPM), o Instituto Português do Património Arquitectónico (IPPAR) (ao qual foi pedida a classificação do imóvel, visando a protecção e reconhecimento do valor pa-

**Figura 10** Anfiteatro antes da recuperação (1999).



**Figura 9** Galeria antes da recuperação (1998).

trimonial do *Laboratório Chimico*) e ao Instituto Português de Conservação e Restauro (IPCR), que têm vindo a acompanhar todo o processo.

O projecto de recuperação e musealização visa a salvaguarda, documentação, estudo e divulgação do *Laboratório Chimico* como objecto do património científico de valor histórico, e da colecção integrada constituída pelos equipamentos, reagentes e instrumentos científicos que foram sendo utilizados naquele espaço. A exposição pública do *Laboratório* apresentá-lo-á na sua configuração oitocentista original, realçando a época em que, como atrás referido, foi considerado um exemplar de grande qualidade funcional e estética, equiparado aos melhores laboratórios de ensino da Europa.

Pretende-se ainda apresentar a ciência química na sua evolução e interacção com outras formas do saber, tanto no plano científico, como no plano cultural. A metodologia utilizada envolve a investigação documental e histórica de âmbito pedagógico (livros, lições, regulamentos, etc.) e administrativo (livros de actas, de ofícios e de inventários, legislação)<sup>13</sup> relacionada com a Escola Politécnica, a 6.<sup>a</sup> cadeira e o *Laboratório*, a qual irá permitir a interpretação crítica e contextualização dos espaços, funções e utilização do *Laboratório* e das suas vivências em finais do século XIX.

<sup>10</sup> Department of Physics, Trinity College, University of Dublin.

<sup>11</sup> Notícia da visita ao Museu de Ciência de um grupo de especialistas da Scientific Instrument Society, cuja apreciação foi publicada no boletim desta sociedade.

<sup>12</sup> Virgílio Meira Soares, Maria Alzira Almoester Ferreira, Fernando Parente, entre outros.

<sup>13</sup> Entre os documentos remanescentes da antiga Escola Politécnica, hoje na Biblioteca do MCUL.



**Figura 11** Laboratório Chimico durante a recuperação (2006).

Os critérios observados nas intervenções sobre a arquitectura ou sobre os objectos da colecção regem-se pelos princípios-base da conservação e restauro de estabilidade, legibilidade e reversibilidade, e envolvem a análise feita *in loco* das estruturas construtivas e dos materiais existentes, bem como o estudo comparativo das tipologias no que se refere ao equipamento. A obra de recuperação iniciou-se pela consolidação e limpeza da cobertura e demolição de painéis em pladur que multiplicavam gabinetes no sótão, resíduos de uma ocupação plena pelo Departamento de Química da Faculdade de Ciências, em meados do século XX. A limpeza

do sótão permitiu ainda a recolha de grande quantidade de materiais e equipamento de química, para lá remetidos ao longo dos anos quando considerados obsoletos e sempre que a falta de espaço não permitia a sua arrumação. O sótão foi assim uma apreciável fonte de maquinaria, instrumentação, aparelhagem característica do século XIX, que os professores das cadeiras de química tinham conseguido adquirir a fabricantes franceses, alemães e ingleses.

Nas salas dos laboratórios, gabinetes e áreas de circulação procedeu-se à reparação de paredes em mau estado de conservação, tendo-se observado em

algumas salas, sob o estuque, a estrutura original de madeira, em gaiola. A decapagem das camadas de tinta resultantes das sucessivas pinturas ao longo dos anos revelou também a excepcional pintura original, a escaiola. Infelizmente a maior parte desta pintura era irrecuperável, salvando-se, contudo, em pleno, o acabamento em fingidos de marmoreado das paredes do Anfiteatro que hoje se descobre magnífico e luminoso. As bancadas do *Laboratorio* e da Galeria – algumas quase em ruína por degradação da madeira, sujeita a infiltrações e à corrosão provocada por produtos químicos – foram estabilizadas, reforçadas e pintadas com a mesma técnica



**Figura 12** Anfiteatro durante a recuperação (2006).

utilizada em finais do século XIX, a imitação de veiado de madeira nobre, tal como o foram os grandes armários de arrumação de material e reagentes. No Anfiteatro, os lugares de assento dos alunos foram sujeitos ao mesmo tipo de intervenção e a bancada em hemiciclo, usada para as demonstrações (encontrada, seccionada no sótão), foi remontada, reutilizando-se parte existente do tampo original em pedra de lava esmaltada. No pavimento do *Laboratorio* retirou-se a tijoleira tendo sido repostos o assentamento em madeira, à traça original, mas no do Anfiteatro apenas foi necessário limpar e polir o mármore existente. As hottes e o forno foram limpos, os quadros pretos decapados, as torneiras, fechos e ferragens voltaram à cor original. Os instrumentos científicos e pedagógicos assim como os materiais de laboratório foram também sujeitos a intervenções de limpeza, conservação e restauro por equipas de técnicos especialistas em papel, madeira e metais.

Como meio de informação necessária à conservação preventiva e manutenção futuras, a evolução do processo foi sendo registada, tendo sido organizadas pastas de fotografias, acompanhadas de relatórios.

### Considerações finais

Pode afirmar-se que o ensino da química na EPL esteve bem estruturado e era actualizado a nível teórico, mas enfermava de uma deficiência grave: o ensino laboratorial foi subalternizado por demasiado tempo e apartado da livre investigação [25]. Apesar dos argumentos oficiais que obstaram à obrigatoriedade do ensino laboratorial serem predominantemente economicistas – a necessidade de evitar a sobrecarga do erário público com os custos decorrentes da sua prática – e da efectiva falta de verbas, que levou Rodrigues a criticar severamente o Estado por regatear sucessivamente o montante gasto com a instrução pública [26], a verdade é que esta lacuna tem razões mais profundas, de natureza cultural, socio-económica e política. Desde logo, a falta de uma tradição e de uma cultura científicas para além de uma elite muito restrita o que se traduzia, entre outras, numa ausên-

cia de procura de químicos profissionais, cuja necessidade não era sentida pela sociedade portuguesa, ainda atávica apesar das tentativas recentes de industrialização.

Durante cerca de meio século, a EPL não conseguiu desenvolver um sistema de ensino que privilegiasse a experimentação em detrimento da mera exposição. Não foi a falta de persistência do corpo docente, pois foram inúmeros os ofícios, relatórios, discursos, etc., onde sistematicamente se reivindicava uma melhoria no ensino da química a nível experimental [27]:

*(...) tanto a cultura do espirito (...) se deve procurar adquirir, quanto o talento e habilidade das manipulações. (...) é mister que estes conhecimentos sejam dados de modo que delles se aprenda logo a fazer a applicação. Não basta que os alumnos saibam theoreticamente, é preciso que pratiquem; não basta que comprehendam é mister que executem.*

A importância de um ensino que dotasse os alunos de instrumentos que lhes permitissem exercitar a observação e a prática experimental foi, desde cedo, reconhecida pela maioria dos professores da EPL. Apesar disso, os alunos continuaram, por muito tempo, a serem simplesmente instruídos nas teorias científicas que faziam parte dos *curricula* das cadeiras de química, limitando-se a decorar a matéria necessária para passar nos exames, que apenas podiam testar as suas capacidades de memorização. A obrigatoriedade do ensino prático foi assim uma importante conquista pedagógica, que pecou simplesmente pelo facto da sua introdução ser tardia.

Ao nível das instalações, as transformações propostas por Rodrigues tornaram este estabelecimento único na Península e um dos melhor equipados na Europa, como atestaram vários *“jornaes estrangeiros, que são, no assumpto, auctoridade incontestada”* [20]. As obras de recuperação efectuadas presentemente permitem realçar a conjugação entre funcionalidade e nobreza estética na arquitectura. Tanto o laboratório como o anfiteatro ocupam toda a altura do edifício, do piso térreo à cobertura, o que tem a vantagem de fornecer uma boa

iluminação através das clarabóias e um bom arejamento. A Galeria existente no piso superior, além de funcional e de possuir condições para a prática laboratorial, era possivelmente utilizada como lugar de observação das actividades realizadas no laboratório do piso inferior, comparável a um teatro anatómico.

O estudo do *Laboratorio Chimico*, das cadeiras de química, dos seus professores e alunos na Escola Politécnica, desde a sua origem à viragem do século encontra-se ainda numa fase embrionária, traduzindo a exposição, a produzir em breve, este estudo inicial. O resultado visível é uma interpretação da *verdade* oitocentista no ponto actual da investigação e das técnicas disponíveis. A imagem do Laboratorio “cinzento”, que chegou até aos nossos dias e que a geração actual guardou é emocionalmente alterada perante a restituição ao *original* estando, a partir deste momento, as portas abertas para novas propostas e interpretações, que possam ser apresentadas aos visitantes do Museu de Ciência.

### Bibliografia

- [1] E. Fremy, ‘Laboratoire de chimie inorganique au Muséum’, in E. Fremy et al (eds.), *Les Laboratoires de Chimie* (Extrait de l’Encyclopédie chimique publiée sous la direction de M. Fremy. Atlas et Texte), Paris: Dunod Éditeur (1881) 1, 10-11, 71-74.
- [2] Decreto de 5 de Dezembro de 1836, *Diario do Governo*, 283 (10 de Dezembro de 1836) 1369-1371.
- [3] Decreto de 11 de Janeiro de 1837, *Diario do Governo*, 13 (16 de Janeiro de 1837) 70-73.
- [4] Relatório do corpo docente da Escola Politécnica de Lisboa dirigido ao Ministério da Guerra, 10 de Março de 1862, 2, Caixa 26, ‘Cadeiras 6.ª, 7.ª e Secção Mineralógica’, Serviço de Biblioteca e Documentação, Museu de Ciência da Universidade de Lisboa (MCUL).
- [5] *A Polytechnica* (número comemorativo do primeiro centenário), 11 de Janeiro de 1937, 2.
- [6] J.F. Campos, *Apontamentos relativos á Instrucção Publica, apresentados á Academia Real das Sciencias em Junho*

- de 1858, Academia Real das Ciências, Lisboa, 1859.
- [7] A. Herculano, 'Da Escola Polytechnica e do Collegio dos Nobres', in *Opusculos* (Questões Publicas), vol. VIII, Lisboa: Tavares Cardoso e Irmão (1901) 31.
- [8] M.G.S.B. Ramalho, *Contributo para a Recuperação e Integração Museológica do Laboratorio e Amphitheatro de Chimica da Escola Politécnica de Lisboa*, dissertação de Mestrado em Museologia e Património, Tese de Mestrado, Faculdade de Ciências Sociais e Humanas, Universidade Nova de Lisboa, 2001.
- [9] A.V. Lourenço, Laboratorio e ensino químico, *Escola Polytechnica*, Imprensa Nacional, Lisboa, 1878.
- [10] Artigo 129.º, *Regulamento da Escola Polytechnica de Lisboa*, Lisboa, Typographia de José Baptista Morando, 1854, 28.
- [11] Acta da sessão do Conselho da Escola Polytechnica, 22 de Dezembro de 1855, Livro 5, Serviço de Biblioteca e Documentação, Museu de Ciência da Universidade de Lisboa (MCUL).
- [12] *Programma das cadeiras da Escola Polytechnica no anno lectivo de 1856-1857*, Lisboa, Imprensa Nacional, 1857, 40.
- [13] J.B. Morrell, *Ambix* **19** (1972) 1-46.
- [14] K.M. Olesko, 'Tacit Knowledge and School Formation', *Research Schools. Historical Reappraisals*, G.L. Geison e F.L. Holmes (eds.), *Osiris* **8** (1993) 16-29.
- [15] Acta da sessão do Conselho da Escola Polytechnica, 30 de Outubro de 1883, Livro 7, Serviço de Biblioteca e Documentação, Museu de Ciência da Universidade de Lisboa (MCUL).
- [16] J.J. Rodrigues, *Exposição ao Conselho da Escola Polytechnica sobre o Ensino e mais serviços da 6.ª cadeira acompanhada de Varias propostas tendentes a melhorarem e a reformarem o ensino da chimica mineral*, Typographia Universal, Lisboa, 1885.
- [17] Caixa "Estatistica — Mappas estatísticos diversos", Serviço de Biblioteca e Documentação, Museu de Ciência da Universidade de Lisboa (MCUL).
- [18] Ofício de António Augusto Aguiar dirigido ao director da Escola Politécnica de Lisboa, Luís de Almeida e Albuquerque, 5 de Janeiro de 1886, Caixa 26, 'Cadeiras 6.ª, 7.ª e Secção Mineralogica', Serviço de Biblioteca e Documentação, Museu de Ciência da Universidade de Lisboa (MCUL).
- [19] J.J. Rodrigues, *Projecto Summario de Regulamento dos Trabalhos e Serviços do Laboratório de Chimica Mineral da Escola Polytechnica de Lisboa posto em execução, como experiência e sob a responsabilidade do respectivo director no anno lectivo de 1889 a 1890*, Imprensa Nacional, Lisboa, (1889) 11,12.
- [20] Estabelecimentos scientificos de Portugal. O laboratorio de chimica mineral da Escola Polytechnica de Lisboa, *O Occidente* **434** (1891) 12-14.
- [21] Ofício de José Júlio Rodrigues dirigido ao director da Escola Politécnica de Lisboa, 10 de Setembro de 1890, Caixa 26, 'Cadeiras 6.ª, 7.ª e Secção Mineralogica', Serviço de Biblioteca e Documentação, Museu de Ciência da Universidade de Lisboa (MCUL).
- [22] B. Osório, *Revista de Educação e Ensino e Archivo de Ineditos Históricos* **9** (1894), 369-379.
- [23] F. B. Gil, Museu de Ciência da Universidade de Lisboa. *Das Origens ao Pleno Reconhecimento Oficial*, Museu de Ciência da Universidade de Lisboa (2003) 21.
- [24] S. Talbot, *Scientific Instrument Society Bulletin*, **62** (1999), 28.
- [25] V. Leitão, *A Química Inorgânica e Analítica na Escola Politécnica de Lisboa e Academia Politécnica do Porto (1837-1890)*, dissertação de Mestrado, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa, 1998.
- [26] Segunda conferência realizada no salão do Teatro D. Maria II, "Conferência", *Correio da Noite*, 2558 (22 de Julho de 1888), 3.
- [27] *Escola Polytechnica*, Lisboa, Imprensa Nacional, 1856, 10.

## Actualidades Científicas

### Átomos de Índio em Cadeia

Uma equipa de investigadores britânicos, composta por Michael Hill e Ruti Pongtavornpinyo do Imperial College de Londres e por Peter Hitchcock da Universidade de Sussex, sintetizaram um composto contendo seis átomos de índio ordenados numa cadeia linear (*Science* **311** (2006), 1904). Esta síntese permite alargar a compreensão da química dos metais de transição e pode conduzir a novas estratégias para a preparação de oligómeros e polímeros inorgânicos.

Ao contrário do carbono e de outros elementos do grupo 14, que facilmente

formam cadeias moleculares de comprimentos variados, os elementos do grupo 13 (B, Al, Ga, In e Tl) são muito menos susceptíveis de se ligarem entre si numa forma linear, principalmente em cadeias de três ou mais átomos. No entanto, com esta descoberta, os investigadores mostraram que, garantindo as condições adequadas, o índio pode formar oligómeros lineares. Na síntese reportada, formou-se uma cadeia contendo seis átomos de índio, por reacção de iodeto de índio com o ligando protonado e uma base de potássio forte, sendo que cada átomo metálico da cadeia apresenta uma ligação a um ligando. Baseando-

-se em estudos cristalográficos, a equipa concluiu que ambas as extremidades da cadeia terminam com um átomo de iodo e que não existe nenhuma ligação em ponte envolvendo os ligandos a suportar as cinco ligações simples índio-índio. Os investigadores esperam com estes resultados alargar e impulsionar a exploração das potencialidades dos polímeros orgânicos. (adaptado de *Chemical & Engineering News* **84** (2006) (14), 12).

Helder Gomes

# Porque ardem as florestas

MARIA FILOMENA CAMÕES\*

Amor é fogo que arde sem se ver,  
É ferida que dói e não se sente...

in Lusíadas  
Luís de Camões  
(1524- 10 de Junho 1580)

Recentemente, num jornal diário, lia-se:

- Incêndios que se iniciam de manhã são mais difíceis de combater,
- Os maiores incêndios iniciam-se entre as 12 h e as 16 h,
- A maioria dos incêndios é extinta à noite.

Nestes termos factuais, com imenso conteúdo científico escondido, a comunicação social, dá-nos conta dos incêndios florestais que, com maior incidência em algumas regiões do Globo, nomeadamente Portugal, Verão após Verão, espalham a destruição e a dor. Fala-se em actos criminosos, em matas por limpar, em floresta desordenada, em descargas eléctricas de trovoadas ou de linhas de alta tensão, em pontas de cigarro, em focos ópticos de pedaços de vidro, em falta de medidas de vigilância e ataque aos incêndios, etc. Tudo é verdade, mas poderá não ser o principal e, de qualquer modo, não tem sido o suficiente para evitar e combater a catástrofe. Melhor que combater é prevenir, e para isso, é fundamental que se recorra a todo o conhecimento existente para avaliação do risco de incêndio e definição de índices que traduzam quantitativamente esse risco. Na época de Verão de 2005 começaram a ser divulgados com os boletins meteorológicos televi-

vos, sinais de alerta para as diferentes regiões, na forma de sinais luminosos, vermelho, laranja e verde.

Para que haja fogo têm de ser reunidas três condições: existir o que arda, isto é, combustível; atmosfera comburente; e condições de temperatura capazes de despoletar e manter a reacção entre comburente e combustível.

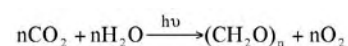
A matéria combustível está na floresta, é a madeira e as folhas, materiais não voláteis que ardem acima de 65° C, mas são também as substâncias orgânicas voláteis, VOC, que a vegetação liberta para a atmosfera. Dessa forma se constitui um meio combustível contínuo que se estende em altitude, de compostos que são capazes de se inflamar a temperaturas pouco superiores à temperatura ambiente, com uma qualquer fonte de aquecimento, por exemplo, um carro que se estaciona na berma da estrada com o motor quente da marcha. Na floresta portuguesa, maioritariamente de pinheiros e eucaliptos, são especialmente abundantes terpenos (C<sub>10</sub>H<sub>16</sub>) e isoprenos (C<sub>5</sub>H<sub>8</sub>), capazes de arder espontaneamente por aquecimento, não necessariamente por contacto com uma chama.

Dos três ramos do triângulo do fogo, aquele que pouco ou nada tem sido discutido é o do comburente, o oxigénio atmosférico, O<sub>2</sub>.

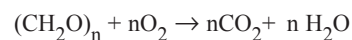
O ar atmosférico, além de quantidades variáveis de vapor de água, é uma mistura de cerca de 21% de oxigénio (O<sub>2</sub>), 78% de azoto (N<sub>2</sub>) e 0,9% de Árgon (Ar), e outros gases minoritários, dos quais o que está presente em maior quantidade é o dióxido de carbono

(CO<sub>2</sub>), com cerca de 0,035%. Quando a composição em oxigénio baixa para 15%, cessam as combustões; por outro lado, subindo para 25%, até a matéria orgânica molhada arde.

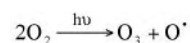
As florestas são os “pulmões” do Mundo, contribuindo para a renovação do oxigénio atmosférico através da recção de fotossíntese,



É de dia, pela acção da luz solar que há os grandes fluxos de oxigénio para a atmosfera. De noite, a vegetação não só não produz, como consome oxigénio pela respiração e outros processos de oxidação,



Ao longo dos anos tem-se verificado na atmosfera baixa, ou seja na troposfera (0 a ≈16 km de altitude), um aumento sistemático da composição de um dos principais poluentes atmosféricos, o ozono (O<sub>3</sub>),



A formação e destruição de ozono acontecem num complexo conjunto de reacções fotoquímicas. Prevê-se que, apesar das medidas restritivas em relação aos veículos automóveis e às instalações industriais, que levaram a uma diminuição generalizada da produção de precursores de ozono (Portugal é uma das poucas excepções, em que se verificou no período de 1990-1998, o maior aumento, superior a 20%), as concentrações de fundo de ozono no

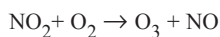
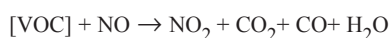
\* Departamento de Química e Bioquímica, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa (fcamoes@fc.ul.pt)

hemisfério norte continuam a aumentar 1% ao ano.

As concentrações de fundo encontradas para o ozono variam, de forma geral, em torno de algumas dezenas de  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , e, tal como seria de esperar de um poluente fotoquímico, com a hora do dia, a época do ano e a latitude. Dado que a radiação solar é mais intensa nas regiões tropicais, é aí que a maior parte do ozono global é formado, sendo no entanto, transportado para as regiões polares onde tende a acumular-se. As florestas são os principais emissores de VOC, precursores de ozono, havendo registos em algumas regiões dos Estados Unidos da América, de aumentos de 6 a 25% das emissões de VOC por década. É positivo o facto de o ozono destruir microorganismos patogénicos; produzindo VOC as árvores protegem-se dos insectos. No entanto, concentrações elevadas afectam as vias respiratórias e danificam as plantas. O ozono é, paralelamente, um importante gás de estufa, um dos reagentes da formação de nevoeiro fotoquímico, oxidando hidrocarbonetos a ácidos, aldeídos e cetonas.

O ozono mais fortemente oxidante que oxigénio molecular decompõe-se nele, contribuindo para maior enriquecimento da atmosfera neste comburente. Aumenta a temperatura das chamas, contribuindo para uma maior produção, volatilização e difusão dos VOC, numa espiral de fogo que se auto-alimenta em todos os três componentes, combustível, comburente e temperatura.

A presença de óxidos de azoto,  $\text{NO}_x$  (mistura  $\text{NO} + \text{NO}_2$ ), resultado da reacção entre oxigénio e azoto atmosféricos, fruto de intensa actividade antropogénica, constitui outro problema grave de poluição, que potencia o fenómeno. Apesar de não serem consumidos no processo, os óxidos de azoto comportam-se como catalisadores do processo de produção de ozono pelos VOC



Enquanto são consumidos no processo, os VOC regeneram  $\text{NO}_x$ , pelo que, uma pequena concentração de  $\text{NO}_x$  pode

contribuir para a formação de elevadas quantidades de ozono.

Existem modelos de avaliação de índices de risco de incêndio, estritamente meteorológicos que levam exclusivamente em conta temperatura, humidade, precipitação e vento. São manifestamente insuficientes, levando a aparentes paradoxos de regiões de supostamente baixo risco, isto é, símbolo verde, com temperaturas relativamente baixas e elevado grau de humidade, em que as florestas ardem e, por outro lado, zonas muito secas e com temperaturas mais elevadas, em que o índice dá sinal vermelho, mas em que nada ou pouco arde, porque, de tão secas, pouco ou nada há para arder. A decisão sobre atribuição a uma dada região de um sinal vermelho, laranja ou verde, tem que assentar num conjunto de dados com mais elevado conteúdo de informação. Mais realistas são os modelos avançados que também integram informação sobre o tipo e o estado da vegetação. São escassos, ou inexistentes, registos de concentrações de VOC e de ozono em áreas de risco. Medições de parâmetros químicos caracterizadores da qualidade da atmosfera servirão igualmente de suporte à política florestal, não só em termos de variedades de espécies florestais, como no que se refere à sua disposição no terreno e densidade de arborização; os grandes fogos da Amazônia aconteceram quando se abriram clareiras na floresta, o que permitiu a circulação de gases combustíveis e comburentes. Dada a flagrante evidência de forte correlação entre características oxidantes da atmosfera e risco de fogo, deverá proceder-se a uma reclassificação das variáveis de risco, devendo os modelos de cálculo de índices de risco de incêndio integrar as condições de inflamabilidade dos combustíveis florestais, passando a introduzir designadamente, concentrações de VOC e de ozono. Para tanto, impõe-se o desenvolvimento de processos de medição práticos e expeditos e a implementação de programas coerentes de medição, de forma a permitir desenvolver e validar modelos de cálculo mais fiáveis e úteis para a definição de estratégias de controlo e tomada de opções técnicas de prevenção e combate de incêndios. Num conservadorismo

demasiadamente estático, estas têm-se resumido à adição de água, fundamentalmente do solo, provocando arrefecimento e cortando o acesso de oxigénio atmosférico. Métodos novos e mais eficientes para atacar incêndios deverão complementar os que actualmente são usados. A composição química das atmosferas recomenda ataque aéreo, com dispersão sobre as áreas de fogos florestais, não apenas de água, mas de soluções ou suspensões de substâncias convenientemente seleccionadas, que à acção de arrefecimento e de lavagem da água, acrescente a remoção adicional, física e química de combustíveis e comburentes; adsorventes ou agentes de nucleação que agreguem gases promovendo a sua deposição, e espécies químicas que possam ser oxidadas por ozono e oxigénio, logo reduzindo-os. Algumas práticas, pouco fundamentadas, referem o uso de fosfatos que, ao atingirem o solo funcionam como fertilizantes. Uma possibilidade complementar, ou alternativa, poderá eventualmente residir no ião iodeto,  $\text{I}^-$ , oxidando-se a iodo,  $\text{I}_2$ ; é o mesmo princípio usado no processo electroquímico de medição de ozono. Quaisquer eventuais opções deverão tomar em consideração efeitos ambientais secundários indesejáveis, designadamente sobre solos, vegetação e cursos de água.

#### Referências:

- [1] A.M. Verdasca, *O Ozono o Homem e a Natureza*, Tese de Mestrado, DQB-FCUL, 2005.
- [2] M.F. Camões, *Uma Nova Dimensão do Fogo*, in *Ciência.Hoje*, 26 Fevereiro, 2006.
- [3] M.A. Cerqueira, C.A. Pio, P.A. Gomes, J.S. Matos, T. *Science of the Total Environment* **313** (2003) 49-60.
- [4] Direcção Geral dos Recursos Florestais: <http://www.dgrf.min-agricultura.pt> (Ministério da Agricultura do Desenvolvimento Rural e das Pescas, Portugal, acedido em 02-08-2006).
- [5] EEA Environmental Themes: [http://themes.eea.eu.int/Environmental\\_issues](http://themes.eea.eu.int/Environmental_issues) (European Environment Agency, Kongens Nytorv 6, DK-1050 Copenhagen K, Denmark, acedido em 02-08-2006).



## Destaques

### 3rd European Students Conference on Physical, Organic and Polymer Chemistry

18-20 Setembro 2006 em Viena, Áustria

A "3rd European Students Conference on Physical, Organic and Polymer Chemistry", é apoiada pela Sociedade Portuguesa de Química e terá lugar entre 18 e 20 de Setembro de 2006 em Viena, Áustria, sendo organizada conjuntamente pela empresa Dynea, pelo Instituto de Química Orgânica da Universidade de Viena e pela Sociedade Austríaca de Química.

Esta conferência pretende, num ambiente relaxado, juntar investigadores universitários e da indústria para promover a partilha de experiências de investigação e fornecer aos estudantes a oportunidade de apresentar e discutir resultados do seu trabalho científico, sob a forma de poster ou de comunicação oral. A participação dos estudantes é incentivada com a reduzida taxa de inscrição exigida (75 euros ou 65 euros, se sócios da Sociedade Portuguesa de Química).

Os tópicos da conferência centram-se na química-física, química orgânica e polímeros, devendo no entanto, ser entendido no seu sentido mais lato, isto é, é esperada a submissão de trabalhos relacionados com a ciência dos materiais, química das madeiras, tecnologia de processamento de polímeros e de resinas, o desenvolvimento de catalisadores e de aditivos para polímeros e resinas, entre outros.

Para mais informações, consultar a respectiva página web, que possibilita uma retrospectiva das duas conferências anteriores (realizadas em 2003 e 2004) e a obtenção sem qualquer restrição dos resumos submetidos.

E: [info@phopoc.com](mailto:info@phopoc.com)  
URL: [www.phopoc.com](http://www.phopoc.com)

### 28th Annual Discussion Meeting of the Magnetic Resonance Spectroscopy Division of the German Chemical Society

26-28 Setembro 2006 em Tübingen, Alemanha

Entre 26 e 28 de Setembro de 2006 irá realizar-se o 28.º Encontro do grupo de Ressonância Magnética da Sociedade de Química Alemã, em colaboração com o grupo de Ressonância Magnética da Sociedade Portuguesa de Química. O grupo alemão tem como tradição a organização de encontros conjuntos com outras sociedades europeias de modo a promover a colaboração entre membros das várias comunidades de Ressonância Magnética. Este ano, Portugal e Espanha são os países convidados, com condições especiais de inscrição. Para mais informações, consultar a respectiva página web.

E: [klaus.albert@uni-tuebingen.de](mailto:klaus.albert@uni-tuebingen.de)  
URL: [fgmr.chemie.uni-hamburg.de/fg2006/index.htm](http://fgmr.chemie.uni-hamburg.de/fg2006/index.htm)

### Medicinal Chemistry in the 21st Century

13-14 Outubro 2006 em Lisboa

Irá ter lugar nos dias 13 e 14 de Outubro próximo o primeiro encontro nacional sobre Química Terapêutica, intitulado Medicinal Chemistry in the 21st Century, organizado pela Plataforma de Química Terapêutica da Divisão de Química Orgânica da SPQ. O local do evento será a Faculdade de Farmácia da Universidade de Lisboa.

O encontro pretende divulgar junto da comunidade científica esta área multidisciplinar onde a Química, Bioquímica, Biologia e Farmacologia convergem para a compreensão dos mecanismos de acção dos fármacos e para o desenvolvimento racional de novos agentes terapêuticos. Será também uma excelente ocasião para promover e encorajar o intercâmbio entre investigadores com interesses científicos associados à Química Terapêutica. Serão abordados os avanços nos métodos, estratégias e tecnologias de descoberta e desenvolvi-

mento de novos fármacos, a descoberta de agentes antivirais, o desenvolvimento de antitumorais selectivos, o estudo dos mecanismos de toxicidade de metabolitos e o fenómeno da resistência a antibióticos. Está confirmada a presença dos Professores Eric De Clercq (Rega Institute for Medical Research Leuven University; "Nauta Award on Pharmacochimistry" 2000, da European Federation for Medicinal Chemistry), Ferran Sanz (Institut Municipal d'Investigació Mèdica, Universitat Pompeu Fabra, Barcelona), Frederick A. Beland (National Center for Toxicological Research, Arkansas, USA), Michael I. Page (The University of Huddersfield, UK), Sally Freeman (School of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences, The University of Manchester, UK) e Tanneke den Blaauwen (Swammerdam Institute for Life Sciences, University of Amsterdam). Informações adicionais poderão ser encontradas na respectiva página web ou solicitadas ao secretariado.

E: [mapaulo@ff.ul.pt](mailto:mapaulo@ff.ul.pt)  
URL: [www.ff.ul.pt/org/spq](http://www.ff.ul.pt/org/spq)

### III Biental del Grupo Especializado de Resonancia Magnética Nuclear de la Real Sociedad de Química Española

15-18 Outubro 2006 em Sant Joan, Espanha

O grupo de Ressonância Magnética da Sociedade Portuguesa de Química colabora este ano com o grupo congénere de Espanha na organização do seu encontro anual. A participação da comunidade de Ressonância Magnética portuguesa nos encontros do grupo de Ressonância Magnética da Real Sociedade de Química Espanhola já demonstrou ser de grande interesse científico para ambas as comunidades, tendo originado o desenvolvimento de projectos, colaborações e estabelecimento de Acções Integradas entre membros e grupos dos dois países. Este ano, entre 15 e 18 de Outubro, realiza-se a III Biental del Grupo Especializado de Resonancia Magnética Nuclear de la Real Sociedad de Química Española em Sant

# Medicinal Chemistry in the 21st Century

13-14 October, 2006

Faculty of Pharmacy - University of Lisbon



SOCIEDADE  
PORTUGUESA  
DE QUÍMICA

Sociedade Portuguesa de Química  
*Divisão de Química Orgânica*  
Plataforma de Química Terapêutica

*Invited Speakers*

**Eric De Clercq**  
Rega Institute for Medical Research, Leuven University, **Belgium**

**Ferran Sanz**  
Institut Municipal d'Investigació Mèdica Universitat Pompeu Fabra, **Spain**

**Frederick A. Beland**  
National Center for Toxicological Research, Arkansas, **USA**

**Michael I. Page**  
University of Huddersfield, **UK**

**Sally Freeman**  
School of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences, University of Manchester, **UK**

**Tanneke den Blaauwen**  
Swammerdam Institute for Life Sciences, University of Amsterdam, **Netherlands**

[www.ff.ul.pt/org/spq](http://www.ff.ul.pt/org/spq)

Joan, Alicante. O grupo de Ressonância Magnética da Sociedade Portuguesa de Química convida todos os interessados a participarem.

E: [bialgermn@umh.es](mailto:bialgermn@umh.es)  
URL: [bialgermn.umh.es](http://bialgermn.umh.es)



### Jornadas de Electroquímica e Inovação 2006

20 Outubro 2006 no Porto

Numa organização do grupo "Electroquímica e Inovação" (e-inov), constituído por Professores e Investigadores de várias Universidades Portuguesas, vão ter lugar, a 20 de Outubro de 2006, na Fundação Cupertino de Miranda, no Porto, as "Jornadas de Electroquímica e Inovação 2006", contando com o patrocínio da Sociedade Portuguesa de Química. Estas Jornadas são organizadas segundo duas áreas temáticas de interesse muito actual: i) Novos Meios Electrolíticos e ii) Técnicas de Sonda em Electroquímica e incluirão, em cada sessão temática, uma comunicação plenária por um cientista especialista, quatro comunicações orais temáticas e a apresentação de comunicações sob a forma de painel incidindo sobre trabalhos em curso nas áreas em agenda ou em outras relacionadas. Durante todo o evento, a discussão de ideias será um ponto forte, culminando, no final, na realização duma mesa redonda para debater, de uma forma globalizante, os temas abordados nas Jornadas. Como forma de incentivar a participação de jovens investigadores neste tipo de actividade e contribuir para motivar o seu labutar nestas lides da investigação científica, serão atribuídos prémios "Jovem Investigador" às apresentações consideradas mais inovadoras.

As "Jornadas de Electroquímica e Inovação 2006", pretendem fomentar a discussão de ideias em tópicos de ponta em ciência e tecnologia aplicadas à Electroquímica juntando, para tal, investigadores com interesses comuns e não

só! Espera-se, também, atrair a atenção de todos quantos, não trabalhando directamente nas áreas em debate, sintam a atracção dos temas propostos, que certamente são de real interesse na ciência actual. Assim, promover a difusão de áreas de conhecimento e aplicação inovadoras é um dos objectivos destas Jornadas. Um segundo objectivo é dar visibilidade, junto de entidades empresariais, aos grupos que realizam investigação na área da electroquímica em Portugal de forma a, eventualmente, levar ao estabelecimento e/ou fortalecimento das relações entre os laboratórios de investigação e as empresas que lidam com Electroquímica. E, finalmente, as "Jornadas de Electroquímica e Inovação 2006", gostariam de constituir um salutar e agradável ponto de encontro para colegas, professores, investigadores, estudantes e todos os profissionais que se dedicam à Electroquímica em Portugal!

E: [info@e-inov.org](mailto:info@e-inov.org)  
URL: [www.e-inov.org](http://www.e-inov.org)



### Departamento de Engenharia Química na FEUP

7 Novembro 2006 no Porto

Como já vem sendo habitual nos últimos anos, as Jornadas do DEQ voltam a ter lugar no mês de Novembro na Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Este evento, organizado pelos alunos da Licenciatura em Engenharia Química, tem como objectivo retratar e debater temas actuais, relacionados com a Engenharia e com o papel dos Engenheiros no Mundo. Temos desde sempre contado com a valiosa contribuição de oradores das varias áreas da Engenharia, todos eles com uma representação activa na sociedade actual.

Desta feita, o tema em análise nas 6.<sup>as</sup> Jornadas do DEQ será "A Energia no Caminho da Engenharia". A Natureza não é capaz de produzir combustíveis de ori-

gem fóssil a um ritmo que acompanhe as necessidades da sociedade. É cada vez mais urgente que o Mundo se torne independente das formas de energia mais tradicionais, como, por exemplo, o petróleo. No entanto, a própria Natureza apresenta-nos muitos outros recursos inesgotáveis, que podem e devem ser aproveitados, tanto a nível industrial como doméstico. Uns mais económicos, outros menos poluentes, são muitas as vantagens que estes novos tipos de Energia nos oferecem. Ao longo das últimas décadas, tem-se vindo a verificar um desenvolvimento notável no campo das Energias Alternativas que serão um bem cada vez mais imprescindível. Torna-se assim, indispensável a discussão e o esclarecimento acerca deste tema, tão importante para o Mundo e para a Engenharia.

Com um leque oradores digno de nota, tencionamos, no dia 7 de Novembro, proporcionar a todos os que estiverem interessados, um dia dedicado à Energia. Serão abordados temas como os biocombustíveis e as células de combustível, duas óptimas alternativas no âmbito dos transportes, bem como a energia eólica, uma das principais energias renováveis, não esquecendo a polémica energia nuclear, que com certeza, nos proporcionará um debate com muito interesse. Contamos, portanto, com alargada participação, a partir das 9h, no Auditório da FEUP.

E: [jornadeq@fe.up.pt](mailto:jornadeq@fe.up.pt)  
URL: [www.fe.up.pt/jornadas](http://www.fe.up.pt/jornadas)

### XIX Congresso ENCIGA

23-26 Novembro 2006 na Póvoa do Varzim

A ENCIGA – Associação dos Ensinantes de Ciências de Galicia – vai realizar o seu XIX congresso na Escola Secundária Eça de Queirós da Póvoa de Varzim, nos dias 23, 24 e 25 de Novembro de 2006.

A ENCIGA é uma associação de professores de Ciências da Galiza, fundada em 1988, cuja missão principal é a promoção da qualidade do ensino não universitário, nas áreas da Matemática, das Ciências e das Tecnologias.

O Congresso da ENCIGA é a maior realização anual desta associação e, para além do seu carácter formativo, tem também como objectivos a promoção de contactos entre os associados e o intercâmbio de experiências didácticas.

A Escola Secundária Eça de Queirós (ESEQ), o centenário “Liceu da Póvoa” como é conhecida, sente-se honrada com o convite que a ENCIGA lhe dirigiu para organizar o XIX Congresso desta associação de professores, ao qual acedeu com muito gosto.

Mais do que um congresso, queremos que este evento seja um abraço que dois povos irmãos querem dar na caminhada pelo futuro, que se pretende seja cada vez mais comum.

É, pois, com este espírito que gostaríamos de contar com a sua presença, para ver e ouvir as comunicações, participar nos debates e *workshops*, assistir às conferências plenárias e mergulhar numa profícua e informal troca de ideias e de experiências. Esperamos ainda que se envolva activamente como autor, compartilhando a sua experiência profissional de Educação em

Ciências. Os temas que sugerimos para a apresentação de trabalhos, sem carácter exclusivo, são: Experiências didácticas; Actividades de investigação-acção; Matérias interdisciplinares; Tratamento de conteúdos transversais; Avaliação; Ciência e sociedade; Estratégias metodológicas; Desenvolvimento curricular; Materiais curriculares; Recursos multimédia; Qualquer outro tema da vossa preferência, porque nunca será demais o que nos queiram contar.

A estrutura do encontro inclui: Conferências convidadas; Comunicações; Posters; *Workshops*. As línguas oficiais do congresso são o Português, Galego e Castelhanho.

Os trabalhos aceites verão os resumos publicados no Livro de Actas do Congresso e serão publicados na íntegra no CD-ROM de Actas do Congresso (ambos com ISBN), que serão distribuídos aos participantes.

Limite para submissão de trabalhos: 15 de Outubro. Inscrições através da web: 15 de Novembro. Nos três dias de con-



Laboratório Chimico da Escola Politécnica, Museu de Ciência da Universidade de Lisboa, em fase de restauro (Foto: Carlos Cunha). Conferência Internacional – A Química no Século XIX.

gresso contamos, também, dar-lhe a conhecer um pouco da nossa cidade e das suas gentes; do seu património histórico e cultural; da sua gastronomia e da sua vida social.

E: congresso.enciga@mail.telepac.pt  
URL: <http://www.eseq.pt> e <http://www.enciga.org>.

### **38th Convention of the South African Chemical Institute**

3-8 Dezembro 2006 em Durban, África do Sul

O principal objectivo deste congresso, que conta com a presença na respectiva Comissão Internacional do actual Presidente da Divisão de Química-Física da SPQ, o Prof. Rui Fausto, é o avanço da Química através da criação de novas fronteiras para a melhoria das condições de vida e tendo em conta o desenvolvimento sustentado. São também objectivos, contribuir para a actualização científica dos químicos no que concerne aos desenvolvimentos mais recentes desta área do saber e propiciar espaço para uma análise prospectiva do impacto futuro da Química na sociedade humana. Os principais tópicos a abordar incluem a Química Analítica, Educação em Química, Cromatografia, Cristalografia, Electroquímica, Química Ambiental, Química Industrial, Química Inorgânica, Espectrometria de Massa,

Espectroscopia Molecular, Química Orgânica e Química-Física.

O congresso realiza-se no campus de Durban da Universidade de KwaZulu-Natal, situado na cidade de Durban, na Província de KwaZulu-Natal. A Província é a pátria tradicional da nação Zulu, e possui uma herança histórica muito rica, sendo possível visitar os locais onde tiveram lugar muitas batalhas históricas dos tempos das Guerras Anglo-Zulo e Anglo-Boer. Mantendo-se como o destino mais popular de férias do país, Durban atrai muitos visitantes estrangeiros que podem visitar locais como o complexo “Shaka Marine World”, o “Point Waterfront” e o “Valley of the Thousand Hills”.

Toda a informação adicional necessária sobre este congresso pode ser obtida na respectiva página web.

E: [rfausto@ci.uc.pt](mailto:rfausto@ci.uc.pt) (contact point em Portugal)

URL: [www.interaction.ukzn.ac.za/saci2006](http://www.interaction.ukzn.ac.za/saci2006)

### **XX Encontro Nacional da Sociedade Portuguesa de Química**

14-16 Dezembro 2006 em Lisboa

O XX Encontro Nacional da Sociedade Portuguesa de Química irá decorrer entre 14 e 16 de Dezembro de 2006, no campus da Caparica da Faculdade de

Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa. O tema escolhido para a reunião deste ano é: Química Sustentável, um tema ... uma reflexão. O prazo para submissão de resumos será até 15 de Outubro de 2006, podendo os participantes inscreverem-se até 15 de Novembro de 2006. O programa consistirá de lições plenárias, sessões temáticas, sessões de pósters e *workshops*. A Comissão organizadora é constituída pelos seguintes elementos: Manuel N Ponte, José J G Moura, Isabel Moura, Paula Branco, Ana Ramos, Isabel Fonseca, A. Gil Santos, Ricardo Franco e Alexandre Jesus.

E: [mpn@dq.fct.unl.pt](mailto:mpn@dq.fct.unl.pt)

URL: [www.spq.pt/congressos/XXENSPQ](http://www.spq.pt/congressos/XXENSPQ)

### **Conferência Internacional – A Química no Século XIX: Espaços e Coleções**

1-4 Fevereiro 2007 em Lisboa

O Museu de Ciência da Universidade de Lisboa vai aproveitar a abertura ao público do magnífico Laboratório Chimico da Escola Politécnica, actualmente em fase de restauro, para organizar, em conjunto com a Sociedade Portuguesa de Química, a Conferência Internacional *19th Century Chemistry: Spaces and Collections*.

A Conferência pretende contribuir para a reflexão de questões relevantes para a história da química e para a preservação do seu património, bem como fortalecer os laços entre historiadores e conservadores, e promover a cultura material da química junto de professores, estudantes e público em geral.

Contará com a presença de especialistas nacionais e internacionais, ligados à história da química, aos museus de ciência e ao património científico. Inclui ainda um *Workshop*, cuja participação não obriga à inscrição no congresso, e uma Sessão Pública, com entrada livre, sobre o património científico português.

O *Workshop* visa dar aos participantes conhecimentos práticos sobre como lidar com colecções, nomeadamente, no que se refere à documentação e interpretação de instrumentos científicos. É especialmente destinado a professores do ensino secundário e pessoas

que têm a seu cargo colecções de instrumentos científicos em outro tipo de instituições.

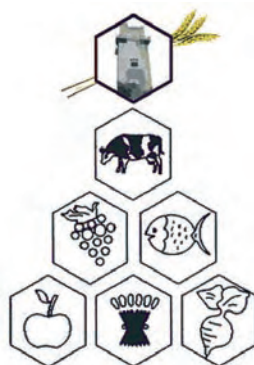
Habitualmente, o património científico português tem sido excluído da legislação e das políticas de conservação do património histórico e cultural. Geralmente, a maior parte destes espaços, colecções e arquivos estão numa situação vulnerável, sujeitos à arbitrariedade e em risco de danos irreversíveis ou mesmo de perda irremediável. Durante a Sessão Pública, será distribuído um Documento-Base, enumerando prioridades e orientações com vista à preservação do Património Científico Português que servirá de base à discussão.

E: [19chem2007@fc.ul.pt](mailto:19chem2007@fc.ul.pt)

URL: [19chem2007.museus.ul.pt](http://19chem2007.museus.ul.pt)

### **8.º Encontro de Química dos Alimentos: Alimentos Tradicionais, Alimentos Saudáveis e Rastreabilidade** 4-7 Março 2007 em Beja

A Área Departamental de Ciência e Tecnologia dos Alimentos da Escola Superior Agrária do Instituto Politécnico de Beja em colaboração com a Divisão de Química dos Alimentos da Sociedade Portuguesa de Química, e na sequência de outros Encontros que tiveram lugar em Santarém, Aveiro, Faro, Coimbra, Porto, Lisboa e Viseu, vai organizar, em Beja, o 8.º Encontro de Química dos Alimentos. Estes Encontros, que têm como principal objectivo reunir os profissionais do meio académico e industrial e da sociedade em geral, bem como estimular a investigação e o debate em áreas de interesse comum, constituem já uma referência no domínio da Química e da Ciência dos Alimentos em Portugal.



O programa científico incluirá sessões plenárias, comunicações orais e em painel, em torno das seguintes áreas temáticas: (i) Inovação e alimentos tradicionais, (ii) Alimentos funcionais, (iii) Rastreabilidade, (iv) Segurança, toxicologia e valor nutricional e (v) Processamento, conservação, vida útil e circuitos de distribuição.

A submissão de resumos de comunicações deve ser efectuada até ao dia 1 de Outubro de 2006 através da página web do Encontro, indicando o tipo de comunicação preferido (oral ou em painel, não vinculativo) e a área temática do programa em que melhor se enquadra o trabalho descrito no resumo.

Para informações mais detalhadas, incluindo sobre instruções de preparação dos resumos, e dos manuscritos destinados às actas, consultar a página web do Encontro.

E: [ibereo@esab.ipbeja.pt](mailto:ibereo@esab.ipbeja.pt)

URL: [www.esab.ipbeja.pt/8eqa2007](http://www.esab.ipbeja.pt/8eqa2007)

### **6.º Encontro da Divisão de Química Analítica (SPQ-ANALITICA'07)**

29-30 Março 2007 em Lisboa

O encontro bienal da Divisão de Química Analítica da SPQ: SPQ Analítica'07 terá lugar em Lisboa, Centro de Congressos do Instituto Superior Técnico, nos dias 29 e 30 de Março de 2007. Como habitualmente, constará de lições, comunicações orais e na forma de painel, sobre todos os temas da química analítica moderna. Serão tratados tendências e desafios actuais em Química Analítica, nomeadamente, novos materiais para sensores e detectores e novas técnicas de análise de dados complexos.

Serão aceites contribuições em todas as áreas da Química Analítica. Todos os interessados são convidados a submeter os seus trabalhos até 31 de Janeiro de 2007.

Para mais informações consultar a respectiva página web, a disponibilizar brevemente.

E: [mcsantos@alfa.ist.utl.pt](mailto:mcsantos@alfa.ist.utl.pt)

Secção compilada por Helder Gomes

## Agenda

### 10-15 Setembro 2006 em Dresden, Alemanha

*First International IUPAC Conference on Green-Sustainable Chemistry*

E: tundop@unive.it

URL: [www.gdch.de/vas/tagungen/tg/5559.htm](http://www.gdch.de/vas/tagungen/tg/5559.htm)

### 11-13 Setembro 2006 em Lisboa

*7th Portuguese Conference on Automatic Control – CONTROLO'2006*

E: controlo2006@ist.utl.pt

URL: [controlo2006.ist.utl.pt](http://controlo2006.ist.utl.pt)

### 11-15 Setembro 2006 em Saragoça, Espanha

*VI Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología y Género*

E: genciber@unizar.es

URL: [wzar.unizar.es/siem/Agenda/Congreso.html](http://wzar.unizar.es/siem/Agenda/Congreso.html)

### 18-20 Setembro 2006 em Viena, Áustria

*3rd European Students Conference on Physical, Organic and Polymer Chemistry*

E: info@phopoc.com

URL: [www.phopoc.com](http://www.phopoc.com)

### 20-22 Setembro 2006 no Porto

*II International Conference on Environmentally-Compatible Forest Products - ECOWOOD 2006*

E: pdias@ufp.pt

URL: [www.ufp.pt/events.php?intld=10038](http://www.ufp.pt/events.php?intld=10038)

### 26-28 Setembro 2006 em Tübingen, Alemanha

*28th Annual Discussion Meeting of the Magnetic Resonance Spectroscopy Division of the German Chemical Society*

E: klaus.albert@uni-tuebingen.de

URL: [fgmr.chemie.uni-hamburg.de/fg2006/index.htm](http://fgmr.chemie.uni-hamburg.de/fg2006/index.htm)

### 27-29 Setembro 2006 em Lisboa

*XIII Seminário Ibérico de Química Marinha*

E: cvale@ipimar.pt

URL: [www.horta.uac.pt/intradop/noticias6/20060516/XIII%20SIQM\\_Pt.pdf](http://www.horta.uac.pt/intradop/noticias6/20060516/XIII%20SIQM_Pt.pdf)

### 1-4 Outubro 2006 em Madrid, Espanha

*4th Euro Fed Lipid Congress*

E: gab@eurofedlipid.org

URL: [www.eurofedlipid.org/meetings/madrid/index.htm](http://www.eurofedlipid.org/meetings/madrid/index.htm)

### 1-4 Outubro 2006 em Buenos Aires, Argentina

*XXII Interamerican Congress of Chemical Engineering*

E: congress2006@aaiq.org.ar

URL: [www.ciiq.org](http://www.ciiq.org)

### 13-14 Outubro 2006 em Lisboa

*Medicinal Chemistry in the 21st Century*

E: mapaulo@ff.ul.pt

URL: [www.ff.ul.pt/org/spq](http://www.ff.ul.pt/org/spq)

### 15-18 Outubro 2006 em Sant Joan, Espanha

*III Biental del Grupo Especializado de Resonancia Magnética Nuclear de la Real Sociedad de Química Española*

E: bienalgermn@umh.es

URL: [bienalgermn.umh.es](http://bienalgermn.umh.es)

### 20 Outubro 2006 no Porto

*Jornadas de Electroquímica e Inovação 2006*

E: info@e-inov.org

URL: [www.e-inov.org](http://www.e-inov.org)

### 7 Novembro 2006 no Porto

*6.as Jornadas do Departamento de Engenharia Química na FEUP*

E: jornadeq@fe.up.pt

URL: [www.fe.up.pt/jornadas](http://www.fe.up.pt/jornadas)

### 23-26 Novembro 2006

**na Póvoa de Varzim**

*XIX Congresso ENCIGA*

E: congresso.enciga@mail.telepac.pt

URL: <http://www.eseq.pt> e <http://www.enciga.org>

### 3-8 Dezembro 2006 em Durban, África do Sul

*38th Convention of the South African Chemical Institute*

E: rfausto@ci.uc.pt (contact point em

Portugal)

URL: [www.interaction.ukzn.ac.za/saci2006](http://www.interaction.ukzn.ac.za/saci2006)

### 14-16 Dezembro 2006 em Lisboa

*XX Encontro Nacional da Sociedade Portuguesa de Química*

E: mnp@dq.fct.unl.pt

URL: [www.spq.pt/congressos/XXENSPQ](http://www.spq.pt/congressos/XXENSPQ)

### 1-4 Fevereiro 2007 em Lisboa

*Conferência Internacional – A Química no Século XIX: Espaços e Coleções*

E: info@19CHEM2007.ul.pt

URL: [19chem2007.museus.ul.pt](http://19chem2007.museus.ul.pt)

### 4-7 Março 2007 em Beja

*8.º Encontro de Química dos Alimentos: Alimentos Tradicionais, Alimentos Saudáveis e Rastreabilidade*

E: ibereo@esab.ipbeja.pt

URL: [www.esab.ipbeja.pt/8eqa2007](http://www.esab.ipbeja.pt/8eqa2007)

### 9-11 Março 2007 em Tessalónica, Grécia

*5th International Congress on Food Technology*

E: thes@petet.org.gr

URL: [congress5.petet.org.gr](http://congress5.petet.org.gr)

### 29-30 Março 2007 em Lisboa

*6.º Encontro da Divisão de Química Analítica (SPQ-ANALITICA'07)*

E: mcsantos@alfa.ist.utl.pt

### 1-4 Abril 2007 em Lisboa

*2nd workshop on Biophysics of membrane-active peptides*

E: biophysicsmap@fc.ul.pt

URL: [www.biophysicsmap.com](http://www.biophysicsmap.com)

### 18-20 Abril 2007 em Aveiro

*9.ª Conferência Nacional do Ambiente*

E: 9cna@dao.ua.pt

URL: [www.dao.ua.pt/9CNA](http://www.dao.ua.pt/9CNA)

### 27-31 Maio 2007 em Natal, Brasil

*8th Natural Gas Conversion Symposium*

E: secretariat-registration@ngcs8.com.br

URL: [www.ibp.org.br/main.asp?View={3B3A8CC4-55EB-42DE-BC0F-166B642837C0}](http://www.ibp.org.br/main.asp?View={3B3A8CC4-55EB-42DE-BC0F-166B642837C0})

Secção compilada por Helder Gomes

# Everyone is using Gemini HPLC Columns. Here's why:

"...I was looking for a column that would give good, consistent results...every time. I was extremely happy with the Gemini results and will recommend its use..."

Patricia Boston, Senior Scientist  
Major Pharmaceutical Company

"[Gemini is] now my column of choice on all our LC/MS systems"

Darren Medland  
EISAI London Research Labs Ltd.

"We are very satisfied with the Gemini column! One example is the analysis of Apomorphin and Nipagin - directly compared to a competitor column Gemini convinced by optimal separation, peak shape and column lifetime (as different as night and day)."   
Dr. Mark Roffe,  
SoluPharm GmbH

"Gemini C18 is one of the best columns that I have used ever... I found it is a robust and reliable column when doing method validation."

Yong Deng,  
Major Animal Health Organization

"Gemini has proved its versatility... good peak shape and reproducibility. A highly aqueous mobile phase at pH 11.5 was used. Column performance has remained stable over 50 hours..."

Ian Dawson  
Major Pharmaceutical Company

"I found the best developing method of Sodium Benzoate. The resolution and separation...looks very good..."

Charles Y. Deng, Senior Scientist  
NovaDel Pharma

"[With Gemini] it was possible to detect extremely low analyte concentrations in very difficult samples"

Dr. Manuela Perlegrini  
Ist. Superiore Santa

"Gemini has finally solved the 'High pH purification' problem...enabling us to work at nearly any pH. Gemini has fantastic selectivity, very high loading capacity and it lasts for ages..."

Cesare Granata  
Astex Therapeutics Ltd.

"Gemini columns have high efficiencies and long column lifetimes"

Ren Yiping  
Zhejiang Center for Disease Prevention and Control

"[Gemini] columns have maintained integrity through thousands of purification runs... even the synthetic chemists have noticed the better data from their analytical runs, and have voiced their support of the Gemini columns"

Cynthia Jefferies  
Chembridge Research Laboratories

"Increased resolution due to excellent peak symmetry."

Jan Triska  
Ist. Landscape Ecology

"In our LC/MS studies, separation [using a Gemini 5µm column] was superior than those of other columns packed with smaller particles, thus allowing for a smoother transition for subsequent scale-up."

Takahiro Takeuchi  
Teijin Pharma Limited

"... Now, over 5000 runs and 10 liters of pH 3 solvent later, I notice no decline in column performance..."

John Thaden, PhD  
University of Arkansas for Medical Sciences

"The extraordinary column, Gemini... reduced dramatically [the] runtime in vitamin analysis"

Edmilson F. Calcilari  
Major Nutritional Company



**Gemini**  
Mystery Solved

- **pH Method Flexibility (pH stable 1-12)**
- **Higher Efficiency with NEW Gemini™ 3µm C18 & C6-Phenyl**
- **Aromatic & Hydrophobic Retention with NEW Gemini™ C6-Phenyl**
- **Increase Purification Throughput with NEW Axia™ Packed Gemini™ Prep Columns**

**Try Gemini in your lab risk free!**

Visit

[www.phenomenex.com/gemini](http://www.phenomenex.com/gemini)



[www.phenomenex.com](http://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](mailto:international@phenomenex.com)

USA  
tel: (310) 212-0555  
email: [info@phenomenex.com](mailto:info@phenomenex.com)

Puerto Rico  
(800) 541-HPLC  
info@phenomenex.com

Canada  
(800) 543-3681  
info@phenomenex.com

France  
01 30 09 21 10  
[franceinfo@phenomenex.com](mailto:franceinfo@phenomenex.com)

United Kingdom  
01625-501367  
[ukinfo@phenomenex.com](mailto:ukinfo@phenomenex.com)

Ireland  
01 247 5405  
[eireinfo@phenomenex.com](mailto:eireinfo@phenomenex.com)

Germany  
06021-58830-0  
[antrage@phenomenex.com](mailto:antrage@phenomenex.com)

New Zealand  
09-4780951  
[info@phenomenex.co.nz](mailto:info@phenomenex.co.nz)

Australia  
02-9428-6444  
[info@phenomenex.com.au](mailto:info@phenomenex.com.au)

The opinions stated herein are solely those of the speaker and not necessarily those of any company or organization. © 2006 Phenomenex Inc. All rights reserved.

# A successful concept

The national chemical societies of nine European countries are co-owners of *ChemPhysChem*



France



Germany



Czech Republic



Greece



Austria



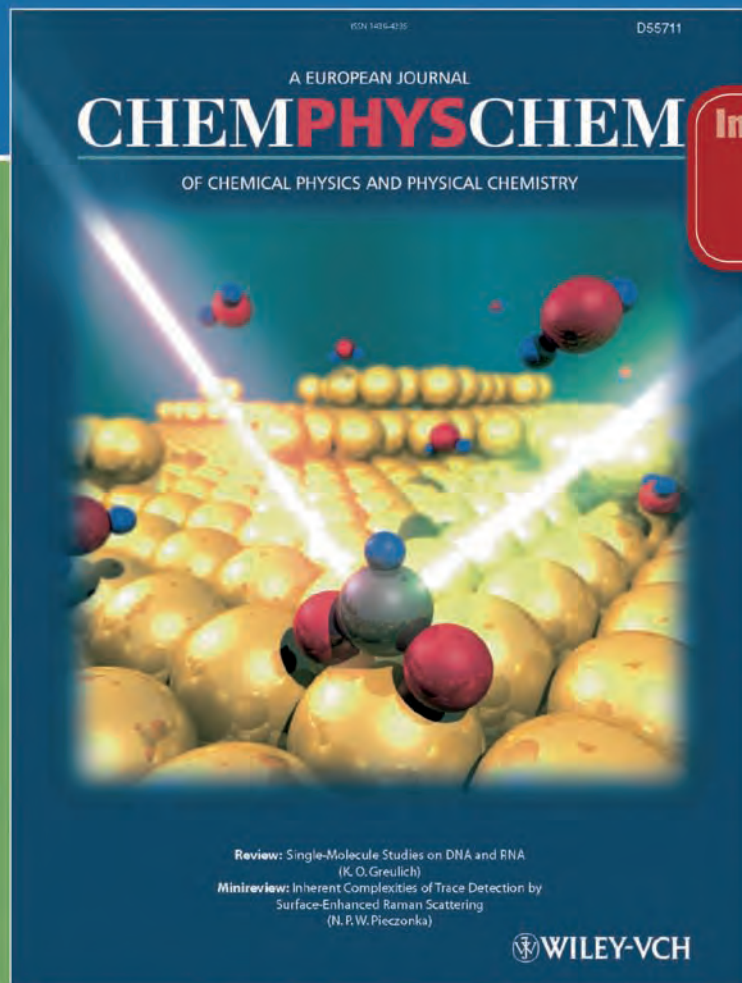
Belgium



Hungary



Portugal



Increased Impact  
Factor:  
**3.596**

**ChemPhysChem** a premier journal for physical chemistry and chemical physics covering

- Solid-State and Soft-Matter Research
  - Electro- and Photochemistry
  - Femtochemistry and Nanotechnology
  - Complex Systems
  - Single-Molecule Research
  - Clusters and Colloids
  - Catalysis and Surface Science
  - Biophysics and Physical Biochemistry
  - Atmospheric and Environmental Chemistry
- and many more topics

**Chairmen of the Editorial Advisory Board:**  
Frans.C. De Schryver (Belgium)  
James T. Hynes (France, USA)

**Editor:**  
Peter Göllitz

**Deputy Editor:**  
Evelyn Wessel

Visit **ChemPhysChem** online  
**www.chemphyschem.org**

## 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)

