

# QUÍMICA

**Editorial** 2

**Noticiário SPQ** 3

**Livros & Multimédia** 13

## Artigos

Nas encruzilhadas da bioquímica em Portugal 15

*Isabel Amaral e Fernando Antunes*

Desinfecção com dióxido de cloro 21

*Cristina Maria Martins Almeida*

Mauveína, a cor que mudou o mundo! 31

*A. M. Amorim da Costa*

**Noticiário escolas** 36

## Folhas de Química

A importância da densidade 38

*M. Filomena Camões*

## Química e ensino

O que pensam e dizem os alunos 41

*Maria Goreti Matos*

Manuais de Química para o 3.º ciclo e ensino secundário 42

**Tomar Nota** 45

**Agenda** 48

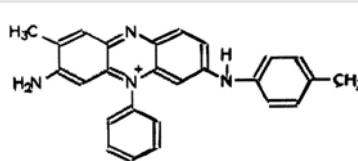
## As Olimpíadas de Química 3

O conjunto das actividades patrocinadas pela SPQ no contexto das olimpíadas mobilizou, este ano, mais de 250 escolas, 500 professores e 3000 alunos. Estes números reflectem, por um lado, o interesse dos alunos e professores pela Química e, por outro, constituem o reflexo de uma aposta de há muito feita pela SPQ na divulgação e dinamização do ensino da Química. É ainda de realçar que, contrastando com as últimas evoluções em termos da relevância dada à Química no Ensino Secundário, a participação nestes eventos mostra uma notável progressão.



## Mauveína, a cor que mudou o mundo! 31

Decorreram 150 anos desde a preparação do primeiro corante. Apesar da sua longa história, e do significativo impacto industrial que teve, os estudos para a sua completa caracterização têm-se prolongado até aos nossos dias. Exemplifica também o papel desempenhado pela “descoberta acidental” nos progressos científicos.



## A importância da densidade 38

Em mais uma das habituais “Folhas de Química” são abordados os conceitos de massa, peso e densidade. Os termos “massa” e “peso” são por vezes usados, em linguagem corrente, como sinónimos, sem a percepção correcta do seu significado. Contudo, em ciência, é necessário que o significado desses termos seja claro e que a sua utilização se faça de forma correcta.



**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 105, Abril - Junho 2007

**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

**Editor**

Jorge Morgado

**Editores-Adjuntos**

Palмира Silva  
Helder Gomes  
Carlos Folhadela

**Comissão Editorial**

Hugh Burrows  
Joaquim L. Faria  
Ana Lobo  
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**

2.000 exemplares

**Preço avulso**

€12,50  
Assinatura anual - quatro números  
€45,00  
(Continente, Açores e Madeira)  
Distribuição Gratuita aos sócios da SPQ

As colaborações assinadas são da exclusiva responsabilidade dos seus autores, não vinculando de forma alguma a SPQ, nem a Direcção de "Química".

São autorizadas e estimuladas todas as citações e transcrições, desde que seja indicada a fonte, sem prejuízo da necessária autorização por parte do(s) autor(es) quando se trate de colaborações assinadas. A Orientação Editorial e as Normas de Colaboração podem ser encontradas nas páginas interiores deste fascículo

**Publicação subsidiada pela**

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

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



Chegou ao fim mais um ano lectivo, marcado por várias discussões (e polémicas) sobre temas que envolvem praticamente todo o sistema de ensino.

Decorreram já as provas de aferição dos 1.º e 2.º ciclos (de Língua Portuguesa e Matemática), tendo sido alvo de particular atenção o fraco desempenho na Matemática, em particular no 2.º ciclo, apesar do (louvável) esforço que tem estado a ser feito para melhorar a formação nesta área nuclear. À data falta ainda realizar a 2.ª fase dos Exames Nacionais do 3.º ciclo do Ensino Básico e do Ensino Secundário.

Falta ainda algum tempo para que se possa fazer uma análise global dos resultados dos exames nacionais e também dos resultados das candidaturas ao ensino superior. É pois uma altura em que os alunos e os pais e encarregados de educação equacionam as possibilidades que se lhes apresentam para a obtenção de uma formação académica superior.

Têm surgido, com mais insistência nos últimos tempos, várias notícias sobre o Ensino Superior Universitário e Politécnico. Em particular, têm sido veiculadas, por um lado, notícias sobre a instabilidade das Universidades Privadas, tendo sido, por outro, aprovado, pelo governo, um novo regime jurídico do Ensino Superior. Além disso, foi recentemente efectuada, a pedido do governo, uma avaliação do Ensino Superior pela OCDE, de que resultaram, em particular, recomendações de alteração dos modelos de gestão, que pretendem melhorar a qualidade da formação e a sua eficácia. A instabilidade das Universidades Privadas deriva, sobretudo, da sua gestão financeira, e, sobre este aspecto, o Ministério da Ciência, Tecnologia e Ensino Superior (MCTES) não tem poder regulador. Contudo, as questões que dizem respeito à credibilidade dos diplomas universitários que aquelas instituições conferem, já são da sua esfera de competência. E, neste aspecto, é fundamental que o MCTES assegure que todas as instituições de Ensino Superior cumprem os requisitos científicos e pedagógicos que garantam a sua capacidade de conferir graus académicos válidos.

O enquadramento das Universidades Públicas e Politécnicos no novo regime jurídico está ainda numa fase inicial. É, por isso, ainda cedo para se saber quais as implicações da sua implementação sobre a qualidade da formação prestada. Espera-se, contudo, que as alterações tragam quer uma racionalização e optimização de meios quer uma melhoria do aproveitamento escolar. Esta melhoria de aproveitamento não depende, no entanto, apenas das instituições de Ensino Superior. Há uma aparente divergência entre as orientações do Ensino Secundário, com uma notória preocupação face ao abandono escolar, e a necessária obtenção de uma formação sólida em algumas disciplinas nucleares para a progressão para o Ensino Superior. Acresce ainda que a remodelação do Ensino Superior no espírito do Acordo de Bolonha assenta numa maior exigência, estando, por isso, o sucesso da sua implementação também dependente de uma sólida formação académica ao nível do Ensino Secundário.

Neste número do QUÍMICA, pode encontrar um apanhado geral da actividade desenvolvida, com o patrocínio da SPQ, nas várias fases e modalidades de Olimpíadas de Química. É reconfortante ver o esforço envolvido na sua organização recompensado pelo cada vez maior número de alunos e professores participantes. Gostaria ainda de realçar três artigos. Um deles é dedicado ao trabalho desenvolvido pelo Prof. Ruy Pinto e à sua contribuição para a implementação da Bioquímica como área científica autónoma em Portugal. A aplicação do dióxido de cloro na pré-oxidação e desinfecção da água para consumo humano como alternativa ao cloro é o tema de um dos artigos, que faz uma análise das vantagens e desvantagens da sua aplicação. Um terceiro artigo descreve a história do primeiro pigmento preparado artificialmente por William Perkin em 1856, a mauveína/malveína, e os seus mistérios. Apesar de terem já decorrido 150 anos desde a sua descoberta, o interesse na sua caracterização prolonga-se até hoje, como o demonstra uma recente publicação no *Chemical Communications*.

Uma boa leitura

Jorge Morgado  
bquimica@ist.utl.pt  
www.spq.pt

## Olimpíadas de Química 2007

Com a realização da Final das Olimpíadas de Química<sup>+</sup> no dia 5 de Maio, no Departamento de Química da Universidade de Aveiro, terminou a edição de 2007 das Olimpíadas Portuguesas de Química.

À data da publicação deste número do QUÍMICA, faltará ainda disputar as competições internacionais (IChO em Moscovo e OIAQ no Rio de Janeiro), onde Portugal estará representado pelos jovens seleccionados em 2006.

No seu conjunto, as Olimpíadas Portuguesas de Química – que incluem as Olimpíadas de Química Júnior e as diversas fases das Olimpíadas de Química<sup>+</sup> – envolveram este ano a participação de 1647 alunos nas competições realizadas em instituições de ensino superior. A estes devem somar-se todos aqueles que participam em fases de selecção de equipas nas suas escolas, mas que não são apurados. Embora seja difícil contabilizar estes participantes, as informações recolhidas junto de alguns professores sugerem que o valor médio do número de participantes nas escolas é pelo menos o dobro do número de participantes apurados. Uma estimativa que coloca o número total de participantes nas Olimpíadas Portuguesas de Química acima dos 3000!

Evidentemente, os alunos não organizam as competições nas escolas, nem aparecem sozinhos nas fases finais... O entusiasmo dos professores do ensino básico e secundário é evidentemente o elemento fundamental deste sucesso crescente das “Olimpíadas de Química”. Se o número total de escolas participantes ultrapassou este ano 250, o número total de professores que acompanharam os seus alunos em alguma fase da prova ultrapassou os 500. De facto, a “regra” das Olimpíadas é que haja um professor acompanhante por escola, mas a verdade é que é cada vez mais comum que as equipas sejam acompanhadas por grupos de 2, 3, ou mesmo 4 professores! A esta participação não é estranha a inclusão de actividades específicas para os professores no programa das olimpíadas: as palestras, as acções

de formação, as “oficinas” de trabalhos práticos, tornaram-se uma parte integrante das “Olimpíadas de Química” – e são já poucas as instituições que não as oferecem em paralelo com as actividades e provas para os alunos.

O número de participantes nestas actividades formativas – e o seu entusiasmo, muitas vezes salientado pelos organizadores – mostra que esta é mais uma aposta bem sucedida de “Atracção Química” nas Olimpíadas.

### Janeiro, 2007

As actividades das “Olimpíadas de Química 2007” em instituições de ensino superior começaram logo em Janeiro, com a realização da *Fase Regional das Olimpíadas de Química<sup>+</sup>* no Instituto Politécnico de Bragança e na Universidade do Algarve.

Desde 2006 que os alunos destas regiões mais periféricas do país têm oportunidade de participar numa prova não-eliminatória na sua região, tendo como prémio a oferta do transporte para a semifinal mais próxima (Porto e Lisboa). A Fase Regional de 2007, na qual participaram 41 equipas em representação de 9 escolas, foi já objecto de notícia no QUÍMICA n.º 104.

O período de inscrição das escolas nas Olimpíadas de Química Júnior e na Semifinal das Olimpíadas de Química<sup>+</sup> termina a 31 de Janeiro de cada ano.

### Fevereiro e Março, 2007

Fevereiro foi o mês de preparação, já que as *Semifinais das Olimpíadas de Química<sup>+</sup>* se realizaram a 3 de Março. As provas decorreram como habitualmente nos Departamentos de Química das Universidades do Porto e de Aveiro, e no Departamento de Engenharia Química e Biológica do IST (Lisboa), que partilharam entre si as 94 equipas inscritas (90 participantes efectivas). O facto de o número de escolas inscritas ter voltado a aproximar-se de uma centena é um motivo de satisfação para todos os que têm dedicado muito do seu tempo na organização das “Olimpíadas”.

De salientar que as actividades para os professores acompanhantes puderam beneficiar este ano do pré-acordo entre

a SPQ e a Texas Instruments, que visa alargar à Química algumas actividades do programa T<sup>3</sup> (*Teachers Teaching with Technology*). Embora ainda com limitações, alguns dos professores acompanhantes tiveram a oportunidade de frequentar uma acção de formação sob o tema “Química com calculadora” e explorar as potencialidades da utilização de calculadora em aulas de Química.

### Abril, 2007

O mês de Abril é o mês das *Olimpíadas de Química Júnior*, destinadas aos alunos dos 8.º e 9.º anos de escolaridade. Embora estejam apenas na sua 3.ª edição nacional, as Olimpíadas de Química Júnior já marcam o calendário de professores e alunos!

O número de participantes aceites (1360) cresceu 25% relativamente a 2006, reflectindo quer o aumento do interesse das escolas quer o esforço das instituições de acolhimento. Assim, no dia 21 de Abril, os participantes apresentaram-se às portas das 9 universidades de acolhimento de 2007: Universidade do Algarve, Universidade de Aveiro, Universidade da Beira Interior, Universidade de Coimbra, Universidade de Lisboa, Universidade Nova de Lisboa (Instituto de Tecnologia Química e Biológica), Universidade do Minho, Universidade do Porto, e Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro.

O relato do dia visto por cada uma destas instituições segue-se abaixo, mas há alguns pontos gerais a salientar aqui, já a pensar na edição de 2008:

1.º – O carácter único das Olimpíadas de Química Júnior continua a ser a capacidade de levar centenas de jovens aos Laboratórios de Química e colocá-los perante as “Questões de Observar e Mexer”. A construção destas questões (interessantes, seguras, inteligentes, exequíveis, ...) é um enorme desafio!

2.º – As actividades (normalmente em laboratório) para os professores acompanhantes são inequivocamente um sucesso – nas palavras dos participantes e dos organizadores!



Este interesse dos professores tem de ser correspondido e estas actividades deverão passar a existir em todas as instituições que queiram acolher as Olimpíadas de Química Júnior.

3.º – Ultrapassada a fase de arranque e consolidação da iniciativa, sente-se cada vez mais a falta de uma Final Nacional para as Olimpíadas de Química Júnior... e já há instituições candidatas a tal tarefa. Há questões de financiamento a resolver – não estamos na melhor época para aumentar despesas – mas 2008 poderá ser o ano da 1.ª Final Nacional.

4.º – Por fim, uma nota negativa que se repete todos os anos: as escolas que se inscrevem e faltam sem qualquer aviso, com prejuízo de todos os que não tiveram lugar (e afinal tinham) e da própria organização (algumas das despesas já estão feitas). Este ano houve já uma evolução positiva – menor número de faltas no total e menor número de faltas sem aviso – mas o problema persiste.

#### Maio, 2007

Os 27 alunos apurados nas Semifinais das Olimpíadas de Química\* competiram pelas medalhas absolutas na *Final Nacional*, realizada a 5 de Maio, no Departamento de Química da Universidade de Aveiro. Como habitualmente, a prova adquiriu um carácter mais competitivo – a nível individual –, e, sobretudo, mais “químico”: o número reduzido de finalistas permite a realização de uma prova prática, cuja classificação representa até 50% da classificação final.

As medalhas em disputa foram conquistadas pelos alunos:

Medalha de Ouro – António Vasconcelos Miranda de Sousa Leite (Colégio Cedros)

Medalha de Prata – Giovana Clara Sousa Ennis (ES Alves Martins – Viseu)

Medalha de Bronze – Junior André Gomes Louro (Colégio Frei Gil / IPSB – Bustos)

Por último, é de referir que durante todo este período, os 6 alunos apurados em

2006 para as competições internacionais de 2007 frequentaram as aulas de preparação no Departamento de Química da Universidade de Aveiro. Uma tarefa que teve a colaboração de vários docentes, mas que assenta nas muitas horas de dedicação das colegas Diana Pinto e Amparo Faustino. No dia 30 de Abril foi efectuada a prova de seriação, que definiu as seguintes equipas:

#### Olimpíadas Internacionais de Química (Moscovo, 15 a 24 de Julho)

Rui Emanuel Ferreira da Silva (Colégio Internato dos Carvalhos)

Rui Filipe Gonçalves Apóstolo (ES D. Duarte – Coimbra)

Tiago Raúl Sousa Pereira (ES Almeida Garret – Porto)

Rui Filipe Lebre Lopes (Colégio dos Órfãos do Porto)

#### Olimpíadas Ibero-americanas de Química (Rio de Janeiro, 2 a 10 de Outubro)

Raúl João de Sousa Pereira (Almeida Garret – Porto)

Rui Emanuel Ferreira da Silva (Colégio Internato dos Carvalhos)

Rui Filipe Gonçalves Apóstolo (ES D. Duarte – Coimbra)

Vera Falcão (Externato Delfim Ferreira)

Paulo Ribeiro Claro



O grupo dos finalistas das Olimpíadas de Química\* realizadas em Aveiro



Os três vencedores absolutos de 2007 (António Leite, Giovana Ennis e Junior Louro) com a organizadora da prova (Diana Pinto).

## Semifinais das Olimpíadas de Química<sup>+</sup>

Os vencedores de cada uma das semifinais realizadas foram os seguintes:

### Instituto Superior Técnico

Medalha de Ouro

EB2,3/S Aquilino Ribeiro – Porto Salvo

Joana Marta Miguel Lourenço

Vera Alexandra Fonseca Patrício

Ricardo Jorge da Silva Pinto Ferreira

Professor acompanhante:

Isabel Cristina Domingos Rebelo

Medalha de Prata

ES/B3 de Coruche

Bárbara Ribeiro

Susana Santos

Margarida Carvalho

Professor acompanhante:

Clarisse Catana Amaral

Medalha de Bronze

ES/B3 Filipa de Lencastre – Lisboa

Jorge Pinheiro Santos

Elisa Sofia Silva

Professor acompanhante:

M. Margarida Fernandes

### Universidade do Porto

Medalha de Ouro

ES/B3 Fernão de Magalhães – Chaves

Ana Carolina Vieira Mateus Rodrigues

Diogo António Gomes Sanches

Teresa Rei Silva

Professor acompanhante:

Pedro Cavadinhas

Medalha de Prata

Colégio Cedros

António Vasconcelos Miranda de Sousa

Leite

Diogo Manuel Santos Teixeira

Francisco Diogo de Carvalho Ferreira

Professor acompanhante:

Nuno Miguel Gaspar da Silva Francisco

Medalha de Bronze

ES/B3 da Maia

Inês Maria Pacheco Soares Carneiro

Patrícia Moreira Carneiro

Andreia Vanessa Ribeiro Palha

Professor acompanhante:

Maria Isabel Guerra de Oliveira Pinto

Actividade para os professores: “Potencialidades das calculadoras gráficas como ferramenta nas actividades laboratoriais de Química – Demonstrações”.

### Universidade de Aveiro

Medalha de Ouro

Colégio Frei Gil IPSB – Bustos

Ana Rita Prudente Pinto

Junior André Gomes Louro

Nuno Borges Tavares

Professor acompanhante:

Marisol Almeida Moreira

Medalha de Prata

ES Alves Martins – Viseu

Eva Pires Mendes Campos Pereira

Giovana Clara Sousa Ennis

Nuno Gonçalo Figueiredo Pais

Professor acompanhante:

Marília Pereira

Medalha de Bronze

Instituto Pedro Hispano

Joana Rocha

João Manuel Simões

João Rui Redinho

Professor acompanhante:

Paula Gonçalves

Actividade para os professores: “Química com calculadora” (em colaboração com a Texas Instruments).



A equipa vencedora da semifinal realizada no Departamento de Eng. Química e Biológica do IST

## Olimpíadas de Química Júnior 2007

**Universidade do Algarve** (publicado em [www.ualg.pt/fct/dqb/](http://www.ualg.pt/fct/dqb/))

Pelo terceiro ano consecutivo na Universidade do Algarve decorreram, no dia 21 de Abril de 2007, as Olimpíadas da Química Júnior. Participaram 132 alunos dos 156 inscritos de 12 escolas básicas dos Concelhos de Portimão (Portimão), S. Bartolomeu de Messines (Messines), Tavira (Tavira), Faro (Afonso III, Colégio do Alto, Estoi, St.º António), Beja (Santa Maria), Vila Real de Santo António (Vila Real de Santo António), Olhão (Moncarapacho), Almodôvar (Almodôvar) e Odemira (Colos).

As provas, com a duração de duas horas, tiveram lugar nos laboratórios e na sala de computadores do Departamento de Química, Bioquímica e Farmácia. As provas tiveram duas componentes: uma competitiva, envolvendo a observação de experiências laboratoriais e a realização de um teste de avaliação de conceitos; e outra recreativa, “o jogo da tabela periódica”.

Depois de um almoço na cantina da Universidade do Algarve, seguiu-se a sessão de divulgação de resultados no Anfiteatro Azul da Faculdade de Ciências e Tecnologia, tendo sido os prémios entregues pelo Reitor da Universidade do Algarve, Professor Doutor João Guerreiro.

As equipas vencedoras foram:

**Medalha de Ouro:**

Tiago Ling, Rui Viegas e Simão Nogueira, da Escola de St.º António, Faro

**Medalha de Prata:**

Miguel Ponte, Daniela Raposo e Ana Filipa Santos, da Escola Afonso III de Faro

**Medalha de Bronze:**

Gustavo Pereira, Patrícia Oliveira e Álvaro Silva, da Escola de St.º António, Faro

Todos os participantes receberam lembranças oferecidas pela Plátano Editora, Sigma-Aldrich e José Manuel Gomes dos Santos, e um lanche oferecido pela

Fundação Belmiro de Azevedo através do Hipermercado Continente da Guia.



Alunos em prova, na Universidade do Algarve

**Universidade de Aveiro** (publicado em [www.dq.ua.pt](http://www.dq.ua.pt))

À edição de 2007 das Olimpíadas de Química Júnior compareceram 81 equipas (243 alunos), oriundas de 27 Escolas Básicas, que completaram um conjunto de 3 provas – incluindo demonstrações de “Química em Espectáculo!!!” e as tradicionais “questões de observar e mexer” em Laboratório, que são a imagem de marca das Olimpíadas de Química Júnior.

As equipas vencedoras desta edição de 2007 foram:

**Medalha de Ouro e Prémio Texas Instruments:**

Joana Beatriz Ramos, Carolina Matias Carvalhais e Lucas Rocha Lopes, do Colégio NS Apresentação, Calvão (Professores acompanhantes: Fátima Melo e Clara Vieira)

**Medalha de Prata e Prémio IDPoR:**

Andreia Lima, Joana Monteiro e Bernardo Lopo, da EB23 Paços de Brandão (Professores acompanhantes: Deolinda Pedrosa e Andreia Almeida)

**Medalha de Bronze e Prémio CICECO:**

Beatriz Manuel Gomes, Inês Sofia Lopes e Joana Francisca Brito, da Escola Martim de Freitas, Coimbra (Professores acompanhantes: Emília Gil, Lídia Mota e Albertina Melo)

O Programa de actividades incluiu ainda actividades lúdicas para os concorrentes e 3 sessões especialmente preparadas para os professores acom-

panhantes – uma das quais realizada na FÁBRICA de Ciência Viva, um parceiro habitual das actividades do Departamento de Química: Trabalho laboratorial “Ferro nos Alimentos”; Demonstração “Química em Espectáculo!!!”; Oficina “Programação de visitas à Fábrica de Ciência Viva”.

Este conjunto de actividades só foi possível com a participação activa e entusiasta dos estudantes (e alguns ex-estudantes) do Departamento de Química. De facto, para além dos 7 docentes envolvidos nas actividades, as Olimpíadas de Química Júnior 2007 tiveram a participação de 42 estudantes de licenciatura, mestrado e doutoramento, envolvidos nas diversas tarefas do dia: monitores dos grupos de concorrentes (assegurado pelo Núcleo de Estudantes de Química), apoio a provas laboratoriais, apoio às demonstrações “Química em Espectáculo!!!”, correcção das provas, organização de actividades lúdicas e apoio às actividades para os professores. Um verdadeiro trabalho de equipa!

### Universidade da Beira Interior

Este ano tivemos a participação de 8 escolas (Castelo Branco-1, Fundação-2, Guarda-1, Covilhã-1, Manteigas-1, Mêda-1, Proença a Nova-1), num total de 87 alunos.

As medalhas ficaram assim distribuídas:

**Medalha de Ouro:**

Ana Castelbranco Silveira Silva, Margarida Azeitona Sequeira Vilela e Liliana Sofia Ribeiro Monforte, da escola EB 2,3 Cidade de Castelo Branco

**Medalha de Prata:**

André Soares Mateus, Maria Miguel da Costa Figueiredo e Samuel Pires Pereira, da Escola Secundária da Sé, Guarda

**Medalha de Bronze:**

Jéssica Carina Afonso Peres, João Luis Mateu e Maria Margarida Afonso Magalhães Lopes, da EB2,3 Cidade de Castelo Branco e, “ex-equu”, Rita da Cruz de Sousa, Luis Filipe Faromba Riscado e Mafalda Isabel do Monte Ribeiro Galhofo, da EB2,3 Cidade de Castelo Branco



Estiveram presentes, a fazer a cobertura do evento, a Rádio Cova da Beira, tendo a entrevista realizada ido para o ar no dia 23 de Abril, e uma aluna do Curso de Comunicação, que entrevistou as Professoras da organização assim como alguns dos alunos participantes. As entrevistas realizadas por esta aluna irão sair no jornal da UBI: "URBI@ORBI" assim como no jornal "Notícias da Covilhã".

Os Professores que acompanharam os alunos puderam assistir, enquanto estes realizavam as provas, a palestras inseridas no congresso DIAS DA QUÍMICA: X Jornadas Nacionais de Química Industrial e V Jornadas Nacionais de Bioquímica que decorreram nos dias 20, 21 e 22 de Abril na UBI.

Helena Bandeira  
Lurdes Ciriaco

### Universidade de Coimbra

Decorreram em Coimbra, no passado dia 21 de Abril, no Departamento de Química da Universidade de Coimbra, as terceiras Olimpíadas de Química Júnior (OQJ). A motivação que esta iniciativa gera está bem expressa na adesão que teve: foram 21 escolas, 162 alunos e 22 professores, pertencentes a escolas dos distritos de Coimbra, Leiria e Viseu, que estiveram presentes em Coimbra.

De forma idêntica ao ano passado, a prova dividiu-se em quatro partes (todas de igual peso na classificação final): três partes práticas (com 12 diferentes actividades) que decorreram em três laboratórios distintos e uma quarta parte, escrita, cronometrada e perguntas de resposta de escolha múltipla, projectadas em "Data Show". De salientar que durante a prova os professores tiveram a oportunidade de efectuarem experiências no laboratório, numa workshop.

Após o merecido almoço, foi tempo da visita ao Museu da Ciência de Coimbra.

Embora pareça ser um lugar comum, podemos dizer que todos foram vencedores, dado terem obtido classificações situadas entre os 55% e os 80%. Como medalhados tivemos:

#### Medalha de Ouro:

Adriana Fernandes, Rúbem Lopes e Hugo Ferreira, da Escola EB2,3/S Dr. Daniel de Matos, Vila Nova de Poiares (Professor acompanhante: Maria Mariabel Dias)

#### Medalha de Prata:

Francisco Gomes, José Eduardo Trindade e Rita Ferreira, da Escola Secundária/3 de Carregal do Sal, Carregal do Sal, Viseu (Professor acompanhante: Anabela Batista)

#### Medalha de Bronze:

Bernardo Caridade Menezes, João Agria e João Oliveira, da Escola Básica dos 2.º e 3.º ciclos Dr.ª Maria Alice Gouveia, Coimbra (Professor acompanhante: Maria Amélia Canelas Pais)

Ficou claro que as Olimpíadas de Química Júnior são um factor de mobilização dos jovens que gostam de ciência, para além de ter sido um dia diferente e sempre bem passado. Para muitos destes jovens, esta participação constitui o primeiro contacto com a Universidade. Também aqui o facto de terem podido visitar o Museu da Ciência foi por certo factor de motivação para, quiçá, uma futura escolha em ciências e tecnologia.

Quem sabe se, 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?! Seria por certo ainda mais aliciente.

Por detrás do que se vê existem sempre muitos a fazer com que tudo funcione; ficam aqui os nomes daqueles que tiveram uma participação directa na organização destas OQJ de Coimbra (sem qualquer ordem alfabética ou hierárquica porque todos, à sua maneira, foram importantes):

Maria João Moreno, Jorge Costa Pereira, Dina Murinho, Ana Lúcia Cardoso, Patrícia Martins, Filipe Gomes, António Santos, Inês Santos, João Pina, Telma Costa, Rui Nunes, Raquel Rondão, Catarina Cabral, Elsa Silva, Carlos Serpa, Ana Teresa Marques, Luís Estronca,

Eddy Domingues, Andreia Martins, Ana Lapinha e J. Sérgio Seixas de Melo.

Por último, mas não menos importante, gostaríamos de agradecer às entidades patrocinadoras, salientando que o apoio dos patrocinadores se tem mantido durante estes 3 anos.

Patrocínios: Reitoria da Universidade de Coimbra; direcção da FCTUC (através do protocolo com o BPI); banco BPI; Departamento de Química da FCTUC.

Apoios: Porto Editora, FNAC – Coimbra, Museu da Ciência de Coimbra, Tetri-Texas Instruments.

J. Sérgio Seixas de Melo  
Maria João Moreno



Alunos em prova, na Universidade de Coimbra

### Universidade de Lisboa

As provas das Olimpíadas de Química Júnior, realizadas no Departamento de Química e Bioquímica da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa (DQB-FCUL), decorreram muito bem, tendo mesmo ultrapassado as expectativas em relação ao número de participantes. Houve, inclusivé, um pouco de apreensão pelo significativo aumento do número de equipas.

No evento participaram alunos e professores de 13 escolas num total de 41 equipas, mais 8 que o ano passado. As escolas participantes foram: Escola Básica 2/3 Miguel Torga (Amadora), Escola Básica 2/3 Gaspar Correia (Loures), Escola Básica 2/3 Roque Gameiro (Amadora), Escola Básica 2/3 de Mafra, Escola Básica 2/3 dos Castanheiros

(Odivelas), Escola Básica 2/3 António Sérgio (Cacém), Escola de Benavente, Escola Secundária D. Filipa de Lencastre (Lisboa), Escola Secundária Pedro Nunes (Lisboa), Escola Secundária D. João V (Damaia), Escola Secundária Gama Barros (Cacém), Escola Secundária Professor Reynaldo dos Santos (Vila Franca de Xira) e Externato Machado de Castro (Lisboa).

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 Júnior, uma cerimónia presidida pelo Presidente do Conselho Científico e Directivo da FCUL, pela Presidente do DQB e com a presença dos Coordenadores das Olimpíadas de Química Júnior no DQB-FCUL. Houve discursos alusivos ao evento e foram enunciadas as regras: a classificação das perguntas seria de 1 ponto para resposta certa, 0 pontos para nenhuma resposta e desconto de 0,5 ponto para resposta errada. O tempo total de realização seria critério de desempate.

Seguiu-se um período de 2 horas e 30 minutos destinado à realização das Provas das Olimpíadas, em que os participantes foram chamados a responder a um conjunto de 30 questões, algumas de carácter teórico, respondidas numa sala de aula, e outras de carácter mais experimental (observações experimentais, medições, etc.) montadas em triplicado em 3 laboratórios de química. Cada uma das 41 equipas era sempre monitorizada por 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, cronometrando o respectivo tempo de realização. Este ano foi, ainda, convidado um aluno concorrente e premiado em 2006 para colaborar com a organização.

Seguiu-se o período do almoço.

Enquanto eram corrigidas as provas por um júri de 5 docentes e 1 aluno do DQB, decorreu, num laboratório, um interessante conjunto de experiências, preparado por alguns docentes do DQB, que, visivelmente, animou 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 pirlampo no laboratório”, “Pegamento e divertido” e “Azul fugitivo” foram as actividades experimentais que envolveram os participantes, alunos e professores, numa animada tarde laboratorial.

Eram 16 horas e 30 minutos quando teve lugar a Sessão de Encerramento das Olimpíadas. A todos os participantes foram distribuídos prémios de participação oferecidos pelo Conselho Directivo da FCUL e os professores de cada Escola foram chamados a receber os diplomas de participação de cada um dos seus elementos.

Foram anunciadas as 35 equipas que ficaram em 7.º lugar ex-aequo.

Em seguida foram chamados “ao palco” todos os elementos das 6 equipas classificadas nos primeiros lugares e anunciados o 6.º, 5.º e 4.º classificados, por esta ordem, a quem foi oferecida uma pequena lembrança do DQB, acrescida para o 4.º lugar de um prémio da FCUL.

O Presidente do Departamento de Química e Bioquímica distribuiu as medalhas de bronze, prata e ouro e uma placa para a Escola respectiva, oferta da SPQ, e prémios diferenciados oferecidos pelo Conselho Directivo da FCUL, acompanhados de diplomas, para alunos e Escola participante, para os 3.º, 2.º e 1.º lugares.

**Medalha de Ouro:**

André Filipe Ildefonso Arrojado, Tiago Paiva Filipe e Francisco Pinheiro Vaz Capucha, da Escola Sec. Prof. Reynaldo dos Santos, Vila F. Xira

**Medalha de Prata:**

Rita Branquinho Pinheiro e Rafael Oliveira Rodrigues, da Escola Sec. Prof. Reynaldo dos Santos, Vila F. Xira

**Medalha de Bronze:**

Jorge Gabriel Cordeiro, Pedro Alexandre Monteiro Gouveia e Sérgio Fonseca Revés, da Escola Básica 2/3 Miguel Torga, Amadora

Todos manifestaram terem gostado e quererem voltar!

Professora Doutora  
Maria Manuela Gomes da Silva Rocha  
Professor Doutor  
Carlos Manuel Ferreira de Sousa Borges



“Questões de observar e mexer”,  
na Universidade de Lisboa

#### **Universidade Nova de Lisboa (Instituto de Tecnologia Química e Biológica)**

Mais uma vez se levou a bom porto uma edição das Olimpíadas de Química Júnior no Instituto de Tecnologia Química e Biológica (ITQB). Desta vez foram mobilizados 70 alunos concorrentes, 12 professores acompanhantes e cerca de 10 membros das equipas organizadoras do ITQB. Infelizmente, cerca de 20 alunos e respectivos professores desistiram da participação à última hora.

De uma forma geral, os participantes, provenientes do Externato Frei Luís de Sousa, do Colégio Valsassina, do Instituto de Odivelas, da Esc. Matilde Rosa Araújo, da Esc. Salesiana Sto António do Estoril, da EB 2,3 Pedro Jacques de Magalhães e da Esc. Sec. Quinta do Marquês, começaram a chegar ao campus bem cedo, e, de acordo com o programa, a partir das 9 horas da manhã foram recebidos.



Pelas 10 horas teve lugar a cerimónia de Abertura Oficial das Olimpíadas, realizada no auditório, presidida pelo Coordenador local das Olimpíadas de Química Júnior, Prof. António Lopes, e pela Dra Ana Sanchez em representação da direcção do ITQB.

Depois das boas vindas, foi anunciado o programa das provas e foram enunciadas as regras a todos os presentes:

30 perguntas, em cada uma delas apenas uma opção certa;

classificação de 1 ponto para resposta certa; 0 pontos para nenhuma resposta;

o tempo total de realização seria critério de desempate;

os professores acompanhantes não poderiam contactar os alunos até ao término das provas.

Seguiu-se um período de 2 horas e 30 minutos destinado à realização das Provas das Olimpíadas. Os participantes foram chamados a responder ao conjunto de 30 questões, algumas de carácter teórico, respondidas numa sala de aula, e outras de carácter mais experimental (observações experimentais, medições, etc.) montadas no laboratório de ensino do ITQB.

Cada uma das equipas tinha um “delegado” da instituição de acolhimento, recrutado entre alunos de doutoramento, docentes, e pessoal não docente, responsável por acompanhar a equipa na sua deslocação entre o auditório, a sala e o laboratório, cronometrando o respectivo tempo de realização.

Enquanto decorriam as provas para alguns dos participantes, os restantes assistiram (depois revezaram-se) à projecção de resumos do “Dia Aberto” do ITQB e de resumos de várias intervenções de investigadores em programas de televisão.

E ... chegámos ao almoço (bem merecido!), gentilmente oferecido pela Câmara Municipal de Oeiras, que assim se quis associar ao evento.

Enquanto as provas eram corrigidas por um júri de docentes das instituições de acolhimento, a maioria dos participantes (alunos e professores) preferiu o bom tempo aliado ao local privilegiado onde se insere o ITQB – a Quinta da Estação Agronómica Nacional – para irem fazer um passeio nos campos de papoilas, acompanhado do chilrear dos pássaros, até à hora predeterminada para a sessão de encerramento.

Chegada a hora, e com grande emoção no auditório, teve lugar a Sessão de Encerramento das Olimpíadas, presidida pelos mesmos representantes da sessão de Abertura. A todos os participantes foram distribuídos diplomas de participação.

Seguidamente foram exibidas as estatísticas anónimas dos resultados finais (distribuição dos resultados), que foram muito bons, de uma forma geral, e anunciadas as equipas por ordem de posicionamento (3.º, 2.º e 1.º). Cada uma destas equipas recebeu ainda um diploma da SPQ atestando a obtenção desse prémio e as medalhas de “Bronze”, “Prata” e “Ouro”, respectivamente. A escola foi também presenteada com uma placa evocativa do evento e do prémio.

Assim, os premiados foram:

Medalha de Ouro:

Ricardo Manalvo, André Lopes e Sérgio Cristina, da Escola Matilde Rosa Araújo

Medalha de Prata:

Bruno Melo, Gonçalo Godinho e João Guarino, da EB 2,3 Pedro Jacques de Magalhães

Medalha de Bronze:

Luís Menino, Margarida Anselmo e Mariana Borges, da Esc. Sec. Quinta do Marquês

Todos manifestaram terem gostado de participar na festa e quererem voltar! Tanto é assim que já ficaram algumas equipas “inscrites” para a próxima edição das provas.

O Coordenador das Olimpíadas de Química Júnior no ITQB  
António Lopes

## Universidade do Minho

O Departamento de Química da Universidade do Minho organizou, pela terceira vez consecutiva, as Olimpíadas de Química Júnior em colaboração com a SPQ. No dia 21 de Abril estiveram presentes no Campus de Gualtar, em Braga, mais de 240 alunos provenientes de 30 escolas da região, acompanhados por 43 professores.

Após uma curta cerimónia de boas vindas a todos os participantes, as provas tiveram início às 10h30 e decorreram nos laboratórios de ensino do departamento de Química e no anfiteatro do Complexo Pedagógico 2. Durante cerca de 2h30 as 81 equipas responderam a 41 questões, baseadas em situações e montagens experimentais e a outras 20 questões, baseadas em situações apresentadas com recurso a meios audiovisuais.

Enquanto os alunos realizaram as provas, os professores acompanhantes participaram na “Sessão para Professores: Experiências para o Ensino Básico”. Ficou registado o agrado com que os docentes acolheram esta iniciativa.

Seguiu-se o almoço na cantina e, depois, um passeio pelo Campus de Gualtar com visita às instalações desportivas.

Pelas 14h30, enquanto a equipa de correcção das provas trabalhava intensamente, todos os participantes tiveram oportunidade de assistir a três mini-palestras. Na primeira, “Química: uma carreira!” (Doutora Fátima Bento) foi apresentado o percurso académico conducente a uma carreira profissional na área da Química. No domínio do tema central desta edição das olimpíadas, Química e Comunicação, foram apresentadas as comunicações: “Polímeros condutores baseados em fibras ópticas” (Doutor Carlos Jorge Silva) e “Neurotransmissores, os mensageiros do cérebro” (Doutor João Carlos Marcos). Foram sorteados alguns brindes entre todos os alunos participantes.

A divulgação dos resultados, momento alto das OQJ, aconteceu por volta das 16h00.

Medalha de Ouro:

Andreia Faria, Ângela Oliveira e Miguel Sampaio, do Externato Delfim Ferreira

Medalha de Prata:

João Oliveira, João Silva e Sara Sampaio, da Escola EB 2,3 Júlio Brandão

Medalha de Bronze:

Raquel Portela, Bárbara Barbosa e Sílvia Gonçalves, do Externato Delfim Ferreira

Para além das medalhas da SPQ, estes alunos foram presenteados pelo Departamento de Química da UM com máquinas fotográficas digitais (1.º prémio), leitores de MP3 (2.º prémio) e *flash drives* (3.º prémio).

Após o encerramento, foi oferecido um lanche aos alunos.

Este evento contou com o patrocínio de doze empresas / instituições. A cobertura das OQJ foi feita pelos principais órgãos de comunicação social da região e as fotos do acontecimento estão disponíveis em Divulgação na página *web* do Departamento de Química da UM: [www.quimica.uminho.pt](http://www.quimica.uminho.pt)

A Comissão Organizadora das OQJ  
Ana Paula Bettencourt, Dulce Geraldo,  
Fátima M. Bento, João Paulo André  
e Lígia Rodrigues



Alunos em prova, na Universidade do Minho

### Universidade do Porto

Na Universidade do Porto, a terceira edição das Olimpíadas de Química Júnior decorreu no Departamento de Química da Faculdade de Ciências e foi muito bem sucedida, tornando-se

assim uma tarefa cumprida de forma gratificante para os organizadores. Das 31 Escolas inscritas, compareceram 28, cada uma das quais com uma equipa de 3 concorrentes acompanhados por um professor. O conjunto dos alunos teve um bom desempenho (as classificações situaram-se entre 50% a 95%). Participaram com um entusiasmo muito responsável e demonstraram uma cultura científica muito satisfatória numa Ciência de importância vital, mas nem sempre vista com uma imagem positiva. A estes aspectos não deverá ser alheio o esforço dos respectivos professores que corresponderam com uma atitude muito colaborante a tudo o que lhes foi solicitado.

O Departamento de Química da Faculdade de Ciências do Porto empenhou-se em proporcionar um sábado muito especial aos jovens concorrentes e seus acompanhantes, procurando transmitir-lhes o prazer com que os recebeu e contagiá-los com o gosto pela Química, dando-lhes uma visão real da sua importância no mundo actual.

O modelo da prova foi o mesmo das edições anteriores, consistindo na passagem dos concorrentes por 5 Laboratórios e 1 Anfiteatro para responderem a questões diversas relacionadas com experiências simples, em demonstração a decorrer, bem como a problemas do quotidiano. Na prova, bem como durante todo o resto do tempo de permanência no Departamento, os jovens visitantes foram guiados por alunos finalistas da Licenciatura em Química, mestrandos e doutorandos que garantiram o seu bom andamento, bem como a constante boa disposição e entusiasmo dos jovens concorrentes.

Enquanto os jovens concorrentes participavam na prova, os seus professores tiveram a oportunidade de participar numa “Oficina de Química”, visando a sensibilização para a importância do trabalho laboratorial na motivação dos estudantes e do seu papel crucial no processo de aprendizagem da Química. Esta acção foi muito bem acolhida e participada pela grande maioria dos

docentes, que discutiram diversas propostas para a realização de experiências simples e de fácil implementação nas aulas, contextualizadas no conteúdo programático dos actuais Programas do Ensino Básico. É de realçar o facto de a maioria dos professores acompanhantes ser muito jovem, o que poderá também justificar a grande participação naquela acção.

Ao início da tarde, o Doutor João Paiva, com a sua invulgar capacidade de interacção com os jovens, promoveu uma sessão de “Experiências de Salão” que resultou num diálogo muito participativo e estimulante para todos. Seguiu-se a divulgação das três equipas mais bem classificadas e a atribuição de diplomas e prémios, a todos os participantes (alunos e professores).

O programa incluiu ainda uma imprescindível componente gastronómica, “repartida” entre uma ida à cantina da Faculdade de Letras, para o almoço, e um encontro no bar da Faculdade de Ciências, para o lanche. Um radioso dia de sol contribuiu para que aquela deslocação constituísse um agradável passeio!

Finalmente, gostaria de dirigir uma palavra de reconhecimento para todos os docentes e alunos do Departamento de Química que, com o seu empenhado envolvimento, contribuíram para a concretização deste evento. Agradeço também à Reitoria da Universidade do Porto e ao Departamento de Química da Faculdade de Ciências (UP) o apoio dado a esta iniciativa, bem como à Porto Editora, à Texto Editora e ao Portal Mocho, cujas generosas ofertas muito contribuíram para um final de festa com muito boa disposição...

Parabéns a todos. Até ao ano!

Medalha de Ouro:

Escola EB 2,3 Dr. Flávio Gonçalves

Medalha de Prata:

Escola Secundária Augusto Gomes

Medalha de Bronze:

Escola Secundária da Trofa

Maria das Dores M. C. Ribeiro da Silva

### Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro.

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 15 escolas de vários concelhos num total de 114 alunos. É de salientar o grande entu-

siasmo dos alunos e o equilíbrio entre as equipas participantes. A equipa vencedora acertou em 64 questões num total de 70. A equipa classificada em segundo lugar acertou 62 perguntas. Nesta 3.ª edição os três primeiros lugares foram conquistados pelas seguintes equipas:

Medalha de Ouro:

Raquel Marques, Alberto Teixeira e Ana Gonçalves, da Escola Miguel Torga de Bragança

Medalha de Prata:

Sofia Correia, Ana Negreiros e Hélder Vilela, da Escola EB 2,3 D. Sancho II de Alijó

Medalha de Bronze:

Ana Rafaela Pina, André Pereira e Mariana Freitas, da Escola Básica de Castro Daire

A realização desta edição Olimpíadas de Química Júnior contou com o financiamento do programa Ciência Viva.

Paulo Coelho

### 6.º Encontro da Divisão de Química Analítica

Decorreu nos dias 29 e 30 de Março no Centro de Congressos do Instituto Superior Técnico, Lisboa, o 6.º Encontro da Divisão de Química Analítica da Sociedade Portuguesa de Química, ANALÍTICA'07. O encontro enquadrou-se nas reuniões bi-anuais que os grupos e divisões da SPQ possuem e reuniu 136 participantes, a maioria jovens investigadores, que tiveram oportunidade de partilhar com todos os colegas os seus mais recentes trabalhos.

A conferência, que teve como língua oficial o português a par do inglês, constou de lições, comunicações e painéis sobre todos os temas de química analítica moderna, com especial ênfase para a Quimiometria, novos materiais para sensores/detectores e proteómica analítica.

As duas lições plenárias, convidadas, foram proferidas pelos professores Romà Tauler, IQAB, *Chemical and Environmental Research Institute of Barcelona*, Espanha e Dermot Diamond, Dublin City University, Irlanda. Du-

rante o decorrer dos trabalhos foram apresentadas 21 comunicações orais, maioritariamente por jovens investigadores, e discutidos 93 trabalhos na forma de poster.

O ANALÍTICA'07 cumpriu as expectativas quanto ao número e qualidade dos participantes tendo-se alcançado plenamente os objectivos deste tipo de encontros nos quais se encontra a divulgação e discussão de temas actuais de Química Analítica e o convívio entre os elementos desta comunidade.

O dia começou com o que a natureza teve para lhe oferecer, e alguns alunos do 9.º C e do 9.º B abriram os olhos ainda grávidos de sono... O dever chamava, e antes que os olhos ainda piscos teimassem em fechar a frágil corrente alterna que definitivamente os fizesse apagar, saltaram da cama aquecida pelo calor que irradiaram, ligaram o regime de corrente contínua que os poderia manter abertos e... Não havia mesmo remédio! Ou saudavam o dia, que os mimava com um espaço repleto de radiação electromagnética, ou viveriam nas trevas da ausência de cor dos que habitam o limbo... Não interessa mais nada, apenas que decidiram colorir a mente e abri-la à brisa suave do dia sem assobios... Talvez não tenham visto que o céu os espreitava, nem as flores que os perfumavam, talvez nem tenham sentido que existiam, talvez nem des-

sem conta dos passos que os transportavam, do ar que respiravam, do bom dia do Sol, do afago da brisa... pareciam num estado robótico!... Talvez nem dessem conta de ter chegado junto de mim! Talvez eu tenha sido a perturbação que os fez oscilar entre um estado ainda de dormência e de lucidez matinal... Era, para eles e para um Sábado, demasiado cedo... Tinha que ser assim... Às vezes tem que ser assim! Até para os Sábados, ou não seriam eles demasiado uniformes e sem a graça das oscilações do que nos faz vibrar... E se não tivesse sido assim, só restaria fantasiar sobre o que poderia ter sido! Parece que foram despertando... sentiram-se os medos nervosos, as angústias, os suores nos ares, com a verticalidade dos que não desistem e aceitam desafios! Mas tudo estava apenas a começar... O dia avançou pelo palco em direcção à meta...

o caminho foi percorrido serpenteando lombas e curvas de certezas e insegurança. As acções tiveram lugar com diferentes reacções. Estruturas poliméricas e moleculares, sais, ácidos, bases, metais e muito mais foram sustento de ilusões do físico e da mente, num cenário de estranhas sensações e emoções. Quase no fim a vénia esperava... sete, seis, cinco, ... e os ares pareciam mudos nos rostos que se não contorciam... quatro, três... quase estátuas petrificadas, fossilizadas de expressões pasmadas... as pernas terão tremido e desfalecido, a verticalidade vacilado, a respiração asmática sustida... dois, um... tardou ... temi frequências cardíacas descontroladas... mas foi então que explodiram de expressões gaguejadas parecendo tropeços incrédulos nas nuvens coloidais que os bafejavam... Não havia como lidar com um ego ator-

doado.... Senti-a-os fugidios, envergonhados de vaidade... e não sei como mais! Parabéns? Não! Esses são para um dia... este era só o início! Afinal, outros dias vão voltar a acordar para os mimar com tudo o que a natureza tem para lhes oferecer, a eles... é a ela e a eles que têm que agradecer. Afinal era apenas um Sábado entre muitos outros que virão... Afinal há dias em que tem que ser assim... Às vezes tem que ser assim! Até para os Sábados, ou não seriam eles demasiado uniformes e sem a graça das oscilações do que nos faz vibrar... E se não tivesse sido assim, só restaria fantasiar sobre o que poderia

ter sido aquele Sábado onde eles estiveram!

E ELES foram...

9.º C: André Arrojado, Francisco Capucha e Tiago Paiva

Au

9.º C: Rafael Rodrigues

9.º B: Rita Pinheiro

Ag

... da Escola Secundária do Professor Reynaldo dos Santos, Vila Franca de Xira

Goreti (professora de Física e Química do 9.º C) 21 de Abril de 2007



## Actualidades Científicas

### Nanotubos neuronais

Os nanotubos de carbono têm sido o novo material escolhido para uma grande variedade de aplicações. Agora, investigadores norte-americanos procuram usá-los em aparelhos biomédicos implantáveis que possam actuar como células nervosas artificiais, controlar dores fortes, ou talvez mesmo no futuro, activar músculos paralisados. Nicholas Kotov da Universidade de Michigan e colegas da Universidade Estadual de Oklahoma e da Universidade do Texas, Ramo Médico, usaram nanotubos de carbono para ligar um circuito electrónico integrado a células nervosas vivas. Esta nova tecnologia oferece a possibilidade de desenvolver interfaces cibernéticas entre sistemas biológicos e electrónicos apenas encontradas até ao momento no domínio da ficção científica. Os nanotubos de carbono, ou mais especificamente os nanotubos de parede simples (*single-walled na-*

*notubes* – SWNTs), são formados por átomos de carbono num arranjo hexagonal, como acontece na grafite. Podem ser descritos como uma folha de grafite (actualmente conhecida por grafeno) enrolada, com um diâmetro de apenas alguns nanómetros, e podendo atingir até vários micra de comprimento. No desenvolvimento da nova tecnologia, os investigadores depositaram sucessivas camadas dos seus SWNTs de forma a produzirem um filme electricamente condutor mesmo com uma espessura de alguns nanómetros. Em seguida, cultivaram células neuronais precursoras sobre o filme. Estas células diferenciaram-se com sucesso até formarem redes neuronais altamente ramificadas. Então, aplicaram uma voltagem lateral sobre o filme de SWNT e mediram os efeitos eléctricos sobre as células nervosas. Os investigadores verificaram que quando aplicam uma diferença de potencial lateral gera-se uma corrente eléctrica de intensidade relativamente

elevada ao longo da superfície. No entanto, apenas uma corrente muito fraca (de bilionésimos de Ampère) passa do próprio filme para as células nervosas. O efeito de rede é o inverso da amplificação, pretendendo-se que a voltagem aplicada estimule as células mas ao mesmo tempo gere uma corrente de intensidade muito baixa para que aquelas não sejam danificadas. O protótipo pode no futuro conduzir ao desenvolvimento de uma interface neuro-electrónica que poderia ser usada na gestão da dor, por exemplo, através do controlo da actividade das células nervosas responsáveis. Outra possível aplicação seria a estimulação de neurónios motores inactivos, de forma a promover a contracção muscular. Os investigadores sugerem igualmente que esta técnica poderia ser usada para a estimulação de células do músculo cardíaco em falência. (adaptado de *webzine Reactive Reports 60, 2006*).

Paulo Brito



# Biossíntese de Produtos Naturais

Ana M. Lobo e Ana M. Lourenço (eds)

IST Press, Coleção “Ensino da Ciência e da Tecnologia”, Lisboa, 2007,

n.º de páginas: 276, preço(PVP): € 21,00, ISBN 978-972-8469-50-4

M. MATILDE MARQUES\*



*A biossíntese dos produtos naturais é, de entre as áreas modernas da química, uma das mais recentes e representa nos conceitos e na metodologia a intersecção da química com a biologia molecular. Com efeito o conhecimento dos mecanismos biossintéticos, investigados a partir do momento em que os radioisótopos ficaram disponíveis no fim da Segunda Grande Guerra, está hoje no cerne de inúmeras actividades do químico, quer se trate de intervenções nas indústrias farmacêutica, fermentativa, ou alimentar, quer se trate de problemas das áreas da toxicologia, agricultura ou remediação ambiental.*

(do prefácio)

O presente livro reflecte, de muito perto, o programa de um curso semestral típico em Biossíntese de Produtos Naturais, ministrado a alunos do 2.º ciclo universitário de Química ou áreas afins. Muito embora conte com a contribuição de vários autores, é notória uma grande coerência científica e de estilo que pressupõe um profundo trabalho de edição por parte das professoras Ana Lobo e Ana Lourenço.

A obra inicia-se, muito apropriadamente, com um capítulo sobre as metodologias usuais de elucidação de vias biossintéticas, que engloba um útil resumo sistemático dos mecanismos das reacções mais usuais em biossíntese, evidenciando as suas semelhanças com os mecanismos das reacções orgânicas, com que os leitores estão em geral mais familiarizados. A abordagem

é moderna, sendo um sinal dos tempos a preocupação, que se saúda, em introduzir o termo *metaboloma* como conjunto de metabolitos endógenos de uma dada espécie, que constituem a sua “assinatura” molecular e cuja manipulação poderá, a médio prazo, conduzir a inúmeras aplicações.

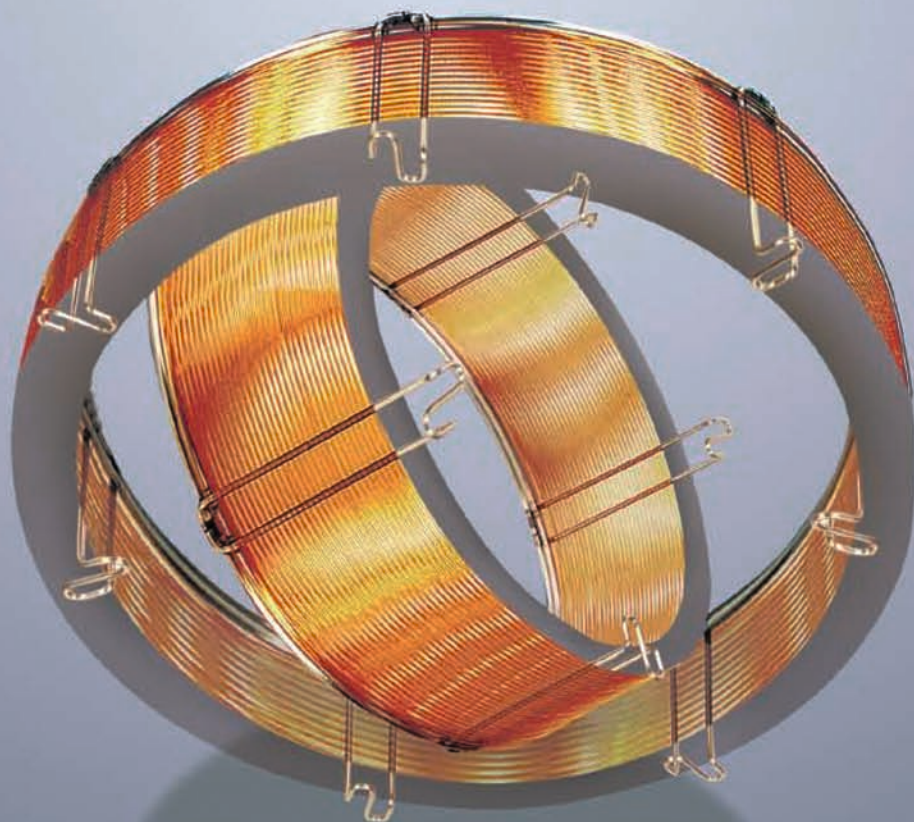
Seguem-se vários capítulos dedicados às principais vias biossintéticas conducentes a metabolitos secundários, onde se reforça a preocupação com a compreensão dos mecanismos reaccionais envolvidos. Esta é uma opção acertada, já que permite ao leitor uma racionalização da grande diversidade de estruturas que é possível encontrar, bem como a aquisição da capacidade de propôr percursos biossintéticos plausíveis (susceptíveis de virem a ser testados e de sobre eles se intervir) para novos metabolitos.

Regista-se ainda com muito agrado a introdução de dois capítulos não convencionais em obras deste tipo. Um destes

capítulos é dedicado à comunicação química na natureza, sendo salientadas as possibilidades e benefícios da utilização racional de semioquímicos, por exemplo no controlo de pragas. O outro capítulo discute a utilização de substâncias proibidas no desporto, um tema de grande actualidade e que raramente se vê tratado de modo sistemático.

O livro está, ainda, enriquecido com um conjunto interessante de problemas. A leitura é muito agradável e o grafismo é excelente. Sendo o público-alvo constituído prioritariamente por estudantes do 2.º ciclo na área da Química, é previsível que venha também a ser utilizado por estudantes de doutoramento com lacunas de formação em biossíntese e mesmo por investigadores mais *seniors* que necessitem de recordar conceitos. O aparecimento, em língua portuguesa, de obras desta envergadura é uma iniciativa que se aplaude e que se espera venha a ter continuidade.

\* Departamento de Engenharia Química e Biológica, Instituto Superior Técnico  
(matilde.marques@ist.utl.pt)



# Innovation Comes In Many Forms

Zebron - Revolutionizing the Field of Gas Chromatography



- Zebron™ ZB-WAX<sup>PLUS</sup>:** Ideal for **polar compounds**. 100 % aqueous stable.
- Zebron MultiResidue™:** Perfect for **pesticide analysis**. For US EPA 8081A, baseline resolution is achieved in just 10 minutes!
- Zebron ZB-1HT Inferno™ and ZB-5HT Inferno:** The world's highest temperature non-metal GC columns. Provides true boiling point separation for **hydrocarbon distillation** methods.

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

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

 [www.phenomenex.com](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).

 **phenomenex**  
...breaking with tradition™

5171\_L

<b>Australia</b> tel.: 02-9426-6444 email: <a href="mailto:info@phenomenex.com.au">info@phenomenex.com.au</a>	<b>Austria</b> 01-319-1301 <a href="mailto:anfrage@phenomenex.com">anfrage@phenomenex.com</a>	<b>Canada</b> (800) 543-3681 <a href="mailto:info@phenomenex.com">info@phenomenex.com</a>	<b>Denmark</b> 4824 8048 <a href="mailto:dkinfo@phenomenex.com">dkinfo@phenomenex.com</a>	<b>France</b> 01 30 09 21 10 <a href="mailto:franceinfo@phenomenex.com">franceinfo@phenomenex.com</a>	<b>Germany</b> 06021-58830-0 <a href="mailto:anfrage@phenomenex.com">anfrage@phenomenex.com</a>	<b>Italy</b> 051 736176 <a href="mailto:italiainfo@phenomenex.com">italiainfo@phenomenex.com</a>	<b>Ireland</b> 01 247 5405 <a href="mailto:eireinfo@phenomenex.com">eireinfo@phenomenex.com</a>	<b>New Zealand</b> 09-4780951 <a href="mailto:info@phenomenex.co.nz">info@phenomenex.co.nz</a>	<b>Puerto Rico</b> (800) 541-HPLC <a href="mailto:info@phenomenex.com">info@phenomenex.com</a>	<b>United Kingdom</b> 01625-501367 <a href="mailto:ukinfo@phenomenex.com">ukinfo@phenomenex.com</a>	<b>USA</b> (310) 212-0555 <a href="mailto:info@phenomenex.com">info@phenomenex.com</a>
---	---	---	---	---	---	--	---	--	--	---	--

# Nas encruzilhadas da bioquímica em Portugal:

a vida e a obra de Ruy Eugénio de Carvalho Pinto (1924-)

ISABEL AMARAL\* E FERNANDO ANTUNES\*\*

Ruy Eugénio de Carvalho Pinto é um dos poucos discípulos de Kurt Jacobsohn que deu continuidade ao programa de investigação por ele iniciado em 1929, no Instituto de Investigação Científica Bento da Rocha Cabral (IRC). Realizou o estágio de licenciatura sob sua orientação no Departamento de Química da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa e adquiriu formação especializada nas Universidades de Sheffield e Oxford, em Inglaterra. Regressado definitivamente a Portugal, em 1970, empenhou-se na criação da licenciatura em Bioquímica na Faculdade de Ciências de Lisboa, na década de 80. Desde então, tem congregado em seu redor vários se-

guidores no âmbito da bioquímica experimental e teórica. Na tradição herdada de Ferreira de Mira, Ruy E. Pinto tem sido o mentor das tertúlias do Instituto Rocha Cabral (IRC), instituição que dirige desde 1996. Desde esta data, o IRC tem também acolhido vários grupos de investigação em História da Ciência, com os quais Ruy E. Pinto tem desenvolvido alguns projectos de investigação. Homenagear Ruy E. Pinto é homenagear um dos impulsionadores da bioquímica em Portugal, bem como todos aqueles que contribuíram para a consolidação e a afirmação desta disciplina científica, nascida na Alemanha, nas primeiras décadas do século passado.

## Breves Elementos Biográficos

Ruy Eugénio Marques da Cunha Moreira Carvalho Pinto nasceu em Lisboa a 1 de Agosto de 1924. Seu pai, João Baptista Paes Moreira de Carvalho Pinto, era director de uma repartição na Junta do Crédito Público e, simultaneamente, professor na Escola Comercial Veiga Beirão, em Lisboa. Sua mãe, Filipina Ferreira Marques da Cunha Pinto, era doméstica.

Ruy Pinto nunca frequentou a instrução primária nem os dois primeiros anos do ensino liceal, pois teve o pai como único professor. Frequentou o Liceu Pedro Nunes onde fez o ensino secundário que concluiu em 1942.



**Figura 1** Fotografia de Ruy E. Pinto datada de 1970 (Fotografia gentilmente cedida pelo Professor Ruy E. Pinto)

A passagem do liceu para a faculdade revela uma das facetas da sua personalidade, que iria marcar toda a sua vida – a pluralidade de interesses que sempre o caracterizou [1]. Frequentou dois anos do curso de Belas Artes e o primeiro ano do curso preparatório de Engenharia, na Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa (FCUL). Con-

correu, no ano seguinte, ao IST onde se manteve três anos. Regressou à Faculdade de Ciências em 1950 e, em 1953, concluiu o 3.º ano do curso de Engenharia e a Licenciatura em Ciências Físico-Químicas. O estágio foi efectuado na FCUL e no IRC sob orientação de Kurt Jacobsohn, tendo por tema, *Estudo da Urease em vários Tipos de Feijão*.

Terminada a licenciatura, Ruy E. Pinto candidatou-se a um curso de bioquímica organizado por Hans Krebs, director do departamento de Bioquímica na Universidade de Oxford. Este curso, organizado anualmente, admitia seis doutorados ou licenciados de qualquer país, que possuíssem formação em Medicina, Biologia ou Química. O curso era leccionado pelos docentes e investigadores estrangeiros daquele departamento em colaboração com os departamentos de microbiologia, química orgânica e química inorgânica, da mesma universidade. Por intercessão de Jacobsohn, H. Krebs aceitou Ruy E. Pinto, o único candidato à frequência do curso que ainda não possuía doutoramento, nem era médico. Entre 1956 e 1957, frequentou aquela pós-gradu-

\*Centro de Investigação em História e Filosofia da Ciência e da Tecnologia, Faculdade de Ciências e Tecnologia/ Universidade Nova de Lisboa, Monte da Caparica, 2829-516 Caparica / Portugal; imsp-amaral@fct.unl.pt

\*\*Departamento de Química e Bioquímica e Grupo de Bioquímica dos Oxidantes e Antioxidantes, Centro de Química e Bioquímica, da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, P-1749-016 Lisboa, Portugal; Instituto de Investigação Científica Bento da Rocha Cabral, P-1250-047 Lisboa, Portugal; fantunes@fc.ul.pt

ação em bioquímica na Universidade de Oxford, financiada pela Fundação Calouste Gulbenkian. Neste curso de especialização, sobre “conceitos e técnicas de bioquímica moderna,”[2] teve também como colega, Manuel Sobrinho Simões, na época primeiro assistente na Faculdade de Medicina do Porto. Ambos se decidiram por uma especialização em bioquímica num dos laboratórios de investigação com maior renome internacional, na época.

Ruy E. Pinto aventurou-se decididamente pela investigação bioquímica, não obstante algumas dificuldades que teve de gerir, em particular, de carácter financeiro. Tal como H. Krebs refere, em carta dirigida à Fundação Calouste Gulbenkian, Ruy E. Pinto era um bioquímico promissor que deveria dar continuidade à sua determinação e vontade de seguir uma carreira de investigação nesta área [2].

Tanto para Ruy Pinto como para Sobrinho Simões esta experiência em Oxford constituiu um desafio pessoal de extrema importância. No entanto, naquela época, a bioquímica em Portugal estava ainda em estado embrionário. Em Lisboa, apenas Kurt Jacobsohn se dedicava à investigação enzimológica de acordo com o programa de investigação da sua escola de investigação fundada em 1929; no Porto, Francisco Carvalho Guerra dava os primeiros passos para criar um grupo de investigação na Faculdade de Farmácia; e, em Coimbra, Arsélio Pato de Carvalho seguia-lhe o exemplo, no Departamento de Zoologia da Faculdade de Ciências e Tecnologia. De facto, quando regressaram, tanto Ruy E. Pinto como Manuel Sobrinho Simões tiveram dificuldades em obter condições que lhes permitissem desenvolver a investigação de forma regular, consistente e de acordo com os padrões científicos internacionais, nos quais tinham sido formados.

Em 1958, Ruy E. Pinto regressou a Portugal e, no ano seguinte, foi admitido como segundo assistente na FCUL, leccionando disciplinas de vários cursos. Em 1966, obteve o grau de doutor em química pela Universidade de Lisboa, fruto da investigação iniciada na Universidade de Oxford, com o título *Con-*

*tribuição para o Estudo da Glutathione. Oxidação-Redução em Homogenatos Hepáticos* [3].

Em 1967, partiu novamente para Inglaterra como bolseiro do Instituto para a Alta Cultura e efectuou um curso de pós-doutoramento com a duração de 3 anos no Departamento de Bioquímica da Universidade de Sheffield, dirigido por Walter Bartley. Aproveitou parte deste trabalho de investigação para apresentar uma dissertação intitulada *Studies of the Changes in the Activities of Glutathione Reductase and Glutathione Peroxidase and of the Aerobic Oxidation of Reduced Glutathione by Liver* [3], que lhe conferiu o grau de Doutor em Bioquímica na Universidade de Sheffield.

Embora pudesse ter optado por dar continuidade à carreira iniciada em Inglaterra ou noutros países, como o Canadá ou os Estados Unidos, Ruy E. Pinto decidiu regressar a Portugal. Entre 1970 e 1976, dirigiu o grupo de investigação em bioquímica no Laboratório de Física e Engenharia Nuclear (LFEN), na qualidade de director científico do Laboratório de Investigação em Biologia. Nos três anos seguintes, foi director do Departamento de Biologia do Laboratório Nacional de Engenharia e Tecnologia Industrial (LNETI).

Após a Jubilação de Kurt Jacobsohn, Ruy E. Pinto tornou-se professor convidado da FCUL e, em 1979, professor catedrático, com vínculo definitivo, a partir de 1981. É a ele que se deve a institucionalização da bioquímica na Faculdade de Ciências através da criação da respectiva licenciatura. Foi seu coordenador entre 1982 e 1994, altura em que se jubilou.

Ruy E. Pinto assumiu a direcção do IRC em 1996, uma instituição que o marcou pelo papel decisivo que tivera no início do século XX, no desenvolvimento da investigação experimental das Ciências Biológicas em Portugal. Ruy E. Pinto sucede, assim, a uma plêiade de directores que tanto marcaram a vida do IRC e o panorama científico nacional: Ferreira de Mira, Joaquim Fontes, Mirabeau Cruz e Kurt Jacobsohn. Foi, certamente, a consciência desta herança que o levou a apoiar a investigação histórica no seio

do Instituto, a partir de 2001. Neste contexto, Ruy E. Pinto tem mantido acesa a animação das tertúlias anuais sobre variadíssimos temas, algumas delas dedicadas às figuras mais emblemáticas da instituição como sejam as palestras Ferreira de Mira e as conferências Kurt Jacobsohn.

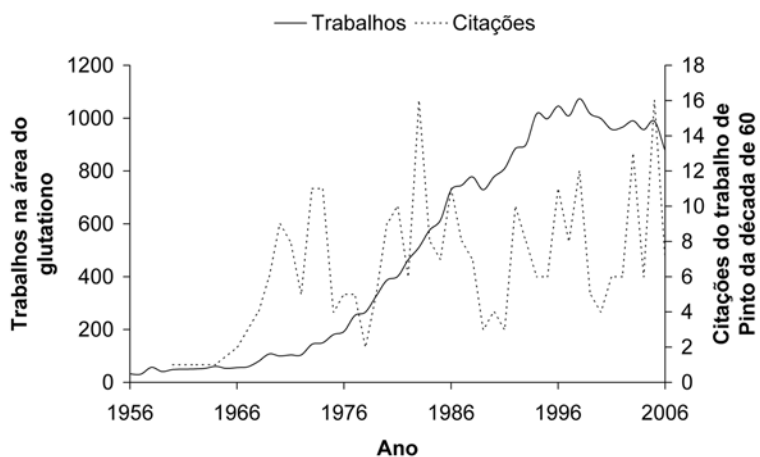
Para além das actividades docentes e de investigação, Ruy E. Pinto acumulou outros cargos desde 1962. Foi consultor bioquímico do Hospital do Ultramar e do Hospital de Egas Moniz, foi membro do Conselho Médico-Legal, do Conselho Consultivo do Instituto Nacional de Investigação e Pescas, do Conselho Científico da FCUL, presidente do Conselho Pedagógico da FCUL, presidente da Assembleia de Representantes da FCUL, vogal da direcção do Departamento de Química e Bioquímica da FCUL, director do Centro de Estudos em Bioquímica e Fisiologia Animal da Universidade de Lisboa, e coordenador do Grupo de Bioquímica e Biologia Teóricas do IRC. Para além disso, foi ainda colaborador e consultor de algumas publicações nacionais: colaborador da Enciclopédia Verbo, consultor especializado da Enciclopédia Alfa, colaborador científico da Grande Enciclopédia Luso-Brasileira e membro do conselho científico da *Revista Portuguesa de Bioquímica Aplicada* e da *Bioquímica Aplicada*. Foi supervisor ou co-supervisor de mais de uma dezena de dissertações de doutoramento.

Ruy E. Pinto é autor de cerca de 200 títulos, que incluem artigos de divulgação científica e de carácter pedagógico, resumos apresentados em congressos científicos e artigos de investigação científica [3]. Apesar do número de trabalhos publicados não ser muito extenso, a obra científica de Ruy E. Pinto constituiu uma referência internacional no âmbito do metabolismo oxidativo, que a partir de 1961 passou a ser valorizada, como consequência do trabalho desenvolvido em Oxford e em Sheffield.

### **A investigação bioquímica – o percurso de Ruy E. Pinto**

Desde a descoberta do glutathione por Hopkins em 1922, houve um grande interesse pelos estudos de oxidação-re-





**Figura 2** O trabalho de Ruy E. Pinto e o desenvolvimento da área da bioquímica do glutatióno até 2006<sup>2</sup>

dução deste composto. Este entusiasmo viria a reduzir-se depois deste autor ter proposto, em 1931, que a oxidação do glutatióno pelo fígado não era de natureza enzimática, nem catalisada por heminas.

Em 1961, Ruy Pinto mostrou existir oxidação enzimática do glutatióno em meio aeróbio [4], facto que foi verificado pouco tempo depois por Jocelyn, em 1962 [5], e que constituiu um grande avanço no estudo metabólico do glutatióno. A natureza enzimática da oxidação do glutatióno foi estudada por este autor na Grã-Bretanha [6] e por Christopherson, na Noruega [7], e permitiu concluir que a oxidação do glutatióno envolveria ainda os peróxidos lipídicos [8], para além da xantina-oxidase, como propôs Jocelyn [7].

A partir de 1967, Ruy E. Pinto começou a estudar, em Sheffield, a natureza da oxidação do glutatióno que tinha descoberto. Em 1968 e 1969 mostrou que, muito provavelmente, a oxidação era essencialmente feita pelos peróxidos (pe-

róxido de hidrogénio e peróxidos orgânicos), sendo a catálise efectuada pelo glutatióno peroxidase. Estudou vários factores que afectam a actividade do glutatióno peroxidase e do glutatióno reductase durante o desenvolvimento (estado fetal, amamentação, sexo e idade), e propôs o ciclo generalizado de oxidação-redução do glutatióno [8].

Estes trabalhos, e em particular o ciclo de oxidação-redução do glutatióno, tiveram um enorme impacto na comunidade científica sendo hoje considerados trabalhos clássicos na área dos processos oxidativos em biologia. Este impacto poderá ser avaliado através de vários indicadores, quer quantitativos, quer qualitativos. Os trabalhos realizados por Ruy E. Pinto ao longo da década de 60 foram citados com muita frequência por investigadores de diferentes países, e publicados em várias línguas, incluindo o japonês e o russo. O seu artigo onde se descreve o ciclo de oxidação-redução do glutatióno foi citado 225 vezes até à data<sup>1</sup>.

O impacto destas citações no desenvolvimento da área é acrescido, pois estes estudos foram realizados numa fase inicial, como podemos observar por análise da Figura 2.

Os testemunhos pessoais a seguir apresentados são ilustrativos da importância que a contribuição de Ruy Pinto teve na história da bioquímica.

John Rotruck, o autor da descoberta do glutatióno peroxidase como sendo um enzima dependente do selénio, um dos trabalhos fundamentais da história da nutrição [9], a propósito do seu artigo publicado na revista *Science*, em 1973, [10] dá o seguinte testemunho [11]:

*Being an enthusiastic graduate student, I read the literature in these areas, especially that on glutathione biochemistry. One of these papers, by R.E. Pinto and W. Bartley [12], was on the effect of age and sex on glutathione peroxidase and glutathione reductase. This paper presented a pathway of glutathione metabolism that connected glutathione with the enzyme glutathione peroxidase and led me to the hypothesis that selenium could exert "antioxidant activity" as part of glutathione peroxidase.*

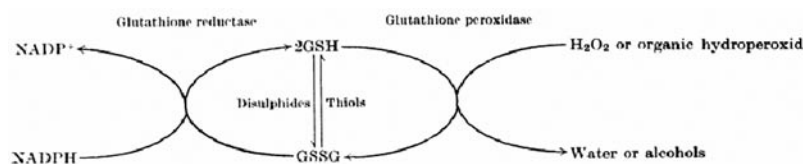
Sobre o mesmo assunto Richard Ahrens escreve:

*A figure in this paper [12] illustrated the proposed relationship of glutathione, glutathione reductase, glutathione peroxidase and NADPH. It was also noted that glucose metabolism is the main source of NADPH. With this figure in front of him, John began to develop that same afternoon a hypothesis that selenium played a role in glutathione peroxidase.*

José Viña, tal como Ruy Pinto um discípulo de Sir Hans Krebs desde há muito dedicado à área do envelhecimento, num dos seus artigos, comenta [13]: "Since the pioneering work of Pinto and Bartley (1969) in the sixties, many authors have paid attention to the relationship between glutathione metabolism and aging."

O carácter inovador dos estudos de Pinto na década de sessenta não pode deixar de ser salientado. A existência do próprio glutatióno peroxidase era questionada por uma boa parte da co-

**Esquema 1** O esquema original de Pinto e Bartley publicado em 1969



munidade científica da altura. A existência do enzima só viria a ser aceite em 1973 com o já mencionado trabalho de John Rotruck e com a cristalização e confirmação do selénio como co-factor do enzima por Leopold Flohé, em 1973 [14]. No congresso onde Flohé mostrou pela primeira vez fotografias de cristais do glutatióno peroxidase, várias comunicações questionavam a existência do enzima [15]. Como acontece com muitos estudos pioneiros, Ruy E. Pinto teve que ultrapassar várias dificuldades técnicas. A inexistência do glutatióno oxidado comercial obrigou a sintetizar este composto. Os fracos métodos correntes existentes na época para doseamento do glutatióno conduziram ao desenvolvimento de um método potenciométrico utilizando um eléctrodo de mercúrio-glutatióno [16]. Mais tarde, Ruy E. Pinto desenvolveu um método enzimático específico para dosear o glutatióno oxidado e para determinar as actividades do glutatióno peroxidase e do glutatióno redutase. Estes métodos continuam ainda hoje a ser utilizados. Desenvolveu ainda uma dieta sintética para estudo de fenómenos de amamentação, não disponível comercialmente. Mais tarde investigou o efeito da hepatomização e do jejum sobre os dois enzimas [17].

Embora ao longo da carreira de investigação, Ruy E. Pinto tenha trabalhado em vários domínios [18]<sup>3</sup>, nunca deixou esta área, acompanhando o seu desenvolvimento. Assim, após a descoberta de que o glutatióno peroxidase era uma seleno-proteína dedicou-se à bioquímica do selénio, para além da do enxofre e do oxigénio que já existia [19]. Continuou também a investigação do metabolismo do glutatióno no fígado hepatomizado de rato [20]. Em 1992, Ruy Pinto fundou, juntamente com o então seu aluno de Doutoramento Armindo Salvador, o Grupo de Bioquímica e Biologia Teóricas no IRC. Sob sua supervisão, este grupo desenvolveu trabalho na área dos processos oxidativos em biologia e bioquímica teórica, tendo ao longo de uma década publicado 26 publicações, envolvendo 32 autores de 17 instituições. Os trabalhos realizados foram citados, até à data, 546 vezes (índice h de 14), por 1454 autores<sup>4</sup>. O impacto do grupo junto às fontes de financiamento foi no

entanto menos significativo, tendo visto todos os seus projectos recusados. Como consequência, a partir de 2000 a actividade do grupo diminuiu vindo a desintegrar-se em 2003.

Apesar disso, Ruy E. Pinto continuou a exercer uma influência científica nas novas gerações, nomeadamente, através da sua acção pedagógica e na formação de jovens cientistas.

### **Ruy E. Pinto na Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa**

Em 1971, o Ministério da Educação Nacional regulamentou por decreto [21] a reestruturação das licenciaturas e bacharelatos professados nas faculdades de ciências, na tentativa de procurar modernizar aquelas instituições, criando duas áreas de especialização, uma científica e outra educacional, nos cursos nelas ministrados. Kurt Jacobsohn defendeu a ideia de que a disciplina de bioquímica deveria ser introduzida nos *curricula* das licenciaturas oferecidas por aquelas faculdades, chegando mesmo a sugerir a criação de uma licenciatura [22]. Em consequência desta posição, a Licenciatura em Química da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa passou a oferecer a possibilidade de especialização no ramo de química orgânica-bioquímica, mediante um conjunto de disciplinas de opção leccionadas nos 3.º e 4.º anos, que englobavam as cadeiras de Bioquímica Geral, Bioquímica Complementar e Técnicas de Bioquímica, possibilitando aos alunos a realização de estágios científicos em domínios como a enzimologia, a química de lípidos e a análise bioquímica. Nesta altura, era ainda leccionada a disciplina de Química Médica para os alunos da Faculdade de Medicina da Universidade de Lisboa, e as disciplinas de Bioquímica I e Bioquímica II, da licenciatura em Biologia [23]. Os docentes mais directamente envolvidos na leccionação destas disciplinas, para além de Kurt Jacobsohn, eram Ruy E. Pinto e Renato Leal.

Os planos definidos pelo Ministério, em 1971, foram acompanhados por várias comissões científicas inter-universitá-

rias, nomeadas para o efeito, e sofreram várias alterações até 1980 [24]. Na sequência do processo de reformulação dos cursos da responsabilidade das universidades, foi criada a primeira Licenciatura em Bioquímica no país, na Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra, em 1980 [25], que começou a funcionar no ano seguinte. Seguiu-se a Universidade de Lisboa e a Universidade do Porto em 1981 [26]. A Universidade do Porto propôs ao Ministério da Educação a criação de uma licenciatura conjunta entre a Faculdade de Ciências e o Instituto de Ciências Biomédicas de Abel Salazar ainda nesse ano. Sob proposta da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, a licenciatura criada em 1981, viria a ser iniciada em 1982 [27].

Pela formação que Ruy E. Pinto adquirira na Grã-Bretanha e pelas afinidades que o ligavam à tradição britânica nesta área, a Licenciatura em Bioquímica, cuja estruturação liderou, é diferente das suas congéneres no país. Tanto a Faculdade de Ciências de Coimbra como a do Porto apostaram num curso de bioquímica, alicerçado em duas disciplinas, a química e a biologia.<sup>5</sup>

A FCUL tentou afirmar a sua licenciatura dando-lhe características diferentes. Arquitectada por um grupo coordenado por Ruy E. Pinto, era eminentemente experimental, com várias disciplinas de opção, cobrindo diversas áreas do conhecimento bioquímico e com um estágio de investigação obrigatório.<sup>6</sup> Um ramo teórico constituído pelas áreas da bioquímica quântica e da simulação em bioquímica foi uma outra característica pioneira desta licenciatura, tendo cerca de 20 anos de avanço sobre a popularização da bioinformática e a biologia de sistemas.

No entanto, foram necessários alguns anos de negociação com o Ministério da Educação para que este desse o seu aval a uma licenciatura diferente das existentes e que os proponentes argumentavam ser equivalente às do resto da Europa, e promotora de uma interligação às faculdades que incluíam, com certo destaque, o ensino da disciplina – as faculdades de Medicina, Veterinária,

Agronomia, e de Farmácia. Pretendia-se, assim, participar na contínua actualização e aplicabilidade do *curriculum* de bioquímica a essas licenciaturas, dando aos estudantes da Licenciatura em Bioquímica, uma visão alargada das diferentes vertentes da disciplina [27].

Além disso, pretendia-se também que a licenciatura não fosse o somatório da química e da biologia, como pretendia o Ministério, mas que fosse o resultado duma vivência cultural que apostasse na interdisciplinaridade, reconhecendo como áreas fundamentais, a química, a física e a matemática, sendo a biologia, a informática e a estatística, áreas complementares. A colocação da biologia como disciplina complementar corresponde, claramente, a uma visão fisicista da bioquímica que se traduziu, institucionalmente, no controlo da licenciatura pelo Departamento de Química da FCUL.

Este Departamento assegurou o controlo da licenciatura em dois momentos essenciais do processo de criação da mesma: primeiro, adiantando-se ao Departamento de Biologia ao tomar a iniciativa da criação da licenciatura; segundo, ao incluir na sua proposta a física e a matemática como áreas nucleares da licenciatura, garantiu para a sua proposta os votos favoráveis dos Departamentos de Matemática e de Física. Inicialmente, propunha-se que a licenciatura tivesse quatro anos de escolaridade seguidos de um ano de estágio de investigação científica. No entanto, para obter a aprovação do Ministério da Educação, a licenciatura passou a ser, na sua totalidade, de quatro anos, constituindo o estágio de investigação uma das disciplinas do último semestre do curso [28]. Esta situação resultou, sobretudo, em prejuízo dos primeiros licenciados pois na prática nenhum deles concluiu a licenciatura em menos de cinco anos.<sup>7</sup>

O resultado não foi o desejável mas o possível. Apesar da existência de uma Licenciatura em Bioquímica, em 1997, a profissão de bioquímico ainda não era reconhecida em Portugal, a avaliar pelas palavras de Ruy E. Pinto [1]. “Em Inglaterra eu dizia que era bioquímico; aqui, quando digo que sou bioquímico,

toda a gente olha para mim e pergunta-me “mas, é médico? Então é farmacêutico?”... Nós não temos profissão.”

A propósito destas palavras, convirá levantar a questão da importância para a afirmação de qualquer área disciplinar da existência de uma sociedade científica activa que socialmente a represente e, ligada a ela, uma publicação especializada que canalize a produção científica. Geralmente, estas etapas são, não só essenciais à consolidação de uma área disciplinar, como à afirmação da identidade profissional dos seus praticantes.

### Conclusão

Ruy E. Pinto é uma figura incontornável da história da bioquímica portuguesa no século XX. Destacou-se no campo científico no âmbito do estudo dos processos oxidativos em Biologia, tornando-se uma referência histórica nesta área de investigação. Por consequência fundou um pequeno grupo de investigação em bioquímica teórica, procurando compreender por simulação, o seu principal objectivo científico: a compreensão dos processos oxidativos biológicos.

No plano institucional foi também um dos principais impulsionadores da institucionalização da bioquímica na Universidade de Lisboa, movimentando-se no sentido da criação de uma licenciatura com características muito próprias, filia-das no exemplo das escolas britânicas.

No plano pedagógico, Ruy Pinto acompanhou não só a preparação dos programas disciplinares de grande parte das disciplinas do curso de Bioquímica na Universidade de Lisboa, como também foi o responsável pela leccionação de algumas delas.

Em qualquer dos percursos que caracterizam a vida e obra de Ruy Pinto é notória a influência da bioquímica britânica. Tendo privado com Hans Krebs, Ruy Pinto tornou-se um dos seus principais seguidores e admiradores. Não admira pois que o tivesse usado como modelo na bioquímica portuguesa, na qual deixa também seguidores.

### Notas

- <sup>1</sup> Pesquisa efectuada no dia 2007/02/27 na base de dados *ISI Web of Science*.
- <sup>2</sup> O número de trabalhos na área do glutathione foi obtido fazendo uma pesquisa na base de dados *ISI Web of Knowledge* usando a palavra “glutathione” restringida ao campo de pesquisa do título. Esta restrição leva a uma sub-estimação do número de artigos mas revelou-se necessária para mostrar a evolução do número de artigos ao longo do tempo. A pesquisa da palavra nos resumos dos artigos levaria a um número mais exacto do número de trabalhos na área, mas dado que nos artigos mais antigos o resumo não se encontra disponível tal pesquisa iria falsear a evolução da curva. As citações dos trabalhos de Ruy E. Pinto referem-se apenas aos seus trabalhos da década de 60.
- <sup>3</sup> As outras áreas estudadas, além deste núcleo central de investigação, surgiram na sequência de pedidos para resolução de problemas, nos organismos onde Ruy E. Pinto trabalhava. A título de exemplo podemos citar o estudo clínico-laboratorial dum antidiabético oral, a necessidade de resolver um conflito pernicioso para a economia de Portugal, ou ainda, ao estudo dos alcalóides da *Chelidonium Majus L.*, existente nos Açores.
- <sup>4</sup> Pesquisa efectuada no dia 2007/02/27 na base de dados *ISI Web of Science* no campo morada por “BIOQUIM & BIOL TEOR GRP OR Grp Bioquim & Biol Teor”
- <sup>5</sup> Para um conhecimento mais pormenorizado consulte-se os planos das licenciaturas aprovados pelo Ministério da Educação, entre 1979 e 1982, ou os relatórios de avaliação das licenciaturas publicados em 1996, pelo Conselho de Reitores das Universidades Portuguesas.
- <sup>6</sup> Na impossibilidade de recolhermos informações escritas sobre as diferentes fases do processo de candidatura da Licenciatura em Bioquímica da Universidade de Lisboa, baseámo-nos em depoimentos orais das pessoas que estiveram mais directamente envolvidas no processo, Ruy E. Pinto, Ana Maria Ponces Freire e Jacques Callazans.
- <sup>7</sup> O entrave à formação experimental especializada ainda presente na década de 80 do século passado parece não ser apenas apanágio da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, mas de uma mentalidade de há muito instalada na universidade portuguesa. Seriam necessários mais de 10 anos para que se reconhecesse uma licenciatura com 5 anos, que incluiria o estágio científico no último ano.

## Referências

- [1] M. Castanho, "Professor Ruy Pinto, O Rasto de uma Vida dedicada à Ciência – Dureza de Trabalho e Paixão", *Boletim da Sociedade Portuguesa de Química* **65**(1997) 28-37.
- [2] H. A. Krebs, (Carta dirigida à Fundação Calouste Gulbenkian datada de 30 de Agosto de 1957).
- [3] R. E. Pinto, *Curriculum vitae*, 1994, 1996, 2001.
- [4] R. E. Pinto, "Comparison of the Anaerobic Reduction of Oxidized Glutathione in Liver Homogenates", *Biochemical Journal* **79**(1961) 43-51.
- [5] P. C. Jocelyn, "The Effect of Glutathione on Protein Sulphydryl Groups in Rat Liver Homogenates", *Biochemical Journal* **85**(1962) 480-485
- [6] P. C. Jocelyn, "Oxidation of Glutathione and other Thiols by Xanthine Oxidase and Hypoxanthine of Rat Liver Homogenates", *Nature* **202**(1964) 1115.
- [7] B. O. Christophersen, "Oxidation of Reduced Glutathione by Subcellular Fractions of Rat Liver", *Biochemical Journal* **100**(1966) 95-100.
- [8] R. E. Pinto, W. Bartley, "Changes in Glutathione Reductase and Glutathione Peroxidase Activities in Rat Liver Related to Age and Sex", *Biochemical Journal (separata)* **109** (1968) 1-34; R. E. Pinto, W. Bartley, "The Effect of Age and Sex on Glutathione Reductase and Glutathione Oxidation in Rat Liver Homogenates," *Biochemical Journal* **112** (1969) 109-115; R. E. Pinto, W. Bartley, "The Nature of the Sex-linked Differences in Glutathione-Peroxidase Activity and Aerobic Oxidation of Glutathione in Male and Female Rat Liver", *Biochemical Journal* **115** (1969) 449-456; R. E. Pinto, W. Bartley, "A Negative Correlation Between Oxygen Uptake and Glutathione Oxidation in Rat Liver", *Biochemical Journal* **114** (1969) 5-9.
- [9] K. J. Carpenter, A.E. Harper, R.E. Olson, "Experiments that changed nutritional thinking", *Journal of Nutrition* **127** (1997)1017S-1053S.
- [10] J.T. Rotruck, A.L. Pope, H.E. Ganther, A.B. Swanson, D.G. Hafeman, W.G. Hoekstra, "Selenium: biochemical role as a component of glutathione peroxidase", *Science* **179**(1973) 588-590.
- [11] J.T. Rotruck, "This week's citation classic", *Currents Contents* **31** (#29) (1988), 15.
- [12] R. E. Pinto, W. Bartley, "The Effect of Age and Sex on Glutathione Reductase and Glutathione Oxidation in Rat Liver Homogenates," *Biochemical Journal* **112** (1969) 109-115.
- [13] J. Viña, J. Sastre, A.L. Bruseghini, A. Esteras, M. Asensi, "Effect of aging on glutathione metabolism. Protection by antioxidants" in I. Emerit, B. Chance (eds.) *Free Radicals in Aging*, Birkhauser Verlag, Basel (1992) 136-144.
- [14] L. Flohé, W.A. Gunzler, H.H. Schock, "Glutathione peroxidase: a selenoenzyme", *FEBS Letters* **32** (1973) 132-134.
- [15] R.E. Pinto, Comunicação pessoal.
- [16] R. E. Pinto, "Comparison of the Aerobic and Anaerobic Reduction of Oxidized Glutathione in Liver Homogenates", *Biochemical Journal* **79**(1961) 43-51; R. E. Pinto, "Alguns Aspectos das Títulos Potenciométricas de Tíóis com Eléctrodo de Mercúrio-Tiol", *Gazeta de Física* **4** (1963) 183-189.
- [17] R. E. Pinto, W. Bartley, "Glutathione Reductase and Glutathione Peroxidase Activities in Hepatomous Livers of Rats Treated with Diethylnitrosamine," *FEBS Letters* **32** (1973) 307-309.
- [18] E. Pães, F. J.Silva-Gomes, R. E. Pinto, M.A. Pinto-Albuquerque, H. Farinha, "Ensaio Clínico dum novo Anti-diabético Oral. Glipizida", *Revista Ibérica de Endocrinologia* **21** (1974) 459-480; J. S. Lopes, R. E. Pinto, M. E. Almendra, J. A. Machado, "Variation of 14 C Activity in Portuguese Vines from 1940 to 1974", *Proceeding of International Conference on Low-Radioactivity Measurements and Applications*, Bratislava (1957) 265-268; M. L. Pavão, R. E. Pinto, "Densitometric Assay for the Evaluation of Water Soluble Alkaloids from *Chelidonium Majus L* in Azores Along One Year Cycle," *Arquipélago (separata)* (1995) 85-91.
- [19] A. Salvador, F. Antunes, R. E. Pinto, "Kinetic Modelling of in vitro Lipid Peroxidation Experiments — "Low Level" Validation of a Model of in vivo Lipid Peroxidation", *Free Radical Biology & Medicine* **23** (1995) 151-172; F. Antunes, A. Salvador, H. S. Marinho, R. Alves, R. E. Pinto, "Lipid Peroxidation in Mitochondrial Inner Membranes. I- An Integrative Kinetic Model", *Free Radical Biology & Medicine* **21** (1996) 917-943; H. S. Marinho, F. Antunes, R. E. Pinto, "Role of Glutathione Peroxidase and Phospholipid Hydroperoxide Glutathione Peroxidase in the Reduction of Lysophospholipid Hydroperoxides", *Free Radical Biology & Medicine* **22** (1997) 871-883; A. M. Crespo, J. Neve, R. E. Pinto, "Plasma and Liver Selenium Levels in the Rat Supplementation with 0.5, 2, 6 and 15 ppm Selenium in Drinking Water", *Biological Trace Element Research* **38** (1993) 139-147.
- [20] R. E. Pinto, M. F. Duarte, M. L. Roda-Santos, V. H. Rosa, " Peroxidation in Hepatomous Liver of Rats Treated with Diethylnitrosamine", *Biochemical Society Transactions* **8** (1980) 563-564; H. S. Marinho, M. Baptista, R. E. Pinto, "Glutathione Metabolism in Hepatomous Liver of Rats Treated with Diethylnitrosamine", *Biochimica & Biophysica Acta* **1360** (1997) 157-168.
- [21] Decreto n.º 443/71, *Diário do Governo*, Ministério da Educação Nacional, Direcção Geral do Ensino Superior e das Belas Artes, 23/10/1971.
- [22] J. A. Feijó, *O Instituto e o Exterior: Relações e Influências*, (trabalho não publicado existente no IRC).
- [23] Dados fornecidos pelo Departamento de Química da FCUL.
- [24] Despacho n.º 323/80, *Diário da República*, Ministério da Educação e das Universidades, 6/10/1980.
- [25] Decreto n.º 87/80, *Diário da República*, Ministério da Educação e Ciência, 20/9/1980.
- [26] Decreto n.º 130/81, *Diário da República*, Ministério da Educação e das Universidades, 21/10/1981.
- [27] Decreto n.º 125/82, *Diário da República* Ministério da Educação e das Universidades, 3/11/1982.
- [28] R. E. Pinto, I. Amaral, "Origens, Desenvolvimento e Panorama Actual da Bioquímica da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa", *Boletim da Sociedade de Química* **69** (1998) 23-29.



# Desinfecção com dióxido de cloro

CRISTINA MARIA MARTINS ALMEIDA \*

O dióxido de cloro ( $\text{ClO}_2$ ) tem vindo a ser utilizado na pré-oxidação e desinfecção da água para consumo humano, em alternativa ao cloro ( $\text{Cl}_2$ ). Pretende-se com este trabalho descrever as vantagens e desvantagens associadas à sua utilização. Com este objectivo, organizou-se a informação,

nomeadamente no que se refere às propriedades físico-químicas, tecnologias de produção (eficiência dos processos e avaliação da pureza do dióxido de cloro produzido), eficácia da desinfecção e metodologias de monitorização do dióxido de cloro e dos respectivos subprodutos clorados.

## Introdução

A qualidade da água de consumo humano pode afectar a saúde ou o bem-estar de uma comunidade de várias formas. A contaminação química pode estar relacionada com quantidades vestigiárias de substâncias (especialmente substâncias orgânicas) mas deve ser avaliada em relação a outros riscos para a saúde associados à água de consumo, nomeadamente, a transmissão de doenças (de origem bacteriana, vírica ou parasitária).

Os surtos epidémicos a partir da água distribuída são ainda uma realidade, mesmo em países onde se trata a água com um nível aceitável de qualidade. Na maioria dos casos a razão deve-se a uma falha do processo de desinfecção ou à ausência deste processo.

A desinfecção da água potável é essencial para evitar a transmissão de doenças, tanto nos países em vias de desenvolvimento como nos países industrializados. No entanto, os potenciais riscos dos subprodutos da desinfecção não podem ser ignorados, ainda que seja necessário investigar mais em pormenor, não só, os seus efeitos como também a sua eliminação da água,

sem nunca comprometer a desinfecção completa da água para consumo humano. Em cada abastecimento há que procurar o ponto óptimo entre o balanço a longo prazo dos riscos para a saúde procedentes dos subprodutos da desinfecção com os riscos a curto prazo procedentes da possível presença de microrganismos patogénicos na água.

Na maioria dos países a cloração ainda é o método de desinfecção mais utilizado, e em nenhum caso o seu papel é discutido. No entanto, devido à problemática dos subprodutos clorados, a maioria dos países, principalmente os do norte e centro da Europa e os Estados Unidos da América, têm substituído o cloro por ozono ou dióxido de cloro na fase de pré-oxidação, de forma a diminuir o tipo e quantidade de subprodutos clorados formados. O cloro é apenas utilizado na fase terminal do tratamento de água, isto é, na desinfecção, de forma a garantir uma acção desinfectante residual na rede de distribuição.

Dos vários subprodutos da cloração, os que se formam em maior quantidade e que têm sido alvo de um maior número de estudos são os trihalometanos. Os trihalometanos que ocorrem mais frequentemente nas águas para beber são o clorofórmio, bromodiclorometano, dibromoclorometano e o bromofórmio, os

quais se encontram presentes frequentemente em concentrações entre 10 e 100  $\mu\text{g/L}$ .

Nestes últimos anos têm-se criado leis que regulamentam os limites de trihalometanos numa água para beber. Estas regulamentações surgem como consequência do conhecimento da presença e origem dos trihalometanos na água, assim como das investigações epidemiológicas e toxicológicas que confirmam o seu potencial risco para a saúde pública. Um exemplo disso é a Directiva Comunitária 98/83/CE de 3 de Novembro destinada à água para consumo humano e transposta para o direito nacional através do DL 243/01 de 5 de Setembro. Este decreto-lei exige que a soma da concentração em trihalometanos seja igual ou inferior a 150  $\mu\text{g/L}$  até 2008 e que a partir de 2008 este valor seja inferior ou igual a 100  $\mu\text{g/L}$ . Por outro lado, este decreto-lei também inclui pela primeira vez a determinação do bromato no controlo de inspecção. Devido à toxicidade dos bromatos, o referido decreto-lei estabelece o valor paramétrico de 10  $\mu\text{g/L}$  na água para consumo humano, de forma a assegurar a protecção da saúde humana.

Em consequência desta legislação, as estações de tratamento de água destinada ao consumo humano tiveram que avaliar as suas práticas de desinfecção e de tratamento da água, e é de pre-

\*Faculdade de Farmácia da Universidade de Lisboa, Laboratório de Hidrologia e Análises Hidrológicas

Av. das Forças Armadas, 1649-083 Lisboa

ver que algumas técnicas de tratamento serão incrementadas, nomeadamente as que conduzem a uma diminuição dos bromatos e dos subprodutos clorados, nomeadamente, os trihalometanos. A fase do tratamento onde possivelmente haverá mais modificações será aquela onde ocorre a maior taxa de formação de subprodutos clorados e de bromatos, isto é, na pré-oxidação. Nesta fase, um dos processos alternativos será a substituição do cloro por um oxidante/desinfectante alternativo. Este trabalho pretende abordar uma destas práticas alternativas de desinfecção, nomeadamente, a utilização do dióxido de cloro.

A primeira utilização do dióxido de cloro remonta ao início do século XX, quando ele foi utilizado na desinfecção de uma estância termal em Ostende (Bélgica). Desde então, tem sido reconhecido como um poderoso desinfectante da água e na década de 1950 foi introduzido de forma gradual na desinfecção da água para consumo humano, em virtude de não originar alterações organolépticas na água tão significativas quanto as provocadas pelo cloro. Numa Estação de Tratamento de Água (ETA) o dióxido de cloro tem vindo a ser usado quer na pré-oxidação, quer na desinfecção final. Em Portugal alguns dos sistemas multi-municipais de tratamento de água já começaram a utilizar na pré-oxidação o dióxido de cloro, como por exemplo, a ETA de Vila Nova de Santo André, a ETA das Fontainhas, a ETA do Roxo (concelho de Aljustrel), a ETA de Nossa Senhora do Desterro e as Águas do Douro e Paiva.

O dióxido de cloro pode ser usado como agente oxidante e também como agente desinfectante. A sua aplicação tem, porém, levantado algumas dúvidas, em grande parte relacionadas com o facto de, durante a sua produção e após o contacto com a água, dar origem a subprodutos, nomeadamente, cloritos e cloratos, os quais podem ser nocivos para a saúde humana [1,2].

A acção do dióxido de cloro como agente desinfectante é particularmente eficaz na erradicação da *Giardia* e de um elevado número de vírus. Este reagente tem sido reconhecido como o mais eficaz na inactivação de bactérias e do *Cryptosporidium*

num intervalo grande de valores de pH, quando comparado com os valores obtidos com o cloro gasoso. No entanto, as doses de dióxido de cloro necessárias para a acção virucida podem ser de alguma forma condicionadas devido à formação excessiva do ião clorito. Nas águas superficiais, a capacidade do dióxido de cloro para inactivar a maioria dos vírus presentes neste tipo de águas é comparável à do cloro [3].

A preocupação crescente com os protozoários, nomeadamente, com a *Giardia* e o *Cryptosporidium*, deve-se ao facto de serem parasitas perigosos do ponto de vista de saúde pública, pois podem provocar disenteria e gastroenterites e porque nas doses usuais de cloro usadas na desinfecção estes não são destruídos ou inactivados.

O dióxido de cloro também permite controlar a formação dos compostos responsáveis pelo sabor e odor na água, tal como os clorofenóis, e oxida de forma eficaz os respectivos compostos precursores. É também particularmente eficaz na eliminação do ferro e do manganês que se encontram dissolvidos na água, sobretudo em águas subterrâneas.

Ao contrário do cloro gasoso, o dióxido de cloro não reage com a matéria orgânica presente na água, nem com diversos compostos orgânicos e não origina subprodutos clorados, como os trihalometanos (THM). Por esta razão, o dióxido de cloro pode ser uma boa alternativa ao cloro gasoso quando se pretende diminuir o nível de trihalometanos numa água para consumo humano [4].

Outra vantagem do dióxido de cloro é não oxidar o ião brometo a bromato ou a ácido hipobromoso, compostos que podem reagir com a matéria orgânica originando subprodutos bromados.

Podem ser atribuídas ao dióxido de cloro várias vantagens e desvantagens. No entanto, devido à grande variação na dimensão dos sistemas de distribuição, na qualidade da água e na dosagem aplicada, algumas destas vantagens e desvantagens não se aplicam a um determinado sistema de distribuição. Regra geral, são atribuídas ao dióxido de cloro as seguintes vantagens [3,5,6]:

- O dióxido de cloro é mais eficaz que o cloro e que as cloraminas na inactivação dos vírus e dos protozoários, como o *Cryptosporidium* e a *Giardia*.
- O dióxido de cloro oxida o ferro, o manganês e os sulfuretos.
- O dióxido de cloro pode facilitar o processo de clarificação.
- O sabor e cheiro resultantes da degradação das algas e da matéria vegetal, assim como a devida aos compostos fenólicos, são controlados através da utilização do dióxido de cloro.
- Sob condições controladas de produção (*i.e.*, sem excesso de cloro), não se formam os subprodutos da desinfecção halogenados (por exemplo, trihalometanos).
- A produção do dióxido de cloro é fácil.
- As propriedades biocidas não são influenciadas pelo pH da água.
- O dióxido de cloro garante uma acção desinfectante residual.

Por outro lado, são-lhe atribuídas as seguintes desvantagens:

- O dióxido de cloro forma subprodutos da desinfecção específicos, nomeadamente, cloritos e cloratos.
- A eficiência do gerador do dióxido de cloro e a dificuldade na sua optimização podem conduzir a um excesso de cloro, o qual pode ser aplicado à água e formar subprodutos da desinfecção halogenados.
- Os custos associados com a formação, a amostragem e os testes de monitorização do clorito e clorato são elevados.
- O dióxido de cloro não pode ser comprimido ou armazenado comercialmente como um gás porque é explosivo sob pressão. Desta forma, ele nunca é expedido ou comercializado na forma gasosa, devendo ser gerado *in loco*.
- O custo da sua produção é elevado, quer em termos de instalação, quer de pessoal e manutenção.
- O dióxido de cloro é fotossensível.

– Em alguns sistemas pode dar origem à formação de cheiros desagradáveis.

## 1. Propriedades Físico-Químicas


A 25 °C e 1 bar, o ClO<sub>2</sub> puro é um gás. Em solução, o ClO<sub>2</sub> é fotossensível e decompõe-se através dos radicais livres (ClO<sub>2</sub>• e ClO•) em ião clorato (ClO<sub>3</sub><sup>-</sup>) e cloreto (Cl<sup>-</sup>). Dado o seu elevado grau de instabilidade, o dióxido de cloro deve ser produzido no local em que vai ser utilizado, sendo produzido de acordo com a necessidade instantânea do composto.

A Tabela 1 apresenta uma lista das propriedades físicas gerais do dióxido de cloro [5].

Nas soluções aquosas de dióxido de cloro existem normalmente várias espécies de cloro, as quais são subprodutos da reacção do dióxido de cloro ou precursores inerentes à sua produção. A Tabela 2 apresenta as várias espécies de cloro que podem aparecer nos geradores de dióxido de cloro. Além destas espécies cloradas, há ainda a considerar os radicais ClO<sub>2</sub>• e ClO•.

Uma das propriedades físicas mais importantes do dióxido de cloro é a sua elevada solubilidade em água, especialmente em água fria. Contrariamente à hidrólise do cloro gasoso na água, o dióxido de cloro não se hidrolisa de forma extensiva na água, permanecendo em solução na sua forma molecular. É aproximadamente 10 vezes mais solúvel que o cloro (acima de 11 °C), extremamente volátil e pode ser removido das soluções aquosas diluídas por arejamento suave ou recarbonatação com dióxido de carbono (por exemplo, amaciamento ou eliminação da dureza). Acima dos 11-12°C, o ClO<sub>2</sub> encontra-se no estado gasoso (Tabela 1). Esta característica pode influenciar a eficácia do dióxido de cloro quando se preparam vários lotes de solução para serem injectados em determinados pontos da canalização. Outra dificuldade é a monitorização do dióxido de cloro na água, não só devido à elevada volatilidade do composto, mas também devido à presença de outros interferentes (nomeadamente, de outros compostos clorados).

**Tabela 1** Estrutura molecular e propriedades físicas do dióxido de cloro

Dióxido de cloro 	
Massa molecular	67,45 g/mol
Ponto de fusão	-59 °C (-75 °F)
Ponto de ebulição	11 °C (51 °F)
Solubilidade, 25 °C (34,5 mm Hg)	~3 g/L
Coefficiente de partição, 35 °C (95°F)	21,5
Absortividade molar, 360 nm	1225-1250 cm <sup>-1</sup> M <sup>-1</sup>

**Tabela 2** Estados de oxidação do cloro [5]

Estado oxidação	Espécies	Fórmula
+7	ião perclorato	ClO <sub>4</sub> <sup>-</sup>
+5	ião clorato	ClO <sub>3</sub> <sup>-</sup>
+4	Dióxido de cloro	ClO <sub>2</sub>
+3	ião clorito	ClO <sub>2</sub> <sup>-</sup>
	Ácido cloroso	HClO <sub>2</sub>
+1	ião hipoclorito	OCl <sup>-</sup>
	Ácido hipocloroso	HOCl
0	Cloro	Cl <sub>2</sub>
-1	ião cloreto	Cl <sup>-</sup>

O dióxido de cloro é um composto neutro, em que o cloro está no estado de oxidação +4 (Tabela 2). A sua acção desinfetante é em termos químicos uma oxidação, no entanto, o dióxido de cloro não actua como agente de cloração. Em elevadas concentrações, reage

de, indicando que o ião clorito existe como espécie dominante na água de consumo humano.

Apresenta-se de seguida, o potencial de oxidação-redução das principais reacções químicas envolvidas:

$\text{ClO}_2(\text{aq}) + e^- \rightleftharpoons \text{ClO}_2^-$	$E^\circ = 0,954 \text{ V}$
$\text{ClO}_2^- + 2\text{H}_2\text{O} + 4e^- \rightleftharpoons \text{Cl}^- + 4\text{OH}^-$	$E^\circ = 0,76 \text{ V}$
$\text{ClO}_3^- + \text{H}_2\text{O} + 2e^- \rightleftharpoons \text{ClO}_2^- + 2\text{OH}^-$	$E^\circ = 0,33\text{V}$
$\text{ClO}_3^- + 2\text{H}^+ + e^- \rightleftharpoons \text{ClO}_2 + \text{H}_2\text{O}$	$E^\circ = 1,152 \text{ V}$

violentemente com os agentes redutores presentes no meio. Contudo, o dióxido de cloro é estável em soluções aquosas diluídas quando armazenado num contentor fechado e ao abrigo da luz [7].

A função do dióxido de cloro como agente oxidante altamente selectivo deve-se ao seu mecanismo único de transferência de um electrão (e<sup>-</sup>), sendo reduzido a ião clorito (ClO<sub>2</sub><sup>-</sup>). O pKa do ião clorito, em equilíbrio com o ácido cloroso, é extremamente baixo a pH 1,8. Isto é completamente diferente do par em equilíbrio ácido hipocloroso/ião hipoclorito perto da zona de neutrali-

dade, indicando que o ião clorito existe como espécie dominante na água de consumo humano, o ião clorito (ClO<sub>2</sub><sup>-</sup>) é o subproduto predominante, com 50 a 70% proveniente do dióxido de cloro e 30% proveniente do clorato (ClO<sub>3</sub><sup>-</sup>) e cloreto (Cl<sup>-</sup>).

O conhecimento das propriedades e reacções do dióxido de cloro, assim como os avanços nas tecnologias de produção e purificação do dióxido de cloro, têm permitido a utilização de um produto mais puro no tratamento da água para consumo humano, isto é, tem aumentado a eficiência de produção do dióxido de cloro, minimizando o tipo e número de subprodutos formados [6].

## 2. Produção de Dióxido de Cloro

### 2.1. Métodos

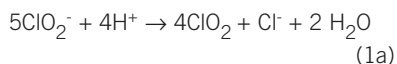
Para o tratamento da água, os geradores comerciais de dióxido de cloro podem, de uma forma simples, ser classificados em três grupos: os sistemas baseados na oxidação do ião clorito, os sistemas baseados na redução do ião clorato e os sistemas electroquímicos.

Apresenta-se na Tabela 3 um resumo das várias tecnologias de produção do dióxido de cloro, verificando-se que a produção de dióxido de cloro, quer a partir do clorito (processo por oxidação), quer a partir do clorato (processo por redução), pode ser complicada. O processo químico envolve precursores (e.g.,  $\text{ClO}_2^-$  líquido ou  $\text{ClO}_3^-$  na forma sólida), agentes oxidantes ou redutores (e.g.,  $\text{Cl}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}_2$ ), ácidos e células electroquímicas e vários processos gasosos de mistura e extracção. Em qualquer um dos casos, o produto final contém  $\text{ClO}_2$ .

Para um grande número das tecnologias usuais de produção, são geradas soluções de dióxido de cloro entre 0,1 a 0,5% para o tratamento da água para consumo humano.

#### 2.1.1. Produção baseada na oxidação do ião clorito [5]

Nas estações de tratamento de água, a oxidação do ião clorito é o método mais utilizado para a produção de dióxido de cloro. Um dos primeiros geradores deste tipo utilizava ácido para converter o ião clorito em dióxido de cloro. O processo pode ser descrito através da equação seguinte:

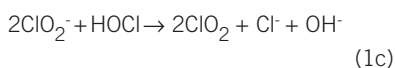


A estequiometria desta reacção permite verificar que 20% do reagente de partida não origina dióxido de cloro. Isto significa que o ião clorito não é consumido na totalidade, isto é, apenas 80% é convertido em  $\text{ClO}_2$ . Neste caso, uma taxa elevada de conversão não resulta num elevado rendimento. Este exemplo permite demonstrar que o consumo do ião clorito não deve ser usado como base para o cálculo do rendimento.

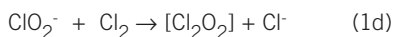
Tabela 3 Tecnologias de formação de dióxido de cloro [5]

Processo químico	Observações
$\text{ClO}_2^-/\text{Cl}_2$	Solução de ião clorito/cloro gasoso; Solução de ião clorito/cloro aquoso; Clorito sólido/cloro gasoso
$\text{ClO}_2^-/\text{H}^+$	Activação ácida
$\text{ClO}_3^-/\text{H}^+/\text{Agente redutor}$	Produção em grande escala
$\text{ClO}_3^-/\text{H}_2\text{SO}_4/\text{H}_2\text{O}_2$	Produção em pequena escala
Electroquímico ( $\text{ClO}_2^-$ )	Produção em pequena escala

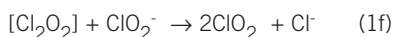
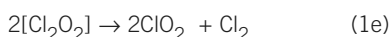
Normalmente, o dióxido de cloro é produzido a partir da reacção do ião clorito com o cloro ou com o ácido hipocloroso.



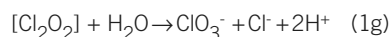
As equações das reacções 1a, 1b e 1c explicam como é que os geradores podem ser diferentes, mesmo quando o precursor é o mesmo. Também indicam que alguns geradores requerem o controlo de pH e outros não são dependentes deste factor. Na maioria dos geradores, a reacção de produção de dióxido de cloro envolve mais de um passo, isto é, há mais que uma reacção envolvida. Por exemplo, a formação e acção do ácido hipocloroso como intermediário (resultante da reacção do cloro com a água) mascara frequentemente todas as reacções inerentes à produção do dióxido de cloro. Por outro lado, a equação geral da reacção do ião clorito com o  $\text{Cl}_2$  não mostra a importância da espécie intermediária,  $\text{Cl}_2\text{O}_2$ .



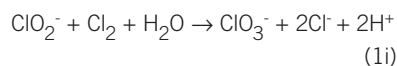
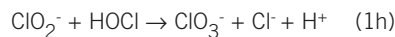
Para concentrações muito elevadas de reagente, a espécie intermediária forma-se muito rapidamente.



Para baixas concentrações iniciais de reagente, forma-se primeiro o ião clorato.



As equações seguintes referem-se às reacções indesejáveis que levam à formação de ião clorato.



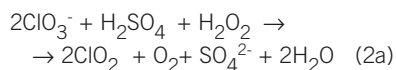
No mercado também existem sistemas que utilizam o ião clorito, não na forma aquosa, mas na forma sólida. Este sistema foi desenvolvido para minimizar a presença de  $\text{Cl}_2$  no dióxido de cloro formado. Em sistemas optimizados, o teor de  $\text{Cl}_2$  no produto final é inferior a 1%. Este sistema consiste num leito cheio de clorito de sódio embebido em substâncias estabilizantes e inertes. O cloro ( $\text{Cl}_2$ ) humidificado e diluído passa através deste leito e reage com o ião clorito. Como o  $\text{Cl}_2$  e o ar estão a passar continuamente sobre o leito sólido, o dióxido de cloro é retirado à medida que se forma e transportado para um tanque de armazenamento.

#### 2.1.2. Produção baseada na redução do ião clorato

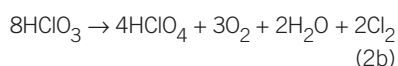
Desde 1999 têm sido introduzidos geradores que utilizam o clorato de sódio ( $\text{NaClO}_3$ ) como agente precursor, o qual é reduzido por uma mistura de água oxigenada concentrada ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) e ácido sulfúrico concentrado ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ). Estes geradores foram utilizados inicialmente nas indústrias de pasta de papel (branqueamento) e só posteriormente começaram a ser utilizados nas estações municipais de tratamento de água [5,8].



Estes sistemas usam  $H_2O_2$  e  $H_2SO_4$  em excesso para produzir dióxido de cloro, de acordo com as seguintes reacções:



A optimização do processo de produção de dióxido de cloro requer um excesso de ácido para a conversão eficaz do  $ClO_3^- \rightarrow ClO_2$ . A razão  $H_2O_2/H_2SO_4$  é muito importante. As condições ideais para a máxima produção de dióxido de cloro não são necessariamente as condições que minimizam a formação de subprodutos. Em condições muito ácidas, especialmente com  $H_2SO_4$ , o clorato pode ser convertido em ião perclorato [5]:



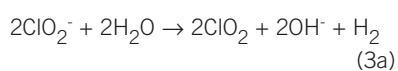
Por outro lado, as soluções comerciais de clorato de sódio ( $NaClO_3$ ) apresentam ião perclorato, o qual pode passar para o tanque de armazenamento durante a produção do dióxido de cloro.

Podemos constatar que um gerador deste tipo, mas de menor dimensão, é potencialmente aplicável em estações de tratamento da água para consumo humano, com a finalidade de diminuir os custos associados à produção de dióxido de cloro. No entanto, os requisitos inerentes a uma água de consumo humano, a presença de  $H_2O_2$  no efluente do gerador (não recomendado como desinfectante), o aumento da acidez (controlo da corrosão) e a formação de  $ClO_4^-$  (risco potencial para a saúde) têm impedido a aceitação deste procedimento para a produção de dióxido de cloro [5].

### 2.1.3. Sistemas electroquímicos

Há vários anos que existem no mercado sistemas electroquímicos para a produção de dióxido de cloro. Concepcionalmente, estes geradores são muito simples.

Electrólise directa [5,6]:

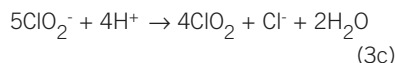
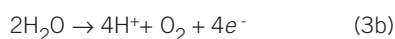


É introduzida na célula electroquímica a solução de  $NaClO_2$ . No ânodo ocorre a electrólise directa do  $ClO_2^-$  para formar  $ClO_2$ . No cátodo, é produzido hidróxido

de sódio e hidrogénio. Para evitar a posterior oxidação do  $ClO_2$  a ião clorato e possivelmente a ião perclorato, o dióxido de cloro é extraído do ânodo.

Outro método electroquímico de produção do dióxido de cloro inclui a produção electroquímica de ácido ou de  $Cl_2$  como um meio de abastecimento de um dos precursores químicos à célula.

Electrólise da água:



Electrólise do  $Cl^-$ :



Quando se usa um sistema de purga gasosa para transferir o dióxido de cloro do ânodo para o tanque de armazenamento, os operadores devem estar alertados de que o ácido e possivelmente o  $Cl_2$  podem ser nebulizados ou misturados juntamente no tanque de armazenamento. Por outro lado, devem estar alertados para que, a eficiência e durabilidade da célula electroquímica dependerá da sua limpeza periódica, de forma a remover-lhe as impurezas da superfície dos eléctrodos.

### 2.2. Eficiência da conversão

Os geradores de dióxido de cloro são programados de forma a obterem a máxima produção (rendimento) de dióxido de cloro, minimizando por outro lado a formação de cloro livre ou outros compostos oxidantes residuais. Geralmente o rendimento destes geradores é superior a 95%. Por outro lado, o excesso de cloro deve ser inferior a 2% (m/m) no efluente do gerador.

O rendimento do gerador é definido pela seguinte expressão [5,6]:

% Conversão =

$$\eta = \frac{[ClO_2]}{[ClO_2] + [ClO_2^-] + \frac{67,45}{83,45}[ClO_3^-]} \times 100$$

Onde:

$$[ClO_2] = \text{Concentração em dióxido de cloro, mg/L.}$$

$$[ClO_2^-] = \text{Concentração em ião clorito, mg/L.}$$

$$[ClO_3^-] = \text{Concentração em ião clorato, mg/L.}$$

$$\left(\frac{67,45}{83,45}\right) = \text{Razão das massas moleculares dos iões clorito e clorato.}$$

Este cálculo necessita da determinação individual de todas as espécies oxido-cloradas. No entanto, esta fórmula ignora a presença de cloro residual livre ( $Cl_2$ ,  $HOCl$ ,  $OCl^-$ ) e ião perclorato.

### 2.3. Pureza do dióxido de cloro

A pureza refere-se à presença de impurezas produzidas ou transportadas através do sistema durante a produção do dióxido de cloro ou à presença de impurezas na solução de dióxido de cloro.

A expressão seguinte (baseada na relação de massas) representa, através de uma equação simples, o cálculo da pureza de dióxido de cloro produzido numa grande variedade de geradores de dióxido de cloro [5,6].

Pureza(%) =

$$= \frac{[ClO_2]}{[ClO_2] + [FAC] + [ClO_2^-] + [ClO_3^-]} \times 100$$

O FAC representa o excesso de cloro no efluente do gerador, assim como as espécies relacionadas com o  $ClO_2^-$  e é expresso através da seguinte expressão [5,6]:

FAC = Excesso de  $Cl_2$  (%) =

$$= \frac{[Cl_2]}{[ClO_2] + [ClO_2^-] + \frac{67,45}{83,45}[ClO_3^-]} \times \frac{70,91}{2 \times 67,45} \times 100$$

Onde:

$$\left(\frac{70,91}{2 \times 67,45}\right) = \text{estequiometria e razão das massas moleculares do } Cl_2 \text{ e } ClO_2^-.$$

### 2.4. Geradores comerciais de dióxido de cloro

A Tabela 4 apresenta de forma resumida as reacções e as principais características dos geradores comerciais de dióxido de cloro.

## 2.5. Acção do dióxido de cloro e pontos de aplicação

A eficácia da desinfecção pode ser avaliada através da determinação do valor de **Ct** (mg.min/L) a uma determinada temperatura, o qual representa a concentração (**C**, mg/L) e o tempo de contacto (**t**, minutos) do desinfectante a uma dada temperatura, necessário para inactivar uma determinada percentagem de microrganismos.

O cálculo dos valores de **Ct** para o dióxido de cloro é semelhante ao dos outros desinfectantes, isto é, determina-se a concentração de desinfectante residual e o tempo de contacto efectivo. Na prática, verificou-se que devido à natureza volátil do gás, o dióxido de cloro actua extremamente bem nos reactores de fluxo assim como nas condutas de distribuição. Pode ser removido das soluções aquosas diluídas por arejamento turbulento nos tanques de mistura rá-

pida ou através da purga nas bacias de recarbonatação. Devem ser incluídos pontos de amostragem amplos de forma a permitir uma monitorização apertada das concentrações de desinfectante residual. É do conhecimento geral que o dióxido de cloro é destruído pela radiação ultravioleta nas bacias expostas à luz. Deste modo, se é esperado este tipo de exposição, o desenho das bacias deve apresentar formas de protecção.

Tabela 4 Geradores comerciais de dióxido de cloro

Tipo	Reacções principais	Atributos especiais
Ácido-Clorito (Activação ácida)	$4\text{HCl} + 5\text{NaClO}_2 \rightarrow 4\text{ClO}_2(\text{aq}) + \text{ClO}_3^-$ <ul style="list-style-type: none"> <li>pH baixo</li> <li>Possível formação <math>\text{ClO}_3^-</math></li> <li>Velocidade de reacção lenta</li> </ul>	Máximo rendimento a ~80% eficiência.
Cloro aquoso-Clorito	$\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow [\text{HOCl}/\text{HCl}]$ $[\text{HOCl}/\text{HCl}] + \text{NaClO}_2 \rightarrow$ $\rightarrow \text{ClO}_2(\text{g}) + \text{H}/\text{OCl}^- + \text{NaOH} + \text{ClO}_3^-$ <ul style="list-style-type: none"> <li>pH baixo</li> <li>Possível formação <math>\text{ClO}_3^-</math></li> <li>Velocidade de reacção relativamente lenta</li> </ul>	Excesso de $\text{Cl}_2$ ou ácido para neutralizar o NaOH. Elevada conversão com taxa de rendimento de 80-92%. Efluente mais corrosivo inerente aos valores baixos de pH (~2,8-3,5). Três sistemas de bombas para a câmara de reacção: HCl, hipoclorito, clorito e água de diluição.
Cloro aquoso reciclado ou "French loop" (Solução saturada de $\text{Cl}_2$ via um loop de recirculação antes de haver mistura com a solução de clorito).	$2\text{HOCl} + 2\text{NaClO}_2 \rightarrow 2\text{ClO}_2 + \text{Cl}_2 + 2\text{NaOH}$ <ul style="list-style-type: none"> <li>Necessita de um excesso de <math>\text{Cl}_2</math> ou HCl para neutralizar o NaOH formado.</li> </ul>	Para a sua eficiência máxima requer uma concentração de clorito de aproximadamente ~3g/L. O rendimento é de 92-98% com um excesso de cloro de ~10%. Muito corrosivo para as bombas; requer calibração. Após mistura necessita de um tanque de maturação.
Cloro gasoso-Clorito ( $\text{Cl}_2$ gasoso e solução de $\text{NaClO}_2$ a 25%; injectados para uma câmara de reacção).	$\text{Cl}_2(\text{g}) + \text{NaClO}_2(\text{aq}) \rightarrow \text{ClO}_2(\text{aq})$ <ul style="list-style-type: none"> <li>pH neutro</li> <li>Reacção rápida</li> </ul>	Efluente com pH próximo da neutralidade. Não necessita de excesso de $\text{Cl}_2$ . O rendimento é de 95-99% com um excesso de cloro inferior a 2%.
Cloro gasoso-Matriz de clorito de sódio  ( $\text{Cl}_2$ gasoso humidificado é bombeado através de uma matriz estável contendo clorito de sódio sólido).	$\text{Cl}_2(\text{g}) + \text{NaClO}_2(\text{s}) \rightarrow \text{ClO}_2(\text{g}) + \text{NaCl}$ <ul style="list-style-type: none"> <li>Velocidade de reacção rápida</li> <li>Tecnologia nova</li> </ul>	O $\text{Cl}_2$ gasoso diluído com $\text{N}_2$ ou ar filtrado produz ~8% de $\text{ClO}_2$ gasoso. Rendimentos > 99%.
Electroquímico  (Geração em contínuo de $\text{ClO}_2$ a partir de uma solução a 25% de clorito de sódio reciclada através de uma célula de electrólito).	$\text{NaClO}_2(\text{aq}) \rightarrow \text{ClO}_2(\text{aq}) + \text{e}^-$ <ul style="list-style-type: none"> <li>Tecnologia nova</li> </ul>	Corrente de água morna em contra-corrente aceita o dióxido de cloro gasoso produzido na célula o qual atravessa uma membrana permeável ao gás.
Ácido/Peróxido/Cloreto	$2\text{NaClO}_3 + \text{H}_2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 2\text{ClO}_2 + \text{O}_2 + \text{NaSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ <ul style="list-style-type: none"> <li>Velocidade de reacção rápida</li> <li>Tecnologia nova</li> </ul>	Usa $\text{H}_2\text{O}_2$ e $\text{H}_2\text{SO}_4$ concentrados. pH baixo.

### 2.5.1. Desinfecção

Antes de se seleccionar o dióxido de cloro como desinfectante deve ser determinada a carência em oxidante da água a tratar. Idealmente, este estudo deve considerar as variações sazonais na qualidade da água, temperatura e pontos de aplicação. O MRDL (*Maximum Recommended Dose Level*) para o dióxido de cloro é 0,8 mg/L e o MCL (*Maximum Concentration Level*) para o clorito é de 1,0 mg/L [2,9]. Isto significa que se a carência em oxidante for superior a 1,4 mg/L, o dióxido de cloro não pode ser usado como desinfectante porque a razão dos iões clorito/clorato pode exceder o nível máximo permitido, a não ser que os subprodutos inorgânicos (*e.g.*, clorito) sejam subsequentemente removidos.

As doses típicas de dióxido de cloro usadas na desinfecção da água de consumo humano variam entre 0,07 e 2 mg/L. Nas estações de tratamento que usam o dióxido de cloro, a concentração média de ião clorito e clorato variam entre 0,24 e 0,20 mg/L, respectivamente, embora o valor de referência seja de 1,0 mg/L [2,9].

### 2.5.2. Controlo do sabor e do cheiro

A fase do tratamento onde se deve aplicar o dióxido de cloro depende da qualidade da água bruta, do tipo de tratamento utilizado na estação de tratamento e de outros objectivos relacionados com a aplicação do dióxido de cloro. Nas estações de tratamento convencionais recomenda-se a utilização do dióxido de cloro próximo do fim do tratamento ou a seguir às bacias de sedimentação. Se a turvação da água bruta for baixa, por exemplo, inferior a 10 UNT (Unidades Nefelométricas de Turvação), o dióxido de cloro pode ser adicionado no início do tratamento da água. Esta utilização permite o controlo do crescimento das algas durante a flocculação e nas bacias de sedimentação expostas à luz. Tal aplicação terá maior sucesso, se for efectuada durante os períodos de menor luminosidade, não só porque o crescimento das algas será menor mas também porque o dióxido de cloro será mais estável [6].

### 2.5.3. Oxidação do ferro e do manganês

O dióxido de cloro reage com as formas solúveis do ferro e do manganês para formar compostos insolúveis (precipitados) que podem ser removidos através de sedimentação ou filtração. Cerca de 1,2 mg/L de dióxido de cloro são necessários para remover 1,0 mg/L de ferro, enquanto que para remover 1,0 mg/L de manganês são necessários 2,5 mg/L de dióxido de cloro. Para concentrações elevadas de ferro e manganês, a aplicação do dióxido de cloro está limitada à formação de 1,0 mg/L dos iões clorito/clorato como subprodutos da desinfecção. O ião ferroso pode ser adicionado antes do processo de coagulação convencional de forma a reduzir o ião clorito (a ião cloreto) e aumentar a eficácia do processo de flocculação na globalidade [6].

### 2.6. Inactivação dos microrganismos patogénicos e eficácia da desinfecção

O dióxido de cloro é um oxidante forte e um desinfectante. Os mecanismos de desinfecção não são bem conhecidos mas actuam sobre uma grande variedade de microrganismos [1,3].

Para baixas concentrações de dióxido de cloro, nomeadamente nas concentrações utilizadas no tratamento das águas para consumo humano, não foram observados grandes danos físicos nas células bacterianas ou nas cápsulas virais. No entanto, os estudos têm-se centrado nos dois mecanismos mais plausíveis que permitem a inactivação dos microrganismos: reacção química específica entre o dióxido de cloro e as biomoléculas e acção do dióxido de cloro sobre as funções fisiológicas dos microrganismos.

De acordo com o primeiro mecanismo de desinfecção, o dióxido de cloro reage com os aminoácidos cisteína, triptofano e tirosina, mas não reage com o ácido ribonucleico viral (RNA) [10]. Nesta investigação, conclui-se que o dióxido de cloro inactiva os vírus devido à alteração proteica da cápsula viral. No entanto, o dióxido de cloro reage com o poliovírus RNA e impede a síntese de RNA [11-13]. Também tem sido demonstrado que o dióxido de cloro reage com os ácidos gordos livres [14]. Neste momento, não

está bem definido qual o processo primário de inactivação dos microrganismos pelo dióxido de cloro, se devido à actuação nas estruturas periféricas se à sua actuação sobre os ácidos nucleicos. Talvez as reacções em ambas as regiões contribuam para a inactivação dos microrganismos patogénicos.

O segundo tipo de mecanismo de desinfecção centra-se no efeito do dióxido de cloro nas funções fisiológicas. Tem sido sugerido que o primeiro mecanismo de inactivação seja a interrupção da síntese proteica [15]. Contudo, estudos posteriores revelaram que o mecanismo primário de inactivação não é a inibição da síntese proteica mas sim a alteração da permeabilidade da membrana celular [16]. Os resultados deste estudo foram confirmar os resultados já obtidos por Olivieri [12] e Ghandbari [14], os quais verificaram que as proteínas e lípidos da membrana eram suficientemente alterados pelo dióxido de cloro, devido a um aumento da permeabilidade da membrana.

Têm sido realizados vários estudos para avaliar o efeito do pH, temperatura e matéria em suspensão na eficácia do dióxido de cloro como desinfectante. Apresenta-se de seguida, de forma muito resumida, a influência destes três factores na inactivação dos microrganismos patogénicos.

O pH tem uma influência muito menor na inactivação dos vírus e quistos com o dióxido de cloro do que com o cloro, para valores de pH entre 6 e 8,5. Contrariamente ao que acontece com o cloro, a inactivação do *poliovírus I* e dos quistos da *Naegleria gruberi* [6] pelo dióxido de cloro aumenta com o pH. Os resultados dos estudos relativos à inactivação da *E. coli* não são conclusivos. Embora hajam estudos antigos que demonstrem que a inactivação pelo dióxido de cloro aumenta com o aumento do pH, estudos mais recentes demonstraram que a actividade bactericida do dióxido de cloro não é afectada para valores de pH entre 6,0 e 10 [6]. Um estudo com o *Cryptosporidium* revelou que a inactivação dos ooquistos pelo dióxido de cloro é mais rápida a pH 8,0 do que a pH 6,0. Para um valor de **Ct** semelhante, o nível de inactivação a pH 8,0 é aproximada-

Tabela 5 Valores de Ct (mg.min/L) para 99% de inactivação a 5°C [1]

Organismo	Desinfectante			
	Cloro livre pH=6-7	Cloraminas pH=8-9	Dióxido de cloro pH=6-7	Ozono pH=6-7
<i>E. coli</i>	0,034 – 0,05	95 – 180	0,4 – 0,75	0,02
Poliovírus tipo 1	1,1 – 2,5	768 – 3740	0,2 – 6,7	0,1 – 0,2
Vírus Hepatite A	1,8	ca 590	1,7	–
Rotavírus	0,01 – 0,05	3810 – 6480	0,2 – 2,1	0,006 – 0,06
<i>Giardia lamblia</i> , quistos	47 – >150	–	–	0,5 – 0,6
<i>Giardia muris</i> , quistos	30 – 630	–	7,2 – 18,5	1,8 – 2,0
<i>Cryptosporidium parvum</i> , oocistos	–	–	6,5 – 8,9	<3,3 – 6,4
Oocistos de <i>Cryptosporidium</i> (fezes humanas)	7,7x10 <sup>6</sup> –8,7x10 <sup>6</sup>	–	–	–

mente o dobro do obtido a pH 6,0 [17]. Outro estudo revelou que a eficácia do dióxido de cloro para a inactivação dos quistos da *Giardia* aumenta com o aumento do pH. Este efeito pode ser explicado através das alterações na estrutura química e física dos quistos da *Giardia* pelo aumento do pH e não pela alteração da actividade do dióxido de cloro a diferentes valores de pH. São necessários mais estudos para esclarecer a influência do pH na eficácia do dióxido de cloro [6,18].

Tal como acontece com o cloro, a eficácia da desinfecção com o dióxido de cloro diminui com a diminuição da temperatura. LeChevallier [17] demonstrou que reduzindo a temperatura de 20 °C para 10 °C diminuía a eficácia da inactivação do *Cryptosporidium* pelo dióxido de cloro em cerca de 40% e que estes resultados são semelhantes aos obtidos com a *Giardia* e com os vírus.

A matéria em suspensão e a agregação dos microrganismos patogénicos afectam a eficácia da desinfecção pelo dióxido de cloro. A protecção contra a inactivação pelo dióxido de cloro foi determinada avaliando a acção sobre amostras contendo bentonite como padrão de turvação: a protecção foi de 11% para amostras com uma turvação ≤ 5 UNT e de 25% para amostras com uma turvação entre 5 e 17 UNT [6].

Desde 1944 que se tem investigado a eficiência da acção germicida do dióxido de cloro aplicado no tratamento das águas de consumo. Normalmente esta comparação é feita com a acção do cloro e do ozono. O dióxido de cloro é um desinfectante mais eficaz que o

cloro mas menos eficaz que o ozono (Tabela 5).

Por estes dados, podemos afirmar, que o desinfectante mais eficaz é o ozono, na gama de pH 6-7.

É necessário referir que os protozoários são mais resistentes à desinfecção do que os restantes microrganismos testados, mas o ozono continua a ser o agente desinfectante mais eficaz mesmo nestes casos.

### 3. Métodos analíticos

O *Standard Methods* [6,19] propõe numerosos métodos analíticos para a medição das espécies cloradas que acompanham a produção do dióxido de cloro. Existe uma certa confusão em torno destes métodos assim como nos testes de campo disponíveis para o efeito. Devido à falta de especificidade de alguns métodos, nomeadamente dos métodos de oxidação (e.g., iodométrico, dietil-*p*-fenilenodiamina), eles apresentam elevada interferência.

A determinação exacta do dióxido de cloro e dos respectivos subprodutos clorados requer uma metodologia analítica com uma maior selectividade e precisão. Dos vários métodos existentes, foram largamente usados três métodos colorimétricos para determinar a concentração residual em dióxido de cloro: método da Lissamina Green B (LGB) [20], método de Amarante [21] e método do vermelho de clorofenol. Cada um destes métodos é capaz de determinar o dióxido de cloro em concentrações na ordem dos 0,1 mg/L. O método colorimétrico da DPD (dietil-*p*-fenilenodiamina) não é adequado à determi-

nação do dióxido de cloro [5] porque as espécies de DPD oxidadas que são quantificadas a 515 nm podem continuar a reagir com o dióxido de cloro, dando origem a um composto incolor (i.e., há perda da cor já formada). Na água tratada, além do dióxido de cloro temos também o ião clorito e o cloro residual livre como desinfectante residual. Sendo assim, em cada amostra de água (i.e., efluente do gerador de dióxido de cloro, água à saída da estação de tratamento e água da rede de distribuição) tem que se determinar o ião clorito e a interferência do cloro. O método da Lissamin Green B e o método de Amarante utilizam um sistema tampão de amónia/cloreto de amónia que elimina a potencial interferência do cloro e é um dos métodos a escolher. Deste modo, o ião clorito não é interferente em nenhum destes métodos. Contrariamente a estes dois métodos, o método do vermelho de clorofenol sofre interferência do clorito e do cloro residual, embora a interferência do cloro residual possa ser eliminada através da adição de ácido oxálico. No entanto, não nos podemos esquecer que, mesmo estes métodos relativamente selectivos podem sofrer interferência das multi-espécies cloradas que podem ocorrer nas soluções de dióxido de cloro, pelo que os métodos deverão discriminar/distinguir o dióxido de cloro dos restantes compostos. Um dos métodos consiste na análise do dióxido de cloro após difusão deste através de uma membrana selectiva [22].

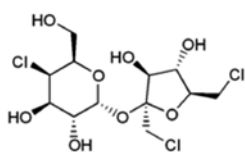
Sendo assim, o método de eleição para a determinação dos subprodutos clorados em concentrações na ordem dos 0,1-1 mg/L é a cromatografia iónica.

## Referências

- [1] C. M. M. Almeida, "Especiação Orgânica em Águas para Consumo Humano: Fenol, Benzeno e Compostos Derivados", Dissertação apresentada à Faculdade de Farmácia da Universidade de Lisboa para a obtenção do grau de Doutor, 2001.
- [2] WHO (World Health Organization), "Guidelines for Drinking Water Quality", Third Edition, 2004.
- [3] N. M. G. Simões, "Fenol e Clorofenóis em Águas para Consumo Humano: Optimização do Método de Análise por SPME-GC/MS", Dissertação apresentada à Faculdade de Farmácia da Universidade de Lisboa para a obtenção do grau de Mestre em Controlo da Qualidade e Toxicologia dos Alimentos, 2004.
- [4] Hemetério Monteiro, "Desinfetantes e Sub-produtos da Desinfecção". *Águas & Resíduos* (1996)18-20.
- [5] G. Gordon, "Is All Chlorine Dioxide Created Equal?", *Journal of American Water Works Association*, April, (2001)163-174.
- [6] USEPA (U.S. Environmental Protection Agency), "Alternative Disinfectants and Oxidants EPA Guidance Manual, Section 4: Chlorine Dioxide". EPA 815-R-99-014 (Apr 1999).
- [7] AWWA (American Water Works Association), *Water Quality and Treatment, fourth edition*, McGraw-Hill, Inc., New York, 1990.
- [8] G. Gordon, B. Sloomackers, S. Tachiya-shiki, D. W. Wood, "Minimizing Chlorite Ion and Chlorate Ion in Water Treated with Chlorine Dioxide", *Journal of American Water Works Association* **82(4)** (1990)160-165.
- [9] EPA, 2004. US EPA List of Drinking Water Contaminants & MCLs: <http://www.epa.gov/safewater/mcl.html>.
- [10] C. I. Noss, W. H. Dennis, V. P. Olivieri, "Reactivity of Chlorine Dioxide with Nucleic Acids and Proteins". *Water Chlorination: Environmental Impact and Health Effects*. R.L. Jolley (editors), Lewis Publishers, Chelsea, MI., 1983.
- [11] M. E. Alvarez, R. T. O'Brien, "Mechanism of Inactivation of Poliovirus by Chlorine Dioxide and Iodine", *Appl. Environ. Microbiol.* **44** (1982)1064.
- [12] V. P. Olivieri, "Mode of Action of Chlorine Dioxide on Selected Viruses", *Water Chlorination: Environmental Impact and Health Effects*. R.L. Jolley (editors), Lewis Publishers, Chelsea, MI., 1985.
- [13] Y. S. R. Chen, O. J. Sproul, A. J. Rubin, "Inactivation of *Naegleria gruberi* cysts by Chlorine Dioxide", *Water Res.* **19(6)** (1985) 783.
- [14] E. H. Ghandbari, "Reactions of Chlorine and Chlorine Dioxide with Free Fatty Acids, Fatty Acids Esters, and Triglycerides". *Water Chlorination: Environmental Impact and Health Effects*. R.L. Jolley (editors), Lewis Publishers, Chelsea, MI, 1983.
- [15] M. A. Bernarde, "Kinetics and Mechanism of Bacterial Disinfection by Chlorine Dioxide", *J. Appl. Microbiol.* **15(2)** (1967) 257.
- [16] E. Aieta, J. D. Berg, "A Review of Chlorine Dioxide in Drinking Water Treatment", *Journal of American Water Works Association* **78(6)**(1986)62-72.
- [17] W. LeChevallier, W. D. Norton, T. B. Atherholf, "Chlorine Dioxide for Control of Cryptosporidium and Disinfection By-products". Proceedings of the American Water Works Association Water Quality Technology Conference, Boston, MA, November 17-21, American Water Works Association, 1997.
- [18] L. R. J. Liyanage, "Effects of Aqueous Chlorine and Oxochlorine Compounds on *Cryptosporidium Parvum* Oocysts", *Environ. Sci. & Tech.* **31(7)** (1997) 1992-1994.
- [19] L. S. Clesceri, A. E. Greenberg, A. D. Eaton, Editors, Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. *American Public Health Association, Washington, DC, USA, 20th Edn, 1995.*
- [20] B. Chiswell, K. O'Halloran, "Use of Lissamine Green B as a Spectrophotometric Reagent for the Determination of Low Levels of Chlorine Dioxide", *Analyst* **116** (1991) 657.
- [21] G. E. Emmert, D. E. Coutant, D. L. Sweetin, G. Gordon, B. Bubnis, "Studies of Selectivity in the Amaranth Method for Chlorine Dioxide", *Talanta* **51**(2000) 879-888.
- [22] D. A. Hollowell, G. E. Pacey, G. Gordon, "Selective Determination of Chlorine Dioxide Using Gas Diffusion Flow Injection Analysis", *Anal. Chem.* **57** (1985) 2851.

## Actualidades Científicas

Um dos gigantes dos edulcorantes artificiais nos Estados Unidos, a Merisant – que comercializa aspartame sob as marcas comerciais Equal e NutraSweet – o equivalente em Portugal será o Canderel – processou o outro gigante do mercado, a McNeil Nutritionals, que comercializa sucralose com o nome Splenda – em Portugal a sucralose é comercializada pela Linea. Em causa está a campanha publi-



sucralose

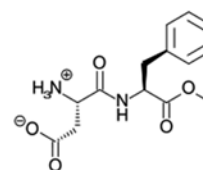
citária desta última que inclui a frase «feito de açúcar, pelo que sabe a açúcar».

A sucralose, ou mais concretamente a 1,6 – dicloro- 1,6 – didesoxi –  $\beta$ -D-fructofuranosil-4-cloro-4-desoxi- $\beta$ -D-galactopiranosídeo, é um derivado da sacarose, o açúcar comercial, em que três grupos hidroxilo foram substituídos por cloro.

Quimicamente, o aspartame é N-L-alfa-aspartil-L-fenilalanina 1-metilester pelo que a Merisant não pode usar o equivalente na sua propaganda porque não teria o mesmo efeito dizer que o aspartame é feito de ácido aspártico e fenilalanina.

Mas no cerne da questão está o facto de que o aspartame, que já foi líder incontestado do mercado dos adoçantes artificiais,

ter vindo a perder terreno para a sucralose, que actualmente detém 62% do mercado norte-americano. O julgamento da controversa frase, que segundo a Merisant induz os compradores a pensar que sucralose é mais «natural» que os adoçantes concorrentes, contará com a presença de químicos que defenderão a causa de ambos os lados. Isto é, num inédito nos Estados Unidos, as testemunhas de acusação e de defesa serão principalmente químicos!



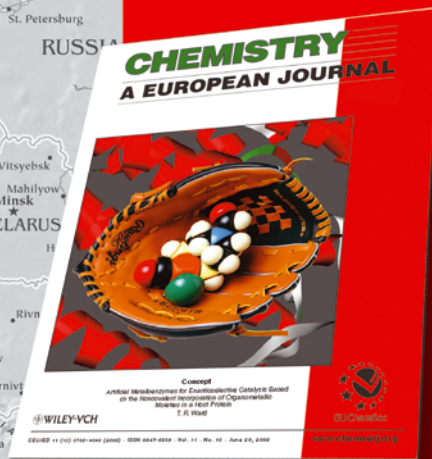
aspartame





EUChemSoc

Editorial Union  
of Chemical  
Societies



# Made in Europe for the World

- ★ Top quality contributions covering all areas of chemistry and related fields
- ★ Increased Frequency: 36 issues in 2006
- ★ ISI Impact Factor (2004): 4.517
- ★ A truly international journal
- ★ Owned and supported by 14 European chemical societies
- ★ All manuscripts are peer-reviewed
- ★ Short publication times guaranteed by EarlyView
- ★ Rapid processing of manuscripts through manuscriptXpress

**manuscriptXpress**

- ★ World renowned international Editorial Board
- ★ The fastest growing full-paper journal

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

[subinfo@wiley.com](mailto:subinfo@wiley.com)  
(USA/Canada)

[service@wiley-vch.de](mailto:service@wiley-vch.de)  
(Germany/Austria/Switzerland)

[cs-journals@wiley-co.uk](mailto:cs-journals@wiley-co.uk)  
(all other areas)

 **WILEY-VCH**

Subscribe now: [www.chemeurj.org](http://www.chemeurj.org)

# Mauveína, a cor que mudou o mundo!...<sup>1</sup>

A . M . A M O R I M D A C O S T A \*

Ao tentar preparar o agente anti-malária, quinina, por oxidação da anilina obtida a partir do carvão, William H. Perkin, então apenas com 18 anos, descobriu, em 1856, um corante púrpura que chamou primeiramente “mauve” e, mais tarde, “mauveine”, por referência à cor da flor da malva silvestre. Neste trabalho, apresen-

tamos essa descoberta, referindo o carácter serendípico de certas descobertas científicas e também as principais tentativas que têm sido feitas para caracterizar a estrutura do corante em questão, posto ter a mesma sido objecto de interpretações diferentes ao longo de mais de cem anos.

## Um caso típico de serendipidade

Perfazem neste ano de 2007, cento e cinquenta anos sobre a instalação, em Greenford, na parte Oeste de Londres, nas margens do Grand Union Canal, por William Henry Perkin (1838-1907), da primeira fábrica para a produção do primeiro corante preparado artificialmente, a mauveína. Fora o próprio Perkin quem o descobrira no ano anterior. Nas férias da Páscoa de 1856, em casa de seus pais, na parte oriental de Londres, onde dispunha de um pequeno laboratório químico que ele próprio montara, então com 18 anos, tentou sintetizar a quinina a partir da toluidina. No vasto Império Britânico de então, a malária era um flagelo em muitas e muitas partes, particularmente nas regiões ultramarinas. O conhecimento empírico do poder febrífugo das infusões preparadas com cascas de várias quinas, as assim chamadas cinchonas, originariamente descobertas no Peru, e, depois, em vários outros países da América do Sul, era largamente utilizado no tratamento desse flagelo. Conseguiu-se transplantar com êxito algumas dessas quinas para outras regiões tropicais. Nos anos vinte de mil e oitocentos, Pelletier e Caventou haviam

conseguido isolar o princípio activo dessas infusões, responsável pela acção curativa da malária, os alcalóides cinchonina e quinina, sendo este último o mais activo [1,2].

Conhecida a fórmula empírica da quinina,  $C_{20}H_{24}N_2O_2$ , de imediato os químicos orgânicos se propuseram tentar a sua síntese. Foi August Wilhelm Hofmann (1818-1892), então Presidente do Departamento de Química do Imperial College de Londres, quem sugeriu a W. H. Perkin, seu assistente desde 1853, a possibilidade de a preparar a partir de um derivado amino adequado. Perkin propôs-se fazê-lo tentando a dimerização oxidativa da alil-toluidina,  $C_{10}H_{12}N$ , com dicromato de potássio. Para surpresa sua, obteve um precipitado acastanhado e sujo que estava longe de ser a quinina que esperava. Sem desistir, tentou a oxidação pelo mesmo dicromato de potássio de um sulfato de anilina. O produto obtido continuava a não ter quaisquer semelhanças com a desejada quinina. Em vez de um precipitado acastanhado, tinha agora à sua frente uma massa escura, também ela de aspecto nada agradável. Sem se dar por vencido, resolveu purificar esta massa escura tratando-a com etanol. Fazendo-o, obteve uma bela solução com uma cor púrpura muito intensa. Não era de todo a quinina que procurava; mas era

uma solução que permitia tingir a seda, conferindo-lhe uma cor muito alegre, luzidia e brilhante, num processo simples e rápido.

De imediato, Perkin deu notícia desta sua preparação à Pullars of Perth, uma empresa que se dedicava ao fabrico e comercialização de corantes. Esta, prontamente se manteve em contacto com Perkin, encorajando-o a prosseguir com um estudo mais aprofundado sobre o composto que preparara, caracterizando melhor a sua natureza e as melhores condições de rentabilidade da sua preparação e aplicações.

À data, como ainda hoje, os tecidos de cor púrpura eram muito procurados. Os corantes mais usados para os preparar eram obtidos a partir de diversas substâncias orgânicas de origem natural, extraídas, sobretudo, de algumas espécies de murexidas ou de algumas espécies de líquens, cada vez mais raras e, conseqüentemente, mais caras. Não admira pois que a descoberta de Perkin se revestisse de grande valor comercial. O composto que Perkin acabara de preparar era o primeiro corante artificial que se viria a revelar de importância capital para a indústria têxtil. Perkin foi o primeiro a acreditar no seu valor. Logo em 1856, registou em seu nome a patente do novo corante de anilina que preparara quando se propusera sinteti-

\* Departamento de Química – Universidade de Coimbra 3004-535 Coimbra – Portugal  
acosta@ci.uc.pt

zar a quinina. Em colaboração com seu pai e seu irmão, de imediato se lançou na construção de uma fábrica para manufacturar em grande escala o mesmo corante que seria comercializado, a partir de finais de 1858, com o nome de púrpura Tiriana, por referência à antiga púrpura que em Tiro teve o seu grande centro de comercialização, um derivado bromado do índigo, a púrpura que os romanos obtinham dum molusco do mar Mediterrâneo. Todavia, no mundo do vestuário, em Inglaterra, a cor dos tecidos obtida com esse corante passou a ser comumente designada, primeiro, por “mauve”, a cor da flor de malva, e, depois, por “mauveine”. A Rainha Vitória, na corte Inglesa, sempre manifestou especial predilecção por esta cor. Por mais que uma vez, se apresentou em público vestindo de seda púrpura preparada com a mauveína, como foi o caso do manto que usou na abertura solene da Exposição Real de 1862. Também na corte Francesa, a Imperatriz Eugénia manifestou predilecção semelhante por essa mesma cor que considerava condizer muito bem com a cor de seus olhos.

Não tardou que a Fábrica que Perkin construira para manufacturar o corante da púrpura Tiriana começasse a preparar por síntese outros corantes do mesmo género, cobrindo um vasto espectro de outras cores, nomeadamente a anilina vermelha, a fuchsina, a magenta, a alizarina, etc... Foi apenas o princípio da grande indústria dos corantes preparados por síntese orgânica que nos anos seguintes avassalaria o mundo industrial, com grande preponderância, em particular, na indústria química da Inglaterra e da Alemanha. A pequena fábrica construída para preparar a mauveína tornou-se em poucos anos um gigante no fabrico e comercialização de corantes, e fez do seu proprietário senhor de uma grande fortuna. Depois da mauveína, Perkin descobriu e intensificou a produção de outros corantes, nomeadamente aqueles que ficaram registados como o Violeta Britannia, o Verde de Perkin e a mencionada Alizarina. Nos finais da década de 1860, a cor púrpura da mauveína foi perdendo aquele fascínio que provocara inicialmente. Mas Perkin, nos seus labora-

tórios, mesmo depois de aposentado e até à sua morte, continuou a dedicar sempre um especial interesse ao seu estudo e desenvolvimento, por ter sido o primeiro corante com que iniciara a actividade industrial. A marca que deixou no desenvolvimento da indústria dos corantes justifica que ao fazer a história do acontecimento, S. Simon Garfield se lhe refira como “a cor que mudou o mundo” [3]. A sua verdadeira estrutura química foi considerada durante anos como “o mistério da mauveína” [4]. Foram precisos cento e muitos anos para ser dado como desvendado, como mais abaixo mostraremos.

O pouco que aqui deixamos referido sobre o modo como Perkin descobriu a mauveína é o suficiente para podermos dizer que se trata dum processo típico de serendipidade. Encontrámo-la considerada como tal em vários catálogos de “Descobertas Fortuitas”. Na pequena lista de “33 Casos de Acaso em Ciência” que o Professor Victor Gil seleccionou do elenco de exemplos de descobertas científicas em que o acaso desempenhou um papel importante, apresentados por alunos de várias escolas básicas de Portugal e Espanha na Semana Europeia da Cultura Científica e Tecnológica realizada em Coimbra, em 1995, sob o tema «O Acaso em Ciência», lá está, com o número treze, o caso da mauveína [5].

São muitas as descobertas científicas feitas por acaso. Nem todas são, porém, do mesmo tipo. De facto, com Jean Jacques, Professor do Collège de França em Paris, impõe-se reconhecer que no tocante à investigação e à descoberta, aquilo a que se chama acaso é necessariamente multiforme [6]. Há descobertas científicas feitas por acaso em que o grande factor é a intuição do próprio investigador; e há as que são puro e feliz acaso que surge inesperadamente quando se procura outra coisa [7]. Quando se fala de serendipidade é a estas últimas que nos referimos, utilizando a nomenclatura cunhada por Sir Horace Walpole, 3.º Conde de Orford (1717-1797), numa carta dirigida ao seu amigo Horace Mann, com data de 28 de Janeiro de 1754, referindo-se às descobertas feitas pelos Três Prínci-

pes de Serendip, o paradisíaco Reino de Ceilão, hoje Sri Lanka: “enquanto viajavam através do seu país à descoberta de suas belezas, suas altezas estavam sempre a fazer descobertas, por acidente e sagacidade, de coisas que não estavam na mira da sua procura. Atentos e mentalmente bem preparados para prestar toda a atenção aos mais pequenos pormenores do que se lhes deparava observar, deles tiravam conclusões perspicazes que a outros passariam despercebidas e que constituíam verdadeiras e surpreendentes descobertas” [8]. É na categoria destas últimas que a descoberta da mauveína tem inteiro cabimento.

Palavra nova, o termo serendipidade não entrou ainda na maioria dos dicionários portugueses. Aparece sim no Dicionário Consultivo Luso-Brasileiro de Houaiss de 2001, acompanhado pelas variantes serendipista e serendipitoso. Todavia, o seu uso está cada vez mais consagrado, no nosso dia-a-dia, não só no domínio da história e filosofia das ciências, como até no domínio estritamente científico. Curiosamente, em 2002, foi apresentada, no Departamento de Engenharia Informática da Universidade de Coimbra, uma Tese de Mestrado intitulada “Serendipidade e Sistemas de Informação” [9]. Curioso também é referir o Projecto de Investigação em que está envolvido o Grupo científico onde essa Tese foi apresentada com publicações de impacto internacional com títulos tão sugestivos quanto o são, entre outros, “The serendipity equations” [10] ou “Programming for Serendipity” [11], ou ainda, “Searching the unsearchable: inducing serendipitous insights” [12].

Não deixa de ser, todavia, sintomático que um filme de Peter Chelsom produzido nos Estados Unidos em 2001, cujo título no original é precisamente “Serendipity” seja apresentado entre nós com o título “Feliz Acaso”. Os responsáveis pela sua tradução não ousaram utilizar o termo “serendipidade”. Na Internet, a frequência do termo em inglês, já ultrapassou de longe o meio milhão de vezes; na sua versão em português anda ainda pelas duas centenas. Mesmo assim, num pequeno artigo intitulado “Línguas” no jornal Globo (5 Nov.

2001), Luís Fernando Veríssimo considerou tratar-se de um dos mais belos termos da língua portuguesa.

### A estrutura molecular da mauveína

Não foi fácil determinar a estrutura molecular da mauveína. Descoberta em 1856 e com patente registada nesse mesmo ano, a estrutura química só viria a ser apresentada de modo satisfatório em 1994. Por uma razão ou outra, as explicações avançadas até então nunca se apresentaram como inteiramente convincentes.

Nos seus trabalhos de investigação sobre o corante que preparara e começara a comercializar com o nome de púrpura Tiriana, Perkin considerou que se não tratava de um composto puro, mas duma mistura de corantes. Em 1896, quarenta anos passados sobre a descoberta do corante em referência, anos durante os quais se tinham produzido e comercializado já muitas centenas de milhares de toneladas do mesmo, na sua conferência Hofmann, o próprio Perkin referia ainda que a mauveína era uma mistura duma substância que designava por pseudomauveína e um derivado trimetilado obtido a partir da *p*-toluidina tratada com anilina [13]. Em 1893 e 1896, trabalhando separadamente, Fischer [14] e Nietzki [15] mostraram que o produto obtido por oxidação da anilina pura, a pseudomauveína de Perkin, era um sal de *N*-fenilfenazina. De acordo com estes estudos, a mauveína de Perkin seria uma mistura de dois compostos que diferiam entre si por um grupo metilo que passaram a designar por mauveína-A e mauveína-B,

cujas diferenças estruturais passaram a ser objecto de almejada caracterização. Todavia, o acordo entre os seus estudos não tem sido fácil.

O primeiro catálogo de substâncias utilizadas como corantes, publicado na Alemanha em 1888 por Gustavo Schultz e Paul Julius [16] na comemoração dos setenta anos de Hofmann, referindo a mauveína indicava apenas a sua fórmula empírica; porém, na sua terceira edição, em 1897, tomando em consideração os referidos trabalhos de Fischer e Nietzki, ao referir-se ao composto indicava que a sua estrutura molecular era pura e simplesmente a componente daquela mistura considerada como mauveína-B. Esta estrutura passou a ser aceite sem grandes reticências por outros catálogos. Mas a questão não estava de todo clarificada.

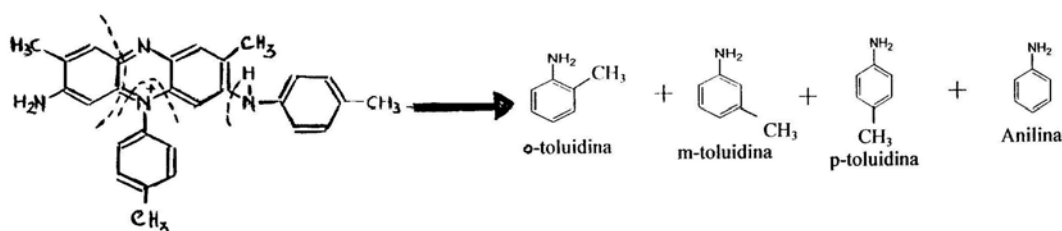
Em 1906, para marcar os cinquenta anos da descoberta do corante, a Sociedade Americana de Química ofereceu a Perkin um serviço de chá, em prata, onde estavam gravadas referências a várias das mais significativas contribuições do autor para o progresso da química. A referência à descoberta da mauveína estava assinalada com a estrutura da pseudomauveína, a mauveína-A. Mas, em 1924, o "Índice de Cores" editado pela Sociedade de Corantes e Coloristas [17] voltava a insistir na estrutura molecular da mauveína-B. Fixando-se nesta, em 1925, o austríaco Cobenzl, um perito em corantes, relatava alguns trabalhos em que mostrava que o mosto de várias arilaminas era das melhores matérias a utilizar com maior rendimento na síntese da mauveína pelo facto da estrutura molecular desta incorporar duas moléculas de *o*-toluidina, uma de

*m*-toluidina, uma de *p*-toluidina e uma de anilina, resultando na estrutura molecular da mauveína-B [18] de acordo com o esquema abaixo.

Esta relação da estrutura molecular da mauveína com as moléculas dos três isómeros da toluidina e com a molécula da anilina lançou nova luz sobre a preparação da mauveína por Perkin usando toluidina. A alil-toluidina que terá usado terá sido um desses muitos compostos tornados disponíveis, nas primeiras décadas do século dezanove, pela indústria do alcatrão preparado a partir do carvão. A ser assim, estaria longe de ser alil-toluidina pura. A presença de anilina e de outras toluidinas como impurezas terá sido uma situação de todo provável. As impurezas presentes terão tido papel determinante no preparado obtido; o próprio aspecto de sujidade que apresentava e que determinou a sua purificação com etanol são disso indício. A sagacidade da preparação não pode ser pois creditada à preparação reactiva em si mesma, mas sim à confiança depositada na preparação feita, confiando que o produto obtido, não obstante o aspecto que apresentava, merecia ser tido em consideração e analisado com o necessário interesse.

A estrutura molecular adoptada pelo referido Índice de Cores foi também a adoptada por G. Schultz nas últimas edições do seu Farbstofftabellen de G. Schultz [19], e acabou por ser a adoptada pelo Chemical Abstracts.

Pese embora a autoridade de todas estas instituições químicas que deram o seu aval à estrutura molecular identificada como a estrutura molecular da mauveína-B, nuns casos, e como a



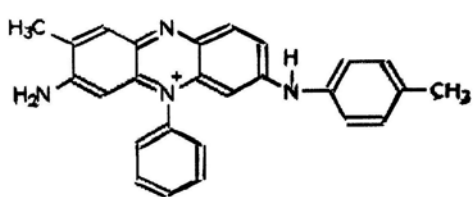
mauveína-A, noutros, a questão não estava encerrada. Já na década de 1990, Otto Meth-Cohn, Professor de química orgânica do Departamento de Química da Universidade de Sunderland, ao estudar o corante em causa, concluía que a estrutura proposta não podia corresponder ao composto preparado por Perkin em 1856. Ela exigia que na preparação intervissem uma molécula de anilina e uma de cada um dos três isómeros, orto-, meta- e para- toluidina, um cenário nada realista, a seu ver, pois que o estudo do rendimento da reacção mostra que a *m*-toluidina não se produz em quantidade suficiente que permita a estrutura proposta. Levantada a dúvida, num contacto com a Empresa farmacêutica Zéneca Specialities que se reclama sucessora das preparações de Perkin, Otto Meth-Cohn conseguiu que o arquivista desta, Ken McGee, lhe disponibilizasse uma garrafa com 120 anos, devidamente selada, contendo uma amostra devidamente autenticada da mauveína preparada na fábrica de Perkin, ao tempo das suas primeiras produções. Procedendo à sua análise química, juntamente com M. Smith, obteve resultados praticamente idênticos aos referidos pelo próprio Perkin. Por cromatografia, espectrometria de massa e ressonância magnética nuclear, concluiu que os componentes básicos do corante eram a *o*- e a *p*-toluidina e a anilina, tal como o referira Kobenzel, em 1925. Com os resultados obtidos nestas análises, e tomando como referência a estrutura proposta por Kobenzel, que durante anos a comunidade científica passara a aceitar sem contestação, e

que figurava, em particular, no acima citado Índice de Cores, os autores defenderam que a mauveína preparada por Perkin terá sido, de facto, uma mistura de dois acetatos de fenazina, o acetato de 3-amino-2-metil-5-fenil-7 (*p*-tolilo) fenazina (mauveína-A) com o acetato de 3-amino-2,9-dimetil-5-fenil-7-(*p*-tolilo) fenazina, (mauveína-B), isto é, na posição 7 do ião fenazino ter-se-ia um grupo aminotoluido e não um grupo aminofenilo; na posição 5 um grupo fenilo e não um grupo toluido; e o grupo metilo estaria na posição nove e não na posição oito [20].

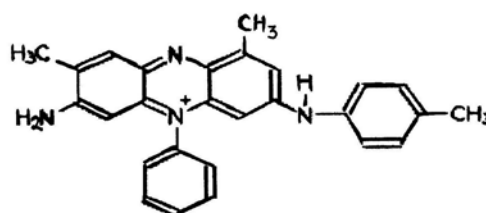
Também no Museu da Ciência de Londres existem, ainda hoje, várias amostras de diversos corantes cuja preparação é atribuída a Perkin. Entre elas figura uma amostra de acetato de mauveína. Peter Morris, curador principal do Museu para a área da química, defende tratar-se de uma amostra posterior a 1862, pelo que não poderá ser um dos espécimens mais representativos da mauveína produzida por Perkin em grandes quantidades, nos primeiros anos depois da sua descoberta [21]. Porém, o interesse na sua análise química, como a análise química de outras amostras de mauveína da mesma época existentes noutros Museus, continua a suscitar a curiosidade de vários estudiosos que não consideram assim que as análises de Otto Meth-Cohn e M. Smith tenham posto um ponto final na decifração do “mistério” da estrutura química da mauveína que foi sendo preparada por Perkin. Ninguém ficará muito surpreendido se em tempos próximos o assunto for retomado.

O “mistério da mauveína “ preparada por Perkin está longe de se ter tornado algum dia numa polémica científica. Mas o simples facto de, em votação efectuada por um elevado número de químicos e historiadores da química, a sua síntese ter sido considerada como a quinta mais bela preparação experimental [22], mantém-no na ordem do dia, em particular na celebração de alguns factos e datas com algum significado histórico. Há dúvidas e questões que não foram ainda definitiva e totalmente desvanecidas... A mauveína preparada pelo método de Perkin perdeu o seu valor industrial e comercial; outros métodos de preparação foram surgindo e são hoje utilizados [23]. Como acima referimos, o corante em si já não tem hoje, praticamente, valor comercial. Porém, pelo facto de se tratar do primeiro grande corante preparado artificialmente que acabou por revolucionar a indústria deste tipo de substâncias, não surpreende que continue a despertar o interesse científico, a muitos e diversos níveis, como não surpreende que tenha sido a molécula com que o “site” de divulgação química “a molécula-domês” iniciou a sua página, em Dezembro de 1995 [24].

<sup>1</sup> Nota do Editor: Embora não tenha sido encontrado, nos Dicionários de Língua Portuguesa, o termo “malveína” que, atendendo à relação com “flor de malva” seria, porventura, a designação mais adequada, foi mantida, nesta contribuição, a designação usada pelo autor, “mauveína”, cuja utilização é justificada no texto.



**Mauveína -A**



**Mauveína-B**



## Referências

- [1] a) J.C.A.Pelletier, E.Caventou, *Ann. Chim.* **XV**(1820) 289; b) J.C.A.Pelletier, *J. de Pharmacie* **IX** (1823) 479.
- [2] Não podemos deixar de referir aqui os trabalhos de Bernardino António Gomes sobre o princípio febrífugo de muitas quinas. Na sequência dos resultados da análise química que por incumbência da Real Academia de Ciências de Lisboa, fizera, em colaboração com José Bonifácio Andrada e Silva, J.Croft e S. F.Mendo Trigo de várias quinas provenientes do Rio de Janeiro, resultados esses apresentados na Academia a 18 de Julho de 1811, ainda que só publicados por esta em 1814 (in *Memórias da Acad. Real das Ciências de Lisboa*, Tom.III, Pt.II, 1814, pp.96-118), Bernardino António Gomes, em artigo publicado no mesmo ano no *Edinburgh Medical and Surgical Journal* (vol.7, 1811, pp.420-431) afirmava ter isolado o cinchonino, que seria, em sua opinião, o princípio activo responsável pela cura das febres da malária. Nada avançou, porém, relativamente à sua composição química ou à sua estrutura molecular. Uma longa disputa científica com o médico José Feliciano de Castilho, Director do Jornal de Coimbra, que se prolongou por mais de oito anos, deixaria o seu trabalho fora das atenções da comunidade científica internacional, com o seu autor manifestamente agastado e cansado para aprofundar e reivindicar a originalidade e impacto da sua descoberta científica (vid. A.M. Amorim da Costa, *Chemistry and the Scientific development of the Country – The XIXth Century in Portugal* in *The Making of Chemistry – The Social History of Chemistry in Europe 1789-1914*, Ed. D. Knight & H. Kragh, Cambridge, Cambridge University Press, 1998, pp.278-287).
- [3] S. Garfiel, *Mauve: how one man invented a color that changed the world*, Faber & Faber, Londres, 2001.
- [4] Otto Meth-Cohn, Anthony S. Travis, *Chemistry in Britain* **31** (1995) 547-549.
- [5] Victor M.S. Gil, A. Amorim da Costa, M. Helena Caldeira, "33 Casos de Acaso em Ciência", Publ Gradiva, Lisboa, 1996.
- [6] J. Jacques, *L'Imprévu ou La Science des Objets Trouvés*, Editions Odile Jacob, Paris, 1990.
- [7] W. I.B. Beveridge, *Sementes da Descoberta Científica*, EDUSP, S. Paulo, 1981, p.20.
- [8] J. Jacques, o.cit., cp.V; Royston M. Roberts, *Serendipity*, John Wiley & Sons, N.Y. 1989; A.M. Amorim da Costa, *Introdução à História e Filosofia das Ciências*, Publ. Europa-América, Lisboa, 1986, pp.211-212.
- [9] J. Campos, *Serendipidade e Sistemas de Informação*, Universidade de Coimbra, Departamento de Engenharia Informática, 2002.
- [10] A. Dias de Figueiredo, José Campos, *The serendipity equations*, ICCBR 2001, Washington DC, Naval Research Lab, pp.121-124.
- [11] José Campos, A. Dias Figueiredo, Proc. AAAI Fall Symposium on Chance Discovery, Massachusetts, USA, 2002, pp. 48-60
- [12] J. Campos, A.D. Figueiredo, ICCBR 2001, Washington DC, Naval Research Lab, pp.1-3.
- [13] W.H.Perkin, *J. Chem. Soc.* **29** (1896) 1442.
- [14] O. Fischer, E.Hepp, *Chem. Ber.* **26** (1893) 1194.
- [15] R. Nietzki, *Chem. Ber.* **29** (1896) 1442.
- [16] G. Schultz, P.Julius, *Tabellarische Übersicht der Künstlichen Organischen Farbstoffe*, R. Gaertner's Verlg, Berlim, 1888.
- [17] *The Colour Index*, Bradford, 1924, Ed. Society of Dyers and Colourists, entrada 846.
- [18] A. Kobenzel, *Oesterr. Chem. Ztg* **28** (1925)25.
- [19] G. Schultz, *Farbstofftabellen*, Leipzig, Akademische Verlagsgesellschaft, MBH, 1970.
- [20] Otto Meth-Cohn, M. Smith, *J.Chem. Soc., Perkin Trans.I* (1994)5-7.
- [21] P.Morris, *History and Technology* **22** (2006) 119-130.
- [22] Chemistry at its most beautiful, <http://pubs.acs.org/journals/cen/81>.
- [23] R. L. Scaccia, D. Coughlin, D. W. Ball, *J. Chem Educ.* **75**(1998) 769-770.
- [24] H.S.Rzepa, *Elemental and Molecular Heritage in Internet-based display; idem*, <http://www.ch.ic.ac.uk/motm/perkin/html>.



## A SPQ conta consigo!

O QUÍMICA conta com os seus sócios para cumprir a sua missão. Se está interessado em contribuir para as secções de Noticiário SPQ, Tomar Nota, ou tem uma ideia para as Actividades no Laboratório, contacte-nos em [bquimica@ist.utl.pt](mailto:bquimica@ist.utl.pt).

Todas as contribuições serão bem vindas!

# A Química na época dos Descobrimentos

II Encontro do Instituto D. João V – Os Descobrimentos e as Ciências

ANA E PEDRO VAZ PINTO

«Por mares nunca antes navegados»... construíram os nossos heróicos navegadores pontes para o que, hoje, se veio a revelar um tremendo desafio para as sociedades modernas: **a globalização**.

Após as grandes explorações marítimas, as relevantes transformações no Ocidente e no Mundo marcaram o início de uma nova era na História da Humanidade ao nível económico, social, científico e artístico. A Europa apoderou-se do comércio do Oriente e da Ásia. Co-

nheceram-se novas culturas, novos climas, novas terras e novas civilizações. Novos avanços na Ciência e na Técnica alteraram os conceitos e a forma de vida do Homem.

Todos os feitos dos Descobrimentos são grandiosos, mas aqueles que hoje podem servir de estímulo ao desenvolvimento e mobilização dos portugueses, em especial dos jovens, devem ser particularmente enaltecidos: o papel fundamental do espírito científico, presente

nos navegadores, a grande abertura ao relacionamento cordial e de partilha com os outros povos, bem como a extraordinária eficácia na acção de mediação entre diferentes culturas.

“**Os Descobrimentos e as Ciências**” foi, pois, a temática que serviu de mote ao que denominámos “**2.º Encontro do Instituto D. João V**”, cujos protagonistas foram os 1600 alunos da nossa unidade escolar, repartidos pelo Ensino Básico e Secundário, e os alunos dos agru-



Produção de sabão

pamentos das escolas do 1.º Ciclo da nossa área pedagógica.

**“A Química na Época dos Descobrimentos”** foi o título da exposição interactiva preparada e apresentada por alunos do 10.º ano, no Laboratório de Química. Nela, os alunos tiveram a oportunidade de relacionar, com a Química e a Bioquímica, algumas das actividades dos nossos antepassados (o fabrico de bebidas alcoólicas e de cosméticos, a

conservação de alimentos com sal e açúcar, o comércio das especiarias). Produziram cerveja, vinho, aguardente, presunto, enchidos, sal, açúcar de cana, caramelo, compotas, licores, perfumes, sabão, cremes e óleos de massagem. Em todas estas actividades aplicaram Técnicas Laboratoriais de Química tais como: infusões, filtrações, secagens, destilações, macerações, cristalizações, prensagens, extracções em soxhlet...

Compreenderam melhor a osmose, as reacções de saponificação e a caramelização e construíram alguns modelos de moléculas – limoneno, vanilina, cafeína, butanoato de etilo, etanol, maltose e sacarose – e do cloreto de sódio.

E assim decorreram três dias repletos de Cheiros, Aromas, Sabores, Química, Convívio, História, Pesquisa, Descoberta, Criatividade, Conhecimento, Prazer...

Março de 2007



*Produção de cerveja*



*Destilação do vinho*



# A importância da densidade

– mais do que meras curiosidades

MARIA FILOMENA CAMÕES

*“Brincar é condição fundamental para ser sério”*

Arquimedes (287-212 aC)

## EUREKA

*Um corpo, mergulhado total ou parcialmente num fluido, sofre, da parte deste, uma impulsão vertical, de baixo para cima, igual ao peso do volume de fluido deslocado.* É a Lei da Hidrostática, descoberta por Arquimedes, nascido na cidade-estado grega de Siracusa, na ilha da Sicília. Quando estava no banho, observando que ao mergulhar o próprio corpo na água da banheira, ela subia e transbordava, ocorreu-lhe a resolução da questão que lhe tinha sido levantada pelo rei Hierão, sobre a autenticidade do ouro da coroa que tinha encomendado a um joalheiro. Terminada a obra, o rei desconfiou que o ourives o poderia ter enganado, trocando parte do ouro que lhe tinha entregue, por outro metal menos nobre. Numa experiência em que mergulhou separadamente a coroa e massas iguais de ouro e de prata, Arquimedes verificou que cada um dos objectos deslocava volumes de água diferentes, menos o ouro, mais a prata, e a coroa deslocava um volume intermédio, o que provava a fraude. A densidade absoluta, ou massa volúmica, do ouro é  $19,5\text{g/cm}^3$  e a da prata é  $10,49\text{g/cm}^3$ ; logo 1 kg de ouro ocupa e desloca o volume de  $51,3\text{cm}^3$  e 1 kg de prata ocupa e desloca  $95,3\text{cm}^3$ . Saindo para a rua, nu, gritou EUREKA (palavra grega significando “encontrei”!).

## Os pesos das massas

A massa,  $m$ , de um corpo é uma propriedade intrínseca desse corpo, não

varia de local para local onde quer que o corpo se encontre. É uma grandeza escalar e a sua unidade é o quilograma, (abreviadamente, quilo) com o símbolo kg, definido inicialmente como “a massa de um decímetro cúbico de água na temperatura da sua maior massa volúmica, ou seja, a  $4,44^\circ\text{C}$ ” e mais tarde materializado por um cilindro de platina iridiada, com diâmetro e altura iguais a 39mm, guardado no BIPM (*Bureau International des Poids et des Mesures*, Sèvres-arredores de Paris), e do qual há réplicas nos países signatários, em finais do século XIX, da adopção do sistema métrico decimal – a Convenção do Metro, que viria a ser substituída pela adopção do Sistema Internacional de Unidades, SI, em 1960. O cilindro-padrão está sujeito a sofrer alteração da sua massa por acção de ataque físico e químico atmosférico ou pela acção de limpeza a que é submetido mensalmente; pode ainda vir a ser alvo de destruição por qualquer catástrofe natural, como tremor de terra ou por um incêndio. Por isso estão a ser desenvolvidos esforços no sentido de substituir este padrão material por um fenómeno natural, como já aconteceu para o metro. Embora dependentes uma da outra, massa e quantidade de matéria (ou quantidade de substância) de um corpo, não são a mesma coisa, já que esta se define em termos do número de moles, grandeza cuja unidade SI é o mol.

O peso de um corpo,  $\vec{P}$ , é a força de atracção gravítica exercida pela Terra sobre a massa desse corpo; é uma grandeza vectorial,  $\vec{P} = m\vec{g}$ , em que  $m$  é a massa e  $\vec{g}$  representa a aceleração da gravidade. O peso depende do sítio

onde está o objecto (o peso é seis vezes menor na Lua do que na Terra); a aceleração da gravidade na Terra ao nível do mar e à latitude de  $45^\circ$ , é aproximadamente igual a  $9,80665\text{ m/s}^2$ . O peso normal do quilograma-padrão é 1 kgf; a unidade de força do SI é o newton, N ( $1\text{ kgf} = (1\text{ kg}) \times (9,80665\text{ m/s}^2) \approx 9,81\text{ N}$ ). Pesos são medidos com dinamómetros.

Apesar de serem grandezas diferentes, utilizam-se muitas vezes no dia-a-dia os termos massa e peso como se fossem sinónimos. Em linguagem coloquial uma pessoa diz, por exemplo, que “pesa 70 quilos”, quando de facto 70 kg é o valor da sua massa avaliada numa balança. O seu peso vale  $70 \times 9,8 \approx 700\text{ N}$ . São hábitos de linguagem difíceis de alterar, já que até historicamente, o nome do BIPM (Instituto Internacional de Pesos e Medidas) é em si uma redundância.

Massas são determinadas com balanças e a operação de determinação de uma massa chama-se uma pesagem. Numa pesagem compara-se o peso de massas marcadas (também conhecidos por “pesos”) com o peso do objecto cuja massa se quer determinar, ambos sujeitos ao mesmo efeito da gravidade. Corpos de massas iguais, pesados no mesmo local, deveriam ter pesos iguais. No entanto, o facto de ocuparem volumes diferentes, faz com que recebam do ar impulsões (de baixo para cima) diferentes, logo afectando o valor da massa medida; para fins de grande exigência é possível fazer correcção da pesagem ao vácuo, em que não há impulsão (as correcções são geralmente da ordem de partes por milhão, ppm).



Figura 1 Quilograma-padrão internacional

### Qual é mais pesado, 1 kg de ferro ou 1 kg de algodão?

Esta é uma adivinha tradicional, da qual se espera que, instintivamente, um interlocutor desprevenido opte pelo ferro. No entanto, um interlocutor avisado, defraudando o objectivo lúdico da pergunta, pensando que a massa de 1 kg é sempre a mesma seja de que material for, tenderá a responder orgulhosamente “pesam o mesmo”! Mas um e outro, tanto poderão estar certos como errados.

De facto, para iguais massas, o algodão ocupa, normalmente, um volume muito superior ao do ferro, e para volumes iguais de ferro e de algodão, a massa deste é menor, dando a sensação de maior leveza. Normalmente, um objecto com maior tamanho tem mais massa e, portanto, mais peso. Mas nem sempre é assim! Só é verdade para objectos feitos do mesmo material. Um objecto feito de outro material pode ser mais pequeno e pesar mais: dizemos que a massa é maior mas está concentrada num volume menor; o objecto diz-se mais denso. A mesma massa em volumes diferentes corresponde a massas diferentes por unidade de volume,  $g/cm^3$ . O ferro ocupa menos espaço que algodão em igual quantidade, porque é mais denso.

Quando pesados no ar, o algodão desloca um maior volume de ar, logo recebe dele uma maior impulsão que o ferro. A resultante da força de atracção gravítica, de cima para baixo (que é a mesma para ambos), e da impulsão é menor para o algodão. Então o algodão sempre pesará menos. Mas, pesados no vácuo, sem impulsão, pesariam o mesmo!

### O gelo flutua na água

A massa volúmica da água atinge o seu máximo a  $4,44^\circ C$ ; aí a água está no estado líquido e as moléculas têm o mais alto grau de ordenação tetraédrica, consequência das ligações por pontes de hidrogénio. Continuando a arrefecer, a água passa ao estado sólido a  $0^\circ C$ , formando gelo, de estrutura hexagonal, com o volume a aumentar cerca de 9%. Para massas iguais de gelo e de água, aquele ocupa maior volume, logo tem menor densidade. É essa a razão pela qual, nos climas frios, em que a água pode gelar nos canos das condutas, se corre o risco de rebentamento das canalizações. É graças a esta particularidade que os peixes e plantas de lagos e rios que congelam não morrem, pois a água continua líquida enquanto a camada de gelo que se forma à superfície funciona como uma barreira de protecção contra o frio. É também essa a razão pela qual

a regra geral de conservação de amostras de águas ambientais, é a manutenção no frigorífico, a temperatura baixa,  $4^\circ C$ , sem congelação. Assim, diminui-se a velocidade de eventuais reacções químicas, sem, no entanto, se correr o risco de rebentamento de membranas de seres vivos unicelulares presentes, o que levaria à introdução de novas substâncias, com alteração da composição das águas a analisar. É também por isso que os cozinheiros recomendam a congelação de polvo (da rena dos países nórdicos, etc.) antes de o cozinhar, para que o rebentamento de membranas o torne mais tenro à mastigação!

### Cuidado com as aparências

Há valores de densidade que todos temos memorizados, por exemplo, nas condições normais de pressão e temperatura, a densidade da água é 1, a densidade do mercúrio é 13,6 e a densidade do ar ao nível do mar é aproximadamente 0,0012 (a  $20^\circ C$ , 1013,25 mbar e 50% de Humidade Relativa). Estes valores, por serem os da densidade relativa à água, de densidade absoluta ou massa volúmica  $1g/cm^3$ , representam também a massa da unidade de volume daqueles materiais, sejam eles uma substância pura (ex: ouro, prata, água, mercúrio) ou uma mistura de substâncias (ex: ar, uma solução aquosa).

Pense-se, por exemplo, no soro fisiológico, que é uma solução aquosa de cloreto de sódio, NaCl, de composição aproximadamente  $0,9 g/100 cm^3$ , significando isto que em  $1cm^3$  de solução existem 0,009 g de soluto, NaCl. Embora as unidades em que se exprime a composição e a densidade absoluta ou massa volúmica do sistema material (solução aquosa de cloreto de sódio) sejam as mesmas,  $g/cm^3$  (ou múltiplos ou submúltiplos destas, ex:  $mg/\mu L$ ), é patente que os valores numéricos respectivos são muito diferentes, pois que se trata de grandezas com significados físicos diferentes. A mesma solução tem uma composição de  $0,009 g/cm^3$ , i. e. 0,009 g de soluto, NaCl, por unidade de volume de solução, e uma densidade absoluta aproximada\* de  $1,009 g/cm^3$ , i. e, cerca de 1,009 g de solução\*, por unidade de volume de solução.



## O significado físico das relações algébricas

O processo de produção industrial de sulfato de um determinado metal, passa pela formação de uma mistura binária de sulfato e óxido desse metal. Sendo substâncias diferentes, têm densidades diferentes,  $d_{\text{sulfato}}$  e  $d_{\text{óxido}}$ , respectivamente, e a densidade da mistura binária,  $d_{\text{mistura}}$ , varia proporcionalmente, aumentado com a quantidade relativa,  $x$ , do mais denso,

$$x_{\text{sulfato}} = m_{\text{sulfato}} / (m_{\text{sulfato}} + m_{\text{óxido}});$$

$$x_{\text{óxido}} = m_{\text{óxido}} / (m_{\text{sulfato}} + m_{\text{óxido}});$$

$$x_{\text{sulfato}} + x_{\text{óxido}} = 1.$$

Algebricamente é

$$d_{\text{mistura}} = x_{\text{sulfato}} d_{\text{sulfato}} + x_{\text{óxido}} d_{\text{óxido}} =$$

$$= x_{\text{sulfato}} d_{\text{sulfato}} + (1 - x_{\text{sulfato}}) d_{\text{óxido}} =$$

$$= x_{\text{sulfato}} d_{\text{sulfato}} - x_{\text{sulfato}} d_{\text{óxido}} + d_{\text{óxido}} =$$

$$= x_{\text{sulfato}} (d_{\text{sulfato}} - d_{\text{óxido}}) + d_{\text{óxido}},$$

onde  $m$  representa a massa da substância indicada.

Medições de densidade da mistura, na linha de produção, são utilizadas para o controlo de qualidade do produto. Posterior avaliação laboratorial permite comprovar esta relação linear,  $d_{\text{mistura}}$  vs.  $x_{\text{sulfato}}$ . Acontece que numa certa linha de produção, a determinada altura, a relação deixou de se verificar, não tendo os especialistas internos encontrado, para isso, qualquer razão plausível. Repetiram análises, realizaram experiências, planearam investigações, designadamente tomaram uma amostra, diluíram-na em água destilada e desmineralizada, ensaiaram as várias soluções diluídas e aí sim, “estranhamente” encontraram a desejada dependência linear. Persistindo o “enigma”, resolveram recorrer a opiniões de fora, de alguém não viciado na situação, que não estivesse bloqueado num raciocínio sem saída: “Quando os sábios da casa não sabem a resposta, pergunta-se a sábios de fora”.

Colocada perante o “problema”, o comentário imediato foi “Se a relação não é linear, é porque a mistura não é binária e há alguma contaminação” e os testes com uma mesma amostra em diferentes diluições só o comprovam, pois que ao diluir se dilui tudo mantendo as proporções; é como se se tivesse uma

mistura binária, o solvente por um lado e a mistura de solutos por outro. Testes efectuados em amostras-cegas, de imediato suportaram a conclusão, pois que foi encontrada contaminação de cloreto do metal. A amostra tinha três, em vez dos dois constituintes esperados. Postos perante a situação, os “donos do problema” reconheceram que, de facto, estavam a utilizar no processo água de um poço com influência de marés, o único reagente de qualidade não controlada!

## Sobe-sobe balão sobe

Os balões sobem quando estão cheios com um gás que é mais leve que o ar atmosférico e a impulsão é superior ao peso. Por isso se enchem com ar quente, logo rarefeito, ou com gás engarrafado. Sendo o hidrogénio o gás mais leve, poderia parecer a opção lógica desse ponto de vista. Mas o facto de serem explosivas as misturas de hidrogénio com oxigénio, impede essa possibilidade, que está inclusivamente proibida por lei. Recomenda-se então o gás inerte mais leve, ou seja o hélio. Assim o exige a lei e assim se evitam acidentes que de tempos a tempos surgem reportados, por utilização inconsciente, ou descuidada de um gás mais leve e mais barato...

## Regras de segurança

Certa vez recebi um telefonema, em que pessoa credenciada me pedia se lhe podia analisar uma solução, da qual havia indicações que poderia ser de um sal de mercúrio. Em data apazada, recebi do transportador da amostra um frasco de cerca de um litro, embrulhado profusamente em papéis de jornal. Foi-me pedido se podia retirar apenas uma parte para a análise, no que concordei. Ao pegar, tive a sensação de “pesado”. Por isso, instintivamente, muni-me de um frasco volumétrico, pesei vazio e cheio, registei e guardei na chaminé, até ter oportunidade de analisar. Tratava-se de um líquido castanho escuro, bastante volátil. Para ser um sal de mercúrio teria que ser uma solução extremamente concentrada. Consultando tabelas de solubilidade em diferentes solventes, dificilmente encontrava expli-



**Figura 2** Gás hélio, não inflamável, acondicionado em cilindros, para enchimento de balões

cação para o elevado valor de massa de solução registado. Um mês mais tarde, tentativa de verificação por análise química qualitativa da presença de iões de mercúrio, deu resultado negativo. De repente ocorreu-me o valor da densidade,  $3,12 \text{ g/cm}^3$ ; tratava-se de bromo líquido, substância de enorme perigosidade:



Frases R: 26-35-50 Frases S: 7/9-26-45-619

Tinha sido uma “carta-bomba”. São os riscos escondidos da profissão...

## Nota

\*em rigor,  $1 \text{ cm}^3$  de solução aquosa que contenha  $0,009 \text{ g}$  de soluto, tem menos do que  $1 \text{ g}$  de água, pelo que o conjunto pesará ligeiramente menos que  $1,009 \text{ g}$

# O que pensam e dizem os alunos

MARIA GORETI MATOS\*

Fica atento ... O telejornal de hoje vai (pode) abrir com esta notícia “Electrão, uma partícula negativa elementar?... novas descobertas mais à frente...” Imagina o resto e conta a história.... Em prosa ou poesia.

Este foi um desafio colocado a uma turma de alunos do 9.º ano. Cinco dos alunos redigiram textos que se trans-

crevem a seguir, total ou parcialmente, conforme foram divulgados na escola. Entendo que se queremos saber melhor o que dizem e como, o que sabem e/ou pensam que sabem os nossos alunos, nada melhor que os colocar a falar sobre... isso mesmo! Depois de os escutar poderemos descobrir novas formas de aprender e ensinar...

## Electrão, partícula elementar ????

### Poema do electrão

Electrão, uma partícula negativa elementar,  
concerteza que é,  
e sempre será,  
uma fonte de energia a descarregar,  
electrão, um nome tão chamado,  
mas tão pouco utilizado,  
uma partícula negativa,  
que agora canta até o fado,  
OOO grande electrão...  
Porque me fazes isto a mim?  
Eu que sou o único que te compreende  
O único a criar coisas sem fim...

Diogo Paz

O electrão, até agora uma partícula elementar, deixou de o ser.

Esta autêntica revolução Física, que vai alterar inúmeras leis decretadas unanimemente pela comunidade científica, foi comandada por uma equipa de físicos portugueses.

A divisão do electrão foi conseguida quando se fizeram chocar duas destas partículas, num ambiente fechado, à velocidade da luz (300 000 km/s), originando o **elektren**, nome dado à parte mais pequena do electrão. As experiências vão ser repetidas....

André Arrojado

Um grupo de cientistas conseguiu dividir um electrão, o que até agora se considerava impossível. Uma grande descoberta que irá mudar a maneira como os cientistas encararam a Química, e não só. A divisão desta partícula negativa só aconteceu com a ajuda de engenhos “topo de gama” que chegaram a custar 50 000 a 100 000 Euros... Fiquei estupefacto com a notícia deste incrível acontecimento...

Jonas Ventura

... Foi hoje feita uma grande descoberta no CERN, Suíça, os investigadores conseguiram dividir o electrão em partículas às quais decidiram, prontamente, chamar Luzitrão. Nascida da palavra Luz, a partícula tem este nome devido à velocidade com que o electrão chocou e se dividiu, 200 000 km/h, parecida com a velocidade da luz.

Tiago Paiva

Ontem, cientistas Norte-Americanos, do estado de Nevada, conseguiram dividir um electrão, partícula que se considerava ser o extremo da divisão dos corpos. Este investimento custou 20 milhões de dólares ao Estado.

Foi uma divisão microscópica mas um avanço gigante na compreensão do mundo e da Química. Sem dúvida que está aberta a porta para novas e diferentes descobertas no ramo das ciências e da tecnologia.

Rafael Rodrigues

Será possível Sr. Jornalista? Ou está a informar-nos que a divisão do electrão não é a única novidade?????

Um espectador atento e curioso

\* Escola Secundária Prof. Reynaldo dos Santos, Vila Franca de Xira

# Manuais de Química

para o 3.º ciclo e ensino secundário

Com o final de mais um ano lectivo, surgem as propostas de manuais para o próximo. Nesta secção são apresentadas algumas propostas editoriais que nos chegaram.

Propomo-nos apenas divulgá-las, sem que tal implique, por parte da SPQ ou da Comissão Editorial do QUÍMICA, qualquer juízo de valor sobre as mesmas.

## Manuais publicados pela Texto Editores:

### Ciências Físico-Químicas para o 8.º ano

#### H<sub>2</sub>O

ISBN: 978 972 47 3324 1  
Autora: Ana Roque



#### 8 CFQ

ISBN: 978 972 47 3321 0

Autores: Carlos Fiolhais, Manuel Fiolhais, Victor Gil, João Paiva, Carla Moraes, Sandra Costa



### Manuais de Química A para o 10.º ano:

#### 10 Q

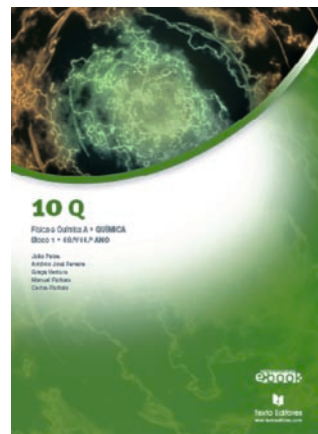
ISBN: 978 972 47 3372 2  
Autores: João Paiva, António José Ferreira, Graça Ventura, Manuel Fiolhais, Carlos Fiolhais



#### Jogo de Partículas A

ISBN: 978 972 47 3369 2

Autoras: Maria da Conceição Dantas, Marta Duarte Ramalho  
Constituído por dois volumes (Manual e Caderno de Actividades Laboratoriais)



Manual de Química B para o 10.º ano:

**Jogo de Partículas B**

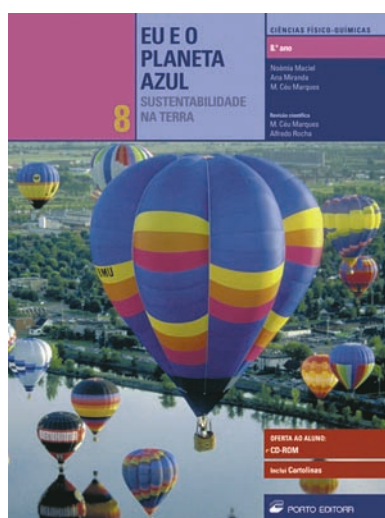
ISBN: 978 972 47 3267 1

Autoras: Maria da Conceição Dantas,  
Marta Duarte Ramalho



## Manuais publicados pela Porto Editora

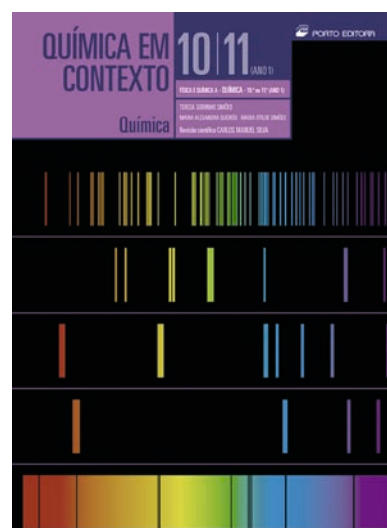
Ciências Físico-Químicas  
para o 8.º ano



Manual de Química A para o 10.º ano



Manual de Química B para o 10.º ano





## Manuais publicados pela Areal Editores

Ciências Físico-Químicas  
para o 8.º ano

(CFQ)<sub>8</sub>

ISBN: 978-972-627-941-9

Autores: António José Silva, Cláudia Simões, Fernanda Resende, Manuela Ribeiro

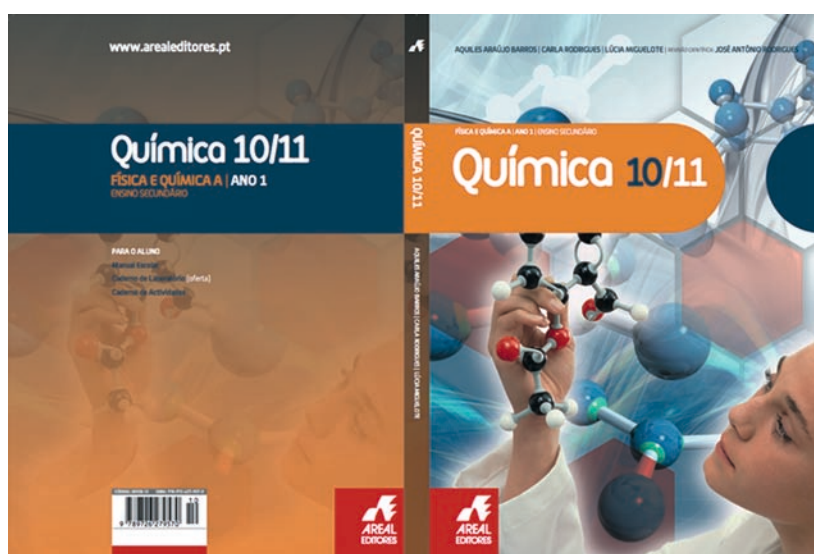


Manual de Química A para o 10.º ano

QUÍMICA 10/11

ISBN: 978-972-627-957-0

Autores: Aquiles Araújo Barros,  
Carla Rodrigues, Lúcia Miguelote



## Destaques

**41st IUPAC World Chemistry Congress**  
5-11 Agosto 2007 em Turim, Itália



O 41.º congresso mundial de química irá decorrer em Turim, Itália. Estão previstas as seguintes dez sessões científicas: (i) a química na protecção do ambiente, (ii) a química na protecção da saúde, (iii) a química na protecção do património cultural, (iv) química dos materiais e nanotecnologias, (v) química teórica e química computacional, (vi) química inorgânica, (vii) química analítica, (viii) química orgânica, (ix) química biológica e biofísica e (x) avanços no ensino da química.

E: [iupac-2007.exhibition@unito.it](mailto:iupac-2007.exhibition@unito.it)  
URL: [www.iupac2007.org](http://www.iupac2007.org)

### Euro Food Chem XIV

29-31 Agosto 2007 em Paris, França

A Conferência Internacional Euro Food Chem XIV, suportada pela EuCheMS, terá lugar em Paris entre 29 e 31 de Agosto de 2007. A edição de 2007 desta reconhecida conferência pretende reunir especialistas em alimentação e química alimentar, incluindo investigadores de universidades, laboratórios, institutos de pesquisa, indústria, autoridades públicas e todos os interessados no tema para discutir os aspectos gerais da Qualidade Alimentar e a Ciência Molecular associada. Informação complementar sobre o evento pode ser obtida na respectiva página *web*.

E: [josephinehuet@eurofins.com](mailto:josephinehuet@eurofins.com)  
URL: [www.eurofoodchem14.info](http://www.eurofoodchem14.info)

### International Conference on Engineering Education (ICEE 2007)

3-7 Setembro 2007 em Coimbra

A Conferência Internacional de Educação em Engenharia (ICEE 2007) é organizada pela Universidade de Coimbra e irá decorrer entre 3 e 7 de Setembro de 2007. A série de conferências ICEE constitui um fórum de prestígio para a troca e discussão dos resultados mais recentes sobre Educação em Engenharia. O tema da edição de 2007 é “As Fronteiras Móveis da Engenharia”, surgindo da necessidade de pensar como a Educação em Engenharia poderá acompanhar os desafios e oportunidades colocadas pelos novos meios de transmissão de Conhecimento e Informação. O Ministro da Ciência, Tecnologia e Ensino Superior, Professor Mariano Gago, integra a Comissão Honorária do evento. Para mais informações, consultar a respectiva página *web*.

E: [icee2007@dei.uc.pt](mailto:icee2007@dei.uc.pt)  
URL: [icee2007.dei.uc.pt](http://icee2007.dei.uc.pt)

### 2nd European Conference on Chemistry for Life Sciences

4-8 Setembro 2007 em Wrocław, Polónia

A 2.ª Conferência Europeia de Química para as Ciências da Vida irá decorrer em Wrocław, Polónia, entre 4 e 8 de Setembro de 2007, uma organização da Faculdade de Química da Universidade de Wrocław. O evento representa uma actividade do Grupo de Discussão de Química para as Ciências da Vida da EuCheMS: a Associação Europeia para as Ciências Químicas e Moleculares (ex-FECS), da qual a Sociedade Portuguesa de Química é sócia fundadora, e será focado na compreensão dos mecanismos químicos da vida. Procurando o sucesso de iniciativas anteriores, irão ser organizadas em paralelo as “Tardes para Jovens Investigadores”, fóruns de troca de conhecimento científico entre jovens investigadores.

E: [lifesci@wchuw.chem.uni.wroc.pl](mailto:lifesci@wchuw.chem.uni.wroc.pl)  
URL: [www.lifesciences2007.uni.wroc.pl](http://www.lifesciences2007.uni.wroc.pl)

### The Fifth International Mediterranean Combustion Symposium (MCS-07)

9-13 Setembro 2007 em Monastir, Tunísia

O MCS-07 é a 5.ª edição de uma série de simpósios sobre combustão e tópicos relacionados, organizados pelas comunidades científicas dos países mediterrânicos, Portugal incluído. No último simpósio, realizado em Portugal em 2005, foram apresentadas mais de 100 contribuições além das sete lições plenárias apresentadas por cientistas de renome na área. A edição deste ano pretende atingir o sucesso científico da edição anterior, com um programa científico ambicioso que inclui lições convidadas, apresentações orais e em poster.

E: [ichmt@ichmt.org](mailto:ichmt@ichmt.org)  
URL: [www.ichmt.org/MCS-07](http://www.ichmt.org/MCS-07)

### XXXI Reunión Bienal de la RSEQ

9-14 Setembro 2007 em Toledo, Espanha



A XXXI Reunião Bienal da Real Sociedade Espanhola de Química (RSEQ) terá lugar no Campus Tecnológico de Toledo, na antiga Fábrica de Armas de Toledo, cedida à Universidade Castilla-La Mancha em 1998. O programa científico da Reunião inclui uma série de conferências plenárias, conferencias convidadas e sessões de comunicações orais e em poster associadas às várias áreas da Química, nas quais estão representados os vários Grupos Especializados da RSEQ. O Professor José Luís Figueiredo,



Presidente da Sociedade Portuguesa de Química, é um dos conferencistas convidados do evento.

**7th International Meeting of the Portuguese Carbohydrate Group, Glupor 7**

12-15 Setembro 2007 em Oeiras



O “7th International Meeting of the Portuguese Carbohydrate Group”, Glupor7, é bienal, e vai decorrer entre 12 e 15 de Setembro de 2007, no Instituto de Tecnologia Química e Biológica, em Oeiras, organizado pelo Grupo dos Glúcidos da Sociedade Portuguesa de Química. Neste encontro será apresentada a importância dos glúcidos na Química, Biologia, Biotecnologia e Medicina. Cientistas nacionais e estrangeiros darão os seus contributos nas seguintes áreas: síntese, estrutura e análise; biotecnologia e glicómica; química médica e biomolecular; glicobiologia de doenças e patogénese. Serão apresentados resultados de investigação fundamental e de aplicação imediata. Haverá participação de cientistas de várias universidades e da indústria. Os jovens cientistas são particularmente encorajados a participar com comunicações orais seleccionadas, encontrando-se também prevista a atribuição de prémios aos três melhores “posters”. Todas as informações respeitantes ao programa, aos cientistas convidados, às conferências plenárias e convidadas, às comissões científica e organizadora, aos envios de resumos, à inscrição, preços e datas limite podem ser encontradas na página *web* do evento. Para mais informações contactar a organização por correio electrónico.

E: [glupor7@itqb.unl.pt](mailto:glupor7@itqb.unl.pt)  
URL: [www.itqb.unl.pt/glupor7](http://www.itqb.unl.pt/glupor7)

**8.º Encontro Nacional de Catálise e Materiais Porosos**

21-23 Setembro 2007 em Lamego

O 8.º Encontro Nacional de Catálise e Materiais Porosos da Sociedade Portuguesa de Química, realiza-se entre 21 e 23 de Setembro, no Hotel Lamego na cidade de Lamego. Estes encontros primam pela troca de ideias entre os investigadores que nele participam (especial atenção aos jovens), sendo uma boa oportunidade para a apresentação dos diversos trabalhos de investigação desenvolvidos no nosso meio académico e industrial, neste domínio. Está prevista a presença de convidados com currículo referenciado nos diferentes domínios da catálise e materiais porosos. A organização do evento espera contar com a participação de todos os que, provenientes dos vários ramos da Química e Engenharia Química, desenvolvem trabalho nesta área e tem o gosto de informar que para além do interessante programa científico está incluído na inscrição um passeio de barco Régua-Pinhão, um porto de honra, à chegada, na Academia de Vinho – Vintage House, regresso no comboio turístico pelas margens do Douro seguido de banquete ao ar livre no Hotel Lamego. Informação mais detalhada pode ser consultada na página *web* do Encontro.

E: [8encmp@qui.uc.pt](mailto:8encmp@qui.uc.pt)  
URL: [www.8encmp.who.uc.pt](http://www.8encmp.who.uc.pt)

**XII Edição do Encontro Nacional de Educação em Ciências, XII ENEC**

27-29 Setembro 2007 em Vila Real

A Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, localizada em Vila Real, realizará de 27 a 29 de Setembro de 2007 a XII edição do Encontro Nacional de Educação em Ciências (XII ENEC). Estes Encontros, que se realizam com frequência bienal, constituem hoje um marco de referência no domínio da Educação em Ciências. No seguimento dos esforços realizados nos Encontros anteriores, o XII ENEC pretende dar relevo especial a debates e à troca de experiências entre os participantes. Tem como finalidades apresentar e discutir investigação com relevância para a prática profissional, apresentar e discutir relatos de práticas

profissionais no Ensino das Ciências do Pré-Escolar ao Superior, proporcionar fóruns de debate, reflexão e partilha de saberes, contribuir para uma maior visibilidade da relevância da Educação em Ciências e contribuir para aproximar investigadores e profissionais dos vários níveis de Ensino das Ciências.

E: [enec2007@utad.pt](mailto:enec2007@utad.pt)  
URL: [home.utad.pt/~enec2007](http://home.utad.pt/~enec2007)

**XX Encontro Nacional da Tecnicelpa**

10-12 Outubro 2007 em Tomar

O xx Encontro Nacional da Tecnicelpa irá decorrer em Tomar, de 10 a 12 de Outubro de 2007 e terá como tema “Competitividade e Novos Desafios”. Nos tempos que correm, dada a constante Competitividade e a agressividade aquisitiva, será inevitável o confronto da nossa indústria com um conjunto de novos desafios decorrentes do crescimento da importância da economia e da sua globalização, existindo um quadro de oportunidades de desenvolvimento do sector da madeira e do papel que poderá ser o motor de efectivas mudanças estruturais, com resultados a longo prazo. Centrado neste cenário, este Encontro Nacional é a plataforma para debate e reflexão sobre este tema através da apresentação dos mais recentes trabalhos técnicos de pesquisa e desenvolvimento tecnológico, relacionados com a Floresta, a Pasta, o Papel e o Cartão, o Papel Velho, a Energia e as Bioenergias.

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

**7th Short Course of the Portuguese Biophysical Society: Biospectroscopy and Imaging**

19-21 Outubro 2007 em Santarém

As técnicas de imagem nas ciências da vida registaram um progresso notável nos últimos anos, aproximando-se em alguns casos da resolução molecular. No caso das espectroscopias ópticas (fluorescência e infravermelho), são actualmente realizadas sob observação microscópica, obtendo-se não só imagens, mas também informação preciosa

sobre dinâmica, por exemplo. A partir da microscopia de fluorescência é possível estudar moléculas individuais, o que representa uma qualidade de topo em química em termos de sensibilidade. Estas técnicas serão abordadas no 7.º curso da Sociedade Portuguesa de Biofísica. Serão também focadas outras técnicas não espectroscópicas, como Microscopia de Força Atómica (AFM) e Microscopia Electrónica (por exemplo, cryo-TEM), uma vez que a sua contribuição para a biofísica molecular é extremamente relevante. As técnicas de imagem derivadas da espectroscopia

de ressonância magnética (MRI) serão também apresentadas.

E: prieto@alfa.ist.utl.pt

URL: [www.itqb.unl.pt/%7Ebiophysics/course.html](http://www.itqb.unl.pt/%7Ebiophysics/course.html)

#### **IX Reunión del Grupo Español del Carbón (IX GEC)**

22-24 Outubro 2007 em Teruel, Espanha

A IX Reunião do Grupo Espanhol do Carvão (IX GEC) terá lugar em Teruel, Espanha, entre 22 e 24 de Outubro de 2007. A escolha de Teruel como sede do evento pretende dar, nesta edição, uma

especial relevância ao carvão como fonte de energia. A cidade de Teruel oferece também um ambiente agradável, com um rico património de urbanismo medieval para explorar. Com o tema e local escolhidos, a organização da IX GEC pretende assim reunir todos os investigadores interessados em carvão e materiais carbonosos. Para mais informações, consultar a respectiva página *web*.

E: [inscripcionIXGEC@icb.csic.es](mailto:inscripcionIXGEC@icb.csic.es)

URL: [www.icb.csic.es/index.php?id=59](http://www.icb.csic.es/index.php?id=59)

Secção compilada por Helder Gomes

### Actualidades Científicas

#### **Química de larga escala revela as origens da Via Láctea**

A determinação da composição química de 2000 estrelas em quatro das galáxias anãs vizinhas da Via Láctea é uma tarefa gigantesca, mas pode possibilitar avanços consideráveis na nossa compreensão do Universo local. Felizmente, a análise química destes sistemas intergalácticos é possível, através da aplicação do Grande Telescópio do Observatório Europeu do Sul (*European Southern Observatory's Very Large Telescope* – ESO's VLT). Os resultados lançam uma nova luz sobre as origens da nossa galáxia, revelando a possibilidade delas serem diferentes das origens das galáxias vizinhas. De facto, os dados recolhidos questionam a teoria estabelecida que a sucessiva junção de galáxias mais pequenas se constituiu como o factor primordial na formação e crescimento da nossa própria galáxia. A Via Láctea está cercada de galáxias satélites anãs esferóides. Estes objectos são difusos e pouco visíveis e como afirma a chefe de equipa

Amina Helmi do Instituto Astronómico de Kapteyn, em Groningen, Holanda, “A composição química observada nas estrelas destas galáxias anãs não é consistente com os modelos cosmológicos actuais, o que mostra que ainda existe muita astronomia a aprender mesmo na vizinhança da nossa galáxia”. Os cosmólogos geralmente estabelecem que as galáxias mais pequenas se formam inicialmente e posteriormente se juntam para formar sistemas maiores como a Via Láctea. Se tal estiver correcto, então as galáxias anãs deveriam apresentar um conteúdo menor em elementos pesados, já que o universo inicialmente apenas seria constituído por hidrogénio e hélio, sendo os elementos restantes sintetizados através de reacções nucleares ocorridas no interior das sucessivas gerações de estrelas. No entanto, Helmi e os seus colegas demonstraram que tal não é o caso. Como parte de um grande programa de observações, a *Dwarf galaxies Abundances and Radial-velocities Team* (DART), constituída por investigadores de institutos de nove pa-

íses, usou o FLAMES (*Fibre Large Array Multi-Element Spectrograph*) do ESO's VLT para medir a quantidade de ferro de mais de 2000 estrelas gigantes nas anãs esferóides Fornax, Sculptor, Sextans e Carina. A equipa descobriu diferenças consideráveis na composição química das estrelas nestas galáxias anãs, relativamente às estrelas situadas nas regiões periféricas da nossa galáxia, o halo galáctico. Os dados estão em contradição directa com a teoria de fusão para a formação galáctica e refutam completamente a possibilidade do halo da Via Láctea se ter formado pela absorção de galáxias anãs vizinhas, mesmo nos períodos iniciais da história do Universo. No entanto, Helmi acrescenta que “São necessários estudos mais detalhados de composição química destes sistemas, que nos poderão dizer algo mais sobre o que se passou no nosso Universo local”. (adaptado de *webzine Reactive Reports 60, 2006*).

Paulo Brito

## Agenda

### 5-11 Agosto 2007 em Turim, Itália

The 41st IUPAC World Chemistry Congress

E: iupac-2007.exhibition@unito.it

URL: www.iupac2007.org

### 29-31 Agosto 2007 em Paris, França

Euro Food Chem XIV

E: josephinehuet@eurofins.com

URL: www.eurofoodchem14.info

### 1-6 Setembro 2007 em Sofia, Bulgária

XVII EuCheMS Conference on Organometallic Chemistry

E: vdim@orgchm.bas.bg

URL: comc17.orgchm.bas.bg

### 1-6 Setembro 2007 em Paris, França

12th European Conference on the Spectroscopy of Biological Molecules

E: ecsbm\_07@smbh.univ-paris13.fr

URL: www.ecsbm.eu

### 3-7 Setembro 2007 em Coimbra

International Conference on Engineering Education (ICEE 2007)

E: icee2007@dei.uc.pt

URL: icee2007.dei.uc.pt

### 4-8 Setembro 2007 em Wrocław, Polónia

2nd European Conference on Chemistry for Life Sciences

E: lifesci@wchuwr.chem.uni.wroc.pl

URL: www.lifesciences2007.uni.wroc.pl

### 9-12 Setembro 2007 em Torun, Polónia

11th EuCheMS International Conference on Chemistry and the Environment

E: analityk@chem.uni.torun.pl

URL: www.50zjazd.ptchem.pl

### 9-13 Setembro 2007 em Monastir, Tunísia

The Fifth International Mediterranean Combustion Symposium (MCS-07)

E: ichmt@ichmt.org

URL: www.ichmt.org/MCS-07

### 9-14 Setembro 2007 em Antuérpia, Bélgica

EUROanalysisXIV

E: koen.janssens@ua.ac.be

URL: www.euroanalysisxiv.ua.ac.be

### 9-14 Setembro 2007 em Toledo, Espanha

XXXI Reunión Bienal de la RSEQ

E: bienal2007@pacifico-meetings.com

URL: 80.25.173.110/www/quimica2007

### 12-15 Setembro 2007 em Oeiras

7th International Meeting of the Portuguese Carbohydrate Group, Glupor 7

E: glupor7@itqb.unl.pt

URL: www.itqb.unl.pt/glupor7

### 21-23 Setembro 2007 em Lamego

8.º Encontro Nacional de Catálise e Materiais Porosos

E: 8encmp@qui.uc.pt

URL: www.8encmp.qui.uc.pt

### 27-29 Setembro 2007 em Vila Real

XII Edição do Encontro Nacional de Educação em Ciências, XII ENEC

E: enec2007@utad.pt

URL: home.utad.pt/~enec2007

### 8-12 Outubro 2007 no Algarve

4th Marie Curie Cutting Edge Conference: Biocompatibility evaluation and biological behaviour of polymeric biomaterials

E: inventscience@dep.uminho.pt

URL: www.inventscience.org

### 10-12 Outubro 2007 em Tomar

XX Encontro Nacional da Tecnicelpa

E: info@tecnicelpa.com

URL: www.tecnicelpa.com

### 19-21 Outubro 2007 em Santarém

7th Short Course of the Portuguese Biophysical Society: Biospectroscopy and Imaging

E: prieto@alfa.ist.utl.pt

URL: www.itqb.unl.pt/%7Ebiophysics/course.html

### 22-24 Outubro 2007 em Teruel, Espanha

IX Reunión del Grupo Español del Carbón (IX GEC)

E: inscripcionIXGEC@icb.csic.es

URL: www.icb.csic.es/index.php?id=59

### 5-8 Novembro 2007 em Ambato, Equador

Sexto Congresso Iberoamericano de Engenharia de Alimentos (CIBIA VI)

E: jdda@uta.edu.ec

URL: www.uta.edu.ec/cibiavi

### 8-10 Novembro 2007 em Braga

5.º Encontro da Divisão de Ensino e Divulgação da Química

### 11-13 Novembro 2007 no Porto

IV Congresso Ibérico de Ciências e Técnicas do Frio II Congresso Iberoamericano de Ciências e Técnicas do Frio

E: cytef07@fe.up.pt

URL: www.fe.up.pt/~CYTEF07

### 30 Novembro - 2 Dezembro 2007 em Lisboa

Congresso Nacional Micro-Biotec 2007

E: secretariado@microbiotec07.info

URL: www.microbiotec07.info

### 10-12 Dezembro 2007 em Aveiro

5.º Encontro Nacional de Cromatografia

E: scarrico@dq.ua.pt

URL: www.spq.pt/texto\_congressos\_eventos.asp

### 18-22 Julho 2008 em Barcelona

EuroScience Open Forum 2008

E: info@esof2008.org

URL: www.esof2008.org

### 16-20 Setembro 2008 em Torino

2nd EuCheMS Chemistry Congress

E: mcewane@rsc.org

URL: www.euchems-torino2008.it

Secção compilada por Helder Gomes