

EDITORIAL	2
NOTICIÁRIO SPQ	
100 Anos de Química em Portugal Celebrados em Braga	3
XXII Encontro Nacional da SPQ	6
A Final das Olimpíadas de Química Júnior 2011 na UTAD	7
Final das Olimpíadas de Química* e Olimpíadas Internacionais de Química	8
9ª Olimpíada da Ciência da União Europeia	9
4ª Reunião Ibérica de Colóides e Interfaces (RICI4)	
ANO INTERNACIONAL DA QUÍMICA & CENTENÁRIO SPQ	
Diário do Ano Internacional da Química 2011	13
Novas Estratégias para o Ensino da Química	22
O Grande Musical da Química	24
Falácia, de Carl Djerassi	25
Uma Nova Tabela Periódica no Ano Internacional da Química!	26
Size Matters?	27
Colocar Portugal no Mapa da Maior Experiência Química de Sempre	
ARTIGOS	
A Síntese Verde – (2) As Suas Origens Industriais	29
<i>Adélio A. S. C. Machado</i>	
Um Olhar sobre o Panorama Ambiental Nacional e Internacional dos Retardantes de Chama Bromados, em Particular os Éteres Difenílicos Polibromados	35
<i>Ana Cláudia Gama, Paula Viana, Bernardo Herold, Damià Barceló, João Bordado</i>	
Processos de Tratamento de Efluentes Vinícolas: Breve Perspectiva	41
<i>Marco S. Lucas, José A. Peres</i>	
QUESTÕES DE NOMENCLATURA	
Hidretos Parentais, Nomenclatura Aditiva e Substitutiva Serão Apenas Nomes Novos para Conceitos Velhos?	49
<i>Bernardo J. Herold, Adélio A.S.C.M. Machado, João Cardoso, Joaquim Marçalo, José Alberto L. Costa, Maria Clara Magalhães, Maria Helena Garcia, Olivier Pellegrino, Osvaldo Serra, Roberto B. Faria e Rui Teives Henriques</i>	
OPINIÃO	
Um Testemunho Pessoal: Química há Vinte e Cinco Anos	55
<i>Ana Paula Paiva</i>	
QUÍMICA E ENSINO	
A Química Orgânica no Ensino Secundário: A Percepção dos Alunos	59
<i>Sérgio C. Leal, João Paulo Leal, Maria A. F. Faustino, Artur M. S. Silva</i>	
ACTIVIDADES COM OS PAIS NO COMPUTADOR	
O “mundo do oxigénio”	63
<i>Flora Maria Barros Ferreira</i>	
QUÍMICA PARA OS MAIS NOVOS	69
<i>Marta C. Corvo</i>	
DESTAQUES	73
AGENDA	76

XXII Encontro SPQ 3

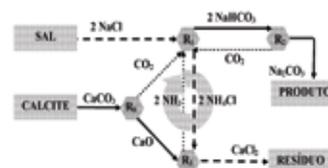
Cem Anos de Química em Portugal, foi este o tema do XXII Encontro da SPQ, integrado nas comemorações do Centenário da SPQ e do AIQ.



ARTIGO 29

Vários processos químicos industriais tiveram por base vias de síntese verdes, constituindo exemplos precoces de sustentabilidade.

PROCESSO SOLVAY



Pais no Computador 63

Uma viagem ao mundo do oxigénio, é o tema da actividade proposta nesta interacção entre pais, alunos e computadores.





Helder Gomes
bquimica@ipb.pt
www.spq.pt

Depois de um período de férias para a maioria dos portugueses, que se espera tenha sido retemperador, inicia-se mais um ano lectivo em todos os níveis de ensino, este ano marcado por um enquadramento conjuntural e por um ciclo político diferente dos anos anteriores, o que potencia na população expectativas, incertezas e ansiedade sobre o futuro. O memorando de entendimento firmado com a troika obriga à redução de 803 milhões de euros na Educação, gerando alguma apreensão natural na classe docente, principalmente nos mais precários, e incertezas quando ao reordenamento futuro da rede escolar, que este ano resultou no encerramento de mais 297 escolas do 1º ciclo a somar aos 2500 estabelecimentos encerrados em 2005 e 701 em 2010. O novo modelo de avaliação de professores constitui igualmente um dos pontos mais importantes na caracterização do ano lectivo que agora se inicia. Sobre a qualidade do ensino, os pontos que marcam a agenda política incidem sobre a implementação de um exame de acesso à profissão e a necessidade de reestruturação de planos curriculares ao nível do ensino básico e de introdução de mais exames de avaliação nacionais com o objectivo de criar critérios de exigência mais alargados. De referir em particular, como medidas positivas, o reforço das aulas de língua portuguesa e de matemática nos 2º e 3º ciclos e a intenção declarada de reduzir o uso de máquinas de calcular nos primeiros anos escolares. É importante, numa fase de maturação de competências, solidificar capacidades de interpretação e de cálculo mental, essenciais em qualquer curso do ensino superior. No que toca ao ensino superior, o ano lectivo arranca de uma forma mais pacífica, com incertezas menores, uma vez que a política assumida é de continuidade. Os pontos que marcarão a agenda centram-se no modelo de financiamento das instituições de ensino superior e na reorganização da rede. Relativamente ao financiamento, é reconhecido e aceite que não deve basear-se apenas no número de alunos, mas também em critérios de exigência e de qualidade. Quanto à reorganização da rede, a palavra mais adequada parece ser racionalização, centrada na oferta formativa e nos recursos.

Estamos em tempos de crise, por isso as políticas actuais procuram pautar-se por princípios de sustentabilidade, sustentabilidade financeira, sustentabilidade orçamental, sustentabilidade estrutural, entre outros. Mas a palavra sustentabilidade não é nova no nosso vocabulário, surge há muito ligada ao ambiente e à necessidade de fazer avançar o mundo de uma forma sustentável, procurando sempre respeitar o equilíbrio entre o desenvolvimento da sociedade e a preservação do ambiente. Este número aborda precisamente o Ambiente e a Sustentabilidade, com a publicação de 3 artigos focando diversas vertentes sobre o tema. A prática da Síntese Verde é já antiga e surgiu muito antes do próprio conceito existir. Mostra-se que por esta via os processos de produção na indústria química pesada são economicamente sustentáveis, rentáveis e exequíveis, se for aplicada a prática da sustentabilidade ambiental, procurando, entre outros princípios, reduzir a quantidade de resíduos/poluentes gerados no processo. Existem contudo muitos poluentes prioritários que importa conhecer e saber como os minimizar ou eliminar no ambiente, um exemplo são os éteres difenilicos polibromados presentes em retardantes de chama. E porque estamos em época de vindimas, e sendo o vinho um produto apreciado por muitos, importa conhecer também que tipos de efluentes são gerados nesta actividade e quais as tecnologias existentes ou em desenvolvimento para os tratar. Poderá encontrar neste fascículo informações interessantes sobre estes assuntos.

As comemorações do Ano Internacional da Química e do Centenário da SPQ continuam a bom ritmo, as actividades concretizadas por todos os agentes envolvidos nas comemorações são inúmeras e diversas, como registado no Diário AIQ publicado. De destacar o sucesso do XXII Encontro Nacional da SPQ, que contou com a presença de 600 participantes, não perca a reportagem amplamente ilustrada no interior deste fascículo. E porque estamos em ambiente de festa, a Sociedade Portuguesa de Química distribui por todos os seus associados uma brochura com o resumo conciso do Sistema Internacional de Unidades, uma útil ferramenta de consulta, que juntamente com a Tabela Periódica distribuída no QUÍMICA 119, fará de certeza parte do seu dia-a-dia profissional.

Boa leitura!

BOLETIM DA SOCIEDADE PORTUGUESA DE QUÍMICA

Propriedade de
Sociedade Portuguesa de Química
ISSN 0870 – 1180
Registo na ERC n.º 125 525
Depósito Legal n.º 51 420/91
Publicação Trimestral
N.º 122, Julho – Setembro 2011

Redacção e Administração
Av. da República, 45 – 3.º Esq.
1050–187 LISBOA
Tel.: 217 934 637
Fax: 217 952 349
bquimica@ipb.pt
www.spq.pt

Editor
Helder Gomes

Editores-Adjuntos
Carlos Balseção
Carlos Folhadela
Joana Amaral
João Paiva

Comissão Editorial
Jorge Morgado
Hugh Burrows
Joaquim L. Faria
Ana Lobo
M. N. Berberan e Santos,
A. Nunes dos Santos

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

Design Gráfico e Paginação
Paula Martins

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

Tiragem
1800 exemplares

Preço avulso
€ 5,00
Assinatura anual – quatro números
€ 18,00
(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 no fascículo Outubro-Dezembro de cada ano e no sítio web da SPQ.

Publicação subsidiada pela

FCF 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

100 ANOS DE QUÍMICA EM PORTUGAL CELEBRADOS EM BRAGA – XXII ENCONTRO NACIONAL DA SPQ

Entre 3 e 6 de Julho decorreu, no Parque de Exposições de Braga (PEB), o XXII Encontro Nacional da Sociedade Portuguesa de Química (XXII ENSPQ), organizado pelo Departamento de Química da Universidade do Minho (UMinho) e pela Delegação de Braga da SPQ. Esta edição do Encontro Nacional, inserindo-se nas comemorações do Centenário da SPQ, e sendo subordinada ao tema “Cem Anos de Química em Portugal”, teve uma elevada adesão, contando com a presença de 600 participantes.

Ao XXII ENSPQ associaram-se o 10º Encontro de Química dos Alimentos, o 7º Encontro Nacional de Química Analítica, o 10º Encontro Nacional de Química Física, a 9ª Conferência de Química Inorgânica, o 9º Encontro Nacional de Química Orgânica e o 8º Encontro do Grupo de Radicais Livres.

A cerimónia de abertura contou com a presença de diversas individualidades, nomeadamente a Vice-Reitora da UMinho, Prof.ª Doutora Graciete Dias, a Vice-Presidente da Escola de Ciências da UMinho, Prof.ª Doutora Fernanda Proença (Figura 1), o Director do Departamento de Química da



Figura 1 – Mesa da sessão de abertura. Da esquerda para a direita: Professora Fernanda Proença, Professora Graciete Dias, Professor Mário Berberan e Santos e Presidente da Comissão Organizadora



Figura 2 – Professor Mário Berberan e Santos durante o seu discurso



UMinho, Prof. Doutor Michael Smith, a Presidente do Centro de Química da UMinho, Doutora Maria João Queiroz, o Vice-Presidente da Câmara Municipal de Braga, Dr. Vítor Amaral de Sousa, o Presidente da Adere-Minho, Eng. Abílio Vilaça e o Administrador-Executivo do PEB, Dr. Jorge Miguel Corais. Após uma breve sessão de cumprimentos por parte do Presidente da Comissão Organizadora, o Presidente da SPQ, Prof. Doutor Mário Berberan e Santos proferiu o discurso de abertura (Figura 2), a que se seguiu a lição plenária histórica pelo Prof. Doutor Sebastião Formosinho, da Universidade de Coimbra, intitulada *100 Anos da Química em Portugal sob os auspícios da “Sociedade Portuguesa de Química”* (Figura 3). Esta foi seguida da plenária *News from the Caparica photochemistry group. Chemistry is beautiful* proferida pelo Prof. Doutor Fernando Pina, da Universida-



Figura 3 – Professor Sebastião Formosinho durante a sua lição plenária

de Nova de Lisboa, recipiente do Prémio Ferreira da Silva 2010 (Figura 4).

O primeiro dia do XXII ENSPQ continuou com um recital de árias e duetos de ópera (Figura 5), a que se seguiram um “Verde de Honra” e a peça *Maria Curie* de Mira Michalowska, interpretada pelo Teatro Extremo (Figura 6).

Neste primeiro dia do Encontro funcionou no PEB um posto dos CTT onde era possível adquirir o Inteiro Postal do XXII ENSPQ/100 Anos SPQ com o respectivo carimbo comemorativo (Figura 7).

O segundo dia do Encontro teve início com a lição plenária de Sir Thomas Blundell, da Universidade de Cambridge, *Genomes, structural biology and drug discovery: opportunities for academia and industry*. A sessão da tarde começou com a lição plenária do



Figura 4 – Professor Fernando Pina - Prémio Ferreira da Silva 2010



Figura 5 – Ana Sêro e Natália de Carvalho Brito interpretando árias e duetos de ópera acompanhadas pelo Quinteto Intempore



Figura 6 – Isabel Leitão na peça *Maria Curie*

Prof. Doutor Jorge Rodriguez Navarro, da Universidade de Granada, *Robust metal organic frameworks for the separation and purification of gases*.

No terceiro dia assistiu-se às lições plenárias do Prof. Doutor Agílio Pádua, da Universidade Blaise Pascal, *Ionic Liquids: molecular interactions, solvation, interfaces* e do Prof. Doutor Werner Pfannhauser da Universidade Técnica de Graz, *Developments in food analysis*. Neste dia procedeu-se pela primeira vez à entrega do Prémio Romão Dias, para a área da Química Inorgânica. A galardoada, Prof.^a Doutora Maria José Calhorda, da Univer-

sidade de Lisboa, proferiu na ocasião a lição plenária *Química organometálica: uma vida...* (Figura 8). O dia reservava ainda tempo para o convívio informal entre os participantes com um passeio ao Mosteiro de Tibães (Figura 9) e o Jantar do Encontro (Figura 10).

O quarto, e último dia, teve início com a lição plenária do Prof. Doutor Mehran Mostafavi, da Universidade de Paris-Sud, *Nanoparticles of metal and semiconductor, the contribution of radiation chemistry*. Após o almoço teve lugar a Mesa Redonda “Prémio Ferreira da Silva” que reuniu alguns dos recipientes deste galardão: Prof. Doutor Jorge Calado (1982), Prof. Doutor Manuel Ribeiro da Silva (2002), Prof. Doutor José Martinho Simões (2006) e Prof. Doutor Fernando Pina (2010). Foram moderadores Vânia Calisto, Mariana Sardo, Sérgio Santos (Grupo de Químicos Jovens da SPQ) e Paula Nogueira (Figura 11).

A última lição plenária do Encontro, *NMR as a research tool: from molecular structure to molecular imaging*, foi apresentada pelo Prof. Doutor Carlos Geraldes da Universidade de Coimbra. Seguiu-se a entrega da Medalha Vicente de Seabra 2010 ao Doutor

Eurico Cabrita (Figura 12), da Universidade Nova de Lisboa, e ao Doutor José Richard Gomes (Figura 13), da Universidade de Aveiro. Os títulos das suas comunicações orais foram respectivamente *In resonance with chemistry* e *Exploring mechanisms of chemical reactions at surfaces*.

O XXII ENSPQ contou ainda com 34 comunicações orais convidadas (*keynotes*), 82 comunicações orais, nas áreas científicas das Divisões e do Grupo associados ao Encontro e ainda nos domínios de Química e Sociedade e Ensino e Aprendizagem da Química. Contou igualmente com duas sessões de posters (Figura 14), onde foram apresentadas 383 comunicações.

Durante o Encontro esteve patente a exposição *Vida e Obra de Maria Skłodowska-Curie* do Museu Maria Skłodowska-Curie de Varsóvia, numa versão Portuguesa da Comissão do Departamento de Química da UMinho para o Ano Internacional da Química (AIQ). Estiveram também expostas as peças de artesanato do concurso INOVARTE 2011, promovido pela Adere-Minho e que teve como tema



Figura 7 – Inteiro Postal e carimbo comemorativos do XXII ENSPQ/100 Anos SPQ



Figura 8 – A Professora Maria José Calhorda recebe o Prémio Romão Dias das mãos da Presidente da Divisão de Química Inorgânica



Figura 9 – Claustro do Mosteiro de Tibães



Figura 10 – Perspectiva do local do Jantar do Encontro

o AIQ. Um artesão trabalhou a prata durante os vários dias do Encontro (Figura 15).

O XXII ENSPQ teve o apoio de várias instituições (FCT, PEB e Câmara Municipal de Braga) e de diversas empresas, algumas das quais marcaram presença. De referir ainda a sessão de autógrafos da Prof.^a Doutora Raquel Gonçalves-Maia, por ocasião do lançamento da sua mais recente obra

Marie Skłodowska-Curie – Imagens de outra face, e a do Prof. Doutor Jorge Calado cuja obra *Haja Luz! Uma história da Química através de tudo* foi publicada recentemente.

A sessão de encerramento do XXII ENSPQ contou com as intervenções do Secretário-Geral da SPQ, Doutor Joaquim de Faria, e do Presidente da Comissão Organizadora que apresentou alguns dados estatísticos do evento (Figura 16). Antes da partida,

ao som de gaiteiros serviu-se o bolo do Centenário (Figura 17) e brindou-se à SPQ (Figura 18).

As fotos do Encontro estão disponíveis em <http://www.spq.pt/eventos/xxiienspq/>.

João Paulo André
(jandre@quimica.uminho.pt)
Presidente da Comissão Organizadora do XXII ENSPQ



Figura 11 – Mesa Redonda "Prémio Ferreira da Silva"



Figura 12 – Doutor Eurico Cabrita - Medalha Vicente de Seabra 2010



Figura 13 – Doutor José Richard Gomes - Medalha Vicente de Seabra 2010



Figura 14 – Aspecto das sessões de posters



Figura 15 – Obra vencedora do concurso INOVARTE 2011, *Einstein com Marie Curie*, da autoria do artesão Manuel Macedo

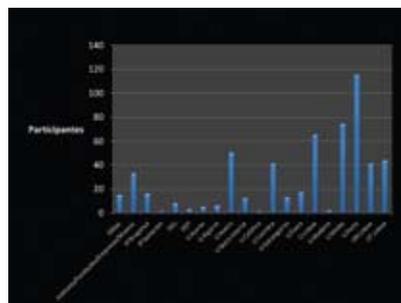
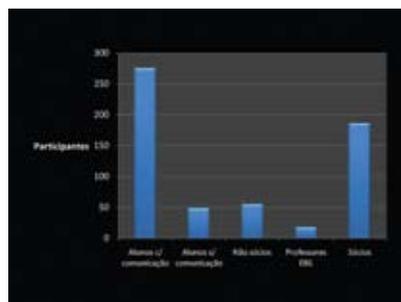


Figura 17 – Bolo do Centenário, gaiteiros e alguns dos estudantes que colaboraram com a Comissão Organizadora



Figura 18 – Direção da SPQ e Presidente da Comissão Organizadora

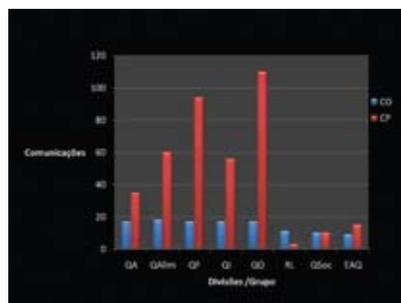


Figura 16 – Dados estatísticos da participação no XXII ENSPQ

A FINAL DAS OLIMPIADAS DE QUÍMICA JÚNIOR 2011 NA UTAD

Neste Ano Internacional da Química, a final das Olimpíadas de Química Júnior teve lugar no bonito *campus* da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, em Vila Real. As provas decorreram no passado dia 7 de Maio, mas na realidade a confraternização começou no dia anterior, com uma recepção às equipas participantes no hotel onde a SPQ possibilitou que ficassem todas alojadas.

No dia das provas estava planeada uma caminhada desde o hotel até à Universidade, a fim de se começar o dia com um espírito desportivo e desfrutar, simultaneamente, de um percurso singular ao longo das fragas do rio Corgo até ao Jardim Botânico da UTAD, mas a chuva obrigou a uma mudança de planos, mesmo à última da hora. Ainda assim, a boa disposição manteve-se, o sol reapareceu e às 10.15 h teve início a Sessão de Abertura com a presença do Presidente da nossa Escola, Prof. Fontainhas Fernandes, e da Directora do Departamento de Química, Prof^a. Verónica Bermudez.

Depois de uma breve explicação sobre o funcionamento das provas, as 19 equipas, distribuídas por 4 grupos, partiram para 2 horas de desafios experimentais, teóricos e lúdicos que decorreram simultaneamente em 4 salas. De salientar “a prova do kit”, muito apreciada por todos; nesta prova pedia-se aos alunos para desempenharem várias tarefas experimentais, sendo-lhes apenas fornecido um “kit de química” que incluía o material

e reagentes necessários ao desempenho das tarefas.

Enquanto decorriam as provas, os professores acompanhantes tiveram a oportunidade de realizar a “difícil” prova de degustação de várias iguarias preparadas no *workshop* sobre Gastronomia Molecular, intitulado “Os Cinco Sentidos da Química” e organizado pelos nossos colegas Ana Barros e Fernando Nunes.

Depois das actividades da manhã, seguiu-se o almoço, oferecido pela reitoria da UTAD, e o reencontro dos alunos com os respectivos professores, aqui confrontados com algumas dúvidas que assaltaram os seus pupilos durante as provas. De um modo geral os alunos acharam que as provas tinham sido um pouco difíceis, mas aliciantes.

A tarde começou com a passagem de um filme sobre as actividades desenvolvidas pelo Departamento de Química da UTAD, a que se seguiu o seminário “O gelado Químico”, proferido pelo nosso colega Fernando Braga, que contou com a preciosa colaboração de alguns “destemidos” alunos. O seminário terminou com todos a provar o saboroso gelado acabadinho de ser feito.

Por fim, chegou o momento mais desejado: o anúncio dos vencedores! A equipa vencedora, que irá no próximo ano à Lituânia representar Portugal nas Olimpíadas Europeias de Ciência, foi a equipa “Salesianos”, da Escola

Técnica e Liceal Salesiana de Sto. António, vinda do Estoril, constituída pelos alunos Afonso Tinoco, Bruno Oliveira e Diogo Dias e orientada pela Prof^a. Rita Silva. Para eles aqui ficam os nossos parabéns e votos de muito sucesso nas provas europeias. Os 2º e 3º lugares foram conquistados, respectivamente, pela equipa “Os Isótopos”, constituída pelos alunos Jorge Ribeiro, Marcelo Oliveira e Joana Queirós, da Escola Básica dos 2º e 3º ciclos D. Manuel de Faria e Sousa, Felgueiras, orientada pelo Prof. Luís Miguel Martins, e pela equipa “Triatómica”, constituída pelos alunos Ana Ferreira, Ana Martinho e Nuno Silva, da Escola Básica dos 2º e 3º ciclos de Caldas das Taipas, orientada pela Prof^a. Isabel Monteiro.

Depois do encerramento tínhamos à nossa espera um lanche, oferecido pela nossa Escola e animado pela Tuna Académica da UTAD. Ainda antes da despedida houve tempo para cantar os parabéns à SPQ pelos seus 100 anos e apagar as velas do bolo de aniversário, tarefa atribuída à equipa vencedora.

Para terminar, não podemos deixar de agradecer a todos aqueles que connosco colaboraram para que este dia tenha sido uma verdadeira “Festa da Química” que decerto ficará na memória de todos como um dia para “mais tarde recordar”.

Maria Cristina Oliveira, Maria João Carvalho e Paulo Fernando Santos
(quimica@utad.pt)
Departamento de Química da UTAD



Equipas Vencedoras das Olimpíadas de Química Júnior 2011



Bolo de Aniversário dos 100 Anos da SPQ

FINAL DAS OLIMPIADAS DE QUÍMICA+ E OLIMPIADAS INTERNACIONAIS DE QUÍMICA

O Departamento de Química da Universidade de Aveiro teve mais uma vez a função de organizar a final das Olimpíadas de Química+, este ano de 2011 com grande honra, pois estamos no Ano Internacional da Química. Este é um evento já bem consolidado nas escolas e, conseqüentemente, todos os anos temos pedidos, por parte de professores, para aumentar o número de participantes na final. A sua realização é conseguida com a ajuda voluntária de funcionários e docentes do Departamento de Química (DQ) e este ano tivemos uma participação entusiástica dos nossos alunos. Assim sendo, no sábado de 7 de Maio de 2011, os 25 alunos seleccionados para a final realizaram, individualmente, as provas prática e teórica. As medalhas em disputa foram conquistadas pelos seguintes alunos:

Medalha de ouro: João Pereira (Escola Secundária com 3.º Ciclo do Ensino Básico de D. Inês de Castro de Alcobaça)

Medalha de prata: Hugo Cadilha (Escola Secundária de Gago Coutinho)

Medalha de bronze: João Paulo Pereira Rocha (Escola Secundária com 3.º Ciclo do Ensino Básico Carolina Michaelis)

Além destes alunos, foram ainda seleccionados outros 7, com o objectivo de ao longo do ano lectivo 2011/2012 frequentarem cursos intensivos nas diferentes áreas da Química para lhes fornecer alguma preparação para as provas internacionais, nomeadamente para as Olimpíadas Internacionais de Química e as Olimpíadas Ibero-americanas de Química.

Este ano, já decorreram em Ankara-Turquia, entre 9 e 18 de Julho, as



Ambiente vivenciado na prova laboratorial da final das OQ+ em Aveiro

Olimpíadas Internacionais, onde Portugal foi representado pelos alunos Paulo Gonçalves, Vasco Batista e João Miguel Pereira, cuja participação ficou dentro do esperado e de acordo com os conhecimentos que os nossos alunos têm. Salienta-se que estes alunos são sujeitos a uma enorme pressão ao longo do ano e estão, por comparação com os restantes participantes nas Olimpíadas Internacionais, em grande desvantagem, atendendo aos programas de química do ensino secundário existentes em Portugal. De referir ainda que a preparação dada no DQ da Universidade de Aveiro, a cargo das docentes Amparo Faustino, Clara Magalhães, Graça Marques, Rita Ferreira e Diana Pinto, e no Colégio Internato dos Carvalhos, a cargo da professora Alzira Rebelo, não é suficiente para colmatar as falhas. Têm sido implementadas alterações ao longo destes anos, muito graças à dedicação e horas dispendidas, quer dos docentes quer dos alunos envolvidos nesta preparação, que originaram um aumento significativo nas classificações dos alunos, mas ainda não es-

tamos satisfeitos. Falta ainda a nossa participação nas Olimpíadas Ibero-americanas Americanas de Química, que terão lugar na Universidade Federal do Piauí em Teresina-PI, Brasil de 16 a 24 de Setembro de 2011.

Diana Pinto (diana@ua.pt)
Mentor da equipa portuguesa



Equipa Portuguesa nas Olimpíadas Internacionais de Química (Ankara-Turquia)



Sessão de entrega de prémios aos alunos vencedores das OQ+, da esquerda para a direita: medalha de ouro, prata e bronze

9ª OLIMPIÁDA DA CIÊNCIA DA UNIÃO EUROPEIA

A nona Olimpíada da Ciência da União Europeia (9th European Union Science Olympiad, 9th EUSO) decorreu nas cidades de Pardubice e Králové, na República Checa, entre 10 e 16 de Abril de 2011. Portugal participou pela terceira vez nesta competição científica europeia, dirigida a estudantes do ensino secundário na faixa etária dos 16 anos, cujos objectivos essenciais são promover o estímulo para a escolha de carreiras científicas, proporcionar troca de experiências e contactos entre estudantes, bem como comparar os currículos e as perspectivas do ensino das ciências entre os Estados-membros da União Europeia (nesta edição da EUSO, participaram 20 países com delegações de alunos concorrentes e um país na qualidade de observador).

De acordo com o regulamento da competição, Portugal participou com uma delegação constituída por duas equipas de três estudantes cada, acompanhados por três professoras-mentoradas (áreas de Biologia, Química e Física) e a coordenadora nacional da EUSO e representante da Direcção Geral de Inovação e de Desenvolvimento Curricular (DGIDC, Ministério da Educação). A preparação da participação portuguesa nesta competição foi efectuada conjuntamente pela DGIDC, pelas Sociedades Portuguesas de Química e de Física e pela Ordem dos Biólogos, cabendo a estas

associações científicas a designação dos membros da equipa de mentores: Professoras Célia Henriques (Física), Joana Capucho (Biologia) e Maria das Dores Ribeiro da Silva (Química). Os estudantes de ambas as equipas frequentavam o 10º ano do Ensino Secundário, sendo uma das equipas constituída pelos vencedores das Olimpíadas de Química Júnior_2010 (Afonso Cerejeira, Francisco Amorim e Lígia Dias) e a outra pelos vencedores das Olimpíadas de Física Escalão A_2010 (João Araújo, Simão Fonseca e Luís Franco). A delegação portuguesa foi coordenada pela Professora Isaura de Jesus Vieira, representante da Direcção Geral de Inovação e de Desenvolvimento Curricular (DGIDC, Ministério da Educação).

As provas, com uma índole fundamentalmente experimental, apresentavam um nível de exigência elevado, considerando a preparação dos estudantes desta faixa etária (para os estudantes portugueses o nível das provas era bastante avançado, opinião partilhada por mentores de vários outros países relativamente aos seus estudantes).

O tema aglutinador da primeira prova estava contextualizado em torno de “Tudo sobre a cerveja” e o da segunda prova em torno de “Lentes, não só as de contacto”, com abordagens interdisciplinares e integrantes dos conteúdos das diversas áreas, embora

as três partes de cada prova fossem distintas nos conteúdos de Química, Biologia e Física. Não foi permitido o uso de calculadoras gráficas. As provas exigiam um elevado grau de concentração por parte dos estudantes, envolvendo bastante raciocínio, reflexão sobre os textos e capacidade de apreensão dos aspectos descritos e dispersos, relevantes para a resolução das questões. O uso de conceitos fundamentais em cada uma das áreas envolvidas e conhecimentos básicos de Matemática foram relevantes, incluindo o traçado e interpretação de representações gráficas.

Aos mentores, como membros do Júri Científico internacional, coube a tarefa de avaliarem as condições laboratoriais disponibilizadas para as provas, a discussão de alguns aspectos relacionados com o conteúdo das mesmas e a sua tradução. Durante a visita aos laboratórios da Universidade de Pardubice, foi possível constatar as boas condições oferecidas para a execução de trabalho laboratorial (instalações e equipamentos) inerente às duas provas práticas, no recente edifício da Faculdade de Ciências. A tradução das provas constituiu uma tarefa um pouco morosa, facilmente ultrapassada pelo excelente espírito de cooperação existente na equipa.

Os estudantes tiveram uma participação positiva, reconhecendo-se o esforço necessário para corresponder a um tipo de prova difícil para a sua formação académica, como alunos do 10º ano. Neste contexto, é de salientar o empenho, esforço e disponibilidade dos docentes que, na Universidade Nova de Lisboa, asseguraram a preparação “direccionada” dos estudantes: Eurico Cabrita, João Carlos Lima, Célia Henriques, José Paulo Sampaio e Joana Capucho, bem como dos professores das escolas dos alunos.

A par da competição académica, houve um programa social que proporcionou algumas actividades para os mentores ou para os estudantes, em períodos anteriores às provas, impedindo a troca de informações entre



Delegação Portuguesa após a sessão de abertura da EUSO 2011

mentores e candidatos. O convívio de todos os participantes foi programado para as sessões de abertura e encerramento, esta última seguida de um jantar, com um final muito divertido, onde a música e a dança animaram o final de festa... Das restantes actividades, destacam-se a visita à cidade de Králové e a uma mini-central hidro-eléctrica.

Associada a esta experiência de participação na EUSO, temos ainda uma longa viagem na Europa: Lisboa-Frankfurt-Praga de avião, seguida da deslocação em mini-bus para Hradec Králové (local de alojamento dos docentes), via Pardubice (local de alojamento das equipas concorrentes). O regresso foi idêntico, com viagem de avião Praga-Lisboa ou Praga-Lisboa-Porto (para a mentora de Química e para a equipa da Trofa).

Em suma, a participação de Portugal na EUSO 2011 traduziu-se numa experiência muito gratificante e motivadora para os estudantes e num enriquecimento pessoal para toda a delegação.

Maria das Dores Ribeiro da Silva
(mdsilva@fc.up.pt)
Mentor das equipas portuguesas



Delegação Portuguesa na cerimónia de encerramento da EUSO 2011

4ª REUNIÃO IBÉRICA DE COLÓIDES E INTERFACES (RICI4)



Entre 13 e 15 de Julho, a Faculdade de Ciências da Universidade do Porto teve o prazer de acolher os trabalhos da 4ª Reunião Ibérica de Colóides e Interfaces (RICI4), organizada localmente por membros do Departamento de Química e Bioquímica, e promovida conjuntamente pelo Grupo de Colóides, Polímeros e Interfaces da Sociedade Portuguesa de Química e pelo Grupo Especializado de Colóides e Interfaces de las Reales Sociedades Españolas de Química y de Física. O congresso contou com a presença de 180 participantes, oriundos de 32 universidades e institutos de investigação de Portugal e Espanha. Houve também a presença de oradores convidados da Suécia, Brasil, Noruega e Israel. Foram proferidas 5 lições plenárias, 3 palestras finais convidadas (*Closing talks*), 54 comunicações orais e 84 comunicações em poster.

O encontro seguiu-se às reuniões de Salamanca (2005), Coimbra (2007) e Granada (2009), que obtiveram assinalável êxito junto das duas comunidades científicas. Pela primeira vez, e por iniciativa da comissão de organização local, decidiu-se pela existên-

cia de sessões paralelas, por forma a estimular a participação de jovens investigadores como oradores e a dinamizar o encontro, dando reflexo à heterogeneidade de tópicos e à diversidade geográfica das instituições presentes.

A área de colóides e interfaces, sendo por razões substantivas e históricas, uma área da química (e, concretamente, da química-física), encontra-se ela própria na interface desta ciência com as outras, sejam elas a física, a ciência dos materiais, as ciências biológicas e biomédicas, as ciências farmacêuticas e a ciência alimentar. Trata-se, afinal de contas, da área-fronteira da química que investiga a organização da matéria, e os efeitos das interacções, à escala micro e nanoscópica. Como tal, possui vasos comunicantes com a física dos fluidos complexos e matéria condensada, os biomateriais, a nanotecnologia, os sistemas biomiméticos, a veiculação controlada de fármacos e a engenharia biológica reconstitutiva, para citar apenas alguns exemplos.

Assim, pretendeu-se que a RICI4, seguindo a génese e tradição desta série de reuniões, tivesse um carác-

ter fortemente interdisciplinar, visando reunir as comunidades científicas ibéricas da área, independentemente da sua formação científica de base, em atmosfera propícia à discussão de ideias e ao contínuo fortalecimento de pontes de colaboração.



Um dos muitos jovens oradores da RICI4 apresenta o seu trabalho

As comunicações foram proferidas na sua totalidade em inglês, seguindo uma tradição que com naturalidade se implantou em anteriores edições da reunião e que tem promovido a crescente (e desejável) internacionalização e visibilidade do evento.

O programa científico teve início na quarta-feira, dia 13, com uma lição plenária proferida pelo Prof. Mário Barbosa (Univ. Porto), intitulada *Cell-biomaterial interactions at the nanoscale*. Foram abordados exemplos de

estratégias actualmente desenvolvidas para induzir e guiar a regeneração de tecidos, incluindo a mimetização química das interações à nanoescala entre células e componentes da matriz extracelular. Seguiram-se sessões paralelas dedicadas a dispersões coloidais (tópico 1) e processos de auto-organização (tópico 2), com um período intercalar para a sessão de posters.



Uma animada delegação de congressistas, na sessão de posters

No dia seguinte, a 14, foram proferidas duas lições plenárias. A primeira lição, pelo Prof. Francisco Monroy (Univ. Complutense de Madrid), versou sobre *Design principles for self-assembly with biological building blocks*, tendo sido abordados processos de engenharia coloidal biomimética, tais como divisão celular artificial e a integração de um motor de translocação de ADN como portal em vesículas lipídicas sintéticas. Na segunda lição, o Prof. Watson Loh (Univ. Estadual de Campinas) dissertou sobre a interrogação *How complex is the self-assembling of polymer-surfactant complexes?*, apresentando o seu trabalho sobre aspectos termodinâmicos e estruturais da auto-agregação em complexos anfífilicos tensoactivo-polielectrólito de carga oposta. No decurso do dia foram apresentadas palestras nas sessões de superfícies, interfaces e filmes finos (tópico 3), nanopartículas (tópico 4), polímeros e géis (tópico 5), e sistemas biomiméticos e bioinspirados (tópico 6).

No dia final da reunião, a 15, a Profª. Maria Vallet-Regí (Univ. Complutense de Madrid) abordou na sua plenária, intitulada *Bioceramics applications: from bone regeneration to gene therapy through drug delivery*, o modo como nanocompósitos cerâmicos, combinando sinergisticamente constituintes orgânicos e inorgânicos sob forma micro- ou nano-estruturada, podem ser usados para regeneração de tecido ósseo ou para cedência controlada de fármacos.



Pausa para almoço, com os jardins do Círculo Universitário Portuense em redor

À tarde, o prof. Istvan Furó (KTH, Estocolmo) proferiu a última plenária, *Association and confinement as seen by dynamic NMR methods*, na qual dilucidou os presentes sobre recentes métodos da espectroscopia de ressonância magnética nuclear para caracterização da localização e dinâmica de moléculas em sistemas multicompartimentalizados e geometrias confinadas (tais como cristais líquidos e materiais porosos). Durante o dia tiveram lugar sessões paralelas dedicadas a teoria e simulação (tópico 7), aplicações farmacêuticas e industriais (tópico 8), e colóides alimentares (tópico 9).

Na sessão de encerramento, o Prof. Oren Regev (Univ. Ben-Gurion) apresentou o seu trabalho sobre as interações de nanotubos de carbono com lipossomas e o Prof. Bo Nyström (Univ. Oslo) sobre floculação de nanopartículas de ouro com copolímeros



O Prof. Oren Regev disserta sobre nanotubos de carbono e sua interação com lipossomas

termosensíveis. A última palestra convidada, a cargo da Profª. Paulina Mata (Univ. Nova de Lisboa), ficou reservada para o papel relevante dos hidrocolóides alimentares na *haute cuisine*, tendo provavelmente lançado o mote para que mais tarde os congressistas, na parte social do evento, se lançassem merecida e entusiasticamente nas suas próprias investigações gastronómicas a bordo de um *barco-cruzeiro* no rio Douro (com prévia incursão a certas caves para degustação de um famoso colóide vínico da região duriense...).

Pela diversidade de tópicos e elevada qualidade das palestras apresentadas, pela animada participação de estudantes e jovens investigadores nas diferentes sessões, e pela atmosfera geral de convivialidade, apraz-nos registar que a RIC14 se saldou por um grande êxito científico e organizativo. A próxima reunião ficou agendada para San Sebastián, em Junho de 2013.

A comissão organizadora agradece empenhadamente a todas as instituições e empresas que apoiaram a realização do evento.

Eduardo F. Marques
(efmarque@fc.up.pt)
Comissão Organizadora



Esteja sempre no topo da informação com o QUÍMICA - Boletim da SPQ: Notícias, Artigos, Entrevistas, Destaques e uma Agenda sempre actual e do seu interesse.

Sociedade Portuguesa de Química



UMA CASCATA DE PRODUTOS NATURAIS

Através da combinação de catálise orgânica de molécula simples e de reacções em cascata – reacções sequenciais em dominó promovidas num processo único – investigadores conseguiram atingir síntese total colectiva, a produção de vários complexos alvos sintéticos a partir de uma estrutura molecular comum (Nature, DOI: 10.1038/nature10232).

O professor de química David W.C. MacMillan e colaboradores na Princeton University conceberam esta abordagem, que pode facilitar a produção em larga escala de compostos naturais ou semelhantes aos naturais, aplicáveis no desenvolvimento de novos produtos farmacêuticos ou para outras aplicações. A síntese de moléculas orgânicas complexas é tradicionalmente um processo individualizado em que os obstáculos são progressi-

vamente ultrapassados de modo a se atingir uma única estrutura alvo, normalmente obtida com rendimentos modestos. A síntese total colectiva utiliza organocatalisadores de molécula simples e reacções em cascata para contrariar as limitações de tempo e de rendimento da síntese convencional.

A equipa de Princeton usou síntese total colectiva para a produção da neurotoxina estriquina e outros cinco compostos de três famílias de produtos alcalóides naturais, em processos com um número mínimo de passos de síntese. Por exemplo, foi possível sintetizar (-)-estriquina em 12 passos a partir de compostos comercialmente disponíveis, que contrasta com os 25 passos do melhor processo reportado anteriormente, através de síntese assimétrica catalítica.

Assim, a equipa usou dois ciclos de organocascata catalisados por imidazolidinona para converter os materiais de partida, triptamina e propinal, num intermediário comum tetracíclico, que foi posteriormente transformado nos seis alcalóides – três pares provenientes de plantas *Strychnos*, *Aspidosperma* e *Kopsia*, respectivamente.

MacMillan e colaboradores esperam estender a abordagem a famílias adicionais de produtos naturais ou semelhantes aos naturais.

(Adaptado do artigo de 18/07/2011 de Stu Borman: *A Cascade Of Natural Products*
Chemical & Engineering News
– <http://pubs.acs.org/cen/news/89/i29/8929notw1.html>)

Paulo Brito (paulo@ipb.pt)
Instituto Politécnico de Bragança

OITO PASSOS PARA LEVAR A MELHOR SOBRE BACTÉRIAS RESISTENTES A ANTIBIÓTICOS

Cientistas dos Estados Unidos sintetizaram, por uma nova via, um intermediário chave para a produção dos análogos sintéticos das tetraciclinas dos antibióticos naturais, que podem ser usados como potenciais novos fármacos para o combate ao número crescente de bactérias resistentes aos antibióticos. Andrew Myers e colaboradores da Universidade de Harvard, Massachusetts, desenvolveram uma via de cinco passos para um intermediário enona, que pode ser convertido numa gama de tetraciclinas em três passos. Os produtos são também cristalinos em muitas etapas, pelo que não necessitam de purificação por métodos cromatográficos.

A equipa produziu a enona acoplado uma ciclohexenona com um éster – dois materiais de partida baratos produzidos em poucos passos a partir de precursores simples. “Reduzimos o problema da síntese da tetraciclina à

síntese da enona, uma vez que a partir dessa molécula podemos produzir tetraciclinas completamente novas”, diz Myers. “Todas as tetraciclinas que foram aprovadas como fármacos nos últimos 60 anos foram produzidas por síntese parcial – na qual são usados produtos de fermentação como materiais de partida – e a capacidade dos químicos para modificar estes produtos naturais tem sido limitada. Queríamos ver se poderíamos desenvolver uma via totalmente sintética”.

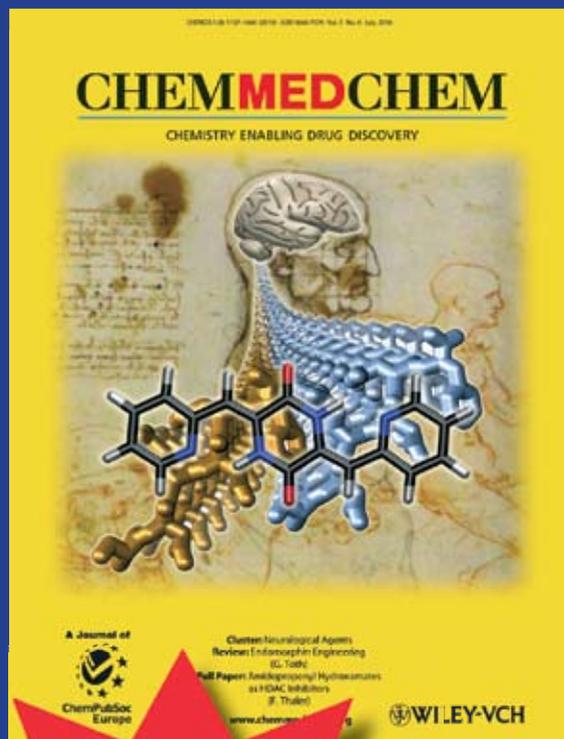
Myers consegue agora produzir tetraciclinas com modificações em toda a periferia da estrutura e mesmo no seu interior. De acordo com este investigador, a reacção que transforma a enona em milhares de antibióticos é uma ciclização de Michael-Claisen no lado esquerdo da enona. “A química de Meyers forneceu acesso a novas tetraciclinas que nunca poderiam ser produzidas por modificações semi-sin-

téticas dos produtos naturais conhecidos. E estas moléculas são importantes porque apresentam actividade contra as bactérias que se tornaram resistentes aos produtos naturais”, diz Erik Sorensen, um especialista em síntese de produtos naturais da Universidade de Princeton, Estados Unidos. “Tenho esperança que outros se envolvam nesta temática da utilização da síntese para aumentar a diversidade estrutural entre famílias de antibióticos, uma vez que o problema da resistência das bactérias é muito sério e está a piorar”. Nos últimos 15 anos foram preparadas perto de 3000 tetraciclinas totalmente sintéticas usando a via de Myers. Um dos compostos vai entrar na fase II dos testes clínicos para infecções intra-abdominais.

(adaptado de <http://www.rsc.org/chemistryworld/News/2011/July/07071102.asp>)

Helder Gomes (bquimica@ipb.pt)
www.spq.pt

5 Years of Outstanding Publication



Impact Factor*:

3.232

*2009 Journal Citation Reports®
(Thomson Reuters, 2010)

www.chemmedchem.org

 WILEY
ONLINE LIBRARY

 WILEY-VCH

Chemistry Enabling Drug Discovery

ChemMedChem is a top journal for research at the interface of chemistry, biology and medicine.

The journal publishes an attractive mix of:

- Full Papers and Communications
- Reviews and Minireviews
- Highlights and Concepts
- Book and Multimedia Reviews

ChemMedChem is

- co-owned by ChemPubSoc Europe
- covered in many databases including MEDLINE
- a sister journal of *Angewandte Chemie*

 ChemPubSoc Europe



DIÁRIO DO ANO INTERNACIONAL DA QUÍMICA 2011



Continua-se neste número do Boletim da Sociedade Portuguesa de Química o Diário do Ano Internacional da Química, compilando de uma forma resumida o conjunto de actividades que foram realizadas no âmbito das Comemorações do Ano Internacional da Química e do Centenário da SPQ nos meses compreendidos entre Maio e Julho de 2011.

MAIO

GADGETS E MERCHANDISING: Pins AIQ 2011



PRODUTOS AUDIOVISUAIS:

Chemistry: it's all about you – Versão Portuguesa – No âmbito do Ano Internacional da Química, a EPCA, juntamente com a UNESCO e a IUPAC, produziram o filme Chemistry: It's All About You. Este tem o intuito de informar o público em geral que a química:

- responde às necessidades do mundo;
- é criativa e constrói o nosso futuro;
- inspira os jovens;
- enaltece a contribuição constante das mulheres para a ciência.

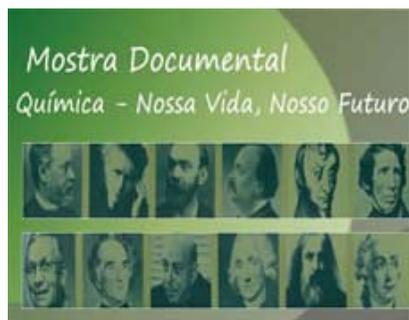


EXPOSIÇÕES E OUTROS EVENTOS:

STG'11 – Semana da Tecnologia e Gestão, Instituto Politécnico de Bragança, 3 a 6 de Maio

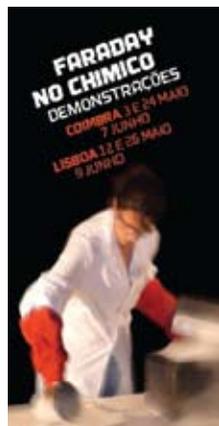
“Química, nossa vida, nosso futuro” – A Biblioteca Municipal de Mêda realizou uma Mostra documental salientando os cientistas que mais se destacaram numa disciplina tão antiga e tão influente como a Química, nomeadamente, Marie Curie, a primeira mulher a receber um Prémio Nobel (recebeu não só o Prémio Nobel da Química, em 1911, como o da Física, em 1903). Com efeito, «Em colabora-

ção com o seu marido, Pierre Curie, descobriu a radioactividade e novos elementos radioactivos – o tório, o polónio e o rádio. Foi apenas a partir do seu trabalho que surgiu um enorme interesse pelos fenómenos radioactivos e que essa área se começou a desenvolver». A Mostra esteve patente no átrio da Biblioteca Municipal nos meses de Maio e Junho.



ACTIVIDADES LABORATORIAIS / VISITAS DE ESTUDO:

Faraday no Chimico :: Demonstrações – As fantásticas demonstrações químicas de Faraday foram recriadas nos Museus da Ciência de Coimbra e Lisboa, durante 3 sessões! Baseadas no livro “A História Química de Uma Vela”, foram conduzidas por Sérgio Rodrigues e Filipa Oliveira.



Museu da Ciência da Universidade de Coimbra:

- 1ª Sessão: 3 Maio
- 2ª Sessão: 24 Maio
- 3ª Sessão: 7 Junho

Museu da Ciência da Universidade de Lisboa:

- 1ª Sessão: 12 Maio
- 2ª Sessão: 26 Maio
- 3ª Sessão: 9 Junho



CONFERÊNCIAS / PALESTRAS:

Modeling chemistry and biology in drug discovery – Nuno Palma, BIAL, Portugal, 4 Maio, FCT UNL

Conversas com Química – No Ano Internacional da Química, o Prof. Sebastião Formosinho convidou, juntamente com o Museu da Ciência da Universidade de Coimbra, químicos de várias áreas e com experiências diversas para conversar sobre e com química.

“Materiais Bio-inspirados”, Verónica de Zea Bermudez (Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro), 6 Maio

“À Sombra de Pitágoras: Números, Química e Sociedade”, Jorge Calado (Universidade de Lisboa), 19 Maio

“A Química e a Luz”, Hugh Burrows (Universidade de Coimbra), 2 Junho

“Chemistry and the Chemist. Public awareness of their contributions to society and the care industry”, William Heggie (Hovione), 16 Junho

OLIMPIADAS / CONCURSOS:

Final das Olimpíadas de Química+ e das Olimpíadas de Química Júnior
A Sociedade Portuguesa de Quími-

ca, em colaboração com as várias Universidades do país e com o apoio do Ministério da Educação, realizou no dia de 7 de Maio a etapa final de uma competição que se revelou uma verdadeira “Festa da Química” para os alunos do Ensino Básico e Secundário, e que registou este ano uma participação recorde, as Finais Nacionais das Olimpíadas de Química. Este evento foi o culminar de um processo que envolveu mais de cinco mil alunos de cerca de quinhentas escolas de todo o país, o que tem particular significado uma vez que 2011 é o Ano Internacional da Química.

PRODUTOS AUDIOVISUAIS:

Entrevista ao Prof. Doutor Jorge Calado

Programa: A Força das Coisas – Antena 2, 07/05/2011

Convidado desta emissão – Jorge Calado, autor de Haja Luz, Uma História da Química Através de Tudo, edição IST Press.

Disponível no site do AIQ em “AIQ nos Mass Media”.

LIVROS E PUBLICAÇÕES:

Lançamento do Livro “HAJA LUZ - Uma História da Química Através de Tudo” – Jorge Calado, IST Press

O evento decorreu no dia 9 de Maio, às 18h30, no Laboratório Químico do Museu de Ciência da Universidade de Lisboa. O livro foi apresentado por Manuel Nunes da Ponte e António Mega Ferreira. O evento foi precedido por uma visita guiada ao Laboratório Químico.



CONFERÊNCIAS E PALESTRAS:

In Resonance with Chemistry – Eurico Cabrita (REQUIMTE-FCT/UNL-Caparica), 11 Maio, Biblioteca FCT UNL

EXPOSIÇÕES E OUTROS EVENTOS:

Exposição “D’Arte Química” – 12 materiais diferentes, 12 visões artísti-

cas sobre a Química... De 11 de Maio a 8 de Julho, na Biblioteca da FCT UNL, comemorou-se a Química com uma exposição utilizando 12 elementos de base, da pedra à lã, do vidro ao papel, da madeira ao ferro. E porquê 12? Doze é um número especial na classificação dos elementos químicos. A unidade de massa com que se classificam todos os elementos do Universo é 1/12 da massa do átomo de carbono 12. E foi há 12 dúzias de anos que esta classificação se começou a fazer.



CONFERÊNCIAS / PALESTRAS:

Tecnologias Limpas e Química Verde – A Escola Superior de Tecnologia de Tomar, através do Departamento de Engenharia Química e do Ambiente, associou-se às comemorações do Ano Internacional da Química (AIQ2011) organizando o Seminário de Engenharia Química subordinado ao tema “Tecnologias Limpas e Química Verde”. Destinou-se aos Alunos e Professores dos Cursos que organizam o Seminário (MTQ, LEQB e CETEB) e de todos os Cursos do IPT, aos Alunos e Professores do Ensino Secundário, e a toda a Comunidade interessada nos benefícios trazidos à Sociedade pela Química. Data e Local: Instituto Politécnico de Tomar, 12 Maio.

A Química do Amor – Café de Ciência, com Paulo Ribeiro Claro – A Química do Amor é um “café de ciência” em torno do papel da química no amor romântico, que inclui uma apresentação curta das moléculas envolvidas nas diferentes fases do amor e termina com uma discussão participada sobre a química, a ciência e a vida. A actividade é normalmente desenvolvida num ambiente informal de café, para cerca de 20-40 participantes. O assunto é apresentado pelo cientista convidado nos primeiros 15-20 minutos, com ênfase nos resultados experimentais relacionados com o efeito dos compostos químicos no

nosso comportamento. A apresentação está concebida para estimular a curiosidade e deixa questões em aberto para a discussão posterior, normalmente muito participada, devido ao interesse natural do tema. Esta actividade está a ser oferecida a escolas secundárias e autarquias, com o objectivo de estimular a celebração do Ano Internacional da Química ao nível das comunidades locais. Café do Centro Cultural e Congressos de Caldas da Rainha - 13 Maio.

EXPRESSÃO PLÁSTICA E ARTÍSTICA:

Peça “Marie Curie” – A Comissão do Centro de Química de Évora e do Departamento de Química da Escola de Ciências e Tecnologia da Universidade de Évora propuseram o espectáculo “Maria Curie” da autora polaca Mira Michalowska, levado à cena no Teatro Garcia de Resende em Évora pela companhia Teatro Extremo no passado dia 13 de Maio. A peça “Marie Curie” encontra-se inserida no projecto EmCena a Ciência, que se rege pelo princípio de que arte e ciência podem e devem andar de mãos dadas.

SINOPSE

A peça “Marie Curie”, interpretada por Isabel Leitão e encenada por Sylvio Zylber, retrata a vida e obra de Marie Curie, galardoada com o prémio Nobel da Química há cem anos. Mary Mattinglej Melonej é uma jornalista americana fascinada pela personagem de Marie Curie que resolve entrevistá-la. Apesar de Marie Curie ter aversão aos jornalistas, aceitou ser entrevistada por ela várias vezes, revelando a sua vida e obra, tal como as circunstâncias em que o elemento rádio foi transportado dos Estados Unidos da América para a França e mais tarde para a Polónia.



EXPOSIÇÕES E OUTROS EVENTOS:

Haja Luz! Uma História da Química Através de Tudo – Jorge Calado, IST Press – Sessão de autógrafos

No dia 15 de Maio, na feira do Livro de Lisboa, teve lugar a sessão de autógrafos do livro Haja Luz! Uma História da Química Através de Tudo, pelo autor Jorge Calado. O evento foi organizado pela IST Press, editora do livro.

CONFERÊNCIAS / PALESTRAS:

Tertúlia e Prova de Vinhos: Vinho, uma agradável mistura de compostos químicos!

À luz da química analítica, o vinho não é mais do que um conjunto, muito complexo, de compostos químicos, que vai deixando desvendar os seus segredos à medida que se refinam os métodos analíticos. Hoje é aceite que essa mistura tem, em média, à volta de 600 compostos. Porém, o vinho, mais do que para analisar, é para beber e ser apreciado. Nessa perspectiva entram em jogo os nossos sentidos, cujo desempenho deixa muito a desejar. De facto, o nosso nariz só é capaz de distinguir 3 ou 4 compostos aromáticos em mistura e o nosso palato apenas identifica 5 sabores. Perante tal desfazamento, que fazer? Foi esse o principal tema da “conversa”, com os copos em cima da mesa, no dia 18 de Maio, no Antigo Refeitório do Colégio Espírito Santo, Universidade de Évora.

Convidado: Professor Doutor Virgílio Loureiro, Professor Associado do Instituto Superior de Agronomia (Departamento de Botânica e Engenharia Biológica) e Membro do Centro de Botânica Aplicada à Agricultura.

EXPOSIÇÕES E OUTROS EVENTOS:

As Crianças na Ribalta da Ciência

A Química numa colecção de 12 mini-shows de ciência realizados por crianças dos 8 aos 12 anos, numa experiência de sensibilização e comunicação da ciência.

Dia 19 de Maio, no Exploratório Centro de Ciência Viva de Coimbra.

PRODUTOS AUDIOVISUAIS:

Aventuras de Moléculas de Água no Teu Corpo

Diálogos entre um adolescente e um professor sobre o que é realmente uma molécula de água e o que fazem elas no nosso corpo, onde são res-

ponsáveis por cerca de 2/3 da massa de cada um: as que entram, as que são fabricadas aí, as que saem. No dia 19 de Maio, o Exploratório Centro de Ciência Viva de Coimbra, com a colaboração de “Take The Wind”, divulgou uma curta metragem 3D este-reoscópico sobre o que faz a água no nosso corpo.

EXPOSIÇÕES E OUTROS EVENTOS:

Uma Arca Cheia de Aventuras de Química

Descobre os maus ... com a ajuda da Química

Uma colecção de actividades e experiências de Química que é preciso realizar para descobrir o que os “vigarristas” andam a tramar e apanhá-los em flagrante delito: procura da fórmula secreta de um elixir que devia transformar qualquer futebolista médio num tremendo goleador. Dia 19 de Maio, Exploratório Centro de Ciência Viva de Coimbra.

CONFERÊNCIAS / PALESTRAS:

“A Química vista por...”

O Departamento de Química e Bioquímica da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto promove o Ciclo de Conferências “A Química vista por...”, que evidenciam o excepcional papel da Química nas nossas vidas.

“A Química vista por... um geneticista” – António Amorim, 20 Maio

“A Química vista por... um psicólogo” – Miguel Vila de Freitas, 3 Junho

LIVROS E PUBLICAÇÕES:

A Radioactividade: Contributos para a História da Arte – João M. Peixoto Cabral, IST Press

O lançamento do livro teve lugar no dia 20 de Maio e foi apresentado pelos Professores José Veiga Simão e João Zilhão.



OLIMPIADAS / CONCURSOS:

A Tabela Periódica Humana

O concurso “A Tabela Periódica Humana” visou a representação de uma Tabela Periódica com concorrentes/figurantes desempenhando cada um o papel de um elemento químico. Decorreu no dia 21 de Maio, no Complexo Desportivo da Covilhã, com a participação de alunos do 3º ciclo do Ensino Básico e do Ensino Secundário.



CONFERÊNCIAS / PALESTRAS:

Ciclo de cafés de ciência – “Conversas Paralelas”

“Conversas Paralelas” é um ciclo de cafés de ciência organizado pelo Núcleo de Estudantes de Química da Associação Académica da Universidade de Aveiro (NEQAAUAv), no âmbito do Ano Internacional da Química, e conta com o apoio da Fábrica Centro Ciência Viva de Aveiro. A segunda sessão deste ciclo de cafés “À conversa com Manuel A. Coimbra” contou com Manuel A. Coimbra do Departamento de Química da Universidade de Aveiro como convidado. Este evento decorreu a 24 Maio na Fábrica Centro Ciência Viva de Aveiro.

What about...without chemistry? –

João Paulo Leal, ITN-Sacavém, Portugal. Dia 25 Maio, Biblioteca FCT UNL.

EXPOSIÇÕES E OUTROS EVENTOS:

Sopas, Caldos e Mezinhas - A Química no tempo dos nossos avós

No âmbito do Ano Internacional da Química 2011, o Museu da Ciência da Universidade de Coimbra e o Instituto de Estudos de Literatura Tradicional da Universidade Nova de Lisboa promoveram o projecto SOPAS, CALDOS E MEZINHAS, a desenvolver em países de língua oficial portuguesa. Este projecto consistiu na recolha de histórias tradicionais relacionadas com química, mas também com a

identificação de conhecimentos empíricos de culinária ou medicina tradicional que possam ter sido usados, ou ainda sejam usados nos nossos dias. Pretendeu-se ainda recolher textos em forma de provérbio, adivinha ou lengalenga, desde que de raiz popular e relacionados com as diversas áreas da química. Os parceiros do projecto reuniram-se nos dias 25 de Maio e 4 de Junho para partilharem com o público as suas recolhas.

OLIMPIADAS / CONCURSOS:

Final do Concurso CSI – Compreender, Saber e Investigar



A Química e a sua presença na vida quotidiana! Este era o tema do concurso CSI, lançado com o intuito de fomentar o interesse pela Química, estimular o espírito de iniciativa, criatividade,

criatividade e literacia científica dos alunos, bem como contribuir para demonstrar a importância central da Química na sociedade moderna. A divulgação do trabalho vencedor e Entrega do Prémio Repsol teve lugar no dia 25 de Maio na Universidade de Évora.

EXPOSIÇÕES E OUTROS EVENTOS:

A Química Anda Contigo – Exposição no dia 25 de Maio de peças de vestuário e /ou acessórios com um BI que contém informação química das fibras/metais, que entram na composição das diferentes peças. Realização de experiências simples com alguns polímeros presentes nas peças em exposição e síntese de fibras.

OLIMPIADAS / CONCURSOS:

Jornadas do Centro de Química de Évora 2011 – Encontro de Docentes e Investigadores do CQE que contou também com a presença de oradores convidados e representantes institucionais. Tem como principais objectivos mostrar a investigação que se faz no CQE, promover a interacção científica entre alunos, docentes, investigadores do CQE e de outras instituições.

Oradores convidados:

- **Prof. Carlos Romão** (ITQB, Alfama)
- **Dr.ª Climénia Silva** (Directora Geral Valorpneu)
- **Prof.ª Cristina Freire** (U. Porto, REQUIMTE)
- **Prof.ª Maria Filomena Camões** (FCUL, CCMM)
- **Eng. Carlos Colaço** (Repsol Polímeros, Sines)

O programa social incluiu o “Jantar das Jornadas” (25 de Maio) e visita à Adega da Cartuxa com prova de vinhos (26 de Maio).



EXPOSIÇÕES E OUTROS EVENTOS:

“Chá das Químicas” – Coincidindo a celebração do Ano Internacional da Química com o centenário da atribuição do Prémio Nobel a Madame Curie, a Comissão de Imagem e Divulgação da Área Departamental de Engenharia Química do I.S.E.L. pretende celebrar a importância da mulher na Química, promovendo o “Chá das Químicas”, realizado no dia 26 de Maio. Num ambiente informal, tiveram o prazer de ter como convidadas a Doutora Maria Eugénia Santos Fronteira e Silva, primeira Doutorada em Química no I.S.E.L., Doutora Marina Kirillova (CQE/IST), Medalha de Honra L’Oréal Portugal para as Mulheres na Ciência 2008 e a Professora Paulina Mata (FCT/UNL), uma das impulsionadoras da área da Gastronomia Molecular em Portugal. O convite estendeu-se a todas as mulheres químicas e engenheiras químicas, docentes e investigadoras que quisessem partilhar aquele momento.

Jantar de Cozinha Molecular – A Faculdade de Ciências da Universidade do Porto (FCUP) recebeu, no dia 27 de Maio, a recriação do “El Bulli”, considerado dos melhores restaurantes do Mundo e liderado por Ferrán Adrià, um dos pioneiros na utilização de técnicas científicas nos seus pratos. A partir das 20h00, o Jantar

de Gastronomia Molecular foi servido e os participantes puderam provar “Cocktail Poção Mágica”, “Espuma de Ostras com Salicómia”, “Açorda de Ovas”, “Crosta de Broa de milho” ou “Lágrima de Puré de Batata e Castanhas”. Para a sobremesa, “Arroz Doce Molecular” e “Café com Espuma de Cardamomo”. Para além da série de opções gastronómicas que os participantes tiveram, o jantar contou também com dois oradores convidados: José Moura, que abordou a temática “Química da Vida” e Margarida Guerreiro, com o tema “A Cozinha é um Laboratório”.



LIVROS E PUBLICAÇÕES:

Newsletter Mensal SPQ

JUNHO

CONFERÊNCIAS / PALESTRAS:

Chemistry and Evolution – Fraústo da Silva, Fundação Oriente / IST – Lisboa – 1 Junho, Biblioteca FCT UNL.

GOLDEN CHEMISTRY – O ciclo de conferências GOLDEN CHEMISTRY traz, à Universidade da Madeira, uma série de personalidades ligadas à Química. *Plastic lasers? The optoelectronics of polymers*, Fernando Lahoz (Univ. de La Laguna, Espanha), 1 Junho.

EXPOSIÇÕES E OUTROS EVENTOS:

Exposição Química – Em Junho, exposição de trabalhos sobre a Química realizados pelos alunos do 1º ciclo do Ensino Básico no Serra Shopping, Covilhã.

OLIMPIADAS / CONCURSOS:

Concurso “Marie Curie, uma mulher pioneira na investigação” – Dado que a celebração do Ano Internacional da Química se centra no ano do centenário da atribuição do Prémio Nobel a Madame Curie, e que neste ano também se pretende celebrar o papel da mulher na Química, neste concurso propôs-se a realização de um tra-

balho que evidenciasse o contributo das descobertas desta investigadora para a melhoria da saúde e do bem-estar da humanidade. Os trabalhos premiados foram divulgados, após a apresentação de todos os trabalhos seleccionados, numa cerimónia no dia 4 de Junho de 2011, na Universidade da Beira Interior.



CONFERÊNCIAS / PALESTRAS:

Acetylcholinesterase: How is structure related to function? – Joel Sussman, The Weizmann Institute of Science – Rehovot, Israel
8 Junho - Biblioteca FCT UNL.

OLIMPIADAS / CONCURSOS:

Final do concurso QuimiColando



De entre os mais de 200 slogans recebidos, os 3 vencedores foram:

1º Lugar: Há Química entre nós! Luísa Fernandes e Mariana Caipira – Escola Secundária Fernando Namora, Brandoa

2º lugar: Há Solução: Química em Acção! Ofélia Pinto – Agrupamento de Escolas de Lousada Este, Lousada

3º Lugar: A Química Transforma-te! Ana Catarina de Carvalho e Soraia Bernardo – Escola Secundária Fernando Namora, Brandoa

ACTIVIDADES LABORATORIAIS / VISITAS DE ESTUDO:

Dias com Química – O Centro Ciência Viva de Bragança associou-se às

comemorações do AIQ, convidando os docentes do Instituto Politécnico de Bragança, com a realização de dois dias abertos à comunidade escolar, denominados «Dias com Química». Durante dois dias, transformaram o Centro Ciência Viva num laboratório em movimento, onde foi despertada a curiosidade dos participantes, num ambiente informal, repleto de projectos e informações na área da Química. Os «Dias com Química» realizaram-se a 8 e 9 de Junho.

Programa:

Dia 8 de Junho

Células Fotovoltaicas com Pigmentos Naturais, Luís Cabrita (ESA); Laboratório de Polímeros, Paula Plasência (ESTiG); Células de Combustível, Maria João Afonso (ESTiG); Novos Materiais a Partir de Fontes Renováveis, Filomena Barreiro e Isabel Fernandes (ESTiG); Células Fotovoltaicas com Pigmentos Naturais, Luís Cabrita (ESA); Laboratório de Polímeros, Olga Ferreira (ESTiG); Hidrogéis Inteligentes, Miguel Gonçalves e Virgínia Pinto (ESTiG); Células de Combustível, Ana Queiroz (ESTiG)

Dia 9 de Junho

Análises Químicas, Paula Plasencia (ESTiG); Laboratório de Polímeros, Maria João Afonso (ESTiG); Microrganismos ao Microscópio, Joana Amaral (ESTiG); Equipa CCV; Papel Detector; Sólido com memória de forma; Espuma de Limão; Tecidos Hidrofóbicos; Densidades; Fogo-de-artifício num copo

CONGRESSOS:

TheoBio 2011 – 5th Theoretical Biophysics International Symposium
O simpósio decorreu no Funchal (Madeira) de 8 a 12 de Junho de 2011. Sucedeu à edição anterior realizada em Roscoff (França) em 2009. O TheoBio 2011 visou reunir os avanços mais recentes no campo da modelagem de sistemas biológicos, bioquímicos e biofísicos, tanto do ponto de vista de aplicabilidade, como metodológico.

CONFERÊNCIAS / PALESTRAS:

Desafios e Oportunidades na Indústria Química – Na sessão “Desafios e Oportunidades na Indústria Química”, integrada nas comemorações do Ano Internacional da Química, para além de “Visão Geral da Dow”, do “Projecto

de Expansão da Dow Portugal” e da investigação, ciência e tecnologia e desenvolvimento na Dow, falou-se de oportunidades na indústria química e de formação apropriada e ainda de



“Os Desafios da Indústria Química do Século XXI”. Foi promovida pelo Departamento de Química da Universidade de Aveiro e pela Dow Portugal, a primeira empresa parceira global para o Ano Internacional da Química e realizou-se a 9 de Junho.

EXPOSIÇÕES E OUTROS EVENTOS:

“Domingo de manhã na barriga do caracol: Química em festa!” – Actividade promovida pela Fábrica Centro Ciência Viva de Aveiro, destinada a crianças dos 3 aos 8 anos, onde são desenvolvidas diversas histórias que exploram vários conceitos científicos simples. No âmbito das comemorações do Ano Internacional da Química, foi criada uma história que aborda conceitos de química com o título “Química em festa!”. As sessões foram realizadas nos dias 12 e 26 de Junho e 10 e 24 de Julho.

CONGRESSOS:

2nd Iberic Meeting on Medicinal Chemistry – Entre os dias 12 e 15 de Junho de 2011 realizou-se, no Porto, o *2nd Iberic Meeting on Medicinal Chemistry: G Protein-Coupled Receptors and Enzymes in Drug Discovery*. O evento foi organizado pela Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, a Faculdade de Farmácia da Universidade de Coimbra e as Universidades de Santiago de Compostela e de Vigo. O encontro proporcionou um fórum de discussão de resultados recentes na área da Química Medicinal, nomeadamente as evoluções e as tendências na área de alvos promissores como GPCRs e as enzimas. Visou reunir investigadores multidisciplinares (Química Bio-orgânica e Bioinorgânica, Biofísica, Bioquímica, Biologia, Bioinformática, Farmacologia, Farmácia e

Medicina), que representassem perspectivas distintas relacionadas com os aspectos moleculares da terapia.

ACÇÕES DE FORMAÇÃO / WORKSHOPS:
Curso / Workshop – Adesivos aplicados a arte contemporânea – Organizado pela empresa “20|21 Conservação e Restauro”, realizou-se entre 13 e 16 de Junho no Departamento de Química e Bioquímica da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto.

EXPOSIÇÕES E OUTROS EVENTOS:
Dois encontros com Camões – CAMÕES E A QUÍMICA – Para celebrar o Ano Internacional da Química, o Museu da Ciência da Universidade de Coimbra e o Centro Interuniversitário de Estudos Camonianos dedicaram um dos “Dois encontros com Camões” à Química, no dia 15 de Junho. Esta sessão incorporou a apresentação do livro “Camões e a Química - A Química em Camões” de Armando Tavares da Silva da Universidade de Coimbra e uma palestra de João Figueiredo da Faculdade de Letras da Universidade de Lisboa e Centro Interuniversitário de Estudos Camonianos.

EXPRESSÃO PLÁSTICA E ARTÍSTICA:
O Grande Musical da Química – Três escolas do Grande Porto (Escola Salesiana Colégio dos Órfãos do Porto, Escola Secundária Inês de Castro, de Vila Nova de Gaia e a Escola Secundária João Gonçalves Zarco, de Matosinhos) desenvolveram o projecto “O Grande Musical da Química”. O Teatro do Sol assumiu o desafio de pôr em palco esta divertida peça de teatro, com base no texto Breve História da Química da autoria de Regina Gouveia. Na peça participaram várias dezenas de alunos das três escolas envolvidas, dando vida a um conjunto de protagonistas, do qual se destacam os quatro elementos (Fogo, Terra, Água e Ar) e químicos notáveis, como Marie Curie. O projecto tem como principal objectivo divulgar os principais marcos da História da Química, contextualizados na História do Teatro e na História Universal, celebrando as múltiplas contribuições desta ciência para a Humanidade. Trata-se de um projecto potenciador da motivação e sensibilização dos jovens para as disciplinas científicas, mas também

para a História e para a Arte em geral, permitindo-lhes uma integração transversal de diferentes aprendizagens, a par do desenvolvimento de novas competências. O Grande Musical da Química representa ainda uma mais-valia para qualquer espectador, independentemente da sua idade. O espectáculo foi levado à cena no Rivoli Teatro Municipal nos dias:
- 20 de Junho ; - 21 de Junho



CONFERÊNCIAS / PALESTRAS:
Chemical aspects of Molecular Imaging probe design and biomedical applications – Carlos Geraldès, Universidade de Coimbra
22 Junho – Biblioteca FCT UNL.

ACTIVIDADES LABORATORIAIS / VISITAS DE ESTUDO:
Estágios de Ocupação Científica de Jovens nas Férias no CEEQ: Inclui a QUÍMICA no Programa das tuas Férias – À semelhança das edições de anos anteriores, o Centro de Estudos de Engenharia Química do ISEL promoveu, de 27 de Junho a 22 de Julho, estágios de Ocupação Científica de Jovens nas Férias no âmbito do Programa Ciência Viva. Os estágios, com a duração de uma semana, foram acompanhados por docentes nos laboratórios da ADEQ e do CEEQ e dirigidos aos alunos do Ensino Secundário (10º, 11º e 12º anos). Dada a comemoração do Ano Internacional da Química, as actividades foram reforçadas com a oferta de 16 estágios para 57 jovens.

Universidade Júnior – UP – Arrançou no dia 27 de Junho a sétima edição da “Universidade Júnior”, o programa da U.Porto que oferece uma oportunidade única a jovens alunos do 5.º ao 11.º anos de escolaridade de conhecer e experimentar os laboratórios e as salas de aula da maior universidade do país.

CONFERÊNCIAS / PALESTRAS:
Functional excipients for fast dissolution – a pathway to enhanced possibilities in pediatric formulations – Steffen Denzinger, Head Technical Marketing Pharma Raw Materials – Pharma Chemical Solutions
29 Junho - Biblioteca FCT UNL.

GADGETS & MERCHANDISING:
Autocolantes QuimiColando



LIVROS E PUBLICAÇÕES:
Newsletter Mensal SPQ

JULHO

ACTIVIDADES LABORATORIAIS / VISITAS DE ESTUDO:
A Química no Verão – Na UBI, a Ciência ganha nova vida no Verão.

tro Nacional de Química Física, a 9ª Conferência de Química Inorgânica, o 9º Encontro Nacional de Química Orgânica e o 8º Encontro do Grupo de Radicais Livres). Dado o carácter comemorativo do Encontro, a lição plenária inaugural foi de índole histórica. Tiveram lugar lições plenárias, “keynotes”, comunicações orais e em painel nas áreas científicas das Divisões e Grupo que se associaram e ainda no âmbito de “Química e Sociedade” e “Ensino e Aprendizagem da Química”. À semelhança dos Encontros Nacionais anteriores, o XXII ENSPQ incluiu a lição plenária do Prémio Ferreira da Silva, sendo igualmente atribuída a Medalha Vicente Seabra. Pela primeira vez foi entregue o Prémio Romão Dias, no domínio da Química Inorgânica. A Comissão Organizadora Local, ciente da importância e da singularidade da ocasião, tudo fez para que este Encontro fosse um espaço privilegiado de partilha de conhecimento científico, de homenagem à SPQ e aos seus fundadores bem como de bons momentos de convívio.

Ainda integrado neste encontro esteve a exibição da **Peça de Teatro “Maria Curie”** de Mira Michalowska e a Exposição VIDA E OBRA DE MARIA SKŁODOWSKA-CURIE. Entre 3 e 6 de Julho no Parque de Exposições de Braga.



OLIMPIADAS / CONCURSOS:

INOVARTE 2011 – Lançamento da 6ª Edição do Concurso de Ideias Inovadoras para o Artesanato. Este concurso tem como objectivos a promoção da criatividade e do desenvolvimento artístico e a implementação de novas ideias no artesanato. O tema desta edição foi o respeito e a promoção da

diversidade cultural, no âmbito do Ano Internacional da Química. A iniciativa destinou-se a artesãos que produzam peças de artesanato utilizando materiais e técnicas tradicionais e/ou inovadoras e teve lugar no Parque de Exposições de Braga, entre 3 e 6 de Julho.



CONGRESSOS:

16th European Carbohydrate Symposium – Entre 3 e 7 de Julho em Sorrento – Nápoles, Itália.

ACÇÕES DE FORMAÇÃO / WORKSHOPS:

Curso / Workshop – Escola de Química – U. Júnior – Entre 4 e 8 de Julho no DQB da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto.

EXPOSIÇÕES E OUTROS EVENTOS:

Café, Livros e Ciência – “Café, Livros e Ciência” é uma iniciativa que resulta da parceria entre a Fábrica Centro Ciência Viva de Aveiro, o Centro Ciência Viva Rómulo de Carvalho em Coimbra e o Museu da Ciência de Coimbra. Este projecto de comunicação de ciência tem como objectivo principal promover a leitura de livros de ciência junto do público em geral. Num ambiente informal, onde o café acompanha os livros, ilustres convidados lançam temas e discussões para o lançamento ou apresentação de livros de ciência ou de divulgação científica. No dia 7 de Julho este evento contou com Isabel Malaquias como convidada que apresentou o livro “Description of a glass-apparatus for making the best mineral waters”, de João Jacinto de Magalhães. Esta sessão culminou com a apresentação da peça de teatro “Questão de Ar”, uma nova produção da Fábrica Centro Ciência Viva de Aveiro.

Ciclo de cafés de ciência: “Ciência gourmet” – Ciência gourmet é uma nova actividade da Fábrica Centro Ciência Viva de Aveiro, que acontece em parceria com a Latina Adega. Num ambiente não-formal, na companhia

de ilustres convidados e saboreando um agradável café, a conversa flui por entre temas de ciência presentes no nosso dia-a-dia, nomeadamente café, azeite, ovos-moles e mel. A segunda sessão deste ciclo de cafés intitulou-se “Azeite, dai-mo à ceia e tirai-mo à candeia!” e contou com Alexandra Nunes, do Departamento de Química da Universidade de Aveiro e José Gouveia, de Colinas de S. Lourenço, como convidados. Este evento realizou-se no dia 8 de Julho.

CONGRESSOS:

17th European Symposium on Organic Chemistry – Entre 10 e 15 de Julho em Creta, Grécia.

CONFERÊNCIAS E PALESTRAS:

Especialistas falam sobre Química na Escola Bordalo Pinheiro – “As novas tecnologias no ensino da química” intitula a conferência que decorreu no dia 11 de Julho, pelas 21h30, no auditório da Escola Secundária Rafael Bordalo Pinheiro. O evento teve como orador João Paiva, da Universidade do Porto. No dia 15 de Julho, pelas 17h00, Mário Berberan Santos, presidente da Sociedade Portuguesa de Química, falou sobre “A química do século XXI”. Esta iniciativa está integrada nas comemorações do Ano Internacional da Química e foi organizada pelo Centro de Formação da Associação de Escolas Centro – Oeste, a Câmara das Caldas, e as escolas secundárias Rafael Bordalo Pinheiro e Raul Proença.

CONGRESSOS:

4ª Reunião Ibérica de Colóides e Interfaces (RICI4) – Entre 13 e 15 de Julho no DQB da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto.

EXPOSIÇÕES E OUTROS EVENTOS:

Perspectivas Arte & Ciência: “Nanos” – “Nanos” é uma exposição colectiva de imagens científicas que reproduz ao nível macroscópico o que se observa à nanoescala no dia-a-dia da investigação feita na Universidade de Aveiro. Esta exposição resulta de uma parceria entre a Fábrica Centro Ciência Viva de Aveiro e as unidades de investigação CICECO e I3N. Os curadores desta exposição são os Doutores Rui N. Pereira e Sérgio Pereira, investigadores da Universidade de Aveiro. A inauguração foi a

14 de Julho de 2011, pelas 18h30, na Fábrica Centro Ciência Viva de Aveiro. Estará patente ao público de 14 de Julho a 14 de Outubro de 2011.

Sinopse: “Este universo de formas, relevos e estruturas existe entre nós a uma escala tão reduzida que vai muito para além da capacidade humana de observar objectos a olho nu ou utilizando luz. O acesso a esta dimensão próxima do nanómetro, ou seja 0.00000001 metros, que desafia a nossa capacidade de abstracção relativamente ao mundo que nos rodeia, foi aberto ao longo das últimas décadas por cientistas que desenvolveram poderosos meios de observação (por exemplo microscópios electrónicos e de força atómica). Nesta exposição reproduz-se ao nível macroscópico o que se observa à nanoescala no dia-a-dia da investigação feita na Universidade de Aveiro. Assim, aceite o convite para desvendar as imagens de superfícies, nanopartículas, fibras e materiais nanoestruturados em geral, pois o mundo é muito mais do que aquilo que nós somos capazes de ver com os nossos olhos!”.

Noite da Química – Poções, Infusões e Explosões – No passado dia 16 de Julho, o Museu da Ciência da Universidade de Coimbra (UC) esteve de portas abertas durante a noite para celebrar o Ano Internacional da Química. Até à meia-noite, foram muitos os curiosos que marcaram presença no Museu. As experiências foram diversas, o resultado foi apenas um: uma noite especial, educativa e, acima de tudo, muito divertida.

Programa:

21H00 às 24H00:

- Fumo, Gelado, Luminescência e Robôs
- Sopas, Caldos e Mezinhas
- Exposição 24 Horas com Química
- Actividades para Crianças
- Olhar o Céu



21H30 às 22H00:

- Faraday no Chimico

22H30 às 23H00:

- Construção da Pilha de Volta

23H00 às 23H30:

- Cinema Científico - Curtas

23H30 às 24H00:

- Química em Poemas



ACTIVIDADES LABORATORIAIS / VISITAS DE ESTUDO:

Academia de Verão 2011 – Entre 17 e 22 de Julho os alunos foram convidados a viver no Campus de uma das mais dinâmicas e inovadoras Universidades do país e participar nos diversos programas científicos que a Academia de Verão da Universidade de Aveiro tinha para oferecer.

Verão Ciência no IPB – O Instituto Politécnico de Bragança promoveu os estágios de Verão do Programa Ciência Viva, “Verão Ciência no IPB”, destinados a alunos dos 10º, 11º e 12º anos, que tiveram lugar uma vez mais este ano, de 18 a 22 de Julho, neste Instituto. O “Verão Ciência no IPB 2011” é um projecto co-financiado pelo programa Ocupação Científica de Jovens nas Férias 2011 e tem como finalidade proporcionar aos estudantes do ensino secundário uma oportunidade de aproximação à realidade da investigação científica e tecnológica. Os estágios têm duração de uma semana e são complementados com actividades socio-culturais, lazer e entretenimento...

OLIMPIADAS / CONCURSOS:

QSI: UMinho – A actividade “Química Sob Investigação: UMinho”, “QSI: UMinho”, pretende ser um espaço de divulgação e promoção da ciência, em particular da Química, junto dos alunos do ensino secundário. Procura também sensibilizar os jovens para o papel da Química nos desafios que se colocam actualmente à nossa sociedade, nomeadamente a descoberta de novos materiais, a compreensão e a resolução de questões ambientais,

o desenvolvimento de novos fármacos e a implementação de processos químicos inovadores. Constituirá ainda uma oportunidade excepcional para os alunos contactarem com o ambiente académico proporcionado pela Universidade do Minho, conhecendo simultaneamente um pouco melhor os cursos do Departamento de Química e as perspectivas de futuro que eles oferecem. Esta actividade é dirigida aos alunos que terminam o 10º e 11º anos de escolaridade em 2011 e decorreu na semana de 18 a 23 de Julho. Faz parte integrante do programa “Verão no Campus” desenvolvido pela Universidade do Minho com o objectivo de promover a cultura, a ciência, a arte e as letras junto dos mais jovens e de auxiliar os estudantes que pretendem ingressar no Ensino Superior na escolha da área de estudo e trabalho.

EXPOSIÇÕES E OUTROS EVENTOS:

A Cor na Química e na Arte – “De onde vem a cor? Pode ela ser um elo de ligação entre o artista e o cientista? Ambos baseiam o seu trabalho na interpretação duma observação cuidada. A cor pode ser o ponto de partida para a explicação do mundo químico, o mundo da transformação, mas também uma forma de reflectir sobre a estética da química. No sentido inverso, pode também tentar perceber-se como evoluiu a química da atmosfera, através da forma como os artistas retrataram o ambiente no passado e continuam a fazê-lo nos dias de hoje”. No dia 21 de Julho, pelas 21h00, teve lugar no Espaço Artes uma palestra subordinada ao título “A Cor na Química e na Arte”, proferida pelo Prof. Doutor Joaquim Luís Faria, da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Paralelamente, estava também disponível uma exposição de Pintura com vários artistas.

CONGRESSOS:

10th Mediterranean Conference on Calorimetry and Thermal Analysis (MEDICTA 2011) – Entre 24 e 27 de Julho no DQB da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto.

LIVROS E PUBLICAÇÕES:

Newsletter Mensal SPQ

Vanda Capitolino
(quimica2011@spq.pt)
www.spq.pt/quimica2011

NOVAS ESTRATÉGIAS PARA O ENSINO DA QUÍMICA

O GRANDE MUSICAL DA QUÍMICA

A professora Lourdes Leitão, no Boletim da Sociedade Portuguesa de Química Julho/Setembro 2010, lançou um apelo para a realização de actividades no âmbito do **Ano Internacional da Química**. Já há algum tempo tinha em mente a realização de um grande espectáculo. Para a sua consecução convidou as professoras Maria da Conceição Mendonça e Maria de Fátima Sousa e ainda o professor Jorge Vieira, que aceitaram a ela juntar-se e, em conjunto, aventuraram-se a dar vida ao projecto “**O Grande Musical da Química**”. Contactou ainda a Dra. Regina Gouveia que se disponibilizou a colaborar em tudo o que estivesse ao seu alcance. O projecto foi apresentado à companhia “Teatro do Sol”, a quem foi proposto reunir a equipa técnica necessária para ensaiar e dar forma ao espectáculo imaginado. Este grupo considerou o projecto exequível e com excelentes virtualidades, pelo que se passou de imediato, nas três escolas envolvidas, Escola Salesiana Colégio dos Órfãos do Porto, Escola Secundária Inês de Castro de Vila Nova de Gaia e Escola Secundária João Gonçalves Zarco de Matosinhos, ao recrutamento dos alunos que, num lento, desgastante, mas entusiástico processo de seis meses, se iam transformar nos actores de “**O Grande Musical da Química**”.

Partimos entusiasmados para este projecto porque acreditamos que a **Escola** não se resume ao que acontece dentro das quatro paredes da sala de aula, onde se desenvolve um trabalho árduo na construção do saber/saber fazer e na procura de estratégias diversificadas para poder chegar a todos e simultaneamente a cada um dos alunos. Há uma necessidade, cada vez maior, de levar os jovens a olhar à sua volta e a sentirem que nada nasce do **Nada**. É o conhecimento científico que lhes permite entender, procurar soluções e responder aos problemas que vão surgindo no seu dia a dia e a cada momento.

Motivar para o estudo da Química e para uma melhor compreensão do

mundo que nos rodeia deve ser uma constante no quotidiano da vida de qualquer professor desta área. Os desafios que vão sendo colocados, quer aos professores, quer aos alunos, levam-nos a encarar a ciência e o conhecimento como algo aliciadamente indissociável. Impõe-se, deste modo, a procura de novas estratégias com o objectivo de levar os alunos a ser uma força viva no seu processo de aprendizagem, fazendo com que a **Escola** seja cada vez mais uma janela aberta para o mundo, o que permite uma permuta de saberes através de ferramentas diferenciadas, sendo o teatro um veículo potenciador desta dinâmica. O projecto tem como principal objectivo divulgar os principais marcos da História da Química, contextualizados na História do Teatro e na História Universal, celebrando as múltiplas contribuições desta ciência para a Humanidade. Trata-se de um projecto potenciador da motivação e sensibilização dos jovens para as disciplinas científicas, mas também para a História e para a Arte em geral, permitindo-lhes uma integração transversal de diferentes aprendizagens, a par do desenvolvimento de novas competências.

Enquanto o grupo de professores dinamizadores delineava o melhor ca-

minho a seguir para o desenvolvimento do projecto, a Dra. Regina Gouveia, professora de FQ já aposentada, com todo o entusiasmo que lhe é característico, reconhecido por todos os que a conhecem, escrevia o texto que serviu de base ao guião do musical e que intitulou “Breve História da Química”. Entretanto, a Companhia “Teatro do Sol” seleccionava um conjunto de profissionais que asseguraria o apoio técnico do Musical, constituído por um encenador, uma assistente de cena, um músico, um coreógrafo e uma figurinista/cenógrafa.

As grandes pedras mestras para a concretização do projecto, **Os Alunos**, cerca de 60 no conjunto das três escolas envolvidas, aderiram com curiosidade e interesse à proposta; a estes juntaram-se, ainda, elementos da Banda Juvenil Salesiana de Poaires.

Surgiu a necessidade de romper barreiras interpessoais que existiam naturalmente pelo facto do grupo de trabalho ser constituído por jovens desconhecidos, provenientes de escolas distintas. Surpreendentemente, as dinâmicas de grupo implementadas superaram as expectativas, tendo-se constatado que ao fim de duas ses-



Canto a GAYA, a Deusa da Terra, com acompanhamento de flauta e coreografia de sacerdotisas

sões já se tinha verificado uma fusão num único grupo.

Não foi fácil o início. Era sabido o que pretendíamos, mas vimo-nos confrontados com o facto de desconhecer os interesses e capacidades de cada um. Todas as competências foram aproveitadas, optimizadas e potenciadas com a ajuda dos respectivos técnicos, conseguindo-se assim rentabilizar ao máximo as valências (canto, dança, música ...) dos diferentes alunos.

O projecto foi apresentado, não só à Direcção de cada uma das escolas, como também às respectivas Câmaras Municipais e Juntas de Freguesia da área das escolas envolvidas, que identificaram no projecto *“um inegável interesse, quer pela sua oportunidade quer pelo seu carácter único e formato inédito, quer ainda pelo seu sentido educativo e formativo”*. Tendo em conta os constrangimentos económicos actuais, na medida das possibilidades, cada uma das instituições se propôs dar uma contribuição no sentido de tornar viável a concretização do projecto.

A apresentação pública do espectáculo decorreu nos dias 20 e 21 de Junho no grande auditório do Rivoli Teatro Municipal, gentilmente cedido pela CMP.

Atendendo a que o público alvo era constituído não só por alunos mas também pelo público em geral, procurou-se utilizar uma linguagem simples e fazer uma abordagem ligeira, clara, mas rigorosa, dos conteúdos, de forma a permitir que a mensagem pudesse passar sem obstáculos.

O Musical foi apresentado em dois actos. No primeiro, partiu-se dos quatro elementos, Fogo, Terra, Ar e Água, para uma abordagem cronológica da história da química fundindo sempre que possível, com a do teatro, a Universal e com Arte em geral, e termina com Lavoisier e a Revolução Francesa. No segundo acto foi realizada uma conferência celestial de grandes químicos, onde foram apresentadas as principais descobertas de químicos como Lavoisier, Dalton, Mendeleev, Kirchoff, abrihantadas por um chairman e respectivo tradutor, acompa-



Evocando a água, e interpretando Camões, cantando “Mudam-se os tempos mudam-se as vontades” e tendo por fundo Paracelso



Lavoisier, contextualizado na Revolução Francesa



Mesa na Conferência Celestial, onde estão sentados o Chairman mais seu tradutor, Lavoisier, Dalton, Kirchoff e Mendeleev

nhados por um grupo de bailarinas, intituladas “meninas do protocolo”, que iam coreografando as diferentes teorias apresentadas. Houve ainda oportunidade, neste segundo acto, de fazer referência em apoteótico clima de festa, onde a entrega de prémios Nobel foi transportada para a nossa época (cem anos mais tarde) em jeito de entrega de Óscares de Hollywood, a alguns químicos galardoados com o Prémio Nobel da Química, nomeadamente, Fisher, Bequerel, Thomsom, Rutherford, Max Plank, Bhor e Marie Currie, pelo trabalho desenvolvido em áreas que contemplam temáticas integradas nos programas curriculares dos ensino básico e Secundário.

Tudo no espectáculo é inédito, desde as músicas e respectivas letras, até ao guião, que se foi transformando, à medida que havia necessidade de adequar os papéis às diferentes características e à evolução dos alunos.

Tanto o guião como as letras das músicas foram sendo construídos a partir de contribuições de diversos elementos do grupo de trabalho. O espectáculo tem um único suporte cénico que se vai transformando ao longo da acção. Começa por ser uma car-

roça e logo se torna um barco, a seguir é um canhão, logo após é mesa de conferência e passerelle e as suas rodas são usadas pelos químicos na apresentação dos trabalhos durante a conferência celestial. Este elemento central do espectáculo foi concebido, de uma forma brilhante, pela cenógrafa e figurinista Olga Rego.

O Grande Musical da Química foi um sucesso e um excelente veículo de divulgação da Química, tendo-se mostrado gratificante para os dinamizadores e alunos/actores, uma vez que os objectivos propostos foram parcialmente atingidos, atendendo a que as datas disponibilizadas pelo Rivoli Teatro Municipal coincidiram com o final do ano lectivo e o início dos exames nacionais, o que impossibilitou a presença do público-alvo principal, alunos do 3º Ciclo e Secundário. Foi sem dúvida uma oportunidade de crescimento dos alunos e motivação não só para a química como também em outras áreas.

O Grande Musical da Química representa ainda uma mais-valia para qualquer espectador, independentemente da sua idade.

CONCLUSÃO

Consideramos que este projecto tem qualidade para ser apresentado, noutras cidades, a outros alunos, mesmo para além do âmbito do Ano Internacional da Química, como meio fantástico de divulgação e motivação de e/ou para o estudo da Química.

Está agendada uma nova representação no Teatro Constantino Nery em Matosinhos e ainda no Auditório de Gaia, em datas a anunciar.

Ainda no âmbito do Ano Internacional da Química, este mesmo grupo de professores está a preparar uma Tertúlia de Química, que incluirá um jantar, aberto a todos os interessados, professores, alunos, investigadores, etc., e que terá lugar no Café Guarany, situado na Avenida dos Aliados na cidade do Porto. Os interessados em participar poderão contactar a professora Lourdes Leitão – 917584775 ou mlourdesleitao@gmail.com.

**Lourdes Leitão, Conceição Mendonça,
Fátima Sousa e Jorge Vieira**
(mlourdesleitao@gmail.com)

Responsáveis pela concepção/dinamização do projecto “O Grande Musical da Química”

FALÁCIA, DE CARL DJERASSI



INVULGAR – que não é vulgar, comum; especial, raro, incomum (Dic. Houassiss).

... pois é. **FALÁCIA** não é um espectáculo qualquer mas, na realidade será um espectáculo INVULGAR!...

Invulgar porque não é uma coisa que se veja todos os dias. Invulgar porque talvez nunca mais volte a ter a possibilidade de ver.

Carl Djerassi, famoso químico e escritor norte-americano, assina o texto. Manuel João Monte, Professor Associado da Faculdade de Ciências da U.Porto (FCUP), fez a respectiva tradução para português. A companhia Seiva Trupe dá-lhe corpo. É desta combinação que resulta “Falácia”, título da peça que, no próximo dia 28

de Outubro, vai ser levada à cena no Teatro do Campo Alegre.

Inserida nas comemorações do Centenário da U.Porto e no programa preparado pelo Departamento de Química da Faculdade de Ciências da U.Porto para assinalar o Ano Internacional da Química, “Falácia” aborda temas transversais abrangendo a Arte, a Ciência (em particular a química) e a Ética.

Nesta peça – FALÁCIA – há um debate vivo, audacioso e cativante, com sentimentos amorosos a cruzarem-se e a prender o espectador pelo “bico”. Num importante museu europeu, em Viena de Áustria, encontra-se a estátua de um rapaz nu, atribuída à era romana e que é a jóia da coroa do museu. Mas a ciência, através da química, desmistifica aquela era. E o valor artístico da obra, para além da data da sua feitura? – Aqui está um espectá-

culo para quem se interessa por tudo que é importante na vida mas, muito especialmente, para quem se interessa por QUÍMICA e/ou MUSEOLOGIA.

Mas quem é Carl Djerassi? – Muito rapidamente: este génio, para além de ser autor de importantes obras teatrais, é um dos poucos cientistas norte-americanos que mereceram tanto a National Medal of Science (em 1973, pela primeira síntese de um anticoncepcional oral esteróide – a “pílula”) e a National Medal of Technology. Entre as muitas dezenas de homenagens e títulos, recebeu o Prémio Wolf de Química, o primeiro prémio para a Aplicação Industrial da Ciência, conferido pela Academia Nacional de Ciências, e o mais importante prémio da American Chemical Society, a medalha Priestley.

Vanda Capitolino
(quimica2011@spq.pt)
www.spq.pt/quimica2011



UMA NOVA TABELA PERIÓDICA NO ANO INTERNACIONAL DA QUÍMICA!

Ao longo do ano transacto, a revista Chem 13 News dinamizou as actividades para a preparação de uma Tabela Periódica ilustrada, comemorativa do Ano Internacional da Química (AIQ).

Os docentes leitores da revista Chem 13 News puderam registar os seus alunos para desenvolverem artisticamente a interpretação de um elemento da Tabela Periódica e escreverem um pequeno texto explicativo – até 100 palavras, em inglês [1].

A tabela periódica elaborada por aquela revista teve, assim, como base as

contribuições de estudantes de Química de várias províncias do Canadá, de vinte estados dos EUA e de outros catorze países. Entre estes inclui-se Portugal, representado pela Escola Secundária Infante D. Henrique, no Porto, tendo-lhe sido atribuído o elemento químico Európio (Eu) [2].

O contributo português para a ilustração desta Tabela Periódica comemorativa do AIQ está representado na figura 1, podendo a consulta integral da mesma ser efectuada online [3].

A denominação do Európio, o elemento químico com número atómico 63,

advém da homenagem feita ao continente europeu, como é evidenciado no mapa incluído na representação apresentada. Além disso, sendo o Infante D. Henrique o patrono da escola portuguesa participante, a escolha para o símbolo do elemento recaiu sobre um motivo náutico, um astrolábio.

Acresce referir que as chaminés de reactores nucleares simbolizam uma das primeiras utilizações comerciais do európio – usado como absorvente de neutrões, nos reactores nucleares, para o controlo das reacções em cadeia, inerentes à fissão do urânio e do plutónio.

Este trabalho foi desenvolvido pelos alunos da turma C do 11.º ano do Curso Profissional de Técnicos de Análises Laboratoriais da Escola Secundária Infante D. Henrique do Porto (cidade indicada na figura por um marcador [2]), com o apoio dos mes-



trandos da FCUP Daniel Tiago Ribeiro e Eduarda Manuela Faria, integrados no Núcleo de Estágio de Física e Química 2010/2011 desta escola, bem como o do seu orientador Fernando Pires Basto.

REFERÊNCIAS

- [1] International Year of Chemistry (IYC): <http://chemistry.uwaterloo.ca/iyc> (Department of Chemistry of the University of Waterloo, acedido em 27-07-2011).
 [2] Europium: <http://chemistry.uwaterloo.ca/iyc/europium> (Department

of Chemistry of the University of Waterloo, acedido em 27-07-2011).

- [3] Periodic Table Project: <http://chemistry.uwaterloo.ca/iyc/periodic-table-project> (Department of Chemistry of the University of Waterloo, acedido em 27-07-2011).

Daniel Ribeiro

(danieltiago.ribeiro@gmail.com)

Membro do Núcleo de Estágio de Física e Química 2010/2011 da Escola Secundária Infante D. Henrique

Figura 1 – Ilustração do elemento Európio, pelos alunos da Escola Secundária Infante D. Henrique

SIZE MATTERS?

A organização dos elementos químicos numa tabela, evidenciando relações entre propriedades de elementos vizinhos (na vertical, na horizontal e na diagonal), publicada por Dmitri Mendeleev em 1869, é ainda motivo de fascínio para todos os que gostam de Ciência.

A Tabela Periódica é uma das grandes conquistas intelectuais da Humanidade. Deve-se salientá-lo aos nossos alunos e estimular a sua curiosidade para compreender a organização periódica dos elementos. Uma boa maneira de o fazer é construir tabelas periódicas visualmente atractivas (por exemplo, <http://periodictable.com>) ou

conseguir uma utilização excelente de meios audiovisuais (<http://www.periodicvideos.com>).

No nosso caso, seguimos a máxima *size matters* e propusemos à FCUL que se construísse uma tabela periódica no pátio de acesso ao edifício C8 (onde está instalado o Departamento de Química e Bioquímica).

Justificação dupla para a despesa: Ano Internacional da Química (<http://www.dqb.fc.ul.pt/2011AIQ/index.php>) e comemoração do centenário da Faculdade (<http://www.fc.ul.pt/centenario/exposicoes.php>).

O local encontrado é particularmente adequado a uma (grande) tabela periódica, porque o chão é constituído por placas quadradas de betão, com 90 cm de lado, em número suficiente para todos os elementos. Foi aliás essa estrutura que sugeriu a ideia agora executada. Teria sido a mão de Deus que guiou o risco do arquitecto do C8 (Gonçalo Byrne) para uma solução tão adequada a uma tabela periódica?

J. A. Martinho Simões (jamsimoes@fc.ul.pt) e **Fernando J. V. Santos** (fjsantos@fc.ul.pt)

Departamento de Química e Bioquímica da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa

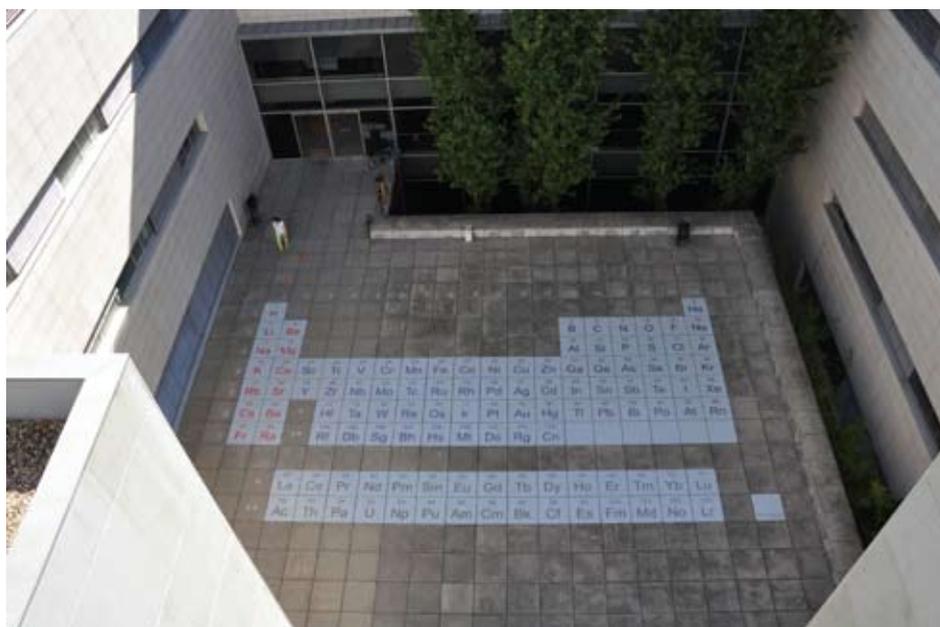


Tabela Periódica construída no pátio de acesso ao edifício C8 da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa

COLOCAR PORTUGAL NO MAPA DA MAIOR EXPERIÊNCIA QUÍMICA DE SEMPRE

A UNESCO (Organização das Nações Unidas para o Ensino, a Ciência e a Cultura) e a IUPAC (União Internacional de Química Pura e Aplicada) aprovaram e puseram em marcha o Ano Internacional da Química (AIQ/IYC 2011), contando com o apoio entusiástico da população mundial dos químicos em geral, e das respectivas organizações nacionais aderentes (NAO). Em Portugal, a Sociedade Portuguesa de Química tem primado por imprimir brilho às celebrações do AIQ 2011, quer divulgando actividades de vários indivíduos e instituições, quer tomando a iniciativa de actividades próprias, quer ainda patrocinando actividades recomendadas pela IUPAC. Nesta última categoria insere-se a Experiência Global. Um grupo de trabalho estabelecido pela IUPAC lançou, recolheu e discutiu ideias e propostas, acabando por seleccionar e desenvolver a experiência “Água, uma Solução Química”, que compreende 4 actividades, “O pH das Águas do Planeta, Água Límpida e Desinfectada, Águas Salgadas e Destilador Solar”. As razões e os objectivos encontram-se amplamente divulgados (<http://water.chemistry2011.org>; <http://www.spq.pt>). A intenção é que uma, ou mais, destas actividades sejam realizadas pelo maior número de pessoas em todo o mundo. Por isso e para isso, os protocolos elaborados e disponíveis na Internet, em inglês e em várias traduções (uma delas em português) dirigem-se aos níveis de

escolaridade do Ensino Básico e Secundário, podendo ser desenvolvidas e exploradas a níveis mais avançados consoante os interesses e as possibilidades dos experimentadores, nomeadamente no contexto de investigação científica actual. A Experiência Global está em marcha com o apoio de várias instituições nacionais e internacionais e, fazendo uso das possibilidades informáticas actuais, foi lançado um mecanismo de inscrição dos participantes, a quem se apela para que submetam, a uma base de dados central, os resultados das determinações experimentais efectuadas. Com o patrocínio da IUPAC e da European Schoolnet foram criados mapas-mundo interactivos que irão acumulando e mostrando o índice de participação nas actividades (Figura 1). Poderão igualmente ser submetidas fotografias que se candidatam a selecção para publicação on-line. Pretende-se atingir elevado nível de participação para divulgação na cerimónia de encerramento do AIQ 2011, a 1 de Dezembro de 2011, em Bruxelas e para o mundo! Louva-se a adesão de muitos grupos portugueses, embora esteja a ser reduzido o número de inscrições formalizadas, logo a respectiva visibilidade no mapa. No entanto, apesar dos múltiplos esforços de divulgação, com sessões desde os Açores até Braga, passando por Almodôvar, Lisboa, Queluz, Benavente, Caldas da Rainha, etc., verifica-se ainda, lamen-

tavelmente, um intrigante desconhecimento ou alheamento desta iniciativa. As actividades visam tópicos curriculares, não implicando esforço, recursos ou tempo extra, sendo antes uma óptima oportunidade de aproveitar, de uma forma simples, um investimento feito pela comunidade científica internacional, o que só por si e além do mais, constitui uma confortável e apreciada garantia de harmonização e nivelamento.

O início, em Setembro do ano lectivo 2011/2012, é ainda uma excelente oportunidade para participar e cumprir este objectivo, que não é de menor importância. Para além dos contactos directos via internet, a Experiência Global encontra-se em pleno funcionamento, em, além de várias escolas do País, no Departamento de Química e Bioquímica da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, no Centro de Interpretação Ambiental de Vila do Conde e no Centro Ciência Viva do Lousal, onde, em caso de necessidade, poderá ser obtido apoio.

Entre os participantes portugueses será sorteada uma lembrança a divulgar oportunamente.

Maria Filomena Camões

(fcmaoes@fc.ul.pt)

Membro do Grupo de Trabalho da IUPAC e Coordenadora Nacional para a Experiência Global



Figura 1 – Mapas-mundo interactivos onde são compilados os resultados obtidos na Experiência Global

Made in Europe for the World



**ChemPubSoc
Europe**

A consortium of 16 European Chemical Societies

- Full Papers
- Short Communications
- Microreviews

European Journal of Inorganic Chemistry

- Inorganic
- Organometallic
- Bioinorganic
- Solid-state Chemistry
- Nanochemistry

www.eurjic.org

European Journal of Organic Chemistry

- Synthetic Organic
- Bioorganic
- Physical-organic chemistry

www.eurjoc.org



*2009 Journal Citation Reports® (Thomson Reuters, 2010)

 **WILEY-VCH**

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

cs-journals@wiley.com

(Americas, Europe, Middle East and Africa, Asia Pacific)

service@wiley-vch.de (Germany, Austria, Switzerland)

cs-japan@wiley.com (Japan)

A SÍNTESE VERDE – (2) AS SUAS ORIGENS INDUSTRIAIS

ADÉLIO A. S. C. MACHADO*

Faz-se uma análise histórica da Indústria Química Pesada que mostra que vários processos de fabrico em larga escala de produtos químicos de base, inventados ao longo do desenvolvimento daquela indústria, desde o século XIX, tiveram por base vias de síntese com características verdes, nomeadamente uma eficaz utilização dos átomos mediante reacções catalíticas. A análise permite concluir que a história da Indústria Química, ao incluir variados exemplos precoces de Síntese Verde (SV), suporta afinal a exequibilidade desta – e fornece pistas gerais para a sua concepção.

No primeiro artigo desta sequência [1] apresentou-se o conceito de Síntese Verde (SV) e discutiram-se as suas características ideais e as dificuldades de as concretizar no design e implementação das vias de síntese. O objectivo deste segundo artigo é mostrar que a SV tem vindo a ser usada pela Indústria Química quase desde a sua emergência, estando historicamente associada ao *processo contínuo* usado pela Química Industrial para o fabrico dos compostos de base em larga escala – certas características de verdura da síntese que implicam simplicidade química, nomeadamente a boa utilização dos átomos e o uso de reacções catalíticas, foram importantes na génese e desenvolvimento deste tipo de processo de fabrico. Para cumprir este objectivo, analisase a prática histórica da síntese em Química Industrial para evidenciar que, desde o seu início, em variadas situações, esta praticou vias de síntese com certas características verdes de raiz – e que vários processos químico-industriais foram depois evoluindo no sentido de perseguir aumento de verdura, conforme é hoje preconizado pela QV.

O DESENVOLVIMENTO HISTÓRICO DA QUÍMICA INDUSTRIAL E A SV

A história da química mostra que, ao longo do tempo, se manifestou uma

relação da Química Industrial com a QV, logo desde a emergência da primeira, no século XIX, como se discutiu em artigos anteriores [2, 3]: a Química Industrial foi desenvolvendo, aqui e ali, práticas que presentemente se podem considerar de QV – como “encaixam” bem na respectiva postura, constituem casos precoces desta. Por exemplo, o trabalho desenvolvido por Alfred Nobel, no século XIX, para preparar e utilizar a nitroglicerina como explosivo de forma razoavelmente segura, sugere que ele pode ser considerado o “primeiro químico verde” [2]. Outro exemplo foi a substituição do Processo Leblanc pelo Processo Solvay, mais limpo, na indústria do fabrico da soda (carbonato de sódio) [3]. A seguir, procura-se apresentar uma análise mais global desta velha relação entre a Química Industrial e a SV.

Relações históricas entre a Química Industrial e a Química Académica.

A Química Industrial surgiu no século XVIII, nos primórdios da Revolução Industrial, com a invenção, nomeadamente, da câmara de chumbo para o fabrico do ácido sulfúrico, o primeiro reactor industrial de forma e material específicos (Roebuck, 1746) [4], e do processo Leblanc (1791) para o fabrico da soda [5]. Estas invenções são anteriores ou simultâneas à publicação do *Traité Élémentaire de Chimie* de Lavoisier (1789), o marco histórico habitual do nascimento da moderna Química Laboratorial como ciência, o

que mostra que a emergência da química se fez simultaneamente por via tecnológica (industrial) e por via científica (laboratorial). Na realidade, a actividade no domínio da química, até aos fins do século XIX, foi um aglomerado de ciência e tecnologia em que as duas componentes não se diferenciavam bem e foram sendo desenvolvidas em paralelo e integradamente uma na outra: a química tecnológica proporcionou o desenvolvimento da Indústria Química ao mesmo tempo que química pura foi progredindo como ciência (por isso, a química foi a única ciência que criou uma indústria própria e um ramo de engenharia clássica próprio [6]). Depois, com o aumento do conhecimento químico-físico [7] que permitiu incrementar a visão da química a nível atómico-molecular, as técnicas de síntese que permitiam a “invenção laboratorial” de novas moléculas (compostos sintéticos) foram avançando num contexto cada vez mais racionalista – e, ao longo da primeira metade do século XX, foi ocorrendo a separação da Química Laboratorial (ou Química Pura), cada vez mais com campos especializados e mais reducionista, da Química Industrial, que se manteve naturalmente sistémica¹, particularmente quando realizada por processos contínuos (ver adiante). Esta separação completou-se em meados do século XX, quando a Química Académica passou a ser investigada e ensinada em campos cada vez mais especializados e quase es-

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

tanques – por exemplo, equilíbrio químico, termodinâmica química, cinética química, etc.

Relações históricas entre a Química Industrial e a SV. A seguir analisam-se, sob o ponto de vista da SV, os processos industriais para fabrico de compostos em grande escala, quer da Química Inorgânica, montados no século XIX e princípios do século XX, quer da Química Orgânica (Petroquímica), já da primeira metade deste último século, com o fim de mostrar que tais processos usaram SV, pelo menos quanto à utilização dos átomos – incorporavam todos os átomos, ou quase, no produto – e ao uso de catálise.

SV EM QUÍMICA INORGÂNICA INDUSTRIAL

Os dois primeiros compostos inorgânicos fabricados em grande escala foram a soda e o ácido sulfúrico, logo no nascimento da Indústria Química (ver atrás)². Depois, no início do século XX, o desenvolvimento do processo de Haber-Bosch [8] permitiu o fabrico industrial do amoníaco, tendo sido a seguir estabelecidos processos industriais para a manufactura de derivados deste (ácido nítrico, nitrato de amónio e sulfato de amónio) [9-11]. Segue-se uma análise das vias de síntese usadas nestas indústrias.

Soda. Como esta indústria foi discutida num artigo anterior [3], aqui sumariam-se apenas alguns aspectos relevantes para o presente tema. O Processo Leblanc usado inicialmente, que produzia resíduos nocivos para o ambiente em grandes quantidades, acabou por ser substituído pelo Processo Solvay, cuja via de síntese era mais verde. Como mostra o diagrama na Figura 1, o Processo Solvay marca a introdução na Indústria Química da *utilização de um reagente auxiliar em ciclo fechado* (amoníaco), mediante *recuperação a partir de um resíduo* (cloreto de amónio) e *reciclagem*³ – ou seja, uma boa utilização dos átomos conforme é prescrito agora pela SV!

Ácido sulfúrico. Ao longo do século XIX, a Indústria Química montou o *processo das câmaras de chumbo* para o fabrico do ácido sulfúrico. O proces-

PROCESSO SOLVAY

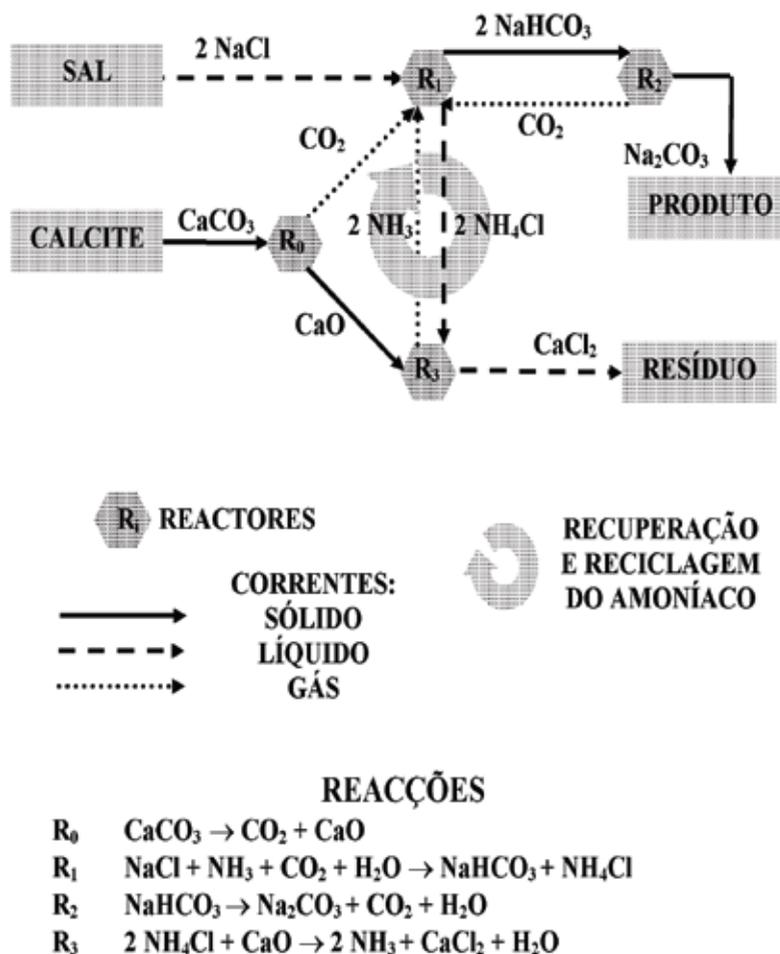


Figura 1 – Diagrama do Processo Solvay. O amoníaco usado em R₁ é recuperado a partir do cloreto de amónio produzido neste reactor mediante a reacção em R₃, sendo usado em ciclo fechado

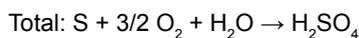
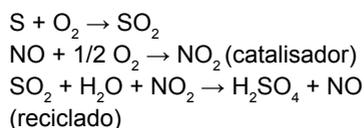
so foi constituído por acoplamento à câmara de chumbo (Roebuck, 1746) de torres de absorção de gases, inventadas por Gay-Lussac (1827) e Glover (1859) [12], para reter e reciclar os óxidos de azoto usados como catalisador na oxidação de dióxido de enxofre a trióxido de enxofre (ver a seguir) e para permitir uma eficiente absorção deste último e sua hidratação ao ácido. O processo das câmaras de chumbo marca a introdução de duas inovações importantes na Química Industrial [13]: uma foi a utilização de catálise, a outra a constituição de um sistema para realizar o fabrico de compostos de forma *contínua*, com entrada de fluxos de reagentes e saída de fluxo de produto continuamente ao longo do tempo [14, 15].

Como mostram as datas incluídas atrás, a invenção do *processo conti-*

nuo foi realizada incrementalmente, por sucessivos passos, ao longo de mais de um século, até se chegar a um elaborado sistema industrial de operação ininterrupta, muito eficaz (nomeadamente, aproveitava bem o tempo de utilização do reactor!). De vincar que a invenção foi realizada quando a química era ainda uma ciência só macroscópica, totalmente empírica, realizada com base apenas na estequiometria das reacções (o conhecimento sobre equilíbrio, a cinética e a termodinâmica, para já não falar da estrutura atómica e ligação química, era nulo ou incipiente [7])⁴.

A via de síntese do ácido sulfúrico usada no processo das câmaras de chumbo, em que se reciclavam os óxidos de azoto usados como catalisadores, apresenta uma economia atómica de 100% – idealmente todos

os átomos dos reagentes eram incorporados no ácido [4]:



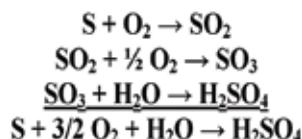
Na prática, porém, o processo era difícil de manejar e o produto obtido era impuro (contaminado com óxidos de azoto) e, embora fosse adequado para algumas aplicações⁵, não servia para outras utilizações entretanto inventados para o ácido sulfúrico⁶. No entanto, as câmaras de chumbo eram reactores muito robustos e duráveis, e embora tivesse sido concebido um outro processo de fabrico alternativo, ainda muito cedo no século XIX (ver a seguir), o processo das câmaras de chumbo manteve-se em uso até meados do século XX.

Ao longo da primeira metade do século XX, o processo foi sendo progressivamente substituído pelo *processo de contacto* (inventado por Phillips, em 1831) [4], que envolvia a conversão catalítica do dióxido de enxofre a trióxido de enxofre por meio de um catalisador sólido (o catalisador era inicialmente de platina, mas entre as duas Grandes Guerras passou-se a usar V_2O_5 , mais barato). Ao eliminar os óxidos de azoto da solução, simplificava-se a via de síntese (ver a Figura 2), permitindo obter um produto mais puro e aproximar mais a economia atómica, na prática, ao valor ideal de 100%; além disso, a mudança para um catalisador heterogéneo permitiu simplificar o processo industrial, o que possibilitou a melhoria do respectivo controlo e segurança.

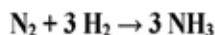
Ambos processos de fabrico do ácido sulfúrico cumpriram princípios da QV muito antes da emersão desta: a via de síntese realizava a incorporação total dos átomos dos reagentes no produto sem produção de resíduos (Princípios 1 e 2 da QV), e usava catalisadores (Princípio 9). Com a evolução posterior do processo de contacto, decorrente de factores exteriores a ele, o número de Princípios da QV cumpridos foi aumentando. Primeiro, para impedir a libertação do dióxido de enxofre para a atmosfera, a legislação imposta pelo

SV EM QUÍMICA INDUSTRIAL

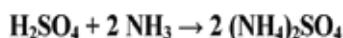
ÁCIDO SULFÚRICO



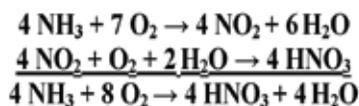
AMONÍACO



SULFATO DE AMÓNIO



ÁCIDO NÍTRICO



NITRATO DE AMÓNIO

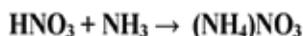


Figura 2 – Exemplos de reacções usadas em Química Industrial Pesada. No fabrico de ácido sulfúrico, amoníaco, sulfato de amónio, ácido nítrico e nitrato de amónio, a grande maioria ou a totalidade dos átomos dos reagentes são incorporados no produto desejado (além disso, são usados catalisadores)

ambientalismo passou a exigir que a conversão $S \rightarrow H_2SO_4$ fosse igual ou superior a 99.5%, o que obrigou ao uso de conversores de passagem dupla (processo IPA, a sigla abrevia *inter-passagem*) [16]. Depois, após a crise do petróleo dos anos setenta do século XX, como todas as reacções da via de síntese são fortemente exotérmicas e o calor libertado é muito elevado (3.26×10^6 kJ/ton de ácido sulfúrico), o processo passou a incorporar uma eficaz recuperação de energia sob a forma de vapor. Como a energia recuperada é mais que suficiente para satisfazer os requisitos energéticos do processo, o excesso passou a ser vendido, sob a forma de vapor, quando havia compradores na vizinhança, ou após produção de

electricidade: por exemplo, uma instalação de capacidade 1000 toneladas de ácido por dia (mediana: há instalações que produzem mais do dobro!), permite montar uma pequena central termoeléctrica de 7.2 MW [16]. Estas alterações permitiram cumprir outros Princípios da QV: melhor controlo do processo (Princípio 11) e segurança (Princípio 12), e eficiência energética mais elevada (Princípio 6).

O ácido sulfúrico sempre foi e continua a ser o composto manufacturado em maior extensão pela Indústria Química – e, provavelmente, o facto de a sua via de síntese ser verde quanto à utilização de átomos e utilizar reacções catalíticas tem muito a ver com isto, já que a mesma situação ocorre para outros compostos inorgânicos de base.

Amoníaco e derivados. A Figura 2 mostra que as vias de síntese usadas nos processos de fabrico do amoníaco, sulfato de amónio, ácido nítrico e nitrato de amónio [9-11] apresentam todas economias atómicas de 100% (se se excluir a formação de água na preparação do ácido nítrico). Além disso, todas são baseadas em reacções catalíticas.

O processo de Haber-Bosch para o fabrico do amoníaco foi o primeiro processo industrial desenvolvido com base científica [8], constituindo o marco histórico da introdução do *desenvolvimento do processo* na Química Industrial – a tarefa de escalar as reacções químicas do laboratório para a instalação industrial por conjugação de ciência com tecnologia, que depois foi ganhando importância crescente e se tornou habitual em engenharia química. O trabalho de química de base, realizado pelo grupo de Haber, incluiu trabalho inovatório no campo da síntese química das altas pressões, bem como numerosas experiências de teste de catalisadores para encontrar o mais satisfatório, à base de ferro; o trabalho de escalamento da síntese foi da responsabilidade de Bosch, químico na empresa BASF.

Embora a reacção de síntese do amoníaco promova uma utilização perfeita dos átomos, omite a necessidade de obter os reagentes: separar azoto do ar e fabricar hidrogénio. Ambas ope-

rações, bem como o próprio processo de síntese do amoníaco, são vorazes quanto a energia, pelo que o processo de Haber-Bosh, em termos globais, não é tão verde quanto a equação química na Figura 2 sugere, apesar de a reacção de síntese ser exotérmica (cerca de 580 MJ/ton de amoníaco [17]). A compressão da mistura gasosa, a separação do amoníaco da mistura reaccional e a operação de reciclagem dos reagentes não reagidos requer quantidades elevadas de energia. Com os numerosos aperfeiçoamentos técnicos do processo realizados ao longo do século XX, o consumo de energia do processo decresceu de um valor da ordem de 100 GJ/ton de amoníaco para cerca de 30 GJ/ton (os requisitos teóricos são de cerca de 21 GJ/ton) [17]⁷. Estas considerações são aqui introduzidas para vincar dois factos: primeiro, a extrema complexidade da verdura na SV, conforme foi analisado no primeiro artigo desta sequência [1]; segundo, que nem sempre se consegue montar um processo verde a partir de uma via de SV⁸.

SV EM QUÍMICA ORGÂNICA INDUSTRIAL

O desenvolvimento histórico da Indústria Química Orgânica, embora diferente do da Inorgânica, é também interessante, porque mostra duas linhas de desenvolvimento contrastantes: numa foi praticada QV, na outra desenvolveu-se química de síntese que era a antítese da QV [19] – e esta segunda linha era tão “suja” que acabou por pressionar o nascimento da moderna QV!

O ramo da Indústria Orgânica Pesada desenvolvido a partir dos anos vinte do século XX, com base na destilação do petróleo, inventou nos anos quarenta processos contínuos com vias catalíticas, por exemplo, o craqueamento (“craking”) e a reforma (“reforming”) catalíticos, com vista a aumentar, respectivamente, a quantidade de produtos leves (gasolina, etc.) e os respectivos índices de octanas. Estes processos foram montados com postura sistémica por engenheiros químicos e químicos das superfícies e catálise, com o objectivo de obter produtos de melhor qualidade funcional, envolvendo o uso de

catalisadores – e promovendo uma melhor utilização dos átomos de carbono do petróleo bruto. Assim, estes processos industriais constituem também exemplos precoces de procura de QV.

Pelo contrário, a síntese orgânica desenvolvida pelos químicos no laboratório, na esteira da síntese do corante malvina (“mauveine”, Perkin, 1856) e dos variados corantes sintéticos inventados subsequentemente, conduziu à Indústria Fina, que fabrica produtos químicos de especialidade, farmacêuticos, etc., normalmente pelo processo das cargas, usando predominantemente reacções estequiométricas, não catalíticas (com excepção da hidrogenação catalítica, inventada por Sabatier, em 1905). As sínteses envolviam, por exemplo, oxidações com dicromato ou permanganato, reduções com zinco e hidretos metálicos, substituições aromáticas (halogenações, sulfonações, nitrações, etc.); frequentemente, na preparação de moléculas aromáticas elaboradas, procedia-se à introdução de certos grupos funcionais como cloro ou nitro em compostos intermédios, só para serem substituídos por outros grupos funcionais que eram requeridos no produto final [20]. Por isso, a utilização dos átomos era pobre: a maioria deles ia parar a resíduos (os valores do Factor E eram frequentemente superiores a 100). Na realidade, este ramo da Indústria Orgânica produzia tantos resíduos que, conforme se discutiu atrás, acabou por estimular o aparecimento das ideias base da QV sobre a boa utilização dos átomos.

Deve, no entanto, ser referido que mesmo no campo da Química Orgânica Fina ocorreram exemplos precoces de SV. Por exemplo, em meados do século XX, a descoberta da hidrogenação microbiana regio- e enantioespecífica da progesterona a 11 α -hidroxiprogesterona [21] permitiu uma síntese industrial viável da cortisona, já que a académica então disponível envolvia 31 passos (síntese parcial, a partir de um ácido extraído da bils); a descoberta abriu caminho ao fabrico industrial dos esteróides [19].

Em suma, afinal, a Indústria Química Orgânica, ou pela via verde ou

pela via “vermelha”, contribuiu para a emersão da QV. Este facto mostra que a história da química, tal como a história em geral, não é linear [22], e que o reducionismo cartesiano que privilegia o racionalismo não permite interpretar toda a química, para o que é preciso uma abordagem sistémica!

DISCUSSÃO

A análise anterior mostra que, historicamente, há uma relação entre certas características da verdura da via de síntese dos compostos e o modo como os processos industriais para o respectivo fabrico foram desenvolvidos e montados (ver a Figura 3).

SV NA INDÚSTRIA QUÍMICA

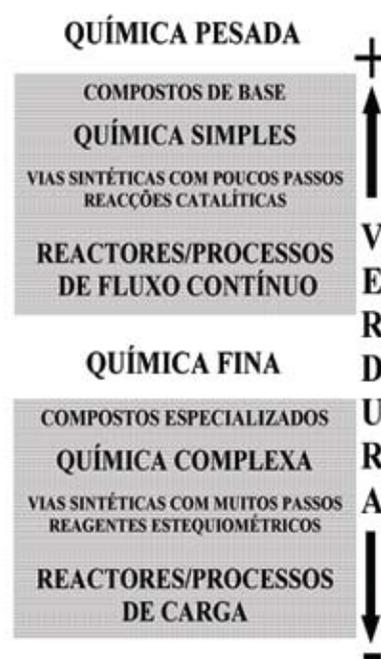


Figura 3 – A relação entre a verdura e a natureza da Química Industrial. O processo contínuo está associado a verdura da via de síntese

Os processos químicos usados no fabrico industrial dos primeiros compostos inorgânicos de base envolveram vias de síntese constituídas por um número limitado de reacções catalíticas, em que todos ou quase todos os átomos dos reagentes são incorporados no produto. Estas reacções são realizadas em reactores de *fluxo contínuo*, com catalisadores heterogéneos, o que permite eficácia óptima do processo industrial – obtida no processo contínuo. Para a fácil exequibilidade deste é muito importante que a economia atómica da via de síntese seja plena – não ocorra produção de

resíduos. Embora menos nitidamente, a situação histórica da Indústria Petroquímica é do mesmo tipo.

Em contraste, as vias de síntese tradicionais realizadas pela Indústria Química Orgânica Fina eram (e são!) constituídas por um grande número de reacções sucessivas, particularmente quando o produto é uma molécula complexa. A maioria dessas vias utiliza reagentes estequiométricos complementares aos fundamentais, com produção de resíduos em grandes quantidades. Estas sínteses têm economia atómica baixa e as reacções são, em geral, realizadas em reactores de carga – pelo *processo de cargas* (descontínuo).

O contraste entre as duas situações envolve uma diferença de posturas mentais dos profissionais que estiveram na base de cada uma delas. Os processos da Indústria Pesada, concebidos por químicos industriais e engenheiros químicos, foram desenvolvidos no âmbito da tecnologia de produção industrial, como sistemas industriais – portanto, naturalmente, com atitude sistémica. Pelo contrário, os processos da Indústria Orgânica Fina tiveram por base a concepção de vias de síntese no laboratório, por químicos académicos, com a mentalidade mais reducionista da ciência racionalista.

Em suma, a prática da Química Industrial, desenvolvida por aprendizagem heurística ao longo do tempo, mostra que a economia atómica da via de síntese parece ter sido um factor importante no modo como esta foi montada no processo industrial: uma economia atómica plena da via induziu o fabrico em grande escala pelo processo contínuo⁹. Por outro lado, como a natureza do processo está associada ao tipo de postura mental de base dos profissionais que o conceberam, este funciona também como factor que influi na veracidade do processo. Estas relações justificam a importância para a SV da postura sistémica – e um apelo aos químicos de síntese para que a adoptem.

CONCLUSÕES

A discussão apresentada mostra que a história da Indústria Química facilita informação interessante sobre o desenvolvimento e prática da SV [1].

Os processos industriais de natureza contínua que foram estabelecidos pela Química Inorgânica Pesada nos princípios do século XX, ou mesmo antes, tiveram por base vias de síntese com características de veracidade importantes, nomeadamente quanto à elevada utilização atómica e uso de reacções catalíticas – facto que mostra que a preferência da Química Industrial pela SV começou há muito tempo. Além disso, em certos casos, à medida que a escala de produção foi aumentando, o conhecimento químico cresceu e a tecnologia industrial se desenvolveu, a Indústria Química aperfeiçoou os processos no sentido de aumentar a veracidade. Mais tarde, na Indústria Petroquímica (Química Orgânica Pesada), ocorreu o mesmo tipo de comportamento. Afinal, a Química Industrial, embora incipientemente, começou a procurar e praticar a SV heurísticamente, em regime de auto-aprendizagem, desde muito cedo – muito antes de se começar a falar formalmente em QV, o que só ocorreu nos fins do século XX, um século depois de a Indústria Química ter começado a praticar SV!

A discussão feita conduz a duas sugestões gerais que podem ser úteis para facilitar o desenvolvimento futuro da SV. Em primeiro lugar, a QV deve ser encarada com um alcance lato, incluindo não só a Química Académica como também a Química Tecnológica, pelo que se deve inflectir o seu ensino para uma maior integração das duas. Esta posição foi defendida no Relatório Breslow [23], elaborado por iniciativa da National Academy of Sciences dos EUA, que aborda conjuntamente o futuro da química e da engenharia química. Para avançar na integração, os químicos devem ter em atenção os Doze Segundos Princípios da QV, introduzidos por Winterton (2001) [24], infelizmente muito menos propagandeados que os Doze Primeiros, mas cuja prática facilitará a implementação de SV pela engenharia química [25]. Um segundo aspecto a vincar, na esteira da associação histórica da SV com o processo contínuo, é que na procura da veracidade na síntese se deve apostar mais incisivamente na concepção de vias adequadas à sua realização em regime contínuo (aparentemente, o uso deste

modo de praticar a QV tem sido abordado, mas apenas de forma casuística [26]). Esta aposta exige um maior desenvolvimento de mentalidade sistémica por parte dos químicos de síntese, que é importante, nomeadamente, para a procura de simplicidade ao conceber as vias de síntese.

Para concluir, uma observação final mais ligeira. Os variados exemplos precoces de SV que foram desenvolvidos pela Indústria Química antes da emergência da QV devem ser considerados animadores para os químicos: proporcionam-lhes confiança quanto à sua capacidade para passarem a realizar SV, se se concentrarem nos objectivos sugeridos na Figura 5 do artigo anterior sobre as características ideais da QV [1] – afinal de contas, alguns dos seus colegas de gerações anteriores, que nunca ouviram falar de QV, praticaram-na desde há muito tempo! Assim, o que se impõe mesmo aos químicos é passarem a realizar uma perseguição sistemática de veracidade para desenvolverem a QV como um pilar essencial do Desenvolvimento Sustentável.

NOTAS

- ¹ Todos os processos industriais são realizados em sistemas artificiais, inventados pelo engenho humano. A montagem dos processos contínuos, em especial, exige uma apurada atitude sistémica.
- ² Como o Processo Leblanc para fabrico da soda usava ácido sulfúrico como reagente [13], pressionou o crescimento da respectiva indústria, embora o ácido fosse já então usado para muitas outras funções.
- ³ Posteriormente, a reciclagem ganharia importância crescente em processos de fabrico da Indústria Química.
- ⁴ Este exemplo mostra uma faceta importante dos sistemas, mesmo os artificiais e quando são inventados com conhecimento de base limitado: a sua capacidade para evoluir e aperfeiçoar-se para melhor cumprir o objectivo, desde que este seja bem definido – evidencia a força da sistémica quando usada na tecnologia.
- ⁵ Por exemplo, para o fabrico de ácido fosfórico para a produção de fertilizantes (fosfatos e superfosfatos) a partir da rocha de fósforo (fosfato de cálcio).

- ⁶ Por exemplo, para a realização de nitrações com misturas sulfonítricas.
- ⁷ Como a síntese do amoníaco, a nível mundial, é realizada em extensão muito elevada, o consumo total de energia pelo processo Haber-Bosch é brutal – foi estimado, nos inícios do presente milénio, que o processo consumia cerca de 1% da energia artificial total (energia primária) usada na Terra [18]. Como uma grande parte do amoníaco produzido é gasto no fabrico de fertilizantes, esta energia deve ser “debitada à conta” da alimentação humana.
- ⁸ A montagem de um processo verde a partir de uma via de síntese verde exige *desenvolvimento de processo verde*.
- ⁹ Há um outro factor importante, de natureza económica, que determina o uso do processo contínuo – a apetência do mercado pelo produto químico: as instalações tradicionais de fabrico contínuo são dispendiosas e específicas, pelo que, em geral, só são economicamente viáveis quando a procura for muito elevada, como sucede com os produtos de base da Indústria Química.

REFERÊNCIAS

- [1] A. A. S. C. Machado, “A Síntese Verde – (1) Conceito e Génese”, *Química – Bol. S. P. Q.* **120** (2011) 43-48.
- [2] A. A. S. C. Machado, “Alfred Nobel – O “Primeiro Químico Verde”?”, *Química – Bol. S. P. Q.* **103** (2006) 45-55.
- [3] A. A. S. C. Machado, “Fabrico Industrial do Carbonato de Sódio no Século XIX: Exemplos Precoces de Química Verde e Ecologia Industrial”, *Química – Bol. S. P. Q.* **113** (2009) 25-30.
- [4] P. Roebuck, “Sulphuric Acid - A Great British Invention”, *Chem. Brit.* **32** (1996) 38-41.
- [5] W. A. Campbell, “The Alkali Industry”, em C. A. Russell (ed.), *Chemistry, Society and Environment - A New History of the British Chemical Industry*, RSC, 2000, p. 75-106.
- [6] J. V. Koleske, “Economic Aspects of the Chemical Industry”, em J. A. Kent (ed.), *Kent and Riegel’s Handbook of Industrial Chemistry and Biotechnology*, 11ª ed., Springer, 2007, p. 63-82.
- [7] K. J. Laidler, *The World of Physical Chemistry*, Oxford UP, 1995.
- [8] V. Smil, *Enriching the Earth – Fritz Harber, Carl Bosch and the Transformation of the World Food Production*, MIT Press, 2001.
- [9] R. N. Shreve e J. A. Brink Jr, *Chemical Process Industries*, 4ª ed., McGraw-Hill, 1977, p. 274-292.
- [10] J. A. Kent (ed.), *Riegel’s Handbook of Industrial Chemistry*, 8ª ed., Van Nostrand, 1983, p. 143-211.
- [11] D. M. Samuel, *Industrial Chemistry – Inorganic*, 2ª ed., RSC, 1970.
- [12] D. M. Kiefer, “Sulfuric Acid: Pumping Up the Volume”, *Today’s Chem. at Work* **10** (9, Set) (2001) 57-58.
- [13] D. Cardwell, *The Fontana History of Technology*, Fontana Press, 1994, p. 188-189.
- [14] G. T. Austin, *Shreve’s Chemical Process Industries*, 5ª ed., McGraw-Hill, 1984, p. 325-326.
- [15] J. A. Kent (ed.), *Riegel’s Handbook of Industrial Chemistry*, 8ª ed., Van Nostrand (1983) p. 132.
- [16] A. Phillips, “The Modern Sulphuric Acid Process”, *Chem. Brit.* **13** (1977) 471-475.
- [17] V. Smil, *Enriching the Earth – Fritz Harber, Carl Bosch and the Transformation of the World Food Production*, MIT Press, 2001, p. 128-131.
- [18] E. Worrell, D. Philipsen, D. Eistein e N. Martin, *Energy Use and Energy Intensity of the U.S. Chemical Industry*, LBNL, 2000, p. 17.
- [19] R. Sheldon, “Introduction to Green Chemistry, Organic Synthesis and Pharmaceuticals”, em P. J. Dunn, A. S. Wells e M. T. Williams (eds), *Green Chemistry in the Pharmaceutical Industry*, Wiley-VCH, 2010, p. 1-20.
- [20] R. A. Sheldon, “Consider the Environmental Quotient”, *ChemTech* **24** (3) (1994) 39-47.
- [21] D. H. Peterson e H. C. Murray, “Microbial Oxygenation of Steroids at Carbon 11”, *J. Am. Chem. Soc.* **71** (1952) 1871-1872.
- [22] M. de Landa, *A Thousand Years of Non-linear History*, Swerve, N. Iorque, 2000.
- [23] R. Breslow e M. Tirrell, *Beyond the Molecular Frontier – Challenges for Chemistry and Chemical Engineering*, NAP, 2003.
- [24] N. Winterton, “Twelve More Green Chemistry Principles”, *Green Chem.* **3** (2001) G73-75.
- [25] A. A. S. C. Machado, “Das Dificuldades da Química Verde aos Segundos Doze Princípios”, *Química – Bol. S. P. Q.*, **110** (2008) 33-40.
- [26] M. Lancaster, *Green Chemistry – An Introductory Text*, 2ª ed., RSC, 2010.

Viste a nossa homepage em: www.spq.pt

UM OLHAR SOBRE O PANORAMA AMBIENTAL NACIONAL E INTERNACIONAL DOS RETARDANTES DE CHAMA BROMADOS, EM PARTICULAR OS ÉTERES DIFENÍLICOS POLIBROMADOS

ANA CLÁUDIA GAMA^{1,2,3*}, PAULA VIANA¹,
BERNARDO HEROLD², DAMIÀ BARCELÓ³, JOÃO BORDADO²

Por forma a satisfazer as suas necessidades, muitos foram e são os compostos criados pelo Homem ao longo dos tempos. Destes compostos fazem parte os retardantes de chama, mais concretamente os éteres difenílicos polibromados (PBDEs). Todavia, quando se tornaram claros os efeitos nocivos que os compostos criados têm sobre o ecossistema, começaram a desenvolver-se programas de monitorização com o intuito de se ter um conhecimento preciso da sua distribuição nos diversos compartimentos ambientais, assim como a sua concentração nesses mesmos compartimentos. Existem actualmente por todo o mundo inúmeros trabalhos de investigação sobre PBDEs. Este artigo visa dar uma ideia do panorama ambiental aquático nacional, não descurando, no entanto, o que se passa no resto do globo, a fim de realizar um estudo comparativo entre as concentrações de PBDEs detectadas em Portugal e noutros países.

INTRODUÇÃO

O desenvolvimento tecnológico nos últimos anos fez disparar a utilização de polímeros sintéticos, equipamento electrónico e outros materiais de fácil ignição, em nossas casas e em praticamente todos os estabelecimentos comerciais, o que veio aumentar o risco de incêndios. De modo a minimizar, quer o risco de incêndios, quer o seu poder de propagação, recorre-se frequentemente à utilização de retardantes de chama [1].

Retardantes de chama são compostos, naturais ou sintéticos, que são adicionados a uma grande variedade de materiais, de que são exemplos os têxteis, os plásticos, os circuitos electrónicos e os materiais de construção, a fim de evitar ou, pelo menos, retardar a propagação do fogo. Actualmente, existem mais de 175 compostos químicos classificados como retardantes de chama, encontrando-se divididos em quatro grandes grupos: os inorgânicos (alumínio, antimónio e

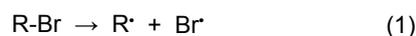
estanho), os orgânicos halogenados (clorados e bromados), os organofosforados e os azotados [1, 2]. Todavia, em termos de mercado mundial têm importâncias bem distintas, conforme se pode constatar na Figura 1.

Retardantes de chama bromados

Os retardantes de chama orgânicos que têm maior relevo são os compostos bromados (BFRs), representando aproximadamente 20% do mercado mundial [4, 5]. Estes compostos podem ser divididos em dois grupos: os denominados retardantes de chama aditivos, que não estabelecem qualquer tipo de ligação química, encontrando-se simplesmente misturados nos polímeros, de que são exemplo

os éteres difenílicos polibromados (PBDEs), os bifenílicos polibromados (PBBs) e o hexabromociclododecano (HBCD) e os denominados reactivos, que formam ligações químicas com os materiais, fazendo parte deste último grupo o tetrabromobisfenol A (TBBPA) (Figura 2) [2, 6].

Os retardantes de chama bromados R-Br têm a capacidade de retardar a propagação do fogo, porque, quando sujeitos a elevadas temperaturas, se decompõem, libertando radicais de bromo:



Estes reagem com o polímero Pol-H onde se encontra o retardante:

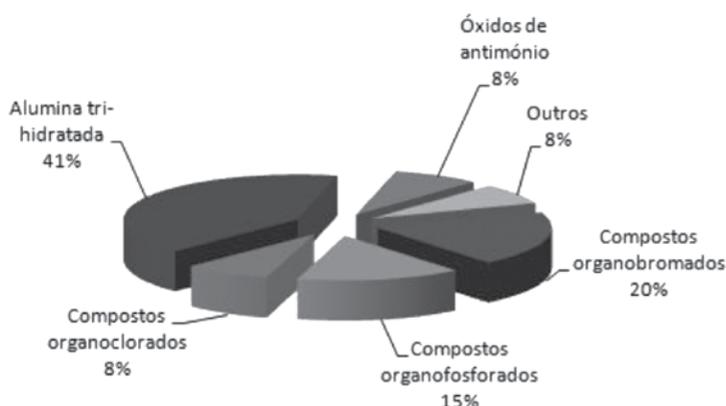
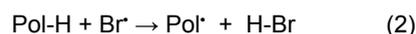


Figura 1 – Mercado mundial de retardantes de chama (toneladas/m³) [3]

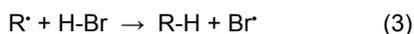
¹ Agência Portuguesa do Ambiente, Rua da Murgueira, Zambujal, Apartado 7585, 2720 Alfragide, Portugal

² Departamento de Engenharia Química e Biológica, Instituto Superior Técnico, Av. Rovisco Pais, 1049-001 Lisboa, Portugal

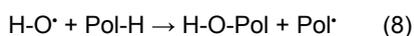
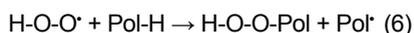
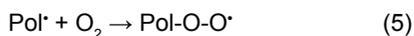
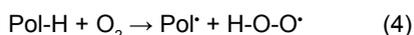
³ Departamento de Química Ambiental, IIQAB, CSIC Jordi Girona 18-26, 08034 Barcelona, Espanha

* E-mail: claudia.gama@apambiente.pt

O brometo de hidrogénio libertado *in loco* retarda os processos radiculares de decomposição endotérmica do polímero e da oxidação exotérmica dos líquidos e gases libertados. A sua acção retardante resulta da captação redutora dos radicais R[•] que causam as reacções de propagação em cadeia e da ramificação das mesmas durante a combustão:



O brometo de hidrogénio é continuamente regenerado através da reacção da equação (2) e assim pode actuar de novo. Os radicais R[•] podem ser quaisquer dos seguintes: R = Pol[•], Pol-O-O[•], Pol-O[•], H-O-O[•], HO[•], além de outros de que se sabe serem produzidos nos processos de decomposição e combustão do polímero. Reacções típicas são por exemplo as seguintes:



A equação (1) representa uma reacção de iniciação, (5) a (8) de propagação, sendo a (7) de bifurcação e, por isso, responsável pela aceleração do processo conducente à ignição [7].

ÉTERES DIFENÍLICOS POLIBROMADOS

De todos os retardantes de chama bromados, os primeiros a serem detectados no meio ambiente foram os éteres difenílicos polibromados, tendo-se verificado um aumento exponencial da sua concentração nas

últimas duas décadas em diversas matrizes ambientais, nomeadamente no ar, nos sedimentos, nos peixes, mamíferos marinhos e até mesmo no Homem [2, 8-10].

O facto dos PBDEs terem propriedades semelhantes a alguns poluentes já bem conhecidos, nomeadamente os PCBs (bifenílicos policlorados), que ainda hoje, decorridas algumas décadas da sua proibição, constituem uma das classes de compostos mais detectados em matrizes ambientais, foi um dos factores que levou a comunidade científica a ter um interesse crescente no estudo dos PBDEs. Os PBDEs, assim como os PCBs, são persistentes, tóxicos, bioacumuláveis e possuem transporte a longa distância e, como tal, são considerados poluentes orgânicos prioritários, vulgarmente denominados por POPs. Para além destas propriedades, alguns PBDEs são também desreguladores endócrinos, interferindo no normal funcionamento da tiróide [11].

Existem 209 isómeros possíveis de PBDEs (a nomenclatura dos PBDEs baseia-se na mesma que a dos PCBs, IUPAC) divididos em 10 grupos de congéneres (mono até decabromado), no entanto, apenas um pequeno número é utilizado nas misturas comerciais [10]. Existem essencialmente três misturas comerciais: a PentaBDE, a OctaBDE e a DecaBDE e contém, como o próprio nome indica, maioritariamente pentaBDEs, octaBDEs e decaBDE, respectivamente. Em 2001 a estimativa de mercado na União Europeia para o Penta foi de 150 toneladas, para o Octa de 610 to-

neladas e de 7600 toneladas para o DecaBDE [5].

Actualmente, na União Europeia, quer a produção, quer a utilização da mistura PentaBDE comercial (composta essencialmente por BDE 47, BDE 99 e BDE 100) e da mistura OctaBDE comercial é proibida. No entanto, durante inúmeros anos foram utilizadas em grande escala, a primeira como aditivo de espuma de poliuretano, que por sua vez se destinava a mobiliário doméstico e à indústria automóvel e a segunda (95%) como aditivo do poli(acrilonitrilo-butadieno-estireno) que era usado em computadores, telecomunicações, automóveis e equipamentos domésticos.

Dos três produtos comerciais, o DecaBDE é o único que actualmente pode ser utilizado e é constituído essencialmente por BDE 209 que é considerado de todos o menos móvel em termos ambientais e menos biodisponível devido ao seu elevado valor de K_{ow} (coeficiente octanol-água). Aliado à sua baixa solubilidade em água e reduzida volatilidade, o DecaBDE é utilizado em grande parte na indústria têxtil e de plásticos [6, 12].

FONTES E MECANISMOS DE LIBERTAÇÃO DE PBDES PARA O MEIO AMBIENTE

As emissões de PBDEs para o meio ambiente podem ocorrer em diversas fases: durante a própria produção dos PBDEs ou aquando da incorporação destes compostos nos produtos finais (plásticos, têxteis, etc...) através do material filtrado e do material rejeitado, enviados ambos para aterros; durante o ciclo de vida dos materiais aos quais foram adicionados, devido ao desgaste provocado pelo tempo e pelo uso. Existe também libertação nas águas municipais, o que explica os elevados valores encontrados nas lamas das ETARs. A emissão de PBDEs após o ciclo de vida útil dos materiais é susceptível de ocorrer por volatilização, lixiviação ou mesmo durante operações de reciclagem [12].

OCORRÊNCIA DE PBDES NO MEIO AMBIENTE

Devido à sua baixa volatilidade, baixa solubilidade e elevada afinidade por

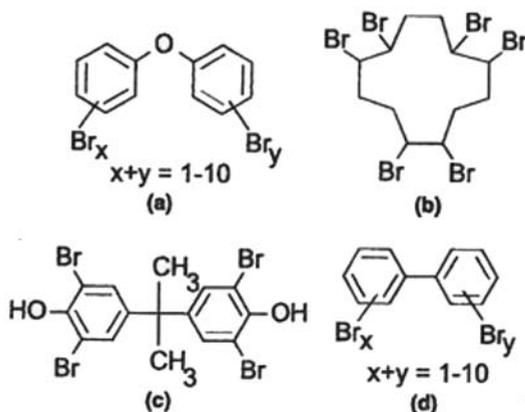


Figura 2 – Estrutura química dos: a) PBDEs, b) HBCD, c) TBBPA e d) PBBs

compostos de carbono, uma vez libertados para o ambiente, os PBDEs têm tendência a acumular-se nos sedimentos e solos. Por conseguinte, o ar e a água deverão apenas servir como meio de transporte. Foram encontrados PBDEs em diversos compartimentos ambientais, nomeadamente em lamas, em sedimentos, em peixes, em ostras, no ar, no cabelo humano e no leite materno em diferentes países por todo o mundo, mesmo em áreas remotas onde não são utilizados, o que indica que estes compostos possuem um elevado transporte aéreo [4].

Quanto é do conhecimento dos autores, em Portugal, apenas existem dados acerca dos teores de PBDEs no meio aquático, mais concretamente sedimentos e biota. Contudo, talvez seja interessante ver em termos mundiais o que se passa noutros compartimentos, nomeadamente, no ar, na água, etc...

PBDEs no ar

Existem poucos estudos acerca da concentração e distribuição de PBDEs no ar. Todavia, de um estudo realizado nos Estados Unidos foi possível concluir que os pentaBDEs e os hexaBDEs se encontram na atmosfera em locais relativamente perto das suas fontes, enquanto que os tetraBDEs são detectados mesmo em zonas longínquas, o que já era de prever, visto estes últimos terem pressões de vapor mais elevadas [13]. Tal como já era de prever, os PBDEs mais bromados, nomeadamente os octaBDEs, os nonaBDEs e o decaBDE, muito dificilmente se deslocam pelo ar, uma vez que têm pressões de vapor muito baixas. Assim sendo, a probabilidade de serem encontrados em concentrações detectáveis em áreas distantes das suas fontes é diminuta [14].

PBDEs na água

Os PBDEs têm baixa solubilidade em água, diminuindo à medida que aumenta o número de bromos. O $\log K_{ow}$ dos PBDEs, pelo contrário, aumenta à medida que aumenta o teor em bromo. Quer a solubilidade em água, quer o coeficiente de partição octanol-água, são bons indicadores do comportamento de um determinado com-

posto em fase aquosa. Assim sendo, é de esperar que os compostos menos bromados, como por exemplo o BDE 47 e o BDE 99 sejam mais solúveis em água do que os mais bromados e, como tal, tenham uma maior mobilidade em água [15]. Na Europa, mais concretamente na zona costeira da Holanda (1999), foram registadas concentrações de BDE 47, BDE 99 e BDE 153 em amostras de água da ordem dos 1, 0.5 e 0.1 $\mu\text{g L}^{-1}$, respectivamente. Na América do Norte, no Lago Ontário, também em 1999, foram detectadas concentrações de PBDEs em águas entre 4 e 13 $\mu\text{g L}^{-1}$, sendo 90% destes PBDEs, BDE 47 e BDE 99. No Japão, em 1987-1988 verificou-se que não havia hexa, octa, ou decaBDE dissolvidos nas amostras de água (marinhas e estuarinas) recolhidas [15]. Todavia, num trabalho desenvolvido na bacia do Ebro (Espanha), em 2006, detectaram-se concentrações elevadíssimas de BDE 209 em efluentes provenientes de indústrias têxteis [16].

PBDEs nas lamas, no solo e nos sedimentos

Tendo os PBDEs elevados coeficientes de partição sedimento-água, ao serem libertados para o meio ambiente têm tendência a acumular-se nos solos, nos sedimentos e nas lamas. Este compartimento ambiental toma assim especial importância, tornando-se desta forma objecto de estudo de inúmeros grupos de investigação. É interessante verificar que os teores de PBDEs detectados nestas matrizes têm proporções semelhantes aos existentes nas misturas comerciais.

Lamas

Na Suécia, mais precisamente em Estocolmo, entre 1997-1998, foram realizados alguns estudos em lamas onde se verificou que a concentração de BDE 47, BDE 99 e BDE 100 nas lamas era 39-91 ng g^{-1} , 48-120 ng g^{-1} e 11-28 ng g^{-1} de peso seco (p.s.), respectivamente. Analisando estes dados constata-se que a razão das concentrações de alguns PBDEs (BDE 47/(BDE 99+BDE 100) = 0.61-0.66) detectadas nas lamas é semelhante à razão da mistura comercial PentaBDE (BDE 47/(BDE 99+BDE

100) = 0.89) [8]. Nos Estados Unidos da América foi desenvolvido um estudo idêntico tendo as conclusões sido semelhantes, ou seja, as proporções dos PBDEs detectadas nas lamas são concordantes com as existentes nas misturas comerciais [17].

Em Espanha foram analisados 14 PBDEs (BDE 7, BDE 15, BDE 17, BDE 28, BDE 47, BDE 49, BDE 66, BDE 85, BDE 99, BDE 100, BDE 119, BDE 153, BDE 154 e BDE 209) em lamas provenientes de seis estações de tratamentos e em todos os casos o con-génera mais detectado foi o BDE 209 (93 a 99%), o que indica a utilização da mistura DecaBDE. A concentração total de PBDEs variou entre 844 e 18100 ng g^{-1} p.s., sendo a concentração mais elevada detectada numa zona industrial com inúmeras indústrias têxteis [18].

Sedimentos e solos

Os sedimentos aquáticos e os solos terrestres são provavelmente o compartimento onde os PBDEs mais se depositam. A acumulação de PBDEs neste compartimento parece ser função, quer da distância à fonte, quer do teor de carbono orgânico total (TOC). De uma amostragem realizada em Portugal, entre 2002 e 2004, nas principais bacias hidrográficas, verificou-se que todas as amostras de sedimentos estavam contaminadas com PBDEs, existindo contudo algumas discrepâncias no que diz respeito às suas concentrações. Dos 48 PBDEs analisados (mono a decaBDE) os mais detectados, à semelhança do que se verificou noutros países, foram o BDE 47, BDE 99, BDE 100 e BDE 209. Dos resultados obtidos constatou-se ainda que os sedimentos das bacias hidrográficas a norte estavam mais contaminados com PBDEs que os sedimentos das bacias hidrográficas a sul. A concentração total de PBDEs (mono a decaBDE) variou de 0.49 ng g^{-1} a 126 ng g^{-1} p.s. o valor mais elevado foi detectado no sedimento de Ponte Nova de Barcelos, no rio Cávado, numa zona industrializada. Outros sedimentos que também têm concentrações apreciáveis de PBDEs são: Formariz (rio Ave) com 27 ng g^{-1} p.s., Ponte Moreira (rio Leça) 32 ng g^{-1} p.s., esteiro do Seixal (rio Tejo) 45 ng g^{-1} p.s.

g⁻¹ p.s. e esteiro da Moita (rio Tejo) 44 ng g⁻¹ p.s., todos eles localizados ou em zonas industrializadas ou junto a aglomerados urbanos. Verificou-se ainda que os níveis de contaminação, regra geral, aumentaram de 2002 para 2004, em especial no rio Cávado, no rio Leça e no rio Tejo [19].

Ainda em Portugal, numa amostragem de sedimentos realizada em 2004 no rio Trancão e nos seus principais afluentes (Ribeira de Loures e Ribeira da Póvoa), dos 47 PBDEs analisados foram detectados onze congéneres de PBDEs (BDE 47, BDE 49, BDE 77, BDE 99, BDE 100, BDE 196, BDE 197, BDE 203, BDE 206, BDE 207 e BDE 209). As concentrações totais de PBDEs variaram de 1.1 a 20 ng g⁻¹ de peso seco e, tal como esperado, as concentrações mais baixas foram detectadas nos locais a montante das zonas mais industrializadas. Verificou-se ainda que existia uma relação directa entre a concentração de PBDEs nos sedimentos e o teor de TOC [20]. Concentrações dentro da mesma ordem de grandeza foram detectadas em Espanha, mais concretamente na Catalunha, perto de Barcelona e Tarragona. Em sedimentos estuarinos e marinhos, a concentração total de PBDEs (mono até heptaBDEs) variou entre 0.86 e 2.49 ng g⁻¹ de peso seco [21]. O BDE 209 foi detectado em todas as amostras variando a concentração de 2 a 132 ng g⁻¹ de peso seco [22].

Um conjunto de grupos de investigação europeus desenvolveu um trabalho em que realizaram amostragens de sedimentos nas embocaduras de 22 rios em vários países. De entre os compostos analisados constavam alguns PBDEs, nomeadamente o BDE 47, o BDE 99 e o BDE 209. Dos rios estudados os que apresentaram valores mais elevados de BDE 47 e BDE 99 nos sedimentos foram os rios Ingleses, nomeadamente o Rio Humber (BDE 47 = 6.2 ng g⁻¹ p.s.; BDE 99 = 7.0 ng g⁻¹ p.s.) e o Rio Mersey (BDE 47 e BDE 99 = 7 ~ 2 ng g⁻¹ p.s.). A concentração mais elevada de BDE 209 foi detectada também no Rio Mersey (BDE 209 = 1800 ng g⁻¹ p.s.) [23].

PBDEs no biota

Ao contrário do que se verifica nas lamas e sedimentos, no biota não se

observa concordância entre a razão da concentração dos congéneres nas amostras e nas misturas comerciais. Este facto pode dever-se a dois factores: diferenças existentes na bioacumulação dos diversos congéneres e/ou a mecanismos de degradação que porventura possam existir nos sistemas biológicos.

A persistência dos PBDEs em espécies aquáticas tem sido objecto de estudo, tendo especial interesse em países onde o consumo destas espécies é elevado, uma vez que os PBDEs, à semelhança de outros compostos orgânicos halogenados, podem ser transferidos ao longo da cadeia alimentar, originando biomagnificação. Em diversos estudos realizados no Mar Báltico com vários tipos de peixes comestíveis, mais concretamente arenque (*Clupea harengus*), espadilha (*Sprattus sprattus*) e salmão (*Salmo salar*) verificou-se sempre contaminação com PBDEs, sendo o congénere dominante o BDE 47 [24-26].

De um estudo realizado com *Barbus sp.* nos principais rios de Portugal verificou-se que, tal como nos sedimentos, existem diferenças nas concentrações de PBDEs nos peixes consoante a sua localização, sendo o BDE 47 o congénere mais detectado. A concentração de BDE 47 é maior no rio Douro e Mondego do que no Tejo, Sado e Guadiana. A concentração detectada no fígado dos peixes é superior à detectada no músculo, variando de 0.4 ng g⁻¹ p.s. a 7.9 ng g⁻¹ p.s., no músculo e de 1.6 ng g⁻¹ p.s. a 30 ng g⁻¹ p.s. no fígado (Figura 3). Tal facto já era esperado visto o teor lipídico do fígado ser superior ao do músculo e, sendo os PBDEs hidrofóbicos e lipofílicos, se acumularem principalmente nos tecidos adiposos. Embora o BDE 99 e o BDE 100 tenham sido detectados em algumas amostras, a sua concentração é inferior à do BDE 47.

Estudos realizados na Suécia, mais concretamente no lago Bolman, situado numa zona cuja actividade agrícola e industrial têm vindo a sofrer um aumento considerável, verificou-se um aumento da concentração de BDE 47 nos peixes ao longo do tempo. Em 1968 a concentração de BDE 47 era inferior a 10 ng g⁻¹ de lípidos, em 1993

aumentou para 65 ng g⁻¹ de lípidos e em 1997 passou a ser de 75 ng g⁻¹ de lípidos [27]. Ainda na Suécia, em 1995, foram colhidas amostras de biota (Lúcio- *Esox lucius*) ao longo do Rio Viskan e verificou-se que a concentração total dos BDE 47, BDE 99 e BDE 100 variou entre 130 e 4600 ng g⁻¹ de lípidos, sendo o BDE 47, mais uma vez, o isómero predominante (50-90%). As concentrações de PBDEs no biota aumentavam de montante para jusante, sendo os valores mais baixos detectados acima da localização das indústrias [28].

Num trabalho realizado em amostras de mexilhões (*Mytilus galloprovincialis*) colhidas em diversos locais da costa Portuguesa foram detectados alguns PBDEs, nomeadamente o BDE 47 (0.9-4.3 ng g⁻¹ de p.s.) (Figura 4) e o BDE 99 (0.3-1.6 ng g⁻¹ p.s.) [29]. A concentração de PBDEs nos mexilhões é inferior à detectada nos peixes, tal não é de estranhar, visto os mexilhões pertencerem a um nível trófico inferior ao dos peixes analisados (*Barbus sp.*), e estes compostos sofrerem biomagnificação ao longo da cadeia trófica. Outro dos factores que pode explicar o facto dos mexilhões terem concentrações mais baixas é o facto de viverem em zonas que regra geral estão menos contaminadas com este tipo de compostos, mais concretamente a zona costeira.

Valores da mesma ordem de grandeza foram obtidos em amostras de mexilhões (*Mytilus edulis*) colhidas na costa Holandesa onde foram detectados alguns PBDEs, nomeadamente o BDE 47 (0.9-4.3 ng g⁻¹ de p.s.) e o BDE 99 (0.3-1.6 ng g⁻¹ p.s.). O BDE 153 e o BDE 209, embora tenham sido analisados não foram detectados em nenhuma das amostras [30].

CONSIDERAÇÕES FINAIS

De tudo o que existe publicado sobre PBDEs uma ideia é clara, eles estão presentes em todos os compartimentos ambientais e em todos os pontos do globo e que, à semelhança do que aconteceu na década passada com os PCBs, devido à sua persistência mesmo depois de banidos, vão permanecer durante muito tempo no nosso ecossistema.

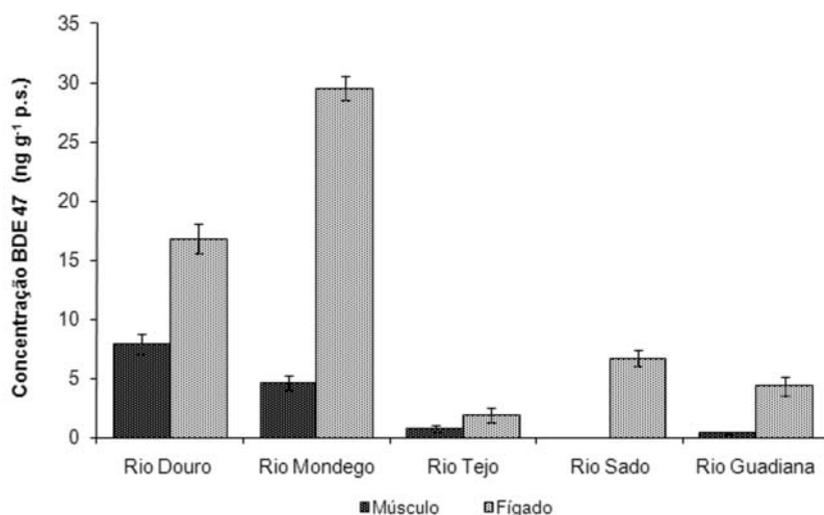


Figura 3 – Concentração de BDE 47 (ng g⁻¹ p.s.) no músculo e no fígado de peixes (*Barbus sp*) colhidos no rio Douro, rio Mondego, rio Tejo, rio Sado e rio Guadiana em 2003

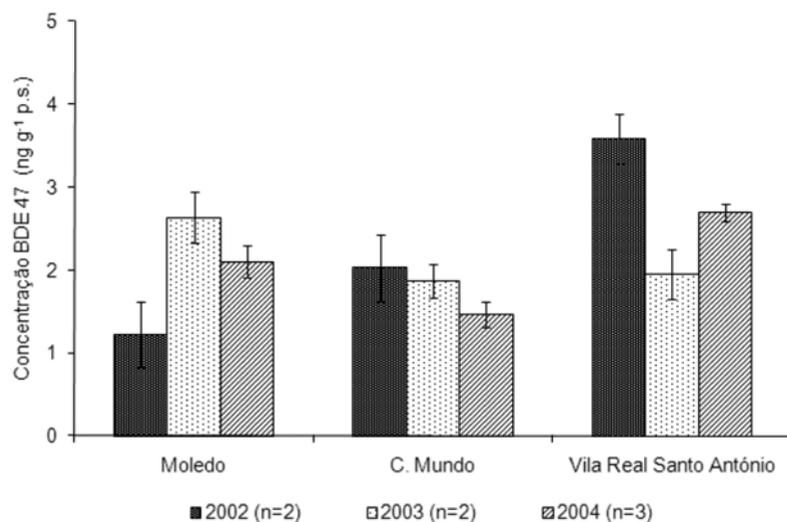


Figura 4 – Concentração de BDE 47 (ng g⁻¹ p.s.) em mexilhões (*Mytilus galloprovincialis*) colhidos em diversos locais da costa Portuguesa em 2002, 2003 e 2004 [29] (n = número de amostras analisadas)

Os dados relativos à contaminação ambiental por PBDEs em Portugal são muito escassos, e tanto quanto é do conhecimento dos autores, existem apenas 4 trabalhos publicados [19, 20, 29, 31]. Todavia, os dados existentes já dão indicação dos níveis de contaminação do meio aquático em Portugal Continental, podendo-se concluir que as concentrações detectadas em Portugal, mais concretamente em sedimentos e biota, são da mesma ordem de grandeza das detectadas noutros pontos do globo, nomeadamente em Espanha, Holanda, Estados Unidos e Japão.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Fundação para a Ciência e a Tecnologia, FCT (SFRH/BD/14083/2003) o apoio financeiro.

REFERÊNCIAS

[1] M. Alaei, D.B. Sergeant, C.M. Cannon, J.M. Luross, *Proceedings of the biennial international conference on monitoring and measurement of the environment*, Canada, 2000.

[2] M. Alaei, R.J. Wenning, *Chemosphere* **46** (2002) 579-582.

[3] CEFIC-EFRA, Web: <http://www.cefic-efra.com> (European Flame Retardant Association, acedido em Setembro 2009).

[4] M.L. Hardy, *Chemosphere* **46** (2002) 717-728.

[5] BSEF, Web: <http://www.bsef.com> (Bromine Science and Environmental Forum, acedido em Setembro 2009).

[6] C. de Wit, *Chemosphere* **46** (2002) 583-624.

[7] J. Troitzsch, *International Plastics*

Flammability Handbook, Hanser Publishers, München, Wien, 1983.

[8] U. Sellström, A. Kierkegaard, T. Alsberg, P. Jonsson, C. Wahlberg, C. de Wit, *Organohalogen Compounds* **40** (1999) 383-386.

[9] N.G. Dodder, B. Standberg, R.A. Hites, *Environmental Science and technology* **36** (2002) 146-151.

[10] R.J. Wenning, *Chemosphere* **46** (2002) 79-796.

[11] J.B. Manchester-Neesvig, K. Valters, W.C. Sonzogni, *Environmental Science and technology* **35** (2001) 1072-1077.

[12] J. Peltola, J. Ylä-Mononen, Finnish Environment Institute, Chemical Division, Sweden (2000).

[13] B. Strandberg, N.G. Dodder, I. Basu, R.A. Hites, *Environmental Science and technology* **35** (2001) 1978-1083.

[14] S. Masten, B.L. Carson, *Integrated Laboratory System* (2001) 1-119.

[15] I. Watanabe, S. Sakai, *Environmental International* **29** (2003) 665-682.

[16] E. Eljarrat, A. de La Cal, D. Labandiera, D. Raldua, D. Barceló, *3rd SWIFT-WFD workshop em colaboração com Aquaterra*, Barcelona, 2006.

[17] M.J. La Guardia, R.C. Hale, E. Harvey, *The Third International Workshop on Brominated Flame Retardants*. Toronto, Canada, 2004.

[18] B. Fabrellas, D. Larrazabal, M.A. Martinez, E. Eljarrat, D. Barcelo, *Organohalogen Compounds* **66** (2004) 3755-3760.

[19] A.C. Gama, P. Viana, D. Barceló, J.C. Bordado, *Organohalogen Compounds* **68** (2006) 1767-1769.

[20] A.C. Gama, Sanatcumar P, P. Viana, D. Barceló, J.C. Bordado, *3rd SWIFT-WFD workshop em colaboração com Aquaterra*, Barcelona, 2006.

[21] E. Eljarrat, A. de la Cal, D. Barceló, *Journal of chromatography A* **1008** (2003) 181-192.

[22] E. Eljarrat, A. de la Cal, D. Raldua, C. Duran, D. Barceló Report SIME 97/6/1-E, Oslo and Paris Commissions (2004).

[24] P. Haglund, D.R. Zook, H. Buser, J. Hu, *Environmental Science and technology* **31** (1997) 3281-3287.

[25] L. Asplund, M. Athanasiadou, A. Sjödin, Å. Bergman, H. Börjesson, *Ambio* **28** (1999) 67-76.

[26] T. Strandman, J. Koistinen, T. Vartiainen, *Organohalogen Compounds* **47** (2000) 61-64.

[27] A. Kierkegaard, U. Sellström, A. Bignert, M. Olsson, L. Asplund, B. Jans-

son, C. de Wit, *Organohalogen Compounds* **40** (1999) 367-370.
[28] U. Sellström, A. Kierkegaard, C. de Wit, B. Jansson, *Environmental Toxicology Chemistry*. **17** (1998) 1065-1072.

[29] A.C. Gama, P. Sanatcumar, P. Viana, D. Barcelò, J.C. Bordado, *Chemosphere* **64** (2006) 306-311.
[30] J. de Boer, A. van der Horst, P.G. Wester, *Organohalogen Compounds*

47 (2000) 85-88.

[31] S. Lacorte, M. Guillamón, E. Martínez, P. Viana, D. Barceló, *Environmental Science and Technology* **37** (2002) 892-898.



ACTUALIDADES CIENTÍFICAS

NOVA RECEITA PARA BODIESEL USA CAL

Investigadores reportaram um novo processo que utiliza cal hidratada para converter óleo de soja usado em biodiesel (Energy Fuels, DOI: 10.1021/ef200555r). Este método alternativo apresenta potencial para o desenvolvimento de caminhos ambientalmente menos nocivos de produção de biocombustíveis.

A adopção de um sistema de cultivo agrícola dedicado somente à produção de combustíveis tem-se revelado controversa devido à sua contribuição para a redução relativa de superfície disponível para a produção de alimentos, para florestas e outros ecossistemas, assim como as suas implicações na utilização dos recursos aquíferos, principalmente em regiões reconhecidamente áridas. No entanto, no caso dos óleos vegetais usados ou residuais, a questão altera-se radicalmente, e muitos investigadores consideram-nos como uma fonte desejável de matérias-primas para a produção de biodiesel, um substituto dos combustíveis fósseis obtidos a partir de gorduras vegetais ou animais.

Assim, Manuel Sánchez-Cantú da Autonomous Meritorious University of Puebla, no México, e seus colegas,

aperceberam-se que a cal hidratada, ou hidróxido de cálcio, é facilmente disponível devido às suas múltiplas aplicações comerciais, nomeadamente na indústria alimentar, no tratamento de água, ou na refinação de petróleo. Por outro lado, a equipa sabia que outros investigadores tinham já verificado a possibilidade da aplicação do óxido de cálcio como catalisador eficiente do processo de transesterificação, que converte óleos vegetais em biodiesel através da reacção com metanol.

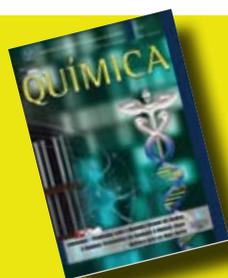
Deste modo, os investigadores testaram a viabilidade do processo em condições não laboratoriais (ou ditas de kitchen chemistry), recorrendo a reagentes comerciais obtidos em revendedores normais. Assim, usaram cal comprada em sacos de 25 kg num fornecedor de Perote, México, e óleo de soja obtido numa mercearia local, que foi utilizado para fritar batatas. Posteriormente, o processo de transesterificação do óleo usado foi promovido através da adição de metanol e de cal hidratada como catalisador. Após duas horas de reacção a uma temperatura de aproximadamente 60 °C, obtiveram-se conversões próximas de 100%. Adicionalmente,

demonstrou-se que a cal podia ser reutilizada várias vezes, já que apenas na quarta utilização foi verificada uma degradação significativa do seu desempenho.

Pål Börjesson, um professor do Environmental and Energy Systems Studies, em Lund University, na Suécia, afirma que a utilização de cal comercial como catalisador é original. O material é não tóxico, vulgar e menos problemático do ponto de vista ambiental do que outros catalisadores como óxido de zinco e alumina. No entanto, o investigador realça que a substituição de combustíveis por produtos obtidos a partir de óleos alimentares usados é severamente limitada pela considerável diferença de escala entre a enorme procura de combustíveis comerciais e a relativa baixa disponibilidade de óleos residuais.

(Adaptado do artigo de 17/06/2011 de Naomi Lubick: *New Recipe For Biodiesel Calls For Lime*, Chemical & Engineering News – <http://pubs.acs.org/cen/news/89/i25/8925scene4.html>)

Paulo Brito (paulo@ipb.pt)
Instituto Politécnico de Bragança



QUÍMICA - Boletim da SPQ

Notícias, Artigos, Entrevistas, Destaques e uma Agenda sempre actual e do seu interesse.

PROCESSOS DE TRATAMENTO DE EFLUENTES VINÍCOLAS: BREVE PERSPECTIVA

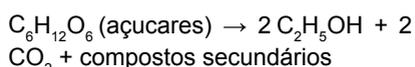
MARCO S. LUCAS, JOSÉ A. PERES*

A produção industrial de vinho gera um grande volume de águas residuais na sua laboração, designadas de efluentes vinícolas. As características destes efluentes variam particularmente com a época do ano, as tecnologias de produção adoptadas e a dimensão da adega. Devido à sua composição específica e à elevada carga orgânica, os efluentes vinícolas representam um sério problema ambiental em todos os países produtores de vinho, especialmente em França, Espanha, Itália e Portugal. Têm sido testadas diversas tecnologias no tratamento dos efluentes vinícolas. Entre os diversos processos de tratamento destacam-se: digestão anaeróbia, lagoas arejadas, sistemas de lamas activadas, coagulação/floculação química e processos de oxidação avançada. Contudo, até ao momento, não há um consenso quanto à melhor tecnologia a adoptar para o tratamento eficiente destes efluentes.

Este trabalho apresenta uma breve revisão sobre o estado da arte e os avanços dos processos biológicos e físico-químicos aplicados ao tratamento de efluentes vinícolas. Na parte final é apresentada uma breve súpula com as principais vantagens e desvantagens dos processos de tratamento descritos neste trabalho.

INTRODUÇÃO

O vinho é uma bebida alcoólica consumida amplamente em todo o mundo. É definido, genericamente, pelo *Office International de la Vigne et du Vin* (O.I.V.) como uma bebida resultante exclusivamente da fermentação do mosto de uvas frescas, sãs e maduras. Esta fermentação é desenvolvida por vários tipos de microrganismos, designadamente pela levedura *Saccharomyces cerevisiae*, que transformam bioquimicamente os açúcares presentes no sumo da uva em etanol, dióxido de carbono e numa série de compostos secundários:



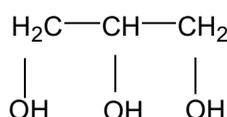
Nesta equação química, a fórmula $C_6H_{12}O_6$ indica genericamente os açúcares glucose ou frutose, pois estes dois compostos são isómeros.

A composição do vinho é complexa e variada, dependendo da qualidade das uvas, da data da vindima, das condições em que a colheita é realiza-

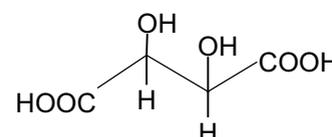
da, do modo de vinificação e da idade do vinho. O etanol é, depois da água, o principal componente do vinho, correspondendo a cerca de 9 a 15% em volume. O terceiro componente mais abundante é o **glicerol**. O vinho contém também ácidos orgânicos como o **ácido tartárico**, málico, cítrico e láctico. Possui ainda ácidos fenólicos, compostos fenólicos simples que se encontram na uva na forma de combinação tipo éster que são libertados por hidrólise alcalina. Os **ácidos fenólicos** dividem-se em dois grupos: ácidos benzóicos e ácidos cinâmicos. Os **ácidos benzóicos** (*p*-hidroxibenzóico, protocatéico, vanílico, gálico e siríngico) são os mais comuns. Os **ácidos cinâmicos** incluem os ácidos *p*-cumárico, cafeico e ferúlico. Os taninos presentes no vinho são compostos fenólicos formados a partir da polimerização de moléculas básicas de 3-flavanol (catequinas) e de 3,4-flavanodiol e são designados taninos condensados. As **antocianidinas**

correspondem aos pigmentos de cor vermelha. A malvidina é a principal antocianidina encontrada nos vinhos tintos. Naturalmente, todos estes compostos fazem parte integrante dos efluentes gerados nas diversas operações unitárias envolvidas na produção do vinho.

Neste trabalho são apresentadas, de forma sucinta, as diferentes fases do processo produtivo do vinho indicando as que mais contribuem para a geração de efluentes vinícolas e as suas principais características. Após esta breve contextualização, são discutidas as diferentes opções de tratamento de efluentes vinícolas, tendo em conta critérios como: a versatilidade para lidar com diferentes caudais e cargas poluentes, os investimentos de capital, os custos operacionais, a área de terreno necessária e a eficiência global da solução aplicada. Os métodos de tratamento discutidos incluem processos biológicos (anaeróbios e

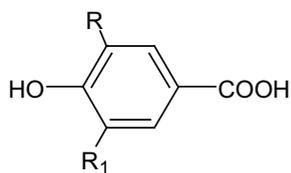


Glicerol



Ácido Tartárico

Centro de Química de Vila Real – Departamento de Química, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Quinta de Prados, Apartado 1013, 5001-801 Vila Real
* E-mail: jperes@utad.pt



$R = R_1 = H$ ácido *p*-hidroxibenzoico

$R = OH, R_1 = H$ ácido protocatéiquo

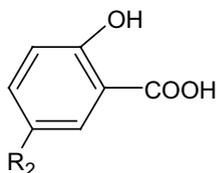
$R = OCH_3, R_1 = H$ ácido vanílico

$R = R_1 = OH$ ácido gálico

$R = R_1 = OCH_3$ ácido sirínquico

$R_2 = H$ ácido salicílico

$R_2 = OH$ ácido gentísico

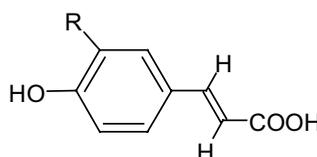


Ácidos Benzóicos

$R = H$ ácido *p*-cumárico

$R = OH$ ácido cafeico

$R = OCH_3$ ácido ferúlico



Ácidos Cinâmicos

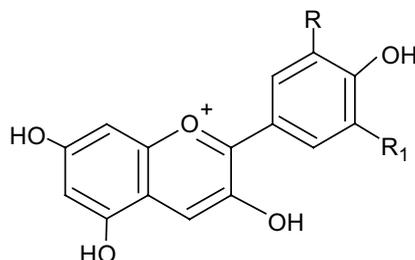
$R = R_1 = OH$

$R = OCH_3, R_1 = OH$

$R = R_1 = OCH_3$

$R = OH, R_1 = H$

$R = OCH_3, R_1 = H$



Antocianidinas

aeróbios), processos físico-químicos e outras alternativas adequadas para instalações de pequena dimensão.

A PRODUÇÃO DE VINHO E A GERAÇÃO DE EFLUENTES

A produção global de vinho no mundo é de 282 milhões de hectolitros, dos quais 68% na Europa, 19% na América, 5% na Ásia, 4% na África e 5% na Oceânia. Ao longo das últimas décadas, os impactos negativos dos efluentes líquidos e resíduos sólidos no ambiente tornaram-se numa grande preocupação para a competitividade

de da indústria vinícola [1]. Os efluentes líquidos resultantes da produção de vinho, designados como efluentes vinícolas, são provenientes principalmente das várias operações de lavagem: equipamentos usados no esmagamento e prensagem das uvas, tanques de fermentação, barris, garrafas e outros equipamentos ou superfícies [2]. Os efluentes vinícolas provenientes das várias fases de processamento e limpeza da adega são um grave problema ecológico, especialmente nos países vitícolas, que precisam ser devidamente tratados antes da sua descarga no meio ambiente.

De forma resumida, o processo de vinificação pode ser ordenado nas seguintes etapas [3, 4]:

1. Recepção de uvas: As uvas são colhidas no Outono, entre Agosto e Outubro. São inicialmente recebidas no tegão da adega, pesadas, separadas e após análise do seu grau baurmé (grau alcoólico e qualidade sanitária) passam para o esmagador e para o desengaçador, onde são efectuados o esmagamento e desengace da uva, respectivamente. Os efluentes produzidos nesta fase resultam da lavagem da maquinaria e do piso das adegas.

2. Esmagamento: Este processo consiste em espremer os bagos e quebrar as peles que cobrem o bago da uva, para começar a libertar o seu conteúdo (Figura 1). As uvas são transportadas através de uma prensa pneumática e, através da trituração, obtém-se mosto e resíduos sólidos. A quantidade de mosto produzida é de, aproximadamente, 80 L/100 kg de uva. Os efluentes gerados nesta fase provêm da lavagem da maquinaria e da sala de produção, das perdas de mosto e ainda, numa fase inicial, da pré-lavagem dos recipientes de fermentação.

3. Fermentação: Ocorre nas cubas de fermentação (Figura 2) e dura aproximadamente 15 dias, a partir do momento em que se encontram preenchidos com pelo menos 80% de mosto. A fermentação é um processo bioquímico através do qual as leveduras presentes no mosto convertem o açúcar (glicose, frutose) em etanol e dióxido de carbono, ou seja, o sumo de uva é transformado em vinho.

4. Decantação: Durante a decantação, o vinho é separado das borras e é encaminhado, através de um sistema de bombagem, para tanques vazios que são preenchidos a 100% para posterior estabilização. Os efluentes produzidos nesta fase resultam da lavagem dos tanques de estabilização, da limpeza da bomba de decantação, da lavagem da sala de produção e de algumas perdas de vinho que ocorrem durante todo o processo.

5. Maturação e estabilização: Nesta etapa pretende-se reduzir os cristais de tartarato (geralmente bitartarato de potássio) presentes no vinho. A matu-



Figura 1 – Esmagamento



Figura 2 – Fermentação



Figura 3 – Maturação

ração de um vinho é o período entre o fim da vinificação (marcado pelo fim das fermentações) e o seu engarrafamento. Durante a maturação, o vinho sofre inúmeras alterações acompanhadas por modificações de cor, aroma e sabor.

6. Filtração: O processo de filtração tem como objectivo melhorar a qualidade do vinho, sendo efectuada normalmente recorrendo a filtros de terras diatomáceas. As terras diatomáceas são um pó inerte, proveniente de algas diatomáceas fossilizadas, que possuem dióxido de sílica como principal constituinte. Esta operação tem dois objectivos principais: a clarificação e a estabilização microbiana. Na clarificação são removidas partículas de grandes dimensões que afectam o aspecto visual do vinho. Na estabilização microbiana, os organismos que afectam a estabilidade do vinho são removidos, reduzindo desse modo a probabilidade de ocorrer uma nova fermentação. O efluente gerado nesta fase resulta da lavagem dos tanques de armazenamento, da limpeza dos filtros da bomba de transporte, da lavagem da sala de produção e de possíveis perdas de vinho durante a sua transferência.

7. Engarrafamento e embalagem: O vinho produzido é vendido a granel ou engarrafado, sendo transferido dos tanques para camiões de transporte ou para garrafas. O engarrafamento do vinho tem geralmente a duração de um semestre, sendo iniciado por volta do mês de Março. O efluente produzido é proveniente da lavagem dos tanques de armazenamento, da lavagem da bomba e dos camiões de transporte e da sala de engarrafamento.

De modo geral, estas são as principais etapas do processo de produção vinícola. No entanto, algumas variações podem ocorrer dependendo do tipo de vinho a produzir (ex. branco, tinto ou generoso). Os efluentes vinícolas podem variar significativamente em termos de carga poluente e hidráulica ao longo do ano, em função do período de funcionamento (vindimas, trasfegas, engarrafamento), do tipo de vinho (tinto, branco, espumante ou especial) e dos métodos empregues para a sua produção. Estima-se que uma adega produza cerca de 1.3 a 1.5 kg de resíduos por cada litro de vinho

produzido, sendo aproximadamente 75% de efluentes vinícolas, 24% de subprodutos de vinificação e 1% de resíduos sólidos [5]. A Tabela 1 resume as diversas etapas do processo de vinificação, responsáveis pelo aparecimento de efluentes bem como os períodos de geração dos mesmos.

Tabela 1 – Cronograma das diferentes etapas do processo de vinificação [6]

	Jan	Feb	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Vindimas								■	■	■	■	■
1º Trasega										■	■	
2º Trasega		■										
3º Trasega				■								
Filtração					■	■	■					
Engarrafamento			■	■			■	■				

Uma visão global do total de entradas e saídas de uma unidade de produção de vinho é apresentada na Figura 4. Nesta figura encontram-se representadas como entradas: consumos de água e energia; e como saídas: produção de resíduos, sub-produtos e efluentes líquidos.

Os principais objectivos da gestão de águas residuais passam pela protecção do meio receptor e pela capacidade de reutilização da água. O parâmetro mais importante a monitorizar no tratamento de efluentes vinícolas é a redução da carga orgânica, que pode ser medida em termos de carência bioquímica de oxigénio (CBO₅) ou de carência química de oxigénio (CQO). O teor em matéria orgânica dos efluentes vinícolas resulta da presença de açúcares muito solúveis, álcoois, ácidos e compostos recalcitrantes de elevado peso molecular (por exemplo, po-

lifenóis, taninos e lenhinas), que são dificilmente removíveis por processos físicos ou por processos químicos.

CARACTERIZAÇÃO DOS EFLUENTES VINÍCOLAS

Os componentes dos mostos e vinhos estão presentes nos efluentes viníco-

las, em proporções variáveis: açúcares (glicose, frutose, outros), etanol, ésteres, glicerol, ácidos orgânicos (cítrico, tartárico, málico, láctico, acético), compostos fenólicos e uma numerosa população de bactérias e leveduras. Os efluentes apresentam uma grande variabilidade diária, tanto em quantidade como em qualidade, tornando complexa a avaliação do grau de poluição diário de uma unidade vinícola. Em regra, consideram-se duas épocas de produção de efluentes vinícolas: uma alta, entre Agosto e Novembro, referente à vindima e primeiras trasfegas, e uma baixa, no resto do ano, compreendendo os efluentes do armazenamento e engarrafamento. Os efluentes vinícolas têm um carácter ácido na época alta (pH compreendido entre 4 e 6) e um pH geralmente básico na segunda época (pH compreendido entre 8 e 9); têm elevada

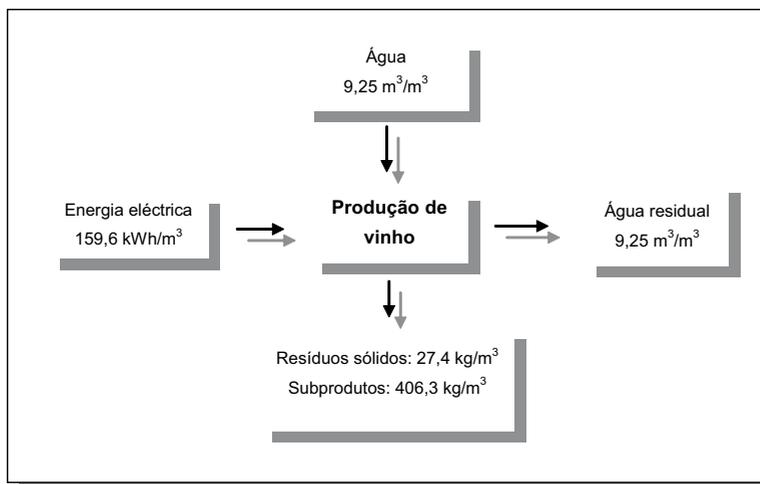


Figura 4 – Balanço mássico aplicado a uma adega portuguesa no ano de 2004 (adaptado de [7])

concentração de matéria orgânica (CQO de 1 a 20 g O₂ L⁻¹); teores elevados em sólidos suspensos totais (SST) na gama de 0.1 a 15 g SST L⁻¹ e reduzidas concentrações de azoto (N) e fósforo (P) [4]. A Tabela 2 apresenta os principais parâmetros que caracterizam a carga poluente presente num efluente vinícola.

Tabela 2 – Características dos efluentes vinícolas produzidos em época alta e em época baixa [4, 6, 8, 9]

	Época alta	Época baixa
pH	4 – 5	5 – 11
CBO ₅ (mg O ₂ L ⁻¹)	4500 – 15 000	500 – 2000
CQO (mg O ₂ L ⁻¹)	2000 – 20 000	1000 – 4000
CBO ₅ /CQO	0.6 – 0.7	0.5 – 0.6
SST (mg L ⁻¹)	500 – 15 000	100 – 2000
N (mg L ⁻¹)	20 – 40	5 – 15
P (mg L ⁻¹)	1 - 15	0 – 5

PROCESSOS DE TRATAMENTO DE EFLUENTES VINÍCOLAS

Têm sido testadas diversas tecnologias no tratamento dos mais variados efluentes industriais. Relativamente aos efluentes vinícolas não pode ainda definir-se uma tecnologia ou processo de tratamento como “ideal”. Por esta razão, a busca de soluções para este problema é um tema de investigação em aberto. Entre os diversos processos biológicos e químicos aplicáveis a efluentes vinícolas é possível destacar: digestão anaeróbia, lagoas arejadas, sistemas de lamas activadas, adsorção em carvão activado e coagulação/floculação química.

Tratamentos biológicos

Tratamento anaeróbio

A digestão anaeróbia é particularmente adequada para o tratamento de efluentes vinícolas, devido ao elevado conteúdo orgânico destes efluentes, e amplamente aceite como um primeiro passo no processo de tratamento [9-12]. A relação CQO/N/P dos efluentes vinícolas (da ordem dos 800/5/1) é especialmente apropriada para bactérias anaeróbias e a actividade sazonal desta indústria parece não influenciar significativamente o processo de *start-up* [10]. Este processo produz poucas lamas e pode tornar-se rentável através da co-geração de biogás [13]. No

entanto, em situações de elevada carga poluente, pode ocorrer a acumulação de ácidos gordos voláteis no reactor, levando a uma redução do valor de pH com a consequente diminuição do rendimento do processo. Para o cumprimento das normas de descarga em águas naturais é necessária a combinação da digestão anaeróbia com um processo de tratamento aeróbio. A indústria vinícola poderá abdicar desta etapa de tratamento aeróbio caso seja possível a descarga do efluente da digestão anaeróbia numa estação de tratamento de águas residuais municipais [7, 11].

Os processos mais promissores para o tratamento anaeróbio de efluentes vinícolas são os reactores *Upflow Anaerobic Sludge Blanket* (UASB) com biomassa na forma granular [7, 10]. O sucesso dos UASB depende da formação de grânulos activos e sedimentáveis, que podem ainda ser inoculados com bactérias naturais seleccionadas. As características particularmente atraentes do reactor UASB são a eliminação da mistura mecânica, a reciclagem das lamas e a capacidade de lidar com perturbações provocadas por elevadas cargas orgânicas e flutuações de temperatura [11]. A tecnologia *Anaerobic Sequencing Batch Reactor* (ASBR) e os filtros anaeróbios têm também sido avaliados na sua aplicação ao tratamento de efluentes vinícolas [10, 14].

A opção por lagoas anaeróbias é a solução mais simples para o tratamento anaeróbio de efluentes vinícolas [11]. Um trabalho de investigação pioneiro, realizado por Rao et al. (1972) [15], consistiu na aplicação do tratamento anaeróbio em duas lagoas em escala piloto, obtendo-se uma remoção entre 82 e 92% da CBO₅. Contudo, a elevada área exigida associada a problemas com maus odores e à possibilidade de contaminação de águas subterâneas restringiu a sua aplicação.

Tratamento aeróbio

Os sistemas aeróbios, como as lagoas arejadas ou os sistemas de lamas activadas, são frequentemente utilizados para remover a poluição gerada pelos efluentes das instalações agroindustriais [16]. O processo de lamas

activadas foi desenvolvido em Inglaterra em 1914 por Arden & Lockett e foi assim designado por se tratar da produção de uma massa de microrganismos activos capazes de estabilizar aerobicamente um efluente. Há várias versões do processo original mas, fundamentalmente, são todos semelhantes.

Petruccioli et al. (2002) [17] descrevem a aplicação de reactores *jet-loop* de lamas activadas como uma tecnologia promissora para o tratamento aeróbio de efluentes vinícolas. No entanto, a difícil sedimentabilidade das lamas é apresentada como uma desvantagem. A utilização de um reactor MBR (*Membrane Bioreactor*) para o tratamento de um efluente vinícola sintético possibilitou uma remoção de 97% da CQO [18]. Devido à elevada sensibilidade dos microrganismos aos compostos fenólicos, a aplicação de um processo biológico é fortemente influenciada pela toxicidade dos efluentes que poderão conduzir a uma inibição parcial da biodegradação. A operação sazonal das adegas pode, também, ser um problema para os sistemas de tratamento aeróbio, uma vez que conduzirão à diminuição da sedimentabilidade das lamas, à desintegração dos flocos e ao aumento do teor em sólidos no efluente final [7]. Para superar estes inconvenientes, durante os períodos temporários de sobrecarga, as estações de tratamento devem ser sobredimensionadas, o que origina um aumento dos custos de gestão e de investimento de capital.

Na Figura 5 é efectuada uma análise comparada das eficiências de diferentes tratamentos biológicos (anaeróbios e aeróbios) aplicados a efluentes vinícolas, apresentando remoções de CQO entre 65 e 98% [19].

Apesar da degradação significativa da matéria orgânica obtida por estes processos, os custos operacionais são relativamente elevados e geram grandes quantidades de lamas que devem ser posteriormente eliminadas [20].

A produção de efluentes vinícolas ocorre principalmente durante a colheita e no período de vinificação. Esta actividade sazonal das adegas

torna a selecção do processo de tratamento biológico (aeróbio ou anaeróbio) muito importante. A questão principal é se os efluentes serão tratados quando estão a ser gerados ou se, por outro lado, serão armazenados e tratados dentro de vários meses. Se for possível criar um tanque de retenção, podem ser aplicados ambos os processos. Mas, não sendo possível construir um tanque para o armazenamento das águas residuais, por exemplo devido à reduzida área de terreno disponível, o tratamento aeróbio pode não ser viável, pois este processo necessita de uma permanente alimentação de água residual durante todo o ano e a actividade sazonal desta indústria não permite essa oferta.

Tratamentos físico-químicos

Vários métodos físico-químicos, tais como adsorção, coagulação/floculação, oxidação e filtração por membranas têm sido testados para reduzir a carga orgânica residual e a cor remanescente após o tratamento biológico dos efluentes vinícolas. Segundo Inanç et al. (1999) [21], a coagulação/floculação com sulfato de alumínio e sais de ferro não é suficientemente eficaz na remoção da cor do efluente, devido à natureza dos compostos responsáveis pela cor: totalmente solúveis e resistentes à degradação. Adicionalmente, estudaram a aplicação de cal a efluentes pré-tratados anaerobicamente. Verificou-se que a dose ideal de cal foi de 10.0 g/L, ocorrendo uma remoção de CQO de 82.5% e 67.6% de redução de cor após um período de 30 minutos. Por outro lado,

Braz et al. (2010) [22], obteve remoções elevadas de turbidez com sulfato de alumínio (92.6%) e de sólidos suspensos totais com cal (95.4%). Contudo, verificou uma reduzida diminuição dos valores de CQO. Posteriormente, optou pela combinação de um processo biológico aeróbio (denominado de armazenamento arejado prolongado) com coagulação/floculação, usando cal. Obteve uma remoção combinada de 84.5% de CQO, 96.6% de turbidez, 98.7% de sólidos suspensos voláteis (SSV) e de 99.1% de SST.

Processos de oxidação avançada

Os processos de oxidação avançada (POA) são métodos eficientes no tratamento de águas residuais refractárias, caracterizadas por uma elevada carga orgânica. Os POA envolvem a geração de espécies radicalares altamente reactivas, de que são exemplo os radicais hidroxilo (HO^*), que reagem de forma não selectiva com uma grande variedade de compostos orgânicos. A aplicação de POA ao tratamento de efluentes vinícolas é geralmente limitada à destruição dos compostos refractários (polifenóis), procurando tornar o efluente mais viável para o tratamento biológico [23]. Vários autores têm demonstrado a elevada taxa de degradação dos principais compostos presentes no efluente vinícola (álcoois, fenóis, ácidos e açúcares) pela utilização de POA. Beltrán de Heredia et al. (2005) [24] provaram que a concentração de compostos aromáticos e de polifenóis totais nos efluentes vinícolas é significativamente reduzida (remoção >

90%) nos 5 minutos iniciais da reacção com reagente de Fenton. Considerando o pH reduzido do efluente da indústria vinícola (< 5.0), o processo reagente de Fenton pode ser uma opção atractiva de tratamento.

Entre as oxidações químicas, o processo de ozonização tem sido cada vez mais utilizado [25, 26]. O ozono tem propriedades desejáveis para o tratamento de águas, pois é um poderoso oxidante, solúvel em água, prontamente disponível e sem a necessidade de remoção de sub-produtos (excepto no caso do ião brometo estar presente, porque o ozono reage com este ião e produz derivados bromo-orgânicos e bromato). A combinação de ozono com radiação UV-C e peróxido de hidrogénio ($O_3/UV/H_2O_2$) possibilita, usando uma relação $CQO/H_2O_2 = 2$, uma degradação de 90% da CQO presente num efluente vinícola [28]. Beltran et al. (2001) [27] investigaram o potencial de combinação de ozono com oxidação biológica (sistema de lamas activadas), com o objectivo de alcançar um tratamento com uma melhor relação custo-benefício. A aplicação do sistema de lamas activadas permite uma remoção eficaz da CBO_5 e do azoto (azoto Kjeldahl total). No entanto, a mesma eficácia não se verifica em relação à CQO e ao carbono orgânico total (COT).

Outras aplicações de POA foram testados nos efluentes vinícolas, tendo por base o processo reagente de Fenton. Mosteo et al. (2006) [29] avaliou a utilização do processo foto-Fenton em fase heterogénea no tratamento de efluentes vinícolas simulados. A degradação máxima alcançada foi de 55% do COT, usando amostras sintéticas para simular efluentes vínicos. Uma estratégia semelhante foi utilizada por Lucas et al. (2009) [23] que, usando amostras sintéticas similares, avaliou a capacidade do processo foto-Fenton homogéneo e da fotocatalise heterogénea (com TiO_2) depurar o efluente vinícola em colectores solares compostos (CPC). O processo foto-Fenton permitiu obter uma remoção de 46% e 93% do COT usando como efluente, respectivamente, vinho e sumo de uva diluídos. Após a remoção do etanol (via *air stripping*) de um efluente constituído pela mis-

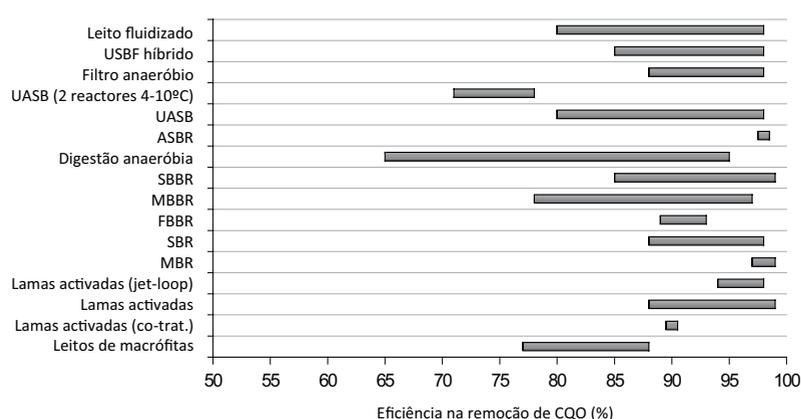


Figura 5 – Comparação da eficiência dos diferentes processos de tratamento biológico aplicados a efluentes vinícolas [19]

tura de vinho e sumo de uva, foi possível obter uma remoção de 96% do COT.

A principal desvantagem dos processos físico-químicos em relação a outros está no facto de serem menos económicos. Por outro lado, estes processos são normalmente usados como processos aditivos, ou seja, para alcançar a remoção desejada é necessário utilizar outros processos como, por exemplo, os processos biológicos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho avaliou diferentes processos de tratamento de águas residuais com o objectivo de sintetizar os principais critérios a ter em conta na escolha da opção de tratamento de efluentes vinícolas que melhor se adequa a cada situação. Considerando a elevada carga orgânica dos efluentes vinícolas e as suas características particulares (por exemplo, a variação sazonal), a opção por tratamentos combinados deve ser seriamente avaliada. A descarga em ETARs municipais após pré-tratamento poderá ser uma boa abordagem.

A oxidação biológica é o processo mais aplicado em estações de tratamento de águas residuais onde a maioria da matéria orgânica é removida. Vários poluentes podem ser totalmente biodegradados pelos microrganismos presentes, ao passo que a maioria dos processos físico-químicos limitam-se à concentração ou transferência dos poluentes de um meio para outro. Infelizmente, nem todos os compostos são biodegradáveis. As águas residuais submetidas à oxidação biológica devem estar livres de substâncias resistentes à biodegradação ou tóxicas para a biocultura. Um caminho possível para superar estes problemas poderá ser a introdução de esquemas de tratamento que associem processos químicos com processos biológicos: um tratamento químico poderá ser aplicado como um pré-tratamento das águas residuais não-biodegradáveis ou tóxicas (uma vez que muitos produtos de oxidação de poluentes refractários são posteriormente facilmente biodegradáveis)

ou um processo químico aplicado como polimento após o tratamento biológico.

A indústria do vinho inclui também os pequenos produtores, cuja produção anual e recursos financeiros tornam inviáveis a aplicação de tecnologias de tratamento avançadas. Nestes casos, onde muitas vezes estão disponíveis grandes áreas de terreno, a aplicação de sistemas de baixo consumo de energia e reduzidos custos de gestão podem ser viáveis. Um exemplo disso é a possibilidade de aplicação de zonas húmidas construídas ao tratamento de efluentes vinícolas [30]. No entanto, para um funcionamento eficiente destas unidades de tratamento é recomendável a prévia remoção de sólidos do efluente vinícola bem como a correcção do pH [31, 32]. Assim, as zonas húmidas construídas poderão ser uma boa opção de tratamento terciário de efluentes vinícolas.

De modo a apoiar a tomada de decisão, para a escolha do processo de tratamento mais adequado, apresenta-se na Tabela 3 uma breve súmula das principais vantagens e desvantagens das tecnologias previamente apresentadas.

REFERÊNCIAS

- [1] A. Kumar, R. Kookana, (2006) *Impact of winery wastewater on ecosystem health - an introductory assessment*. Final report to Grape and Wine research & Development Corporation Project Number: CSL02/03.
- [2] C. Arnaiz, P. Buffiere, J. Lebrato, R. Moletta, (2007) *Chemical Engineering and Processing* **46** (2007) 1349-1356.
- [3] A.G. Vlyssides, E.M. Barampouti, S. Mai, *Water Science and Technology* **51** (2005) 53-60.
- [4] A. Pirra, *Caracterização e tratamento de efluentes vinícolas da Região Demarcada do Douro*. Tese de doutoramento, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro. Vila Real, 2005.
- [5] G. Airoidi, P. Balsari, F. Gioelli, Proceedings of the 3rd International specialised conference on sustainable viticulture and winery wastes management, Barcelona, 2004, 24-26 May, 335-338.
- [6] E.A. Duarte, M.B. Martins, J.P. Ghira, E.C. Carvalho, I. Spranger, S. Costa, M.C. Leandro, J.M. Duarte, 2^{ème} Congrès International sur le traitement des effluents vinicoles, (1998), Bordeaux, France, 5-7 Mai, 61-69.

Tabela 3 – Resumo das principais vantagens e desvantagens dos processos de tratamento de efluentes vinícolas

Processo	Vantagens	Desvantagens
Digestão anaeróbia	Relação CQO/N/P apropriada para bactérias anaeróbias, baixa produção de lamas, possível recolha de biogás.	Influência do pH, efluente final com cor, custos de investimento e gestão, formação de melanoidinas.
Processos aeróbios	Eficiente na remoção de CQO e CBO ₅ elevados.	Influência do pH, desintegração de flocos, elevados custos operacionais, inibição da biomassa devido à presença de compostos fenólicos, necessária adição de nutrientes.
Processos de oxidação avançada	Descoloração do efluente, incremento da biodegradabilidade, redução da toxicidade, elevada eficiência de remoção.	Produção de lamas inorgânicas (Fenton e foto-Fenton), complexidade tecnológica.
Leitos de macrófitas	Baixos custos e consumo de energia, capacidade de tratamento de elevadas cargas poluentes, reduzido tempo de adaptação.	Elevado tempo de retenção, grandes áreas, influência do pH, problemas de odores, adequável para áreas com baixa densidade populacional.
Tratamentos físico-químicos (Coagulação/floculação)	Remoção de cor.	Produção de lamas, baixa eficiência.

- [7] G.A. Brito, J.M. Peixoto, J.M. Oliveira, C. Oliveira, R. Nogueira, A. Rodrigues, "Brewery and winery wastewater treatment: some focal points of design and operation" in V. Oreopoulou and W. Russ (Ed.), *Utilization of by-products and treatment of waste food industry*. Springer. (2007) 109-131.
- [8] F. Jourjon, P. Arcanger, Actes du 2^{ème} Congrès International sur le Traitement des Effluents Vinicoles, Bordeaux, France, Cémagref Ed., (1998) 299-305.
- [9] S. Kalyuzhnyi, M. Gladchenko, V. Sklyar, Y. Kizimenko, S. Shcherbakov, *Applied Biochemistry and Biotechnology* **90** (2001) 107-123.
- [10] R. Moletta, *Water Science and Technology* **51** (2005) 137-144.
- [11] S. Mohana, B.K. Acharya, D. Madamwar, *Journal of Hazardous Materials* **163** (2009) 12-25.
- [12] Y. Satyawali, M. Balakrishnan, *Journal of Environmental Management* **86** (2008) 481-497.
- [13] L. Mailleret, O. Bernard, J.P. Steyer, *Water Science and Technology* **48** (2003) 87-94.
- [14] H-Q. Yu, Q-B. Zhao, T. Yong, *Process Biochemistry* **41** (2006) 2477-2481.
- [15] S.B. Rao, *Water Research* **6** (1972) 1275-1282.
- [16] M. Brenes, P. Garcia, C. Romero, A. Garrido, *Journal of Chemical Technology and Biotechnology* **75**, (2000) 459-463.
- [17] M. Petruccioli, J.C. Duarte, A. Eusebio, F. Federici, *Process Biochemistry* **37** (2002) 821-829.
- [18] P. Artiga, E. Ficara, F. Malpei, J.M. Garrido, R. Mendez, *Desalination* **179** (2005) 161-169.
- [19] G. Andreatolla, P. Foladori, G. Ziglio, Proceedings of the 5th International specialized conference on sustainable viticulture: winery waste and ecologic impacts management. 30th March – 3rd April, 2009, 35–42.
- [20] F.J. Benitez, J. Beltran-Heredia, F.J. Real, T. Gonzalez, *Chemical Engineering and Technology* **22** (1999) 165-172.
- [21] B. Inanc, F. Ciner, I. Ozturk, *Water Science and Technology* **40** (1999) 331-338.
- [22] R. Braz, A. Pirra, M.S. Lucas, J.A. Peres, *Desalination* **263** (2010) 226-232.
- [23] M.S. Lucas, J.A. Peres, Y.L. Bing, G. Li Puma, *Water Research* **43** (2009) 1523-1532.
- [24] J. Beltran de Heredia, J. Torregrossa, J.R. Dominiguez, E. Partido, *Water Science and Technology* **51** (2005) 167-174.
- [25] F.J. Benitez, J. Beltrán-Heredia, J. Torregrossa, J.L. Acero, *Journal of Chemical Technology and Biotechnology* **74** (1999) 639-646.
- [26] F.J. Benitez, F.J. Real, J.L. Acero, J. Garcia, M. Sanchez, *Journal of Hazardous Materials* **101** (2003) 203-218.
- [27] F.J. Beltran, J.F. Garcia-Arayam, M. Alvarez Pedro, *Water Research* **35** (2001) 929-936.
- [28] M.S. Lucas, J.A. Peres, B.Y. Lan, G. Li Puma, *Separation and Purification Technology*. **72** (2010) 235-241.
- [29] R. Mosteo, P. Ormad, E. Mozas, J. Sarasa, J.L. Ovelleiro, *Water Research* **40** (2006) 1561-1568.
- [30] J. Vymazal, *Ecological Engineering* **35** (2009) 1-17.
- [31] S.K. Billore, N. Singh, H.K. Ram, J.K. Sharma, V.P. Singh, R.M. Nelson, P. Das, *Water Science and Technology* **44** (2001) 441-448.
- [32] M. Grismer, M. Carr, H. Shepherd, *Water Environment Research* **75** (2003) 412-421.



ACTUALIDADES CIENTÍFICAS

DIÓXIDO DE CARBONO A METANOL

De acordo com um grupo de químicos israelitas, a hidrogenação catalítica de intermediários de carbonato, carbamato e formato, derivados de dióxido de carbono, revela-se como uma alternativa viável para a síntese de metanol a partir de CO₂. A sua abordagem indirecta pode conduzir a um processo industrial mais eficiente de produção de metanol, que apresenta múltiplas aplicações, nomeadamente como combustível em motores de combustão interna ou em células de combustível. Por outro lado, oferece também uma possibilidade de utilização do CO₂ gerado a partir de combustíveis fósseis como uma matéria-prima química.

O metanol é normalmente produzido a partir de gás de síntese (CO e H₂), obtido de fontes de carbono como carvão ou gás natural, através de um pro-

cesso de alta pressão e temperatura, na presença de catalisadores heterogéneos de óxido de cobre-zinco. No entanto, o objectivo seria a produção de metanol por hidrogenação directa de CO₂ barato e facilmente disponível. No entanto, ainda não foi demonstrada a viabilidade deste tipo de processos.

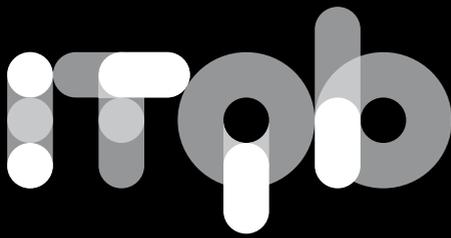
Deste modo, David Milstein e colaboradores do Weizmann Institute of Science teorizaram que um caminho alternativo possível seria a hidrogenação de intermediários comuns de derivados de CO₂ ou CO, sob condições reaccionais suaves. Os investigadores prosseguiram o trabalho anterior realizado no laboratório de Milstein sobre catalisadores homogéneos de ruténio fosfina-piridina, de modo a desenvolverem versões que possibilitassem a catálise de reacções de hidrogenação de intermediários carbonilo. Assim, de

uma forma inovadora, usaram o processo homogéneo para a conversão de metilformato e dimetilcarbonato em metanol, e metilcarbamatos em metanol e uma amina (Nat. Chem., DOI: 10.1038/nchem.1089).

Estas reacções não produzem produtos secundários ou resíduos, e ocorrem em condições neutras e homogéneas, a temperaturas amenas e pressões de hidrogénio não demasiado elevadas, e sem qualquer necessidade de solventes.

(Adaptado do artigo de 01/08/2011 de Stephen K. Ritter: *Detour Takes CO₂ To Methanol*, Chemical & Engineering News – <http://pubs.acs.org/cen/news/89/i31/8931notw3.html>)

Paulo Brito (paulo@ipb.pt)
Instituto Politécnico de Bragança



INSTITUTO
DE TECNOLOGIA
QUÍMICA E BIOLÓGICA
/UNL

Knowledge Creation

26-28
October
2011

2nd

ITQB PhD Students' Meeting

the annual gathering of all the
doctoral students enrolled at ITQB

www.itqb.unl.pt

Keynote Lectures

Helder Maiato IBMC Instituto de Biologia Molecular e Celular

João Gonçalves FFUL/IMM Fac. de Farmácia da Univ. de Lisboa/Inst. de Medicina Molecular

Round Table

"The path ahead from an idea to a start-up company"

António Câmara (Ydreams) | **Carlos Fontes** (NZYTech)

Helena Vieira (Bioalvo) | **Peter Villax** (Hovione)



fundação



Fisher Scientific



HIDRETOS PARENTAIS, NOMENCLATURA ADITIVA E SUBSTITUTIVA SERÃO APENAS NOMES NOVOS PARA CONCEITOS VELHOS?

BERNARDO J. HEROLD^{1*}, ADÉLIO A.S.C.M. MACHADO¹, JOÃO CARDOSO², JOAQUIM MARÇALO¹, JOSÉ ALBERTO L. COSTA¹, MARIA CLARA MAGALHÃES¹, MARIA HELENA GARCIA¹, OLIVIER PELLEGRINO¹, OSVALDO SERRA³, ROBERTO B. FARIA³ E RUI TEIVES HENRIQUES¹

Atribuir nomes a todas as novas substâncias químicas referidas na literatura científica (em média mais de cerca de 12 000 por dia) exige um modo de proceder cada vez mais sistemático. Os nomes dados pelos “nomenclaturistas” profissionais parecem muitas vezes estranhos e a sua interpretação é complexa. Uma parte do esforço da União Internacional de Química Pura e Aplicada (IUPAC) de revisão das regras de nomenclatura, de forma a facilitar a dedução das estruturas a partir dos nomes, é criar um conjunto coerente de regras aplicável tanto às substâncias inorgânicas, como às orgânicas e organometálicas. Para apresentar as mesmas de uma forma clara e simples, introduziram-se novos termos, tais como por exemplo hidreto parental, composto parental funcional, descritor, nomenclatura aditiva, nomenclatura substitutiva e nomenclatura permutativa. Mas estas palavras corresponderão apenas a “vinho velho em odres novos” ou a conceitos novos definidos com maior rigor e amplitude que os antigos?

Os méritos de cada sistema de nomenclatura revelam-se sobretudo na facilidade com que se deduz a estrutura de cada substância a partir do seu nome. Para facilitar este processo, um passo fundamental é identificar o sistema segundo o qual foi atribuído o nome. Por isso, torna-se cada vez mais importante saber distinguir entre os sistemas substitutivo e aditivo, e conhecer as suas regras e domínios de aplicação. Para a nomenclatura substitutiva, inicialmente desenvolvida para a Química Orgânica, também é indispensável saber o que é um hidreto parental e um composto parental funcional, bem como conhecer a diferença entre nomenclatura substitutiva e permutativa. A nomenclatura aditiva, por sua vez, resultou dum ampliação do método e do domínio de aplicação do sistema de nomenclatura da química de coordenação, criado por Werner. Nos compostos organometálicos e outros em que existem um ou mais átomos centrais, aparecem cada vez mais exemplos em que se usa simultaneamente as nomenclaturas aditiva e substitutiva. Nesses casos, é essencial saber identificar as partes do nome resultantes da aplicação de um e do outro método, o que só é possível através do conhecimento rigoroso destes conceitos.

INTRODUÇÃO

A Nomenclatura Química, entendida como um conjunto de regras para atribuir nomes a substâncias químicas, é um assunto que, para a esmagadora maioria dos químicos, não é de interesse prioritário. Por isso, muitos químicos limitam-se a conhecer os nomes das substâncias com que mais trabalham dentro do seu domínio de actividade e a dominar um mínimo de

regras necessárias para dar nomes às substâncias novas com que se defrontam. No ensino universitário, a nomenclatura também não é presentemente um tema preferido, seja por estudantes, seja por professores. A divisão do ensino entre Química Inorgânica e Orgânica também não favorece a divulgação dum visão de conjunto de toda a nomenclatura química. O conhecimento pormenorizado da nomenclatura química fica assim demasiado confinado aos “nomenclaturistas” do norte-americano CAS *Chemical Abstracts Service*, aos membros da Divisão de Nomenclatura Química e Representação

Estrutural (Divisão VIII) e do *ICTNS (Interdivisional Committee for Terminology, Nomenclature and Symbols)* da IUPAC, aos tradutores dos livros de nomenclatura química da IUPAC [1, 2], ao corpo redactorial de publicações periódicas de química, e aos autores e tradutores dos inventários gigantescos de substâncias, como por exemplo os da União Europeia e da Organização Mundial da Saúde. Esta aversão tem como consequência um desconhecimento bastante generalizado dos esforços feitos nas últimas décadas pela IUPAC para tornar a nomenclatura mais racional e mais simples de aprender e aplicar, bem como

Comissão de Tradução das Recomendações da IUPAC de 2005 da Nomenclatura de Química Inorgânica
¹ Portugal
² Cabo Verde
³ Brasil
 * herold@ist.utl.pt

para harmonizar as nomenclaturas inorgânica e orgânica [3]. Quanto a este último aspecto, a própria terminologia usada para os diversos tipos de nomenclatura nos livros de nomenclatura da IUPAC é largamente desconhecida. Quem é o químico inorgânico que sabe o que é o sistema de Hantzsch-Widman de atribuir nomes a heterociclos e conhece a nomenclatura de fusão para policiclos? Quem é o químico orgânico que sabe que a nomenclatura de coordenação é um caso particular da nomenclatura aditiva? Qual é a diferença entre nomenclatura aditiva e substitutiva, e entre esta e a nomenclatura permutativa? O que é um hidreto parental e qual é a utilidade deste conceito e onde se aplica? Qual é a diferença entre as funções de afixos (conceito geral que abrange prefixos, infixos e sufixos) terminados em “o”, “a” e “i”? Quando é que são elididas as vogais terminais dos afixos? O que significam os termos “composto parental funcional”, “descriptor”, nomenclatura “aditiva”, “substitutiva” e “permutativa”?

Estes saberes pouco atraentes e aparentemente herméticos dirão alguma coisa a pessoas que não sejam “fanáticos da nomenclatura” (“*nomenclature freaks*”)? Sem querer responder a esta pergunta, uma coisa é certa: quando se tenta traduzir e adaptar a uma língua diferente do inglês, que é a única língua oficial da IUPAC, as novas regras de nomenclatura, muitas das pessoas que se sentem repelidas pela tecnicidade excessiva dos textos oficiais de nomenclatura acham que têm o direito de dar opiniões sobre os nomes que resultam da aplicação dessas regras. Não há dúvida que os potenciais utilizadores das regras têm uma palavra a dizer, mas se não se consegue convencê-los a usar os nomes novos baseados numa maior sistematização e racionalização, por entrarem em conflito com os seus hábitos e sensibilidade linguística, todos os esforços para atingir estes objectivos terão sido em vão.

Os especialistas mais experientes no estabelecimento de regras de nomenclatura sabem que o processo de aceitação geral dum método novo de nomenclatura leva muitas vezes o tempo de uma geração, isto é, cerca

de 30 anos. No entanto, as regras que são suficientemente sistemáticas para aliviar o esforço de memorização acabam sempre por sair vencedoras desta luta entre a tradição e a racionalidade. Tradicionalmente, as novas gerações de estudantes preferem sempre a compreensão racional à tradição. Se ainda na década de 1960 não se perdoava a um aluno universitário de química desconhecer a estrutura do resorcinol, hoje prefere-se o nome benzeno-1,3-diol do qual resulta imediatamente a fórmula estrutural. Uma pesquisa na internet fornece pelo menos a qualquer pessoa dez sinónimos para este composto. Benzeno-1,3-diol resulta da aplicação de um método extremamente simples que se enquadra na nomenclatura chamada substitutiva: identifica-se primeiro como grupo característico funcional principal (ou simplesmente grupo principal) o grupo hidroxilo, OH, designado pelo sufixo -ol, em segundo lugar identifica-se como “hidreto parental” (neste caso hidrocarboneto “parental”) o benzeno, em terceiro lugar junta-se-lhe o sufixo -ol e em quarto lugar um prefixo multiplicativo di para o sufixo -ol, dando diol, em quinto lugar os localizadores 1 e 3, obtendo-se assim o nome benzeno-1,3-diol. Obviamente, logo que se tenha ensinado a um jovem estudante este método, este vai oferecer uma sã resistência ao esforço de memorizar o nome resorcinol e igualmente os restantes oito sinónimos. Duvida-se que hoje ainda haja, mesmo entre os alunos mais altamente qualificados, alguém que saiba o que é o resorcinol. Essencial neste método de nomenclatura “substitutiva” é saber que o “grupo principal” substitui um ou mais átomos de hidrogénio num “hidreto parental”, que só pode haver um único grupo principal em cada composto, e que, se houver outros grupos funcionais, estes devem ser citados como prefixos, por exemplo, “etanolamina” é um nome inaceitável para 2-aminoetanol. Neste caso, como em 5-aminobenzeno-1,3-diol, atende-se a uma lista de prioridades para a atribuição da qualidade de grupo principal a um dado grupo funcional (neste caso o grupo hidroxilo) em comparação com outro.

Embora o exemplo do benzeno-1,3-diol seja extremamente simples, não

deixa de ser típico para uma situação em que um conjunto de regras de aplicação simples a um número ilimitado de estruturas dispensa a memorização penosa de imensos nomes chamados triviais, como é o caso do resorcinol.

SISTEMAS DE NOMENCLATURA [4]

Presentemente distinguem-se, além da nomenclatura meramente composicional, dois sistemas fundamentais de nomenclatura estrutural, embora também hajam outros menos importantes:

1. Nomenclatura composicional
2. Nomenclatura estrutural
 - 2.1 Nomenclatura substitutiva
 - 2.2 Nomenclatura aditiva
 - 2.3 Outras

A nomenclatura composicional é usada em nomes que reflectem apenas a composição como, por exemplo,

trioxigénio	O ₃
óxido de dinitrogénio	N ₂ O
cloreto de hidrogénio	HCl
sulfato de ferro(3+)	Fe ₂ (SO ₄) ₃
tricloreto de fósforo	PCl ₃

Nos casos mais simples, para cada composição há apenas uma estrutura possível, pelo que se dispensa um nome que explicita a forma como os átomos estão ligados uns aos outros. A nomenclatura composicional actual resultou de aperfeiçoamentos introduzidos gradualmente ao longo de mais de dois séculos no sistema concebido por G. de Morveau, A.L. Lavoisier, C.-L. Berthollet e A.F. de Fourcroy em 1787 [5], texto que foi traduzido para português por Vicente Coelho de Seabra Telles em 1801 [6].

No último quartel do século XIX, com a vitória do “atomismo” sobre o “equivalentismo” e a crescente aceitação das doutrinas de valência de Kékulé, Couper e Butlerov, surgiu pela primeira vez a necessidade de se criar um sistema para atribuir nomes a compostos que traduzissem a sua estrutura, portanto uma nomenclatura que se pode designar de “estrutural”. Como as primeiras estruturas que se conseguiram determinar foram as de compostos orgânicos, criou-se em 1892, num congresso em Genebra, regras de nomenclatura da Química

Orgânica que foram aperfeiçoadas e expandidas ao longo de todo o século XX. Só muito mais tarde é que se cunharam os termos “nomenclatura substitutiva” e outros para diferenciar os vários tipos de nomenclatura estrutural que foram surgindo. A nomenclatura estrutural da Química Inorgânica só se desenvolveu a partir do momento em que Werner lançou os fundamentos de processos de determinação de estrutura dos compostos de coordenação.

NOMENCLATURA SUBSTITUTIVA

Para quem esteja menos familiarizado com a nomenclatura química podem, no entanto, ainda parecer estranhas algumas das designações recentes como “nomenclatura substitutiva”, “hidreto parental”, “grupo principal”, “prefixo multiplicativo”, “localizador”, “nomenclatura permutativa”, etc..

Para as compreender melhor, é preciso explicar que aquilo que hoje se chama nomenclatura substitutiva resultou do desenvolvimento das já referidas regras de nomenclatura de compostos orgânicos fixadas em Genebra em 1892. Quando se começou a aplicar por analogia o mesmo método a compostos de outros elementos, como por exemplo aos do silício e do fósforo, isto é, quando se passou dos alcanos para compostos de outros elementos dos grupos 13 a 17, como sejam, por exemplo os silanos, estanos, fosfanos, etc., os nomes passaram a ser derivados não só a partir de hidrocarbonetos, como sejam os alcanos, mas também dos silanos, etc..

Ao formular as regras de uma forma generalizada, passou-se por isso a substituir a designação inglesa *parent hydrocarbon* (hidrocarboneto parental) pela mais geral de *parent hydride* (hidreto parental). A origem do termo hidrocarboneto parental é a designação alemã usada por Richter e Beilstein no início do século XX, *Stammkohlenwasserstoff*. O sistema de Richter de classificação dos compostos orgânicos esteve na base da organização do grande tratado de Química Orgânica de Beilstein e deixou uma marca indelével no desenvolvimento da nomenclatura internacional da Química

Orgânica. Em português, os tradutores do Guia da Nomenclatura IUPAC da Química Orgânica [1] optaram por traduzir *parent* ou o prefixo *Stamm* pelo adjectivo parental, um termo cujo uso com o significado “relativo a pai e mãe” está documentado em português desde 1817¹.

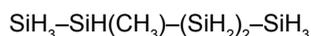
Hoje, o uso deste método de nomenclatura, que era inicialmente exclusivo da Química Orgânica, é recomendado pela IUPAC para os compostos dos elementos dos grupos 13 a 17, cujas estruturas podem ser derivadas por substituição dum átomo de hidrogénio num composto desse elemento com hidrogénio. Daí ter-se deixado de considerar esse método só de “nomenclatura da química orgânica” e se ter optado pelo termo mais geral “nomenclatura substitutiva”, bem como passar a usar-se “hidreto parental” em lugar de “hidrocarboneto”.

Uma das grandes vantagens do método substitutivo resulta de dispensar localizadores para os átomos de hidrogénio que não foram substituídos. Em compostos com um número elevado de átomos de hidrogénio, a dispensa desses localizadores resulta em nomes muito mais simples.

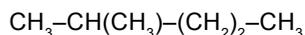
O mesmo método aplica-se assim a casos do género dos exemplificados a seguir, em que em vez de carbono se tem outro elemento dos grupos 13 a 17.

As estruturas são deduzidas dos nomes por um processo perfeitamente análogo ao dos hidrocarbonetos:

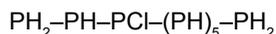
2-metilpentassilano



por analogia com 2-metilpentano



3-clorononafosfano

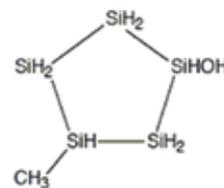


por analogia com 3-clorononano



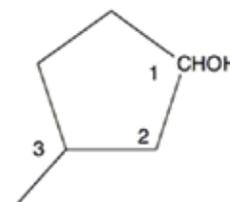
Quando há um ou mais substituintes que podem desempenhar o papel de grupo característico principal, o de mais elevada prioridade dá origem a um sufixo, como “ol” em:

3-metilciclopentassilanol



por analogia com:

3-metilciclopentanol

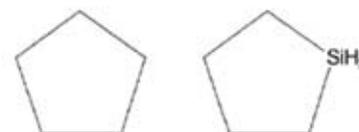


É essencial ter em atenção que tanto a prefixação como a sufixação se fazem por substituição de um ou mais átomos de hidrogénio de um hidreto parental.

A designação “nomenclatura substitutiva” marca claramente a distinção de outros métodos de nomenclatura química, nomeadamente da “nomenclatura aditiva”.

NOMENCLATURA PERMUTATIVA

Um sistema muito utilizado em conjugação com a nomenclatura substitutiva (em inglês *substitutive nomenclature*) é a chamada nomenclatura permutativa (em inglês *replacement nomenclature*), em que se deriva o nome dum hidreto parental de outro, permutando por exemplo na cadeia de um hidrocarboneto um grupo CH_2 por um grupo SiH_2 . Assim se deriva a partir do ciclopentano o silaciclopentano:



Esta não deve ser confundida com a nomenclatura substitutiva em que se substituem átomos de hidrogénio. No presente caso, os prefixos de permuta terminam todos em ‘a’, por exemplo ‘oxa’, ‘sulfa’, ‘aza’, ‘fosfa’, etc..

NOMENCLATURA ADITIVA

A nomenclatura chamada aditiva usa-se em Química Orgânica quando se deriva um nome dum composto a partir do correspondente composto insaturado, por exemplo, a partir de naftaleno obtém-se o nome 1,2,3,4-tetra-hidronaftaleno para o composto formado por adição de quatro átomos de hidrogénio.



Verificou-se mais tarde que o conceito de “nomenclatura aditiva” afinal também podia ser aplicado à nomenclatura proposta por Werner para compostos de coordenação no âmbito da Química Inorgânica. O conceito alargado de nomenclatura aditiva inclui assim a nomenclatura de Werner que tinha como ponto de partida um “átomo central” ao qual se ligam átomos ou agrupamentos de átomos designados por “ligandos”. Essa operação tem o carácter aditivo, contrariamente às operações substitutivas (de átomos de hidrogénio) mais comuns na Química Orgânica. Com o passar do tempo, o método característico da nomenclatura de coordenação foi sendo aplicado a outras entidades, como sejam ácidos inorgânicos e compostos organometálicos. Ao atingir esse ponto, já não fazia sentido continuar a usar o termo restritivo “nomenclatura de coordenação” e foi então que se propôs o termo novo para o sentido alargado de “nomenclatura aditiva”. A aplicação da nomenclatura aditiva aos ácidos inorgânicos e às suas bases conjugadas tem a vantagem de conduzir a nomes mais sistemáticos que certos nomes tradicionais que, no passado, tinham dado origem à proliferação de sinónimos e a muitas ambiguidades. Na nomenclatura de compostos organometálicos tornou-se então absolutamente indispensável. Nesta última deu-se porém, como era de esperar, o choque das culturas de nomenclatura orgânica e inorgânica. Conforme a cultura originária dos investigadores, os nomes propostos muitas vezes diferiam. Acresce que, em compostos organometálicos relativamente complicados, é muitas vezes

inevitável usar simultaneamente as nomenclaturas aditiva e substitutiva. Num nome de base aditiva podem assim aparecer partes respeitantes a certos ligandos que resultam da aplicação da nomenclatura substitutiva. Para decifrar um nome complicado desses, é preciso primeiro que tudo identificar as várias partes. Antes de mais nada, tem de se identificar o átomo central e a seguir os ligandos. Esta tarefa é relativamente simples em compostos de coordenação não organometálicos, como ilustra o seguinte exemplo:

pentaclorotonitro-osmato(2-) de potássio



Exemplo dum nome aditivo dum ácido:

hidreto-hidroxido-óxidoenxofre
(em lugar de ácido sulfínico)
SHO(OH)

Continua a ser simples dar nomes a compostos organometálicos em que os ligandos têm nomes que são derivados de nomes de compostos orgânicos não substituídos:

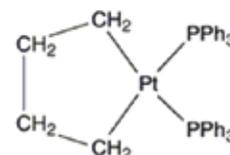
Tricloreto(metilo)titânio [TiCl₃Me]
Tricloreto(metaneto)titânio

O segundo nome é obtido se se atribuir a carga formal 4+ ao átomo de titânio.

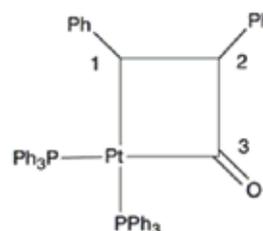
Quando há nomes de ligandos que são derivados dos de compostos orgânicos substituídos, a tarefa torna-se mais complicada, porque um determinado grupo, por exemplo metilo, tanto pode aparecer como ligando, isto é, ligado directamente ao átomo central, como também como substituinte dentro da estrutura de um dos ligandos, quando o nome do ligando é derivado do nome dum hidreto parental pelo método substitutivo. No primeiro caso, o grupo metilo não está a substituir nenhum átomo de hidrogénio, mas no segundo isto já não é o caso. Enquanto na nomenclatura substitutiva se elide a vogal terminal do nome do grupo substituinte, por exemplo o ‘o’ em fenilo, dando portanto fenilfosfano, na nomenclatura aditiva adicionam-se os nomes dos ligandos sem nenhuma alteração, não elidindo a mesma vogal terminal. Isto simplifica o processo de dedução da

estrutura a partir do nome, uma vez que se conclui automaticamente que os grupos com prefixos terminados em ‘ilo’ estão ligados directamente ao átomo central, enquanto que os terminados em ‘il’ substituem um átomo de hidrogénio na estrutura dum ligando cujo nome se deriva dum hidreto parental.

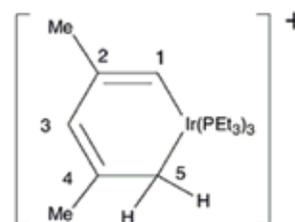
(butano-1,4-di-ilo)bis(trifenilfosfano) platina²⁺:



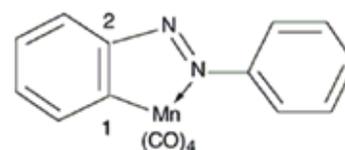
(1,2-difenil-3-oxopropano-1,3-di-ilo) bis(trifenilfosfano)platina:



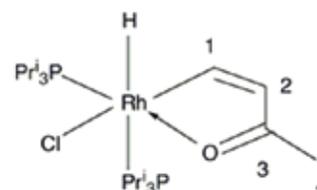
(2,4-dimetilpenta-1,3-dieno-1,5-di-ilo) tris(trietilfosfano)irídio(1+):



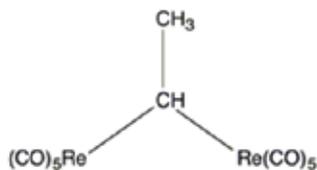
tetracarbonilo[2-(2-fenildiazen-1-ilo-κN²)fenilo-κC¹]manganês:



cloreto-hidreto(2-metil-3-oxo-κO-but-1-en-1-ilo)bis(tri-isopropilfosfano) ródio:



(μ -etano-1,1-di-ilo)bis(pentacarboniló-rénio):



OBSERVAÇÕES FINAIS

Espera-se que este artigo desfaça algumas dúvidas sobre os desenvolvimentos recentes da nomenclatura química da IUPAC. Só com o esclarecimento dessas dúvidas é possível conseguir que os químicos se convençam a utilizá-la, rompendo com hábitos enraizados. Além disso, para traduzir bem em português as regras publicadas em inglês pela IUPAC, também é indispensável conhecer os propósitos que levaram os seus autores, em cada caso, a formulá-las de uma certa maneira quando havia outras opções aparentemente possíveis. Ao longo do caminho que se percorre quando se traduz e adapta a nomenclatura química à língua portuguesa, aparecem novamente bifurcações. A escolha da opção preferível num caso particular é mais fácil para quem tenha uma visão do conjunto completo dos sistemas de nomenclatura. Foram

essas as razões que levaram os autores a submeter este ensaio à consideração da comunidade química de língua portuguesa.

NOTAS

- ¹ Actualmente também se usa com o significado “relativo a parentes”.
- ² Nas fórmulas moleculares que representam estruturas constituídas por um átomo central e vários ligados, este conjunto é sempre colocado entre parênteses rectos, quer tenha uma carga eléctrica, quer não. Nas fórmulas de estrutura, por uma questão de simplificação gráfica, poderão omitir-se os parênteses nos compostos neutros.

REFERÊNCIAS

- [1] *Guia IUPAC para a Nomenclatura de Compostos Orgânicos*, Tradução Portuguesa nas Variantes Europeia e Brasileira, (R. Panico, W. H. Powell, J.-C. Richer, *A Guide to IUPAC Nomenclature of Organic Compounds Recommendations 1993*, Blackwell Scientific Publications, Oxford 1993) Tradução de A. C. Fernandes, B. Herold, H. Maia, A. P. Rauter, J. A. R. Rodrigues, Lidel – Edições Técnicas, Lda. Lisboa 2002.
- [2] *Nomenclatura de Hidratos de Carbono*, Tradução Portuguesa nas Variantes Europeia e Brasileira de *Nomenclature of Carbohydrates (IUPAC and IUBMB Recommendations 1996)*, original Inglês preparado para publicação por Alan D. McNaught, Tradução Portuguesa para a Sociedade Portuguesa de Química de A. P. Rauter, B. J. Herold, A. Moreira da Silva, Â. Relva, J. A. Figueiredo, J. A. Rosário Rodrigues, L. Bento, M. Caldeira, M. A. Coimbra, M. I. Ismael, Lidel – Edições Técnicas, Lda. Lisboa 2010.
- [3] N. G. Connelly, T. Damhus, R. M. Hartshorn, A. T. Hutton, *Nomenclature of Inorganic Chemistry, IUPAC Recommendations 2005*, RSC Publishing, Cambridge 2005.
- [4] G. J. Leigh, H. A. Favre, W. V. Metanovski, *Principles of Chemical Nomenclature*, Blackwell Science, Oxford 1998. Nova edição: RSC, no prelo.
- [5] G. de Morveau, A. L. Lavoisier, C.-L. Berthollet et A. F. de Fourcroy, *Nomenclature Chimique*, Chez Cuchet, Sous le Privilège de l'Académie des Sciences, 1787 (251 pg.)
- [6] V. Coelho de Seabra S. Telles, *Nomenclatura Química Portuguesa, Franceza e Latina, a que se ajunta o Systema de Caracteres Chímicos adaptados a esta Nomenclatura por Hassenfratz e Adet*, Typographia Chalcographica, Typoplastica e Litteraria do Arco do Cego, Lisboa 1801. (125 pg.)



ACTUALIDADES CIENTÍFICAS

ACTIVAÇÃO DE METANO POR REAGENTE ORGANOMETÁLICO

Cientistas do Estados Unidos demonstraram pela primeira vez que o metano pode ser activado por um complexo com ligações múltiplas metal-carbono. O trabalho pode abrir caminho para a conversão eficiente de metano em hidrocarbonetos úteis, incluindo etileno, uma das matérias primas fundamentais da indústria química. O metano é o principal componente do gás natural e um dos maiores contribuidores para o aquecimento global. É por isso desejável encontrar formas mais limpas e baratas de usá-lo como matéria prima na produção de compostos químicos mais úteis. No entanto, tais reacções constituem desafios significativos, devido à baixa reactividade do metano

e às fortes ligações C-H tetraédricas, que não são facilmente acessíveis para ataque químico e activação.

Embora existam reagentes conhecidos que activam o metano para conversão química, são poucos em número, produzem baixos rendimentos e operam sob condições extremas que requerem elevadas temperaturas ou a utilização de materiais caros. No entanto, estudos teóricos e cinéticos recentes sugerem que a activação do metano é possível com ligações múltiplas metal-carbono actuando como intermediários reactivos. Daniel Mindiola da Universidade de Indiana, em Bloomington, e colegas, mostraram

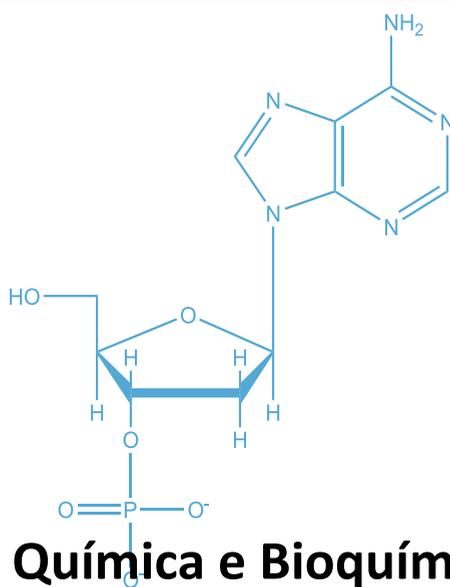
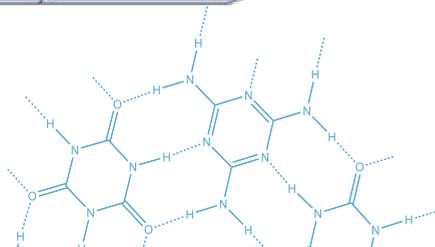
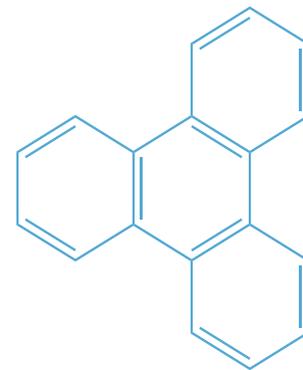
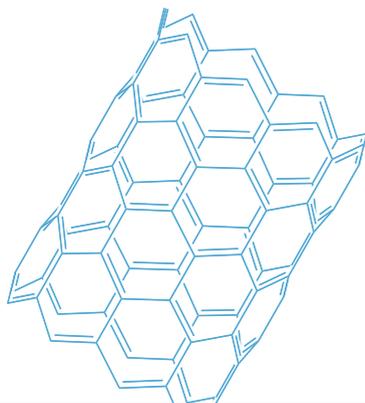
experimentalmente isto pela primeira vez, demonstrando uma via possível que utiliza um complexo contendo uma ligação tripla titânio-carbono para activar a ligação C-H do metano sob condições amenas (25-30°C).

Mindiola sugere que esta descoberta pode permitir a utilização futura de metano como matéria prima para a formação de ligações C-C, importante para a produção de produtos químicos, incluindo compostos farmacêuticos e plásticos.

(adaptado de <http://www.rsc.org/chemistryworld/News/2011/June/02061103.asp>)

Helder Gomes (bquimica@ipb.pt)
www.spq.pt

PYChem



9 – 11 Maio 2012

Departamento de Química e Bioquímica

Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

Contacto: 3pychem@spq.pt



UM TESTEMUNHO PESSOAL: QUÍMICA HÁ VINTE E CINCO ANOS

ANA PAULA PAIVA*

Neste artigo pretendo apresentar uma reflexão muito pessoal acerca do que tem sido a evolução da ciência, e muito particularmente da química, não no aspecto dos conteúdos, mas sim da abordagem que alguns dos seus veiculadores têm adoptado, naturalmente em reflexo do que tem sucedido, a todos os níveis, na sociedade ocidental. A minha experiência de vinte e cinco anos como química permite-me recordar os procedimentos e dificuldades do passado, fazer um balanço do presente e perspectivar o que se pode e deve fazer para evitar más consequências no futuro. Concluo que a mensagem de maior actualidade que se deve passar aos jovens é de que devem ser responsáveis, eticamente correctos e usar e abusar do seu sentido crítico, pois só estes atributos é que nos permitirão continuar a evoluir no bom sentido.

ENQUADRAMENTO E EVOLUÇÃO

Possuo, desde 1985, a licenciatura em química, ramo científico, da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa (FCUL). Nesse mesmo ano, tornei-me sócia da Sociedade Portuguesa de Química (SPQ), na qual me mantenho há 25 anos. Posso portanto dizer que a minha carreira profissional tem decorrido a par do último quarto de século de existência da SPQ, e claro que toda esta vivência já me permitiu acumular muitas e diversificadas experiências, algumas das quais considero relevante repartir aqui convosco.

Talvez os leitores mais jovens desconheçam como é que, na altura em que concluí a licenciatura, e mesmo durante o decorrer dos anos 90, se faziam as pesquisas bibliográficas. Com efeito, era necessário deslocarmo-nos a uma biblioteca apetrechada com os índices do *chemical abstracts*, que eram anuais ou quinquenais (na altura, ia usualmente à biblioteca do Departamento de Engenharia Química do Instituto Superior Técnico (IST), pois a da FCUL só assinou o *chemical abstracts* até 1974). Nesses índices,

que ocupavam dezenas de prateleiras, podia pesquisar-se o assunto pretendido por temas e autores (eram estes, pelo menos, os acessos mais usuais) e depois retiravam-se os dados para encontrar, em fascículo separado, o chamado *abstract* do artigo pretendido, que continha o nome e respectivos detalhes sobre a revista onde estava incluído, bem como o resumo do seu conteúdo. Com sorte, se a revista existia na própria biblioteca ou noutras nas imediações, podíamos fotocopiar o artigo na hora. No entanto, como frequentemente também acontecia, a dita revista que precisávamos só existia na Universidade de Coimbra, ou em qualquer biblioteca no estrangeiro, sendo necessário obedecer a protocolos mais ou menos complicados para mandar vir esses artigos, que demoravam semanas e, obviamente, com encargos financeiros extra. Era também comum os artigos desejados estarem escritos numa língua que não a Inglesa, por exemplo, em Russo, Alemão, Chinês ou Japonês... e, quando tal sucedia, o *abstract* em Inglês podia revelar-se muito útil. Lembro-me que, nessa altura, passava dias inteiros na biblioteca e escrevia páginas e páginas de notas, até me doerem as mãos, pretas de tanto pó, e os pulsos... não me é difícil imaginar o que terá sido a vida para os meus antecessores nesta tarefa, quando ainda não existia o advento das fotocópias...

Já como assistente na FCUL e no início da minha carreira académica, ainda me lembro dos procedimentos necessários para a preparação dos primeiros artigos científicos que publiquei, em 1993. Por vezes existiam *templates*, em número limitado, sobre os quais tínhamos que dactilografar o texto (e, portanto, sentíamos calafrios quando nos enganávamos) e as figuras em papel vegetal, que mandávamos fazer ao senhor Henrique Nuno, também no IST, eram coladas após serem meticulosamente recortadas... Não é portanto estranho que o processo de publicação de um artigo numa revista internacional demorasse meses e meses até estar concluído e, obviamente, a produção científica a nível global reflectia todas estas dificuldades, ou seja, era muito menos abundante do que nos dias de hoje. No entanto, estou convicta que os longos tempos de espera decerto contribuíam para um amadurecimento das ideias, e a elevada qualidade e fiabilidade das publicações, onde os erros eram muito raros, constituíam nessa altura uma "imagem de marca"; vivia-se mais devagar e, portanto, tudo era feito com muito perfeccionismo.

A sociedade ocidental passou a usufruir, desde meados dos anos 90, do avanço vertiginoso da informática e dos meios de comunicação; a sua implementação veio facilitar-nos a vida a todos os níveis, e o acesso a

* Departamento de Química e Bioquímica
Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa
Rua Ernesto de Vasconcelos, C8
Campo Grande
1749-016 Lisboa
E-mail: appaiva@fc.ul.pt

informação, anteriormente quase inatingível, passou a estar à distância de um clique. As bases de dados para pesquisas *online* fizeram esquecer as complicações existentes no passado e o correio electrónico, vulgo *e-mail*, passou a ser o meio de comunicação escolhido para qualquer troca de correspondência; mais recentemente, o processo de submissão de artigos científicos passou mesmo a ser estabelecido através dos próprios *sites* das editoras. Resumindo, passou-se a ter mais tempo para se produzir mais. Na teoria tal é, sem dúvida, benéfico; mas na prática, depois de alguns anos de teste, o que é que se ganhou? Na minha opinião, ganhou-se quantidade, mas perdeu-se muita qualidade, e torna-se portanto necessário alertar toda a gente, particularmente os jovens, para essa realidade.

DOIS CASE-STUDIES

Há cerca de dois anos, quando orientei um estudante de 2º ciclo em química, passou-se um episódio curioso. O desafio que lhe foi proposto começou por ser a síntese de derivados de ditiomalonamida (ou, mais correctamente, de ditio-1,3-diamida) a partir das correspondentes malonamidas (ou 1,3-diamidas). A reacção vulgarmente adoptada para estas conversões foi desenvolvida nos anos 70 e envolve o uso do chamado reagente de Lawesson [1, 2], que requer tempos de reacção longos e temperaturas relativamente elevadas, para além da necessidade de se efectuar uma coluna cromatográfica no final da síntese, único modo de separar o produto pretendido de outro secundário que igualmente sempre se forma. Após adequada pesquisa bibliográfica, o aluno encontrou outro artigo mais recente com um método alternativo bem menos trabalhoso e reportando melhores rendimentos para sínteses semelhantes [3], pelo que lhe dei autorização para tentar a abordagem mais actual. Depois de cerca de quatro meses a isolar produtos diferentes dos pretendidos, o aluno decidiu tentar o “velho” reagente de Lawesson... e conseguiu o produto no dia seguinte. Numa semana sintetizou os compostos necessários para prosseguir o seu trabalho de dissertação, mas “perdeu” muito tempo... será que o incidente foi

uma coincidência? Talvez... mas não creio.

No final de 2009, o editor de uma das revistas mais consagradas da minha área de investigação, *Solvent Extraction and Ion Exchange*, convidou-me para rever um artigo que lhe tinha sido submetido para publicação. Como é meu hábito, analisei o documento com atenção e devo confessar que as descobertas que fui fazendo ao longo da revisão me deixaram profundamente abalada. Não foi tanto a baixa qualidade do manuscrito que me chocou; o que me marcou foi constatar que muitas das incorrecções (graves!) que detectei já tinham sido publicadas, por alguns dos autores envolvidos, em revistas de *factor de impacto*¹ (FI) considerável na respectiva área de conhecimento, algumas por eles citadas, outras não, bem como ter verificado que enormes extensões de texto eram iguais de umas publicações para as outras, palavra por palavra. Para demonstração do que acabo de revelar, consultem-se as referências [4-6]. Só como exemplo, transcrevo o parágrafo a seguir, praticamente igual nas referências [4, 6]: “*Preston [ref] stated that the cobalt is extracted as the tetrahedral anion, Co(SCN)₄²⁻, from the examination of electronic spectra of organic extract, while nickel forms an octahedral complex, probably Co(SCN)₄(H₂O)₂²⁻. This is in agreement with the reports of Zhu [ref] that the 7d electron of Co²⁺ is the one of the most favoured ions for the tetrahedral configuration from the viewpoint of the ligand field theory and that the steric hindrance is the only factor which could weaken the octahedral configuration*”.

Como pode ser possível que se escreva a estrutura de um complexo de níquel colocando o ião cobalto sem ninguém dar por nada, e que um erro básico como “*the 7d electron of Co²⁺ is the one of the most favoured ions*” passe o processo de revisão em revistas como o *Journal of Membrane Science*, com FI 2.303 em 2009? E na *Desalination*, com FI 2.034, também em 2009? E como é que a escrita do Inglês pode ser tão deficiente em revistas tão cotadas?

A minha opinião sobre este assunto é a seguinte: há cada vez mais uma

competição desenfreada entre as editoras para conseguirem elevar os FI das suas revistas na comunidade científica e, pelo que pude constatar, o volume de artigos que publicam e o número de citações que os mesmos recebem é o que de facto lhes importa e o que presentemente é valorizado. As editoras não são minimamente penalizadas por publicarem artigos de baixa qualidade e com incorrecções científicas graves. O resultado mais imediato parece-me ser o “afundamento” das editoras mais pequenas mas que prestam um serviço “honesto”. Por exemplo, sendo editora associada do *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry* (FI 0.631 em 2009) tenho notado que, recentemente, recebo artigos para rever que já anteriormente sofreram revisão, o que antes não acontecia. Sabem porquê? Porque o editor achou por bem começar a exigir aos autores dos artigos submetidos a inclusão de um número mínimo de citações à própria revista... esta atitude é compreensível, dada a situação actual em que nos encontramos.

À semelhança do que acontece com as editoras também os investigadores, a nível individual, são valorizados curricularmente pelo número de citações que os seus artigos recebem pela comunidade científica... se se desse o caso de este meu artigo ser também contabilizado, eu estaria a contribuir para um maior reconhecimento dos autores das referências [4-6] quando, na realidade, quis simplesmente mostrar que as suas publicações precisam de ser mais cuidadas...

Estes *case-studies* referidos e que foram por mim vivenciados reflectem, na minha opinião, algumas situações para as quais necessitamos de estar alerta e, à medida das nossas capacidades e esfera de actuação social, penso que devemos fazer esforços para contribuir para que características como a falta de qualidade dos produtos e baixo profissionalismo das pessoas não encontrem terreno fértil para proliferar. Não preciso, com certeza, de referir e enumerar as más consequências que tais atitudes, em investigação, poderão ter para todos nós, humanos, para os outros seres vivos e, a um nível mais global, para o planeta no seu todo.

No entanto, também gostava de realçar que não se pense que os problemas que referi são unicamente específicos das altas esferas do mundo académico, pois casos que se podem considerar semelhantes, na sua essência, acontecem cada vez com mais frequência... fraudes, corrupção, incompetência, falta de profissionalismo, são situações que vivemos, e vemos e ouvimos todos os dias na comunicação social. Qual a sua origem? Poderá haver justificação para a sua ocorrência quando os autores não têm nada para comer e não conseguem sustentar-se a eles próprios nem aos filhos... mas não são estes os casos que constituem a maioria. Na minha opinião há, cada vez mais, ausência de valores, ou seja, há que investir mais e melhor nas nossas crianças. A propósito desta temática, e numa altura em que me senti mais desesperada com algumas situações que ocorreram no âmbito da minha actividade de professora universitária, escrevi um artigo, a que os leitores mais interessados podem aceder, e que está incluído na minha página pessoal no DQB-FCUL [7].

PERSPECTIVAS FUTURAS

No que respeita à investigação científica, e muito particularmente à investigação química, o esquema montado pelo *Institute for Scientific Information*, e que foi desenvolvido para quantificar a *performance* de revistas e investigadores, é o que neste momento serve de base principal para as respectivas avaliações. A minha opinião é de que se deve começar a investir num plano que simultaneamente também avalie a ética dos critérios de competitividade, ou seja, a implementação de uma espécie de auditoria da qualidade intrínseca das revistas científicas. Assim, da mesma forma que se valoriza a quantidade de artigos e respectivas citações, também se passaria a po-

der apreciar o profissionalismo dos respectivos editores, no sentido de se quantificarem os erros que aparecem publicados nas revistas e livros de que são responsáveis, quer os científicos, quer os ortográficos e tipográficos da língua inglesa.

Desde que a conheço, a SPQ tem desempenhado um papel de relevo como elo de comunicação entre os químicos portugueses, sendo os principais veículos dessa comunicação a publicação do Boletim (quatro vezes por ano), a organização dos Encontros Nacionais, tanto de índole geral como sectorial, e as informações do seu *site* na *internet*. Nesta era da comunicação global, e a propósito da comemoração do centenário da SPQ, talvez valesse a pena investir em meios de comunicação mais interactivos, tais como a criação de fóruns *online*, onde os químicos e outras pessoas interessadas pudessem expor as suas vivências, ideias, sugestões e dúvidas (no entanto, sugiro que todas as contribuições sejam filtradas por editores, para evitar situações como as que se vêem nos comentários dos jornais electrónicos). Penso igualmente que deve ser dado um incentivo à escrita de artigos de opinião para o dito fórum, ou mesmo para o Boletim; cada vez mais sinto que os intelectuais da ciência precisam de espaços onde sejam "obrigados" a escrever em Português, pois a nossa pobre língua é cada vez pior escrita, e custa-me muito constatar este facto em professores do ensino básico, secundário e mesmo universitário que, afinal de contas, deveriam ser dos primeiros a dar o exemplo a toda a sociedade.

Finalmente, um conselho a todos os jovens que iniciam agora a sua actividade autónoma na química: torna-se necessário que todos entendam que, cada vez mais, há regras de comportamento e atitude na ciência química

que, infelizmente, não estão a ser cumpridas. Esta situação, que praticamente não acontecia há vinte e cinco anos, exige que se tome consciência de que há informação na literatura que está errada. Assim, para além do sentido de responsabilidade e de ética que devem integrar a postura de qualquer ser humano em sociedade, e na ciência química em particular, é determinante que se use e abuse do sentido crítico na aplicação e interpretação dos conhecimentos, particularmente dos adquiridos em alguns livros e artigos científicos mais recentes.

NOTA

¹ O factor de impacto (FI) de uma revista contabiliza o número médio de citações dos artigos que a mesma publicou, num dado ano, de acordo com os procedimentos desenvolvidos pelo *Institute for Scientific Information* (ISI); numa determinada área, quanto maior é o FI de uma dada revista, mais cotada ela é. Por exemplo, a *Solvent Extraction and Ion Exchange* tem FI 1.163, em 2009.

REFERÊNCIAS

- [1] M.P. Cava, M.I. Levinson, *Tetrahedron* **41** (1985) 5061-5087.
- [2] G.R. Willey, R.J. Baker, J.V. Haslop, M.P. Spry, M.G.B. Drew, *Polyhedron* **17** (1998) 3291-3303.
- [3] V. Polshettiwar, M.P. Kaushik, *Tetrahedron Letters* **47** (2006) 2315-2317.
- [4] R.A. Kumbasar, *Journal of Membrane Science* **333** (2009) 118-124.
- [5] R.A. Kumbasar, *Journal of Membrane Science* **338** (2009) 182-188.
- [6] R.A. Kumbasar, O. Tutkun, *Desalination* **224** (2008) 201-208.
- [7] A.P. Paiva, <http://webpages.fc.ul.pt/~appaiva/> (Antiga página pessoal da autora no DQB-FCUL, cedida em 22-08-2011) ou, mais directamente, http://webpages.fc.ul.pt/~appaiva/pdf/Ensaio_de_Opiniao.pdf (2008) 8 pp.

Vá a www.spq.pt

Torne-se Sócio da Sociedade Portuguesa de Química e beneficie de:

- Pertencer a uma comunidade científica dinâmica;
- Receber o boletim "QUÍMICA";
- Descontos nos Encontros promovidos pela SPQ;
- Descontos nas publicações da SPQ;
- Protocolos assinados entre a SPQ e outras entidades;
- Participar na promoção da Química;
- Apoiar uma Sociedade Científica.

QUORUMBALLET

Direcção Artística Daniel Cardoso

15 ANOS



"Eleita a melhor companhia de Dança Contemporânea"
Portugal Dance Awards 2009

"Incríveis os bailarinos do Quorum Ballet espantosos na sua mestria técnica de Ballet e Dança Contemporânea"
The Strait Times Singapore 2008

"Quorum Ballet é uma companhia de 6 estrelas"
Arhus Stiftsdende Denmark 2007

"As ideias inovadoras captaram completamente a atenção do público e deram à actuação uma qualidade quase táctil"
Dance Europe Magazine 2010

www.quorumballet.com

ESTREIA ABSOLUTA

SUBSTÂNCIAS

Ano Internacional da Química / Centenário da Universidade de Lisboa e da Faculdade de Ciências

SUBSIDIADA

MIC
Ministério da Cultura

dgARTES
Direcção-Geral das Artes

SPONSERS

Câmara Municipal de Amadora

recreios

DCE

CONTIMPACTO
mobilidade e facilidade

ANTENA 2

UNIVERSIDADE DE LISBOA

UNIVERSIDADE DE LISBOA

OC

ANNO INTERNACIONAL QUÍMICA 2011

WORKING TOGETHER
YOUR DIRECTION

SPARK
DATE CONSULTING

A QUÍMICA ORGÂNICA NO ENSINO SECUNDÁRIO: A PERCEÇÃO DOS ALUNOS

SÉRGIO C. LEAL^{1,2,3,*}, JOÃO PAULO LEAL^{2,4},
MARIA A. F. FAUSTINO¹, ARTUR M. S. SILVA¹

Iniciou-se em número anterior deste Boletim a divulgação de um estudo realizado no âmbito do Mestrado em Ensino de Física e Química, que teve como intenção analisar as percepções de alunos e professores acerca da Química Orgânica abordada no ensino secundário (ES) com o propósito de, conhecendo a situação concreta da Química Orgânica no actual ES, apresentar propostas que visem a melhoria do processo ensino/aprendizagem das ciências e da Química Orgânica em particular. A presente comunicação complementa a anterior, onde foram analisados os programas curriculares das duas últimas reformas curriculares, manuais escolares e apresentada a percepção dos professores face aos conteúdos de Química Orgânica. Serão aqui apresentados os resultados e conclusões obtidas no respectivo estudo relativas às percepções dos alunos face ao estudo da Química Orgânica no ES. A percepção dos alunos do ES para com a Química Orgânica levanta questões interessantes e aponta caminhos a seguir, concretamente no sentido de mudar as práticas de ensino tradicionais e contextualizar a aprendizagem das ciências, em particular da Química Orgânica. Mostra também que a utilização das novas tecnologias de informação e da experimentação devem ser privilegiadas como recursos didácticos.

METODOLOGIA

O estudo da percepção dos alunos foi realizado com base nas respostas a questionários feitos a 502 alunos do Agrupamento 1 – Curso Geral Científico-Natural e Cursos Tecnológicos (atendendo à actual reforma curricular, os alunos deste agrupamento pertencem à área de Ciências e Tecnologias do Curso Científico-Humanístico) - Tabela 1.

Foram inicialmente seleccionados 600 alunos de escolas secundárias do centro de área educativa (CAE) de Aveiro, representando cerca de 10% do total de alunos, e 100 alunos que frequentavam o 1.º ano dos cursos de Ciências e Engenharias da Universidade de Aveiro, que serviram como grupo de alunos que havia concluído o ES.

Tabela 1 – Número de questionários dirigidos a alunos do ES e universitário utilizados no presente estudo

Ano de escolaridade	N.º de questionários	
	N.º de alunos do Agrupamento 1 – Curso Geral Científico-Natural e Cursos Tecnológicos	
10.º	130	
11.º	115	
12.º	160	
ES completo	97	
Total:	502	

Os inquéritos por questionário possuíam diversos tipos de resposta pelo que o seu tratamento foi diferenciado. As respostas seleccionadas dos inquéritos por questionário aplicados neste estudo [1], realizado no âmbito do Mestrado em Ensino de Física e Química [2], foram apresentadas em tabelas para as questões abertas, enquanto que para as questões fechadas se decidiu utilizar diagramas de Pareto e caixas de bigodes (*boxplot*).

Os Diagramas de Pareto são “gráficos de barra” ordenados por número

de frequência de respostas (do maior para o menor). Para melhor visualização, os gráficos 2 e 3 aparecem como gráficos de colunas.

RESULTADOS OBTIDOS

A correlação encontrada no questionário dos alunos entre as variáveis estudadas foi muito elevada, e dada a extensão dos resultados¹, apenas iremos apresentar alguns que se consideram mais significativos referentes às percepções dos alunos face ao estudo da Química Orgânica no ES.

Alunos

Após a caracterização da amostra (perfil académico), os alunos foram questionados sobre: “No seu entender o que é que estuda a Química Orgânica?”. Para maior facilidade de análise das respostas dadas, estas foram agrupadas nas quatro categorias de resposta que se encontram na Tabela 2.

A análise dos dados revelou uma tendência, à medida que se progride no ES, para os alunos saberem o que estuda a Química Orgânica, invertendo

¹ Departamento de Química & QOPNA, Universidade de Aveiro, 3810-193 Aveiro

² Departamento de Química e Bioquímica, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, 1149-016 Lisboa

³ Escola Secundária com 3.º ciclo Padre António Vieira, 1749-063 Lisboa

⁴ Unidade de Ciências Químicas e Radiofarmacêuticas, Instituto Tecnológico Nuclear, 2686-953 Sacavém

* E-mail: sergioleal20@gmail.com

do-se essa tendência nos alunos que haviam concluído o ES. Os alunos do 10.º ano de escolaridade são praticamente os únicos que referiram que não sabiam o que estuda a Química Orgânica, dando como justificação o facto de nunca terem estudado essa área da Química em nenhuma disciplina. O resultado mais estranho salientado pelo gráfico 1 resulta do facto de um número não desprezável de alunos do ensino universitário (EU) (20%) indicar que não sabe o que estuda a Química Orgânica.

Tabela 2 – Categorias de resposta e respectiva codificação para a questão: “No seu entender o que é que estuda a Química Orgânica?”

Código	Categoria de resposta
1	Os alunos sabem o que estuda a Química Orgânica ² .
2	Os alunos não especificam bem o que estuda a Química Orgânica, mas indicam exemplos ou situações aplicadas ao tópico Química Orgânica.
3	Os alunos referem que não sabem o que estuda a Química Orgânica, dado que nunca estudaram esse tópico em nenhuma disciplina.
4	Os alunos não sabem o que estuda a Química Orgânica.

Os alunos quando inquiridos sobre se acham o estudo da Química Orgânica interessante (Gráfico 2), apresentaram uma tendência à medida que se progride no ES de acharem «razoavelmente» ou «muito» interessante o estudo da Química Orgânica.

Destacam-se os alunos do 10.º ano de escolaridade como aqueles que mais responderam que não sabiam se estudar Química Orgânica seria interessante (9%), o que não é de estranhar, uma vez que muitos deles

afirmam não ter estudado ainda Química Orgânica.

Contudo, quando os resultados são analisados em maior detalhe e se questiona os alunos se consideram importante estudar Química Orgânica, estes consideram tendencialmente «razoavelmente» ou «muito» interessante o estudo da Química Orgânica. No entanto, são os alunos do 10.º ano de escolaridade e os que haviam completado o ES que referem preferencialmente ser «muito interessante» o seu estudo, enquanto que os alunos do 11.º e 12.º ano de escolaridade consideraram ser «razoavelmente» interessante o seu estudo.

Quanto à questão “Sente-se motivado para a aprendizagem da Química Orgânica?”, verifica-se uma ligeira tendência à medida que se progride no ES de os alunos referirem que se sentem «razoavelmente» motivados para a aprendizagem da Química Orgânica (a motivação para a aprendizagem da Química Orgânica diminui ao longo deste nível de ensino o que pode levar a perguntar qual o motivo desta diminuição). A mesma tendência ocorre nos alunos do EU inquiridos (Gráfico 3).

Os alunos referindo-se ao tipo de aulas que os seus professores de Química habitualmente realizam na abordagem da Química Orgânica em sala de aula, inferem que os seus professores da área de Química habitualmente realizavam «aulas teóricas com resolução de exercícios» em detrimento de aulas teóricas com exemplificação experimental ou aulas predominantemente de trabalho experimental. Verifica-se mais uma vez que os alunos

do 10.º ano de escolaridade foram quem mais referiu (10%) que nunca abordaram qualquer tópico de Química Orgânica nas aulas (Gráfico 4).

Quando a questão anterior se coloca aos alunos, mas agora relativamente às práticas lectivas dos seus professores das áreas de Biologia, os resultados obtidos e apresentados no gráfico 5 evidenciam uma tendência à medida que se progride no ES dos alunos referirem que os professores desta área disciplinar habitualmente realizam «aulas teóricas» na abordagem de tópicos de Química Orgânica.

Note-se que 22% dos alunos inquiridos que frequentavam o ES refere que nunca abordou qualquer tópico de Química Orgânica nas aulas da área de Biologia. Apenas os alunos que haviam concluído o ES tomaram consciência que abordaram conteúdos de Química Orgânica (Gráfico 5).

No gráfico 6 encontram-se apresentados os resultados obtidos sobre as dificuldades que os alunos dizem sentir em compreenderem aspectos relacionados com a Química Orgânica. Observa-se uma tendência, à medida que se progride no ensino, de os alunos referirem que sentem algumas dificuldades em compreenderem aspectos relacionados com a Química Orgânica. Mais uma vez, cerca de metade dos alunos do 10.º ano de escolaridade refere que «não sabem» se sentem dificuldades a Química Orgânica.

As principais razões apontadas para as dificuldades sentidas pelos alunos do ES em compreender aspectos relacionados com a Química Orgânica

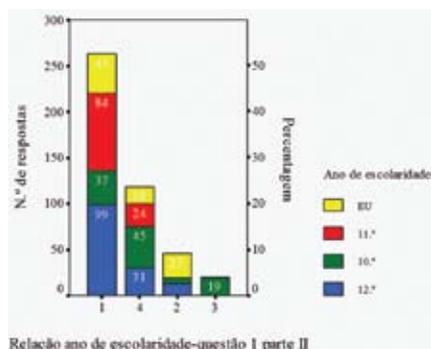


Gráfico 1 – Respostas à questão: “No seu entender o que é que estuda a Química Orgânica?”

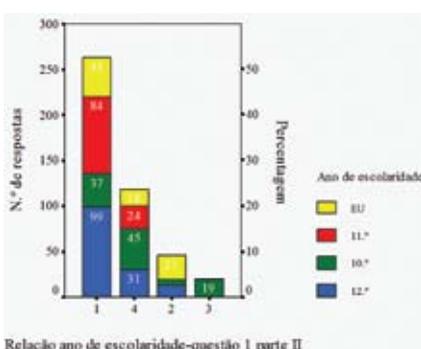


Gráfico 2 – Respostas à questão: “Acha o estudo da Química Orgânica interessante?”

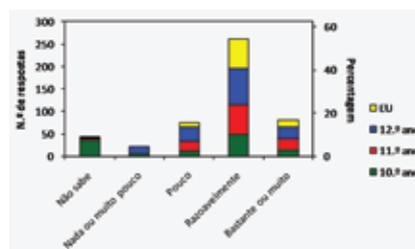


Gráfico 3 – Respostas à questão: “Sente-se motivado para a aprendizagem da Química Orgânica?”

ca encontram-se apresentadas nos gráficos 7, 8 e 9 e a dos alunos que haviam concluído o ES encontram-se apresentadas nos gráficos 10 e 11. Este gráficos foram construídos com base na frequência de resposta quando responderam sentir «Nenhuma ou muito pouca» e «Razoável» dificuldade em compreender aspectos relacionados com a Química Orgânica, respectivamente. As principais causas apresentada pelos alunos do ES, que apresentam alguma ou muita dificuldade em compreender os aspectos relacionados com a Química Orgânica,

são principalmente a falta de estudo e de interesse e só depois uma deficiente explicação por parte do professor. Curiosamente, e apesar destes serem os mesmos motivos invocados pelos alunos universitários (com o ES concluído) (Gráfico 11) que assumem ter razoável dificuldade com esta área, a frequência das respostas aponta o professor como o principal responsável pela dificuldades sentidas, seguida da falta de estudo. Em ambas as situações, quando as dificuldades sentidas em compreender os aspectos relacionados com a Química Orgânica

são poucas ou nenhuma, é apontado o professor que explica bem e o estudo como os grandes responsáveis.

No entanto, algumas das respostas dos alunos com o ES concluído pressupõem alguma reflexão. 11% dos alunos admitem ter «razoável» dificuldade apesar do professor explicar bem e a mesma percentagem sente essa dificuldade apesar de entender que o assunto é interessante. Estas respostas apontam para a necessidade de uma abordagem diferente dos conteúdos de Química Orgânica.

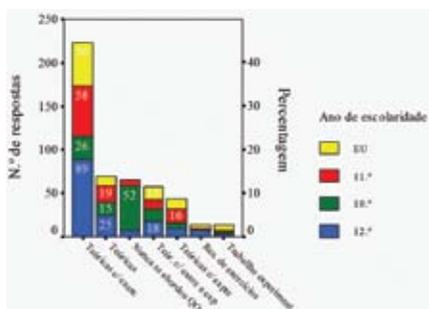


Gráfico 4 – Respostas à questão: "Que tipos de aulas é que os seus professores da área de Química habitualmente realizam ou realizaram na abordagem da Química Orgânica?"

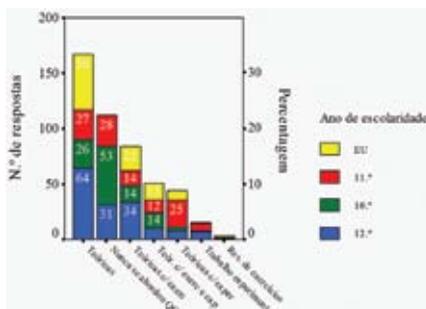


Gráfico 5 – Respostas à questão: "Que tipos de aulas é que os seus professores da área de Biologia habitualmente realizam ou realizaram na abordagem da Química Orgânica?"

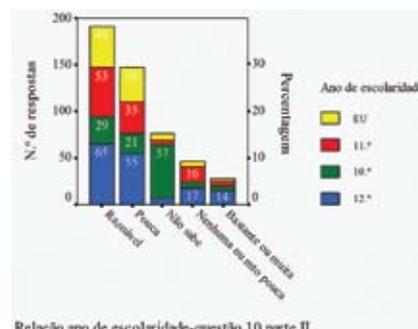


Gráfico 6 – Respostas à questão: "Sente dificuldade em compreender aspectos relacionados com a Química Orgânica leccionados nas disciplinas das áreas de Química e/ou Biologia?"

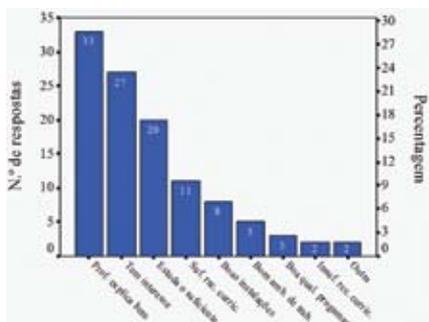


Gráfico 7 – Respostas apresentadas pelos 34 % de alunos do ES inquiridos e que responderam sentir «Nenhuma ou muito pouca» dificuldade em compreender aspectos relacionados com a Química Orgânica

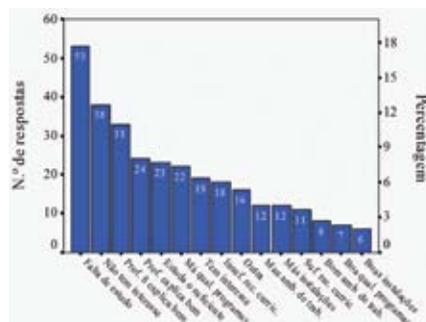


Gráfico 8 – Respostas apresentadas pelos 36 % de alunos do ES inquiridos e que responderam sentir «Razoável» dificuldade em compreender aspectos relacionados com a Química Orgânica

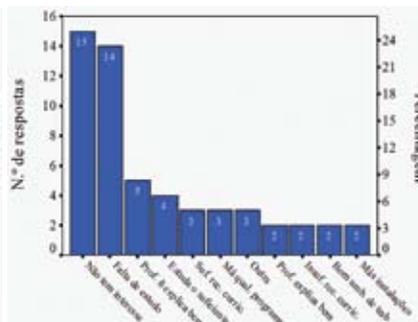


Gráfico 9 – Respostas apresentadas pelos 6 % de alunos do ES inquiridos e que responderam sentir «Bastante ou muita» dificuldade em compreender aspectos relacionados com a Química Orgânica

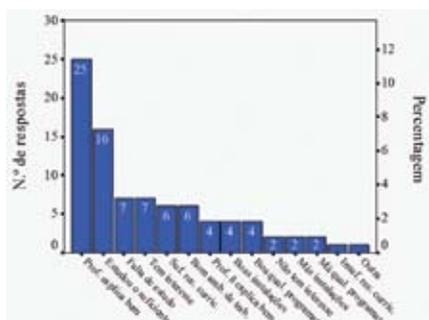


Gráfico 10 – Respostas apresentadas pelos 37 % de alunos do EU inquiridos e que responderam sentir «Nenhuma ou muito pouca» dificuldade em compreender aspectos relacionados com a Química Orgânica

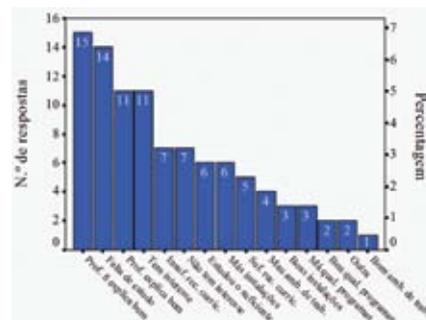


Gráfico 11 – Respostas apresentadas pelos 45 % de alunos do EU inquiridos e que responderam sentir «Razoável» dificuldade em compreender aspectos relacionados com a Química Orgânica

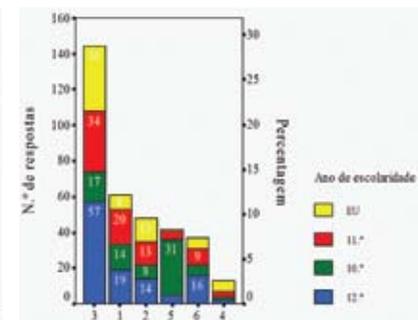


Gráfico 12 – Respostas apresentadas pelos alunos do ES e EU inquiridos à questão: "Como gostaria que fossem as aulas das áreas de Química e Biologia relativamente ao tópico Química Orgânica (conteúdos a estudar; forma de os leccionar pelo professor; recursos didácticos)?"

No gráfico 12 estão representadas as respostas à questão aberta, obtidas pelos alunos do ES e EU, quando questionados sobre o tipo de aulas que gostariam de ter nas áreas de Química e Biologia relativamente ao tópico Química Orgânica (conteúdos a estudar; forma de os leccionar pelo professor; recursos didácticos). As respostas recolhidas foram categorizadas de acordo com as categorias apresentadas na Tabela 3.

Das seis categorias de respostas obtidas pelos alunos salienta-se que a categoria de resposta de código 4 é colocada apenas pela pertinência da mesma e não pelo número de respostas obtidas nesta categoria.

Como podemos constatar pelos resultados apresentados no gráfico 12, a necessidade de maior componente prática nas aulas é a principal razão apontada pelos alunos dos vários níveis de ensino (29%), 12% dos alunos gostaria de aulas mais diversificadas, mais dinâmicas e interactivas e uma percentagem semelhante gostaria de ter aulas teórico-práticas.

Verifica-se ainda que 8% dos alunos deste estudo referem não saber que tipo de aulas gostaria de ter, onde mais de 6% das respostas pertencem a alunos que frequentavam o 10.º ano de escolaridade.

CONCLUSÃO

Das respostas obtidas nos inquéritos por questionário aos alunos, verificou-se que os alunos do 10.º ano de escolaridade consideram importante e interessante estudar Química Orgânica e encontram-se motivados para o seu estudo.

Contudo, à medida que os alunos vão avançando no ensino formal vão perdendo a sua motivação e interesse para com esta área do saber. Tal constatação leva-nos à seguinte questão: “Será que os professores estarão a actuar mal?” Aparentemente esta situação está associada a uma desactualizada prática lectiva dos professores e com a forma como os próprios conteúdos de Química Orgânica se encontram reflectidos nos programas curriculares do ES [1, 2]. A prática lectiva que os professores referem utilizar na abordagem da Química Orgânica [1] não coaduna com a opinião dos alunos, apesar do presente estudo ter inquirido alunos e professores dos mesmos estabelecimentos de ensino.

Verificou-se ainda que as dificuldades sentidas pelos alunos estão directamente relacionadas com o seu grau de interesse e motivação. Os alunos propõem que as aulas com conteúdos de Química Orgânica deveriam recorrer a vários recursos didácticos, com especial destaque para as novas tecnologias e o trabalho laboratorial, de forma a tornar esta área da Química mais interessante e motivadora.

Os alunos que já concluíram o ES apontam o professor como principal causa do insucesso/dificuldades sentidas na Química Orgânica.

Apesar do estudo principal na aplicação dos inquéritos por questionário apenas se ter realizado em estabelecimentos de ensino do Centro de Área Educativa de Aveiro, pensa-se que os resultados do estudo deverão traduzir a realidade a nível Nacional.

Sem pretender ser exaustivo nas conclusões que a análise dos resultados obtidos permite inferir, pode-se no entanto concluir que os resultados deste estudo apontam para a necessidade de intervenções, a diversos níveis, nomeadamente relacionadas com a revisão dos programas curriculares e dos manuais escolares do ES das áreas de Biologia e Química, bem como com a formação inicial e contínua dos professores deste nível de ensino. Para tal, é necessário adaptar as metodologias de ensino às novas exigências de aprendizagem da Ciência, da Tecnologia, do Ambiente e das suas inter-relações com a Sociedade da Informação em que se vive nos dias de hoje, apostando em aulas diversificadas com maior componente laboratorial e com recurso às novas tecnologias da comunicação e informação.

NOTAS

- Podem ser fornecidos a totalidade dos mesmos por solicitação aos autores deste estudo.
- Incluíram-se nesta categoria respostas simples, tais como referir apenas que a Química Orgânica é a Química dos compostos de carbono, atendendo ao que normalmente é salientado nos manuais escolares do ES.
- Os recursos didácticos referidos pelos alunos são: apresentações em *PowerPoint*, trabalhos em grupo, realização de trabalho laboratorial, visitas de estudo, realização de exercícios, visualização de filmes e utilização de novas tecnologias.
- Entenda-se que aulas teórico-práticas são aulas teóricas com realização de trabalho laboratorial.
- Entenda-se que aulas práticas são aulas com realização de trabalho laboratorial.

REFERÊNCIAS

- S. Leal, J. P. Leal, M. A. F. Faustino, A. M. S. Silva, “A Química Orgânica no Ensino Secundário: A percepção dos Professores”, *Química* **119** (2010) 49-54.
- S. Leal, *A Química Orgânica no Ensino Secundário: percepções e propostas*, Dissertação de mestrado inédita, Aveiro, 2006.

Tabela 3 – Categorias de resposta e respectiva codificação para a questão: “Como gostaria que fossem as aulas das áreas de Química e Biologia relativamente ao tópico Química Orgânica (conteúdos a estudar; forma de os leccionar pelo professor; recursos didácticos)?”

Código	Categoria de resposta
1	Os alunos indicam que gostariam que as aulas das áreas de Biologia e/ou Química relativamente ao tópico Química Orgânica fossem originais, dinâmicas, interactivas e recorressem a vários recursos didácticos ³ .
2	Os alunos indicam que gostariam que as aulas das áreas de Biologia e/ou Química relativamente ao tópico Química Orgânica fossem teórico-práticas ⁴ .
3	Os alunos indicam que gostariam que as aulas das áreas de Biologia e/ou Química relativamente ao tópico Química Orgânica fossem essencialmente práticas ou tivessem maior componente prática ⁵ .
4	Os alunos indicam que gostariam que as aulas das áreas de Biologia e/ou Química relativamente ao tópico Química Orgânica fossem dadas recorrendo a exemplos de aplicação do tópico Química Orgânica no dia-a-dia.
5	Os alunos referem que não sabem como gostariam que fossem as aulas das áreas de Biologia e/ou Química relativamente ao tópico Química Orgânica.
6	Outros.

O “MUNDO DO OXIGÉNIO”

FLORA MARIA BARROS FERREIRA*

A Tabela Periódica (TP) é um organizador dinâmico para onde pode convergir toda a Química. Compreende-se a potencialidade pedagógica da TP: de lá pode “sair” e “entrar” toda a Química. De e para podermos realizar abordagens motivadoras, construtivistas, contextualizadas, atentas a concepções alternativas [1] e sensíveis ao alinhamento CTSA [2].

Na panóplia de conhecimentos, a TP é vista como um conteúdo central e fulcral na Química [3]. É no 10º ano, contudo, que se foca mais a sua relevância, quer no módulo “Materiais: diversidade e constituição”, como na unidade “Das estrelas ao átomo”. A abordagem dos temas referidos deve ser encarada como uma via para o crescimento dos alunos [4], que é sempre psico-bio-social, podendo, neste sentido, ser enriquecido com a participação efectiva da família [5]. Por outro lado, as estratégias definidas devem, nomeadamente, responder aos desafios da sociedade da informação e do conhecimento, envolver os alunos em projectos relacionados com as novas tecnologias e propiciar o desenvolvimento de competências no âmbito da mobilização de saberes. Neste contexto, pode-se referir um estilo inovador de actividades educativas que é potenciador de aprendizagens significativas – Actividades com os Pais no Computador (APC). Estas pressupõem a interacção de pais/familiares, alunos e computadores. O professor, como sempre em educação, assume o papel de dinamizador, promovendo a conciliação e potenciação pedagógica do computador, no seio das relações familiares [6].

Neste artigo apresenta-se a APC – O “mundo do oxigénio”. Na “viagem” ao “mundo do oxigénio” cruzam-se objectos de ensino de diferentes unidades do programa de Química e Física A do 10º ano, pelo que a actividade pode ser encarada como um caminho para potenciar a integração dos saberes da componente da Química e a discussão sobre assuntos que se relacionam com o mundo em que vivemos. O oxigénio, via Tabela Periódica, permite a reflexão sobre várias matérias transversais, como, por exemplo, camada de ozono, efeito de estufa e sustentabilidade na Terra. A APC define momentos de trabalho individual, importantes para o desenvolvimento da autonomia e auto-avaliação, e áreas de trabalho interactivo e colaborativo entre pais/familiares e alunos. As questões da APC, umas de respostas simples e outras de carácter mais aberto, têm por objectivo travar a exploração rápida e pouco reflexiva, guiando minimamente o papel activo dos alunos na discussão dos itens a apresentar aos outros participantes e na exploração dos recursos digitais sugeridos e outros resultantes de pesquisa livre. Os pais/familiares terão, assim, a oportunidade de conhecer de perto o conteúdo das actividades curriculares dos seus filhos na escola. No entanto, convém não descurar algumas dificuldades que podem desincentivar este tipo de actividades relacionadas com a natureza social das famílias, o próprio sistema de exames e a existência de vagas para as entradas nas universidades [6]. Muitos pais têm qualificações ao nível de habilitações literárias baixas, o que pode dificultar a partilha de ideias, principalmente em níveis de escolaridade mais avançados; os pais pertencentes a classes sociais de patamares culturais mais elevados, por sua vez, podem, influenciados pelas rankings escolares, cair na tentação de resolver a APC pelos filhos. Con-

vém também destacar que em determinadas idades as relações entre pais e filhos são um pouco conflituosas e que o computador é, frequentemente, motivo para se evidenciarem as diferenças geracionais. As APC podem, neste sentido, favorecer os afectos no núcleo familiar e rasgar horizontes, mostrando à “geração download” que o estudo no computador/Internet permite uma aprendizagem efectiva e aos familiares que a tecnologia se impõe na sociedade actual como um aliado da aprendizagem.

REFERÊNCIAS

- [1] Driver, R., Squires, A., Rushworth, P., Wood-Robison, V. (1994). *Making Sense of Secondary Science: Research into Children's ideas*. Routledge, Londres.
- [2] Ferreira, F. B., Paiva, J. C. (2005). Roteiros de Exploração com Tabelas Periódicas digitais. *Boletim da Sociedade Portuguesa de Química*, **96**: 67-68.
- [3] Ministério da Educação - Departamento do Ensino Secundário (2001). *Programa de Física e Química A – 10º ou 11º anos*. Acedido em 30 de Abril de 2010, em: http://sitio.dgicd.min-edu.pt/recursos/lists/repositorio%20recursos2/attachments/224/fisica_quimica_a_10.pdf.
- [4] Ministério da Educação (2003). *Reforma do Ensino Secundário – Documento Orientador da Revisão Curricular do Ensino Secundário*. Acedido em 30 de Abril de 2010, em: http://nautilus.fis.uc.pt/spf/DTE/pdfs/revisao_final2003.pdf.
- [5] Paiva, J., Gaspar, M. F. (2005). Actividade Participadas pelos Pais na Aprendizagem da Química (PAQ). *Boletim da Sociedade Portuguesa de Química*, **97**: 73-79.
- [6] Paiva, J. (2010). Actividade com os Pais no Computador (APC). *Boletim da Sociedade Portuguesa de Química*, **118**: 57-60.

* Centro de Investigação em Química, Departamento de Química e Bioquímica, Faculdade de Ciências, Universidade do Porto, Rua do Campo Alegre, 687, P-4169-007 Porto
Escola Secundária/3 Prof. Dr. Manuel Flávio F. Pinto Resende, Rua Dr. Sá Carneiro, 4690-039 Cinfães
E-mail: florabferreira@gmail.com



17th and 18th October 2011

INTERNATIONAL SYMPOSIUM AMONET

Lisbon, Calouste Gulbenkian Foundation

SPEAKERS

Marja Makarow

(European Science Foundation, Chief Executive Officer)

Luísa Prista

(European Commission, former Head of Unit Scientific Culture and Gender)

Dalia Satkovskiene

(Baltic States Association BASNET Forumas, President - Lithuania)

Teresa Fragoso

(Commission for Gender and Equality, President - Portugal)

Elisa Maria Saitovitch

(Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas - Brazil)

Maria Manuela Silva

(ISEG/UTL - Portugal)

Maria de Belém Roseira

(Portuguese Parliament, ex-Minister for Equality - Portugal)

Maria José Gonçalves

(Unidade de Investigação Educação e Desenvolvimento, FCT/UNL - Portugal)

Irene Flunser Pimentel

(Instituto de História Contemporânea, UNL - Portugal)





Actividades com os Pais no Computador (APC)

O “mundo do oxigénio”

Flora Ferreira

Departamento de Química e Bioquímica, Faculdade de Ciências da Universidade do Porto
Escola Secundária/3 Prof. Dr. Flávio F. Pinto Resende, Cinfães

A - Caros alunos e pais/familiares



Nesta actividade propõe-se uma “viagem” ao “mundo do oxigénio”, ao nível microscópico e macroscópico, cruzando conceitos estruturantes da Química: elementos químicos e Tabela Periódica (TP). A Química assume um papel fulcral no desenvolvimento físico, químico e biológico do nosso planeta. Neste contexto, reflectir sobre a química adjacente ao elemento oxigénio poderá, certamente, contribuir para a compreensão do mundo na sua globalidade e complexidade.

Esta APC é constituída por várias secções: a C deve ser realizada pelo aluno, individualmente, e as secções D, E e F dizem respeito às tarefas propostas para o aluno e os pais (ou familiares) realizarem em conjunto.

Os vossos registos devem ser feitos numa folha de papel ou, digitalmente, num ficheiro de texto no computador.

Obrigado pela colaboração!

B - Contexto



O oxigénio é, de longe, um dos responsáveis pelo facto da Terra ser única entre os planetas do Sistema Solar: é o elemento mais abundante da crosta terrestre, constituindo cerca de 46% da sua massa; se nos concentrarmos na matéria viva, o oxigénio representa cerca de um quarto dos átomos. O oxigénio, o gás da vida, encontra-se em compostos naturais e artificiais e é extremamente reactivo, sendo “alimento” das reacções de oxidação/combustão.

É curioso anotar que um ser humano pode sobreviver cerca de um mês sem ingerir alimentos, aproximadamente uma semana sem beber água, mas não sobrevive mais do que alguns minutos sem respirar oxigénio.



C - Área de trabalho individual

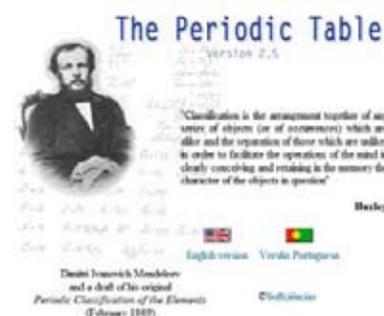


Recorda algumas das abordagens feitas nas aulas, respondendo às questões que se seguem. Para tal, poderás utilizar o recurso “TP v2.5”⁽¹⁾ disponível em <http://nautilus.fis.uc.pt/st2.5/>.

C1. Qual a localização do elemento oxigénio na Tabela Periódica?

C2. Completa a tabela relativa ao elemento oxigénio.

Símbolo químico	
Número atómico	
Massa atómica relativa	
Configuração electrónica	
Ião mais comum	
Isótopo mais abundante	



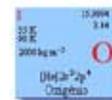
C - Área de trabalho individual (continuação)



C3. Indica quais são as substâncias elementares de oxigénio mais comuns.

C4. Completa a tabela relativa à substância elementar oxigénio.

Fórmula química	
Classe da substância elementar	
Origem	
Estado físico (PTN)	
Ponto de fusão	
Ponto de ebulição	



- História
- Ocorrência
- Aplicações
- Acção Biológica
- Propriedades
 - Elemento
 - Atômicas
 - Isótopos
 - Espectro
 - Substâncias Elementares
 - Substâncias Compostas

C4. Pesquisa na Internet as características do grupo ao qual pertence o oxigénio – calcogéneos.

D - Área de trabalho colaborativo pais/alunos



D1. Usando o recurso acima mencionado ou outros sítios da Internet, recomenda-se que o aluno faça um breve resumo sobre a TP ao seu pai/mãe ou outro familiar.

Anotam-se aqui alguns pontos que poderão servir de orientação:

- Organização dos elementos na TP;
- Designação das famílias dos elementos químicos dos grupos 1, 2, 17 e 18;
- Reactividade dos elementos dos grupos 1, 2, 17 e 18 e respectiva justificação com base na distribuição electrónica.

D2. “Sem oxigénio, as células constituintes do nosso corpo deixam de produzir energia.”

Depois de cada aluno apresentar as propriedades do oxigénio que pesquisou individualmente aos outros participantes nesta APC, investigar um pouco mais sobre esse elemento químico, recorrendo a um portal de ciência ou a TP disponíveis on-line. De seguida, apresentam-se alguns itens de pesquisa:

- História;
- Ocorrência;
- Acção biológica;
- Aplicações.

D3. “A luz emitida pelo Sol é vital para a nossa vida na Terra, mas, se toda ela incidisse na superfície do planeta, não conseguiríamos sobreviver. Neste contexto, o ozono merece uma atenção especial.”

Através de pesquisas na Internet, responder às questões que se seguem:

- Qual a fórmula química do ozono?
- Qual a camada da atmosfera em que o ozono é mais abundante?
- Quais as radiações que o ozono consegue absorver?
- Qual o significado da expressão “buraco na camada de ozono”?

D4. Visualizar o vídeo “ESCOLINHA DOS ELEMENTOS”, disponível em <http://www.youtube.com/watch?v=fVTG049pTzI>.

“...É hora do recreio. Vamos observar o oxigénio a tentar fazer amigos no playground.”



D - Área de trabalho colaborativo pais/alunos (continuação)



Neste momento, a vossa missão consiste em explicar cientificamente as amizades (ou não!) que o oxigénio estabeleceu. As relações a interpretar são:

- “Amizade do oxigénio com o hélio”;
- “Amizade do oxigénio com o ferro”;
- “Amizade do oxigénio com o bário”;
- “Amizade do oxigénio com o hidrogénio”.



Os pontos que se seguem devem, caso se justifique, ser explicitados:

- O oxigénio envolvido é atómico ou molecular;
- Reacção química subjacente;
- Aplicação das substâncias elementares referidas no nosso quotidiano;
- Relevância das substâncias formadas.

D5. O vídeo “ESCOLINHA DOS ELEMENTOS” apresenta uma incorrecção científica, patente também nas legendas, na descrição da formação da molécula de água.

Descubram-na e reescrevam essa parte da legenda de forma correcta. É importante explicares ao teu pai/mãe ou outro familiar o porquê da incongruência na linguagem utilizada nesse trecho do filme.

E - Para Continuar



E1. Apesar desta investigação, podem ficar algumas dúvidas ainda no ar. Registrar todas as dúvidas para depois o aluno tentar esclarecer na escola com o professor.

E2. Conscientes de que o vídeo poderia ser ampliado, pois o oxigénio pode estabelecer ligações químicas com quase todos os elementos químicos, sugere-se a redacção de pequenos textos que traduzam a:

- “Amizade do oxigénio com um átomo de carbono”;
- “Amizade do oxigénio com dois átomos de carbono”.

E3. Discutir a toxicidade do monóxido de carbono e elaborar uma lista de cuidados a ter durante o Inverno para evitar mortes por intoxicação, por exemplo, na presença de uma lareira.

E4. Avaliar as consequências do aumento da concentração de dióxido de carbono na nossa atmosfera e pesquisar na Internet quais os principais gases com efeito de estufa. Actualizar, ainda, a vossa “agenda ambiental” anotando, por exemplo, os compromissos assumidos por Portugal durante a Cimeira de Copenhaga.

E5. Elaborar um documento que contenha um conjunto de acções/attitudes adequadas à sustentabilidade da Terra e, por outro lado, urgentes para Portugal poder honrar os seus compromissos.



Ano Internacional da
QUÍMICA 2011

F - Avaliação de todos os intervenientes



Muito obrigado! Antes de mais, queremos agradecer pela colaboração e por todo o empenho colocado na realização desta actividade. Pedimos, por favor, que façam o preenchimento da tabela seguinte e que registem quaisquer outras observações que entendam pertinentes.

Preenchimento da tabela:

Assinalar com uma X a coluna que melhor corresponde à vossa opinião sobre o item em observação.

Utilizar, para apreciar cada item, a escala que a seguir se apresenta:

1- Muito Mau; 2- Mau; 3- Razoável; 4- Bom; 5- Muito Bom.

	1	2	3	4	5	
1- Desafio inerente à actividade com os pais no computador						Pais
						Aluno
2- Desempenho nas questões técnicas com o computador						Pais
						Aluno
3- Nível de troca de ideias e diálogo entre os participantes						Pais
						Aluno
4- Contributo para a melhoria/actualização dos conhecimentos científicos						Pais
						Aluno
5- Contributos para a compreensão do mundo na sua complexidade e globalidade						Pais
						Aluno
6- Contributos desta actividade para relacionar harmoniosamente o computador, o estudo e o diálogo familiar						Pais
						Aluno
7- Clareza dos recursos apresentados						Pais
						Aluno
8- Relevância dos recursos digitais sugeridos						Pais
						Aluno
9- Avaliação global						Pais
						Aluno

Outras observações:

Grato,
O Professor

⁽¹⁾ Marques, M., Cardoso, J., Paiva, J., Fiolhais, C., Gil, V. (1999). *Tabela Periódica* v2.5. Disponível em: <http://nautilus.fis.uc.pt/st2.5/>

Química para os mais novos

Marta C. Corvo

Departamento de Química
Faculdade de Ciências e Tecnologia
Universidade Nova de Lisboa
marta.corvo@dq.fct.unl.pt



Introdução

Na actividade proposta pretende-se utilizar transformações químicas para identificar uma substância sólida desconhecida. As substâncias são aparentemente semelhantes, mas cada uma irá apresentar um conjunto de reacções distinto. A intenção será inicialmente apresentar os quatro sólidos identificados para que a criança os teste, e depois apresentar-lhe um deles não identificado para que através das reacções agora conhecidas o consiga identificar. A preparação da experiência deverá ser feita por um adulto.

1- Identificação de uma substância desconhecida

Atenção: A tintura de iodo deverá ser mantida afastada das crianças mais pequenas. É nociva e destina-se somente a uso externo.

Material:

- Bicarbonato de sódio
- Fermento
- Detergente da roupa
- Amido de milho
- Água
- Vinagre
- Tintura de iodo
- Extracto de couve roxa
- 5 Colheres de chá
- 1 Folha de papel A4
- 4 Pipetas
- 10 Copos transparentes
- 1 Marcador



Preparação:

1. Identificar 5 copos com – **bicarbonato de sódio**, **fermento**, **detergente**, **amido**, e **desconhecido** (este último será a repetição de um dos anteriores).
2. Tirar uma colher de chá de cada um dos sólidos anteriores e colocar no respectivo copo.



3. Preparar a solução de tintura de iodo, adicionando $\frac{1}{2}$ colher de chá de tintura a cerca de meio copo de água.
4. Preparar o extracto de couve roxa de acordo com as indicações no Química nº121, p. 69-70-este será o **indicador**.
5. Identificar 4 copos com **água**, **vinagre**, **tintura de iodo**, e **indicador** (estes são os líquidos de teste).
6. Adicionar duas colheres de chá de cada solução dos líquidos de teste ao respectivo copo.



7. Preparar tiras de teste dividindo uma folha A4 em 5 tiras, e identificando o topo de cada uma delas com **bicarbonato de sódio**, **fermento**, **detergente**, **amido**, e **desconhecido**, respectivamente (se as tiras forem forradas com papel autocolante poderão ser reutilizadas).



Procedimento:

1. Começando pelo bicarbonato de sódio – colocar 4 porções ($\frac{1}{4}$ colher de chá) do respectivo sólido na tira de teste correspondente.
2. Colocar uma tira de papel ao lado da tira de teste e escrever o nome do líquido de teste ao lado de cada porção a testar.



3. Testar cada porção de bicarbonato de sódio com 5 gotas de um dos líquidos de teste. Observar o que acontece. Escrever ou desenhar o que aconteceu.
4. Repetir este procedimento com os restantes sólidos a analisar - **fermento**, **detergente**, **amido**, nas respectivas tiras de teste. Registrar as observações.



5. Com uma amostra desconhecida que será um dos sólidos já testados mas cuja identidade a criança desconhece, repetir as reacções e identificar o sólido desconhecido.

Explicação:

Com esta experiência utilizaram-se transformações químicas para identificar substâncias. As mudanças de cor e a formação de bolhas (libertação gasosa) são evidências de que ocorreu uma transformação química - uma REACÇÃO. Deve-se salientar a importância de observar e registar os resultados, bem como a necessidade de utilizar sempre as mesmas quantidades de líquidos de teste e de substância a analisar de modo a poder comparar os resultados.

		Sólidos a testar			
		Bicarbonato de sódio	Fermento	Detergente	Amido
Líquido de teste	Água	s/ alteração	Libertação gasosa, espuma	s/alteração	s/alteração
	Vinagre	Libertação gasosa	Libertação gasosa, espuma	pasta	s/alteração
	Sol. tintura de iodo	cor de laranja	Roxo ou preto, espuma	amarelado	preto
	Indicador	azul	Roxo e depois azul	verde	azul

Quando misturamos o vinagre, que é uma substância ácida porque contém ácido acético, com substâncias básicas, dá-se uma reacção de neutralização. Nas substâncias analisadas observamos a libertação de dióxido de carbono. A tintura de iodo contém iodo elementar, este último reage com o amido produzindo uma substância (complexo) de cor azul ou preta. Os indicadores são substâncias que mudam de cor na presença de ácidos e/ou de bases. O extracto de couve roxa fica com uma cor arroxeadada na presença de substâncias neutras, azul para substâncias básicas, e verde para substâncias ainda mais básicas (ver Química nº121, p. 69-71).

Bibliografia

[1] *Inquiry in action: Investigating matter through inquiry*, 3rd Ed., American Chemical Society, 2007, p. 260-267.

[2] J. Vancleave, *Janice VanCleave's A+ Projects in Chemistry: winning experiments for science fairs and extra credit*. John Wiley & Sons, Inc., 1993, p. 44-45, p. 67-72.



**3RD PORTUGUESE YOUNG CHEMISTRY MEETING – 3PYCHEM
9 - 11 MAIO 2012 NO PORTO**

À semelhança dos dois encontros anteriores do PYChem (Lisboa, 2008 e Aveiro, 2010), o próximo encontro desta série de eventos, 3rd Portuguese Young Chemistry Meeting – 3PYChem, irá realizar-se entre 9 e 11 de Maio de 2012 no Departamento de Química e Bioquímica da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, com o apoio do Grupo de Jovens Químicos (GJQ) e da Sociedade Portuguesa de Química (SPQ). Este encontro tem o objectivo de estimular o interesse dos jovens químicos Portugueses e fomentar o intercâmbio de ideias entre as diversas áreas da química. Pretende-se dar especial ênfase à ligação entre a investigação científica desenvolvida em laboratórios e a sua aplicabilidade na prática industrial, apontando novas oportunidades profissionais e motivando o espírito empreendedor dos participantes. Para tal, prevê-se que o programa deste evento inclua, para além das sessões plenárias, um conjunto de palestras proferidas por jovens químicos convidados, os quais terão, ainda, a oportunidade de dar a conhecer, em particular, o seu percurso profissional. Toda a informação relativa a este encontro estará brevemente disponível a partir da página Web da SPQ.

E: 3pychem@spq.pt



**2ND ITQB PHD STUDENTS' MEETING
26 - 28 OUTUBRO 2011 EM OEIRAS**

De 26 a 28 de Outubro de 2011 decorrerá no Instituto de Tecnologia Química e Biológica, em Oeiras, o 2nd ITQB PhD Students' Meeting. O encontro, que conta com o apoio da Sociedade Portuguesa de Química, é aberto a toda a comunidade científica e tem como objectivo proporcionar aos estudantes de doutoramento do ITQB uma oportunidade para apresentarem os seus trabalhos promovendo a interacção entre os diversos participantes. O encontro contará com a participação de Hélder Maiato (IBMC), João Gonçalves (FFUL/IMM), António Câmara (Ydreams), Helena Vieira (Bioalvo), Peter Villax (Hovione) e Carlos Fontes (NZYTech).

E: phds@itqb.unl.pt

URL: <http://www.itqb.unl.pt/education/2nd-itqb-phd-students-meeting>



**INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON METAL COMPLEXES (ISMEC2012)
18 - 22 JUNHO 2012 EM LISBOA**

Entre os dias 18 e 22 de Junho de 2012, Lisboa acolherá a realização do Simpósio Internacional de Complexos Metálicos (ISMEC2012), simpósio este que conta com o apoio da Sociedade Portuguesa de Química (SPQ). Este evento integra o XXIII Congresso Italiano-Espanhol em Termodinâmica de Complexos Metálicos, contudo ao longo dos anos verificou-se um número crescente de contribuições de cientistas de todo o mundo, o que conduziu à sua internacionalização actual bem como à abertura a novas áreas de interesse. Assim, serão vários os tópicos apresentados e discutidos neste evento, focando essencialmente a química e aplicações de complexos metálicos, tais como: complexos metálicos com interesse biológico e ambiental; química supramolecular; interacções de complexos metálicos e biomoléculas; química e património cultural; complexos metálicos nanoestruturados; fármacos com base em metais: terapêutica e diagnóstico; metais em doenças: transporte, homeostasia e toxicidade; metaloenzimas; modelação computacional; métodos analíticos e sensores baseados em complexos metálicos.

Mais informações poderão ser obtidas na página Web do evento.

E: ismec2012@ist.utl.pt

URL: <http://ismec2012.ist.utl.pt>



23RD INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON PHARMACEUTICAL AND BIOMEDICAL ANALYSIS (PBA2011)

9 - 12 OUTUBRO 2011 EM JOÃO PESSOA, BRASIL

O 23º Simpósio Internacional em Análises Farmacêuticas e Biomédicas irá decorrer entre os dias 9 e 12 de Outubro no Hotel Tamboú, localizado em João Pessoa, Brasil. A 1ª edição desta série de simpósios teve lugar em 1987 em Barcelona, decorrendo sempre na Europa ou nos Estados Unidos da América, com apenas 3 excepções, nomeadamente os realizados em Osaka (1996), no Canadá (2007) e na Índia (2009). Em 2011, o evento decorre pela 1ª vez no Brasil, sendo apoiado pela SPQ.

O simpósio PBA2011 pretende ser um fórum para apresentação e, sobretudo, para intercâmbio de informação e tecnologia entre investigadores e profissionais interessados na área de análises farmacêuticas e biomédicas. Assim, os temas seleccionados abrangem uma vasta gama de assuntos, incluindo ciências da separação, técnicas hifenadas, análise quiral, biomarcadores, produtos naturais, cristalografia, electroanálises, termoanálise, imagem

biomédica, entre outros. Previamente à realização do simpósio decorrerão 2 cursos de curta duração mediante inscrição: “*Modern Enantiomeric Chromatographic Separations*” a cargo do Prof. Daniel Armstrong (Universidade do Texas) e “*Sample Preparation for LC-MS/MS Analysis of Small Molecules in Biofluids*” a cargo do Prof. Karl-Siegfried Boos (Universidade de Munique).

O simpósio incluirá sessões plenárias, palestras, comunicações orais e posters e a publicação de um número especial no *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*.

E: pba.brazil.2011@gmail.com

URL: <http://www.pba2011.com>

4º CICLO DE SEMINÁRIOS ANTÓNIO V. XAVIER – ITQB SETEMBRO 2011 - JUNHO 2012 EM OEIRAS

O Instituto de Tecnologia Química e Biológica (ITQB) da Universidade Nova de Lisboa, irá organizar, pela 4ª vez, a série de seminários que decorrem em memória do cientista e fundador do ITQB, Ciclo de Seminários António V. Xavier. À semelhança de anos anteriores, para esta série de seminários foram convidados 10 cientistas de renome para abordar tópicos sobre a sua área de especialidade científica. Os seminários realizam-se numa quinta-feira de cada mês, entre Setembro de 2011 e Junho de 2012, pelas 11:00h, no Auditório do ITQB, sendo abertos ao público em geral.

URL: <http://www.unl.pt/eventos/geral/seminarios-antonio-v-xavier-2011-2012>



XXIVTH IUPAC SYMPOSIUM ON PHOTOCHEMISTRY 15 - 20 JULHO 2012 EM COIMBRA

Sob os auspícios da International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC), decorrerá em Coimbra, entre os dias 15 e 20 de Julho de 2012, o XXIV Simpósio de Fotoquímica. O programa do simpósio vai ao encontro de diversos aspectos actuais da fotoquímica e respectivas aplicações, salientando-se os seguintes tópicos de interesse: Fotoquímica orgânica e inorgânica; conversão de energia solar; fotocatalise, ambiente e fotoquímica verde; ciência e engenharia de materiais; química supramolecular; nanopartículas fotoactivas e nanomateriais; fotobiologia, biofísica e fotoquímica da pele; fotoquímica em medicina; sondas luminescentes, sensores e imagem; espectroscopia e instrumentação; fotoquímica e fotofísica: aplicações industriais; fotoquímica e património cultural, entre outros.

O evento conta já com a participação de investigadores de renome, os quais proferirão as plenárias do simpósio, nomeadamente Guillermo Bazan (Universidade da Califórnia, USA), Anthony Harriman (Universidade de Newcastle, Reino Unido), Ben Feringa (Universidade de Groningen, Holanda), Tetsuro Majima (Universidade de Osaka, Japão), Gregory Scholes (Universidade de Toronto, Canadá), Sebastião Formosinho e Luis Arnaut (Universidade de Coimbra),

Franco Scandola (Universidade de Ferrara, Itália) e Vivian Yam (Universidade de Hong Kong, China). Adicionalmente, refira-se que o simpósio contará com a realização de uma sessão especial designada “*Young Photochemists session*” a qual incluirá todos os aspectos da área da fotoquímica. Informações adicionais podem ser obtidas na página Web do simpósio.

E: burrows@ci.uc.pt

URL: <http://www.photoiupac2012.com>



FRAY INTERNATIONAL SYMPOIUM 27 NOVEMBRO - 1 DEZEMBRO 2011 EM CANCUN, MÉXICO

Vai realizar-se, de 27 de Novembro a 1 de Dezembro de 2011, no Hotel Hilton Cancun Golf – SPA Resort, o Fray International Symposium, o qual é patrocinado por mais de 200 organizações de diversos países de todo o mundo, entre elas a Associação Europeia para as Ciências Químicas e Moleculares (EuChemS). Este importante simpósio pretende honrar e distinguir o trabalho do professor Derek Fray, conhecido pela sua investigação relevante nas áreas de materiais e processamento, sendo autor de aproximadamente 400 artigos científicos e inventor de cerca de 180 patentes. O congresso abordará três vertentes chave: princípios, tecnologias e prática industrial, com especial ênfase para a procura de um ambiente globalmente limpo no século 21, reflectindo assim a vasta experiência do professor Fray em diversas áreas. Os temas incluem: extracção de metais não-ferrosos, produção de ferro e aço, reactores químicos e de processamento metalúrgico, processos electroquímicos, materiais refractários, reciclagem, tratamento de resíduos, biotecnologia e remediação de solos, geração de energia, compósitos, materiais cerâmicos, nanomateriais, materiais de valor acrescentado, bem como diversos assuntos relacionados com o ambiente e questões ambientais. Para informações detalhadas sobre o programa do congresso, consultar a respectiva página Web.

E: secretary@flogen.com

URL: <http://www.flogen.com/FraySymposium>



14TH IUPAC CONFERENCE ON POLYMERS AND ORGANIC CHEMISTRY (POC 2012) 6 - 9 JANEIRO 2012 EM DOHA, QATAR

Vai realizar-se, de 6 a 9 de Janeiro de 2012, em Doha, no Qatar, a 14ª Conferência da IUPAC de Polímeros e Química Orgânica (POC 2012). Esta será a primeira vez, desde a sua criação em 1982, que esta conferência da IUPAC terá lugar num país Árabe. Esta destacada conferência, será indubitavelmente uma plataforma de discussão dos avanços e descobertas mais recentes na área dos polímeros e química

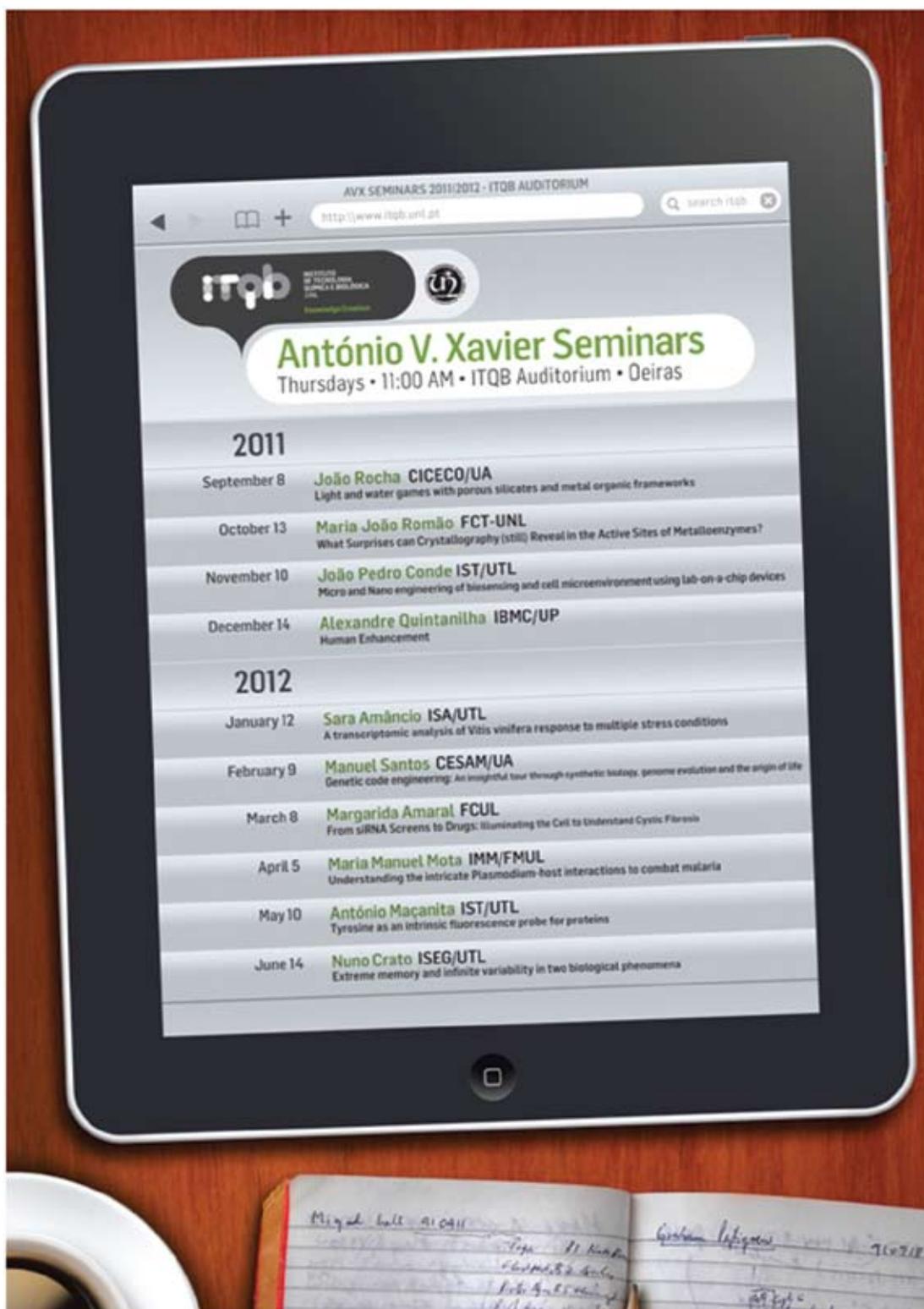
orgânica. A conferência integrará as seguintes sessões: Avanços na síntese de polímeros; Engenharia macromolecular com biomoléculas; Química ortogonal: síntese orgânica e de polímeros; Polímeros como terapêuticos; Polímeros de fontes renováveis; Polímeros na obtenção de energia; Poliolefinas; Materiais poliméricos inteligentes. Entre outros cientistas de renome internacional de 14 países diferentes, a conferência conta com a participação do Prof. Robert H. Grubbs, laureado com o prémio Nobel da Química (2005). A organização do POC 2012 irá atribuir

um número limitado de bolsas a estudantes para custear as despesas com a viagem. A candidatura deverá ser feita on-line até 30 de Setembro de 2011 (mais informações na página Web do evento).

E: bazzi@tamu.edu

URL: <http://www.poc2012.com>

Secção compilada por **Joana Amaral** (bquimica@ipb.pt)
www.spq.pt



8 – 10 Setembro 2011 em Lisboa

Glycosciences in the International Year of Chemistry – Applications to Human Health and Disease
E: aprauter@fc.ul.pt
URL: <http://www.spq.pt/eventos/glycoiyc>

14 – 16 Setembro 2011 em Rostock, Alemanha

8th International Conference on History of Chemistry
E: carsten.reinhardt@uni-bielefeld.de
URL: http://www.gdch.de/vas/tagungen/tg/5511__e.htm

Setembro 2011 - Junho 2012 em Oeiras

4º Ciclo de Seminários António V. Xavier
URL: <http://www.unl.pt/eventos/geral/seminarios-antonio-v-xavier-2011-2012>

5 – 7 Outubro 2011 em Milão, Itália

CHEM-MED 2011 Conference
E: claudio.molinari@zeroemission.eu
URL: http://www.chem-med.eu/en_rbs/index_sch.asp

9 – 12 Outubro 2011 em João Pessoa, Brasil

23rd International Symposium on Pharmaceutical and Biomedical Analysis (PBA 2011)
E: pba.brazil.2011@gmail.com
URL: <http://www.pba2011.com>

11 – 13 Outubro 2011 em Budapeste, Hungria

3rd Frontiers in Organic Synthesis Technology (FROST3)
E: richard.jones@thalesnano.com
URL: <http://www.frost2011.com>

12 – 16 Outubro 2011 em Cracóvia, Polónia

International Congress of Young Chemists (YoungChem2011)
E: youngchem2011@gmail.com
URL: <http://www.youngchem.com/index.html>

26 – 28 Outubro 2011 em Oeiras, Portugal

2nd ITQB PhD Students' Meeting
E: phds@itqb.unl.pt
URL: <http://www.itqb.unl.pt/education/2nd-itqb-phd-students-meeting>

1 – 4 Novembro 2011 em Praga, República Checa

5th International Symposium on Recent Advances in Food Analysis (RAFA 2011)
E: Food_Analysis_2011@vscht.cz
URL: <http://www.rafa2011.eu>

9 – 11 Novembro 2011 em Pontevedra, Espanha

XVII Encontro Luso-Galego de Química
E: secretaria@colquiga.org
URL: <http://www.colquiga.org/contenido.php?idpag=13001&idcon=pag20110118203614>

21 – 24 Novembro 2011 em Yokohama, Japão

10th International Symposium on Organic Reactions (ISOR10)
E: nisiyama@chem.keio.ac.jp
URL: <http://isor10.org>

27 Novembro – 1 Dezembro 2011 em Cancun, México

Fray International Symposium
E: secretary@flogen.com
URL: <http://www.flogen.com/FraySymposium>

29 Novembro – 2 Dezembro 2011 em Tóquio, Japão

8th International Medicinal Chemistry Symposium
E: yokoyama@phar.toho-u.ac.jp
URL: <http://www.aimecs11.org>

2 – 5 Dezembro 2011 em Barcelona, Espanha

International Symposium on Applied Bioinorganic Chemistry
E: isabc2011@mondial-congress.com
URL: <http://www.qi.ub.es/isabc11>

4 – 8 Dezembro 2011 em Nara, Japão

International Symposium on Catalysis and Fine Chemicals 2011
URL: <http://www.comp.tmu.ac.jp/cfc2011>

19 – 20 Dezembro 2011 em Bath, Reino Unido

Royal Society of Chemistry Supramolecular and Macrocycles Meeting
E: masc11@lists.bath.ac.uk
URL: <http://funmol.wordpress.com>

Janeiro/Fevereiro 2012 no Porto

9º Encontro Nacional da Divisão de Catálise e Materiais Porosos da SPQ (9ENCMP)
E: jlfaria@fe.up.pt

6 – 9 Janeiro 2012 em Doha, Qatar

14th International IUPAC Conference on Polymers and Organic Chemistry (POC 2012)
E: contact@poc2012.com
URL: <http://www.poc2012.com>

9 – 11 Janeiro 2012 no Porto

7º Encontro Nacional de Cromatografia (ENC2012)
E: enc2012@fc.up.pt
URL: <http://www.spq.pt/eventos/enc2012>

31 Janeiro – 1 Fevereiro 2012 em Bruges, Bélgica

Second International Symposium on Hyphenated Techniques for Sample Preparation (HTSP-2)
E: htc@ordibo.be
URL: <http://www.ordibo.be/htc>

1 – 3 Fevereiro 2012 em Bruges, Bélgica

International Symposium on Hyphenated Techniques in Chromatography and Hyphenated Chromatographic Analyzers (HTC-12)
E: htc@ordibo.be
URL: <http://www.ordibo.be/htc>

20 – 22 Fevereiro 2012 em Lyon, França

International Conferences on Microreaction Technology
E: contact@imret12.fr
URL: <http://www.imret12.fr>

25 – 29 Março 2012 em San Diego, USA

243rd ACS National Meeting & Exposition
E: k_thompson@acs.org
URL: <http://portal.acs.org/portal/acs/corg/content>

26 – 30 Março 2012 em Dubrovnik, Croácia

20th International Conference on Polymer Characterization - World Forum on Advanced Materials
E: polychar20@fkit.hr
URL: <http://www.polychar20-croatia.com>

16 – 21 Abril 2012 em Corfu, Grécia

12th Eurasia Conference on Chemical Sciences
E: eurasia12@conf.uoi.gr
URL: <http://eurasia12.uoi.gr>

9 – 11 Maio 2012 no Porto

3rd Portuguese Young Chemistry Meeting – 3PYChem
E: 3pychem@spq.pt

18 – 22 Junho 2012 em Lisboa

International Symposium on Metal Complexes (ISMEC2012)
E: ismec2012@ist.utl.pt
URL: <http://ismec2012.ist.utl.pt>

15 – 20 Julho 2012 em Coimbra

XXIVth IUPAC Symposium on Photochemistry
E: burrows@ci.uc.pt
URL: <http://www.photouiupac2012.com>

Secção compilada por **Joana Amaral**
(bquimica@ipb.pt) www.spq.pt