

EDITORIAL	2
NOTICIÁRIO SPQ	
Prémio Luso-Espanhol Conferência Lourenço-Madina	3
7º Encontro Nacional de Cromatografia	3
16ª Conferência Europeia de Química Analítica	4
Solvay e Hovione Distinguem Inovação Nacional	5
Furto do Busto de Ferreira da Silva	6
Notícias da Divisão de Química Analítica da IUPAC	6
ANO INTERNACIONAL DA QUÍMICA E CENTENÁRIO DA SPQ	
Diário do Ano Internacional da Química 2011	7
Concurso CSI - Compreender, Saber, Investigar a Química	16
Cerimónia de Abertura da Continuação do Ano Internacional da Química	17
O Ano Internacional da Química foi o Ano das Tabelas Periódicas!	19
LIVROS E MULTIMÉDIA	
Marie Skłodowska Curie – Imagens de Outra Face	21
Fundamentals of Contemporary Mass Spectrometry	22
Introducing Proteomics: From Concepts to Sample Separation, Mass Spectrometry and Data Analysis	22
ENTREVISTA	
Maria Helena Florêncio – Coordenadora da Rede Nacional de Espectrometria de Massa	23
Entrevista conduzida por Carlos Cordeiro	
Peter Roepstorff – Investigador em Proteómica	27
Entrevista conduzida por Carlos Cordeiro	
QUÍMICA E SOCIEDADE	
Química e Música: “Come Together”?	31
<i>Luis M. S. LOURA</i>	
ARTIGOS	
100 Anos da Química em Portugal sob os Auspícios da SPQ Parte II. O nascimento das Sociedades de Química na Europa e a profissionalização da Química em Portugal	41
<i>Sebastião J. Formosinho</i>	
Alta Exatidão em Espectrometria de Massa: da Composição Elemental à Anotação em Metabolómica	49
<i>António E. N. Ferreira</i>	
Neuroproteómica: à Procura do (Des)conhecido!	53
<i>Bruno Manadas</i>	
Lipidómica na Saúde - À Procura de Biomarcadores	57
<i>Bárbara M. Macedo</i>	
A Espectrometria de Massa na <i>World Wide Web</i>	60
<i>Marta Sousa Silva e Carlos Cordeiro</i>	
QUÍMICA E ENSINO	
Extração e Purificação da Cafeína numa Amostra de Chá	61
<i>Maria João Ferreira, Ana Fernandes, Paula Gaio, Paulo Rosa, Nuno Vieira</i>	
Uma Análise SWOT do Contexto CTSS das Atividades Laboratoriais do Ensino Secundário	65
<i>Dominique A. Costa, M. Gabriela T. C. Ribeiro e Adélio A. S. C. Machado</i>	
PAIS NA APRENDIZAGEM DA QUÍMICA	
Companhia dos Materiais – Atividade Envolvendo os Pais na Aprendizagem da Química	75
<i>Carla Morais, João Paiva</i>	
QUÍMICA PARA OS MAIS NOVOS	81
<i>Marta C. Corvo</i>	
DESTAQUES	85
AGENDA	87
ORIENTAÇÕES EDITORIAIS	88

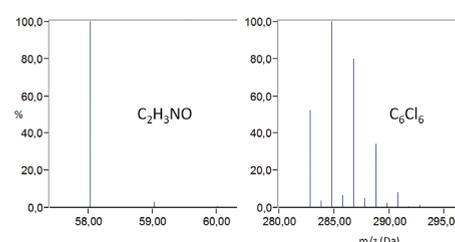
Entrevista 23

Entrevista com a Professora Maria Helena Florêncio, coordenadora da rede nacional de espectrometria de massa criada em 2008.



Artigo 49

A alta exatidão em espectrometria de massa na identificação em larga escala de compostos orgânicos em amostras biológicas complexas.



Química e Sociedade 31

A Química e a Música estão frequentemente interligadas. São conhecidos vários químicos-músicos. E músicos-químicos?



Semiotic - all about chemistry





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

Este é o primeiro número de um novo ano e, para o assinalar, o QUÍMICA chega às suas mãos com alguma novidades. Iniciamos a edição de todos os textos segundo o novo acordo ortográfico e renovamos ligeiramente a imagem do Boletim. Mas não é só o Boletim que procura renovação, o país está também ele mergulhado numa série de mudanças, das quais as reformas no código do trabalho, nos transportes e na administração local são exemplos atuais. É natural por isso, neste clima de mudanças, que a Ciência também sofra alterações, como é o caso do recrutamento de investigadores doutorados e das candidaturas a projetos em todos os domínios científicos. Pela primeira vez, os candidatos a investigadores doutorados terão de concorrer num concurso nacional competitivo, onde apenas o currículo do candidato será tido em conta na seleção. Os investigadores selecionados terão a liberdade de escolher a instituição para onde ir, sendo que estas terão que ter a capacidade de os captar. Este processo de recrutamento exigente contrapõe o processo anterior, onde o currículo do candidato não era critério único, mas sim também a instituição de acolhimento, o plano de trabalhos e o currículo do orientador responsável pelo investigador. No domínio teórico, espera-se assim selecionar os melhores cientistas, que por sua vez terão a possibilidade de exercer a sua atividade nas melhores instituições. As candidaturas a projetos de investigação em todos os domínios científicos surgem em 2012 com muitas novidades. Em primeiro lugar, de destacar os diferentes prazos de submissão de candidaturas para as quatro áreas científicas definidas pela FCT. Uma pequena alteração, que irá de certeza permitir uma melhor gestão na preparação de projetos aos investigadores que concorrem em diferentes áreas e, acima de tudo, aliviar os servidores da FCT e evitar assim os já tradicionais picos de acesso ao sistema nos últimos dias do concurso, que muito desgaste causam em todos os que deixam para o final a submissão da sua candidatura. Mas a alteração mais significativa prende-se com a existência de diferentes tipologias de projetos, que diferem no tempo de execução, na dimensão da equipa e no montante de financiamento. A 1ª tipologia de projeto sobrepõe a tipologia típica dos projetos FCT de anos anteriores, sendo a única novidade a redução da sua duração para dois anos. A 2ª tipologia corresponde a projetos de investigação com as características da 1ª, mas realizados em colaboração entre equipas de investigação portuguesas e francesas. Numa 3ª tipologia são aceites candidaturas a projetos de investigação exploratória, com a duração máxima de um ano e montantes de financiamento inferiores, um conceito interessante, que possibilitará a exploração de algumas boas ideias, mas cujo sucesso seja difícil de prever. A grande novidade reside na tipologia 4, a submissão de projetos âncora em linhas de investigação e de consolidação de competências e recursos em investigação. Esta tipologia é acessível apenas a grandes estruturas de investigação, permitindo obter financiamento para dar continuidade e consistência a equipas e linhas de investigação de excelência, ou o reforço de equipamentos.

Um exemplo de estruturas de investigação potenciais candidatas a esta última tipologia de projetos são os grupos que trabalham com espectrometria de massa, uma área científica que envolve equipamentos que requerem investimentos avultados, quer na sua aquisição, quer na sua manutenção. A espectrometria de massa é precisamente o tema em destaque neste número do QUÍMICA. Esta área em franca expansão permite uma diversidade alargada de aplicações de grande interesse em química. Neste fascículo publicamos entrevistas à Profª. Maria Helena Florêncio, coordenadora da rede nacional de espectrometria de massa, e ao Prof. Peter Roepstorff, iminente investigador em proteómica e um dos pioneiros em espectrometria de massa de proteínas, que nos dão a conhecer as evoluções da espectrometria de massa no nosso país e no mundo. Publicamos também três artigos sobre aplicações da espectrometria de massa nas ciências da vida. O primeiro artigo apresenta a metabolómica, que consiste na identificação em larga escala de compostos orgânicos de baixa massa molecular com interesse funcional em amostras biológicas complexas, e como a alta exatidão em espectrometria de massa pode auxiliar nessa identificação. O segundo artigo incide sobre neuroproteómica, uma área de investigação que integra o conhecimento do proteoma em tecidos do sistema nervoso com o papel que essa informação representa e desempenha. No terceiro artigo mostra-se como a espectrometria de massa intervém na lipidómica, que consiste na análise quantitativa e qualitativa dos lípidos no organismo, uma área de estudo que tem despertado o interesse da comunidade científica devido à sua ligação a várias patologias humanas, tais como diabetes, obesidade, aterosclerose e doença de Alzheimer. Poderá ainda encontrar as habituais secções, que espero sejam do seu agrado.

Boa leitura!

BOLETIM DA SOCIEDADE PORTUGUESA DE QUÍMICA

Textos Segundo o Novo Acordo Ortográfico

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 124, janeiro – março 2012

Redação 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 Baleizão
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
1700 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 Direção 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 janeiro-março de cada ano e no sítio web da SPQ.

Publicação subsidiada pela

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

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

PRÉMIO LUSO-ESPAÑHOL CONFERÊNCIA LOURENÇO-MADINAVEITIA

A atribuição do Prémio, feita alternadamente pela SPQ e pela RSEQ, coube em 2011 à SPQ. O júri, presidido por Mário Berberan e Santos, Presidente da SPQ, e tendo por vogais José Cavaleiro, José Costa Lima, José Moura, Maria José Calhorda e Sebastião Formosinho, decidiu, por unanimidade, atribuir o prémio ao Professor Miguel Angel Yus Astiz, da Universidade de Alicante. O Prof. Miguel Yus proferirá durante o ano de 2012 uma série de conferências em universidades portuguesas sobre matérias da sua especialidade, e cujo calendário será anunciado oportunamente.

NOTA BIOGRÁFICA DO PROFESSOR MIGUEL YUS

Miguel Yus nasceu em Saragoça em 1947, tendo estudado Química (1969) e realizado o seu Doutoramento na universidade desta cidade. Depois de dois anos de pós doutoramento no Max Planck Institut für Kohlenforschung de Mülheim a.d. Ruhr (Alemanha), regressou à universidade de Oviedo, onde foi promovido a Professor Adjunto em 1977 e a Catedrático em 1987. Em 1988 transferiu-se para a Universidade de Alicante como Catedrático de Química Orgânica, sendo

atualmente o Diretor do Instituto de Síntese Orgânica (ISO) desde a sua criação. O Dr. Yus foi Professor Visitante em diferentes instituições, como o ETH e as universidades de Oxford, Harvard, Uppsala, Marselha, Tucson, Okayama, Paris, Estrasburgo, Tóquio e Kyoto. É coautor de mais de 500 publicações, principalmente no campo do desenvolvimento de novas metodologias envolvendo compostos organometálicos. Miguel Yus proferiu mais de 150 conferências, a maior parte fora de Espanha. Entre outros, recebeu o Spanish-French Prize (1999), duas vezes o Japan Society for the Promotion of Science Prize (Okayama 2000 e Kyoto 2007), o Stiefvater Memorial Lectureship Award (Lincoln 2001), o Nagase Science and Technology Foundation Fellowship (Kyoto 2003), o Prémio Fundeun-Iberdrola (Alicante 2007) e foi conferencista na Conferência Serratosa 2010. O Dr. Yus fez parte da Comissão Editorial de cerca de 15 revistas internacionais, entre elas Tetrahedron e Tetrahedron Letters (até 2008), European Journal of Organic Chemistry (até 2009), Chemistry Letters, The Chemical Record, Current Organic Chemistry, Current Chemical Biology, Jordan Journal of Chemistry e Trends in Organic Che-



mistry, sendo ainda Editor Regional de Letters in Organic Chemistry e The World Journal of Chemistry. Desde novembro de 2011 é membro da Academia Europeia de Ciências e Artes. Os seus interesses de investigação centram-se em compostos organometálicos funcionalizados de elevada reatividade e sua aplicação em síntese orgânica, ativação de metais, novos catalisadores metálicos incluindo nanopartículas, e síntese assimétrica especialmente na sua componente catalítica. Miguel Yus e outros membros do ISO fundaram recentemente a empresa MEDALCHEMY S. L. para comercializar produtos de química fina.

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

7º ENCONTRO NACIONAL DE CROMATOGRÁFIA

O 7º Encontro Nacional de Cromatografia (7ENC) decorreu na Faculdade de Ciências da Universidade do Porto (FCUP) entre 9 e 11 de janeiro do corrente ano, tendo o evento sido participado por mais de duzentos conferencistas vindos de todo o país, e também de Espanha e do Brasil, e tido a adesão de diversos stands de empresas nacionais e estrangeiras da especialidade. Comece-se por referir a excelente organização levada a cabo pela Comissão Organizadora local, liderada pelo Prof. Aquiles Barros do Departamento de Química e Bioquímica da FCUP, e até atribuir um voto de louvor ao Dr. Luís Gonçalves, pela

grande capacidade de trabalho, dedicação e desempenho demonstrados.

Conforme vem sendo habitual, foram convidados dois reputados cientistas estrangeiros, nomeadamente, o Prof. Michal Holčapek da University of Pardubice (República Checa) e a Profª. Maria Eugênia Queiroz do Departamento de Química da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo (Brasil), que proferiram lições plenárias de excelência sobre os desenvolvimentos mais recentes associados às técnicas cromatográficas. Na totalidade, foram efetuadas

mais de cento e cinquenta apresentações científicas, entre lições plenárias, meias-plenárias, comunicações orais e posters, tendo o denominador comum sido uma vez mais a partilha de experiências entre todos os participantes que estudam, desenvolvem e aplicam as técnicas cromatográficas. Durante o evento houve uma clara adesão de jovens conferencistas, tendo as empresas que patrocinaram o evento atribuído prémios às melhores comunicações apresentadas.

Formado há uma dúzia de anos, o grupo de Cromatografia da Sociedade Portuguesa de Química (SPQ)

parece estar consolidado e continuará seguramente o longo caminho de divulgar as técnicas cromatográficas na academia, indústria e sociedade em geral, tendo como horizonte, a qualidade científica e a manutenção da reputação até aqui reconhecida. Refira-se que, desde 2011, a SPQ é membro da “European Society for

Separation Science” (EuSSS), que tem como principal missão a criação de uma plataforma europeia de apoio à ciência de separação.

Para o biénio 2012-13, o grupo de Cromatografia da SPQ será presidido pelo Prof. João Queiroz, estando já agendado o 8º Encontro Nacional de

Cromatografia, a ter lugar na Universidade da Beira Interior em dezembro de 2013.

José Manuel F. Nogueira

(nogueira@fc.ul.pt)

Representante da SPQ na *European Society for Separation Science* (EuSSS)



Sessão plenária proferida pela Prof^a. Maria Eugênia Queiroz (Universidade de São Paulo, Brasil)



Assistência do 7ENC



Sessão de encerramento do 7ENC com a entrega dos prémios

16ª CONFERÊNCIA EUROPEIA DE QUÍMICA ANALÍTICA



Entre os dias 11 e 15 de setembro de 2011, realizou-se em Belgrado, capital da Sérvia, a 16ª edição da Conferência Europeia de Química Analítica (EUROANALYSIS 16), da iniciativa da Divisão de Química Analítica da EuChemS.

Com o tema “Challenges in Modern Analytical Chemistry”, contou com largas centenas de participantes de cerca de 60 países, tendo sido apresentadas 10 Lições Plenárias, 21 Lições Convidadas, Comunicações Orais em número superior a 100 e cerca de 500 apresentações em Painel, distribuídas por 3 sessões. Celebrando um dos temas do Ano Internacional da Química, AIQ 2011, houve ainda uma Sessão especial dedicada a Madame Curie. A EUROANALYSIS 16 foi também o palco para a Lição Europeia “The Expanding Scope of Analytical Atomic Spectroscopy: Isotopes, Molecules and Nanoparticles via Mass Spectrometry”, proferida pelo Prof. Alfredo Sanz-Medel (Univer-

sidade de Oviedo-Espanha) e a Lição Robert Kellner “Diving Deep Into the Chemistry of Brain” apresentada pelo galardoado Prof. Jonas Bergquist (Universidade de Uppsala – Suécia). Um programa bastante preenchido ainda permitiu os Seminários da Hora do Almoço, o que constitui uma nova experiência, em que várias empresas de equipamentos laboratoriais presentes no certame apresentaram os seus desenvolvimentos tecnológicos mais recentes. Como já vem sendo habitual, o dia que antecedeu a Conferência foi preenchido com cursos em temas emergentes, “Mass Spectrometry and Applications in the Pharmaceutical Industry”, “Chemometrics in Excel-Interactive Educational Programme” e “Quality and Reliability in Analytical Chemistry”. Pode ser consultada informação mais detalhada em <http://www.euroanalysis2011.rs/program>.

Apraz-me registar o elevado nível científico dos trabalhos, que associado a uma organização impecável, contribui decisivamente para o entusiasmo evidenciado por todos. A expressiva participação de jovens cientistas surge como um indicador da vivacidade desta atividade dos químicos analistas europeus, que atraiu a participação de numeroso grupos de

além Europa, designadamente do Brasil. Local de encontro obrigatório das várias gerações, propício à partilha de conhecimento e ao acompanhamento de desenvolvimentos, a EUROANALYSIS 16 contou com significativa participação portuguesa vinda de Aveiro, Funchal, Lisboa e Porto.

O Encerramento foi um novo momento alto, com a passagem do testemunho simbolizado na já famosa “Bandeira da EUROANALYSIS”, verde da Irlanda, país que a criou e ofereceu quando, em 1978, organizou, em Dublin, a EUROANALYSIS 3; verde da Química Verde, verde da Esperança e que, entre 1998 e 2000, orgulhosamente foi residente em Portugal, país organizador da EUROANALYSIS 11. É agora a vez dos colegas da Universidade de Varsóvia-Polónia organizarem a EUROANALYSIS 17, repetindo o feito extraordinário que foi a EUROANALYSIS 5 levada a cabo em 1984 pelo Professor Adam Hullanicki na cidade polaca de Cracóvia.

Maria Filomena Camões

(mfcamoes@fc.ul.pt)

Representante da IUPAC e Membro do Conselho Científico da EUROANALYSIS 16

SOLVAY E HOVIONE DISTINGUEM INOVAÇÃO NACIONAL



A 20 de dezembro de 2011, no Museu do Oriente, em Lisboa, a Solvay Portugal e a Hovione encerraram a 2ª edição do concurso Solvay & Hovione Innovation Challenge (SHIC'11) com a atribuição de dois prémios no domínio da inovação e do empreendedorismo. Direcionada a docentes, investigadores e estudantes universitários em Portugal, a iniciativa pretendeu diferenciar e apoiar ideias e projetos na área da investigação científica. O prémio monetário atribuído às duas ideias vencedoras, num total de 20 mil euros, tem por objetivo ajudar a financiar os projetos. A este estímulo acresce o facto de os candidatos ao concurso beneficiarem da oportunidade de concretizarem contactos privilegiados com a comunidade empresarial, potenciando a sua visibilidade e a angariação de interessados na concretização destas ideias.

As duas equipas premiadas foram selecionadas entre 44 ideias candidatas, que resultam do envolvimento de investigadores, docentes e estudantes universitários. A forte adesão

a este desafio resulta também do esforço iniciado em 2008, aquando do lançamento da primeira edição deste concurso. O SHIC'11 implicou a realização de um road-show de contacto, que visitou, ao longo de seis meses, 14 instituições de ensino universitário, com equipas das duas empresas a promoverem sessões de divulgação e a visitarem os laboratórios. Este certame envolveu personalidades do meio académico e instituições das áreas de investigação em análise. Além de responsáveis da Solvay e da Hovione, o júri do concurso integrou representantes dos quatro parceiros institucionais (Sociedade Portuguesa de Química, Colégio de Engenharia Química, Colégio de Especialidade em Indústria Farmacêutica da Ordem dos Farmacêuticos e Agência de Inovação) e docentes universitários de prestigiado currículo.

Os PRÉMIOS

O Prémio Solvay, vocacionado para as áreas da Química, Engenharia Química, Materiais e Ambiente, foi ganho pelo projeto “Dye-Sensitized Solar Cells: A New Vision for Making it a Competitive Technology”, desenvolvido por Adélio Mendes, Luísa Andrade e Joaquim Gabriel, docentes e investigadores da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

O Prémio Hovione, relativo às áreas da Química Fina e do Desenvolvimento Farmacêutico, foi ganho pelo projeto “Molecularly Imprinted Devices for Purification of APIs”, desenvolvido

pela investigadora Teresa Casimiro, do Laboratório REQUIMTE, da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa. Esta proposta contou igualmente com o apoio das investigadoras Ana Isabel Aguiar Ricardo, Mara Soares da Silva e Raquel da Costa Viveiros.

A Hovione distinguiu mais duas candidaturas com menções honrosas. A primeira foi entregue ao projeto “Affinity Layering – An Innovative Approach Towards Cancer Theranostics”, da equipa do Grupo de Engenharia Biomolecular, da Faculdade de Ciência e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa, liderada pela Professora Ana Cecília Roque e que contou com o apoio das estudantes de doutoramento Ana Sofia Pina, Íris Batalha e Susana Palma. A segunda menção honrosa foi atribuída à ideia “Superminocycline, The Stable, High-temperature Resistant, Novel Minocycline Polymorph”, do Grupo de investigadores, Miguel Ângelo Rodrigues, Luís Padrela, Henrique Santos de Matos, Edmundo Gomes de Azevedo, Lídia Veloso Pinheiro, António José Neves Almeida, do Instituto Superior Técnico e da Faculdade de Farmácia da Universidade de Lisboa.

(Adaptado da press release “Solvay e Hovione distinguem investigação nacional”)

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



Equipa vencedora do Prémio Hovione



Equipa vencedora do Prémio Solvay

FURTO DO BUSTO DE FERREIRA DA SILVA



Busto de Ferreira da Silva, até há pouco tempo existente no largo da Igreja de Cucujães

Em Cucujães, Oliveira de Azeméis, existia há muitos anos, em frente à igreja local, um busto em bronze de um filho ilustre da terra, o químico Ferreira da Silva (1853-1923), fundador da Sociedade Portuguesa de Química.

Recentemente, e dada a vaga de roubos de estátuas de bronze no norte do país e na Galiza, a Junta de Freguesia mandou reforçar a base de sustentação do busto, para dificultar a sua retirada. Não foi contudo suficiente para evitar que este fosse furtado durante a noite. Dada a sua importância para a população local, a Junta de Freguesia

irá tentar repor o busto, que era uma reprodução do existente na Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, da autoria do escultor Teixeira Lopes.

Estima-se serem necessários 7.500 € a 10.000 € para a sua reposição. Segundo as palavras do Presidente da Junta de Freguesia de Cucujães, Sr. António Silva, “a freguesia ficou mais pobre com o furto deste seu património”.

Joana Amaral
(bquimica@ipb.pt)
www.spq.pt

NOTÍCIAS DA DIVISÃO DE QUÍMICA ANALÍTICA DA IUPAC

A composição dos vários órgãos da IUPAC, representada em Portugal pela Sociedade Portuguesa de Química, é revista cada biénio. No biénio 2012-2013, a Divisão de Química Analítica (ACD-V) é presidida por Maria Filomena Camões (www.dqb.fc.ul.pt) que, nessa qualidade, integra também o *Bureau*.

Com o objetivo da promoção das várias áreas da Química Analítica, a Divisão apoia o desenvolvimento de projetos que poderão alargar-se a uma ou mais das 8 divisões existentes (www.iupac.org). O projeto prioritário da Divisão é, atualmente, a revisão do *Orange Book*, nome pelo qual é conhecido

o livro de recomendações IUPAC relativo à Química Analítica, à semelhança dos nomes de diferentes cores atribuídas, respetivamente, a cada uma das outras divisões. A edição anterior, que pode ser acedida *online*, é a 3ª e data de 1998. Para a nova edição há uma estrutura de capítulos já definida que contempla os vários tipos de métodos de separação e de medição analítica, bem como uma seleção de áreas sectoriais de intervenção. Cada capítulo conta com um coordenador que, com as colaborações de que disponha, levará a tarefa a bom porto.

Um dos capítulos, da minha responsabilidade, é o de “Métodos de análise

que assentam em medidas de massa e de volume”, tema clássico, sempre renovado e promovido. Desejando-se fazer a mais ampla cobertura possível de termos e conceitos pertinentes, gostaria de abrir o repto aos colegas portugueses, aguardando manifestações de interesse em colaborar em propostas de entradas, que serão tomadas em devida consideração. Sugestões de outros projetos são igualmente bem vindas.

Maria Filomena Camões
(mfcamoes@fc.ul.pt)
Presidente da Divisão de Química
Analítica da IUPAC

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.



DIÁRIO DO ANO INTERNACIONAL DA QUÍMICA 2011

O Diário publicado neste número do Boletim da Sociedade Portuguesa de Química compila o conjunto de atividades realizadas no âmbito do Ano Internacional da Química e do Centenário da SPQ durante os meses de novembro e dezembro de 2011, encerrando assim o registo das atividades realizadas por todo o país durante o ano de 2011, certos de que estas e muitas outras iniciativas continuarão vivas fruto da dinâmica de todos os envolvidos.

NOVEMBRO

CONFERÊNCIAS / PALESTRAS:

Ciclo de Palestras “Q⁴ no Centro Ciência Viva do Algarve”



No âmbito da celebração do Ano Internacional da Química, o Centro Ciência Viva do Algarve (CCVAIg) promoveu, durante o

mês de novembro, um conjunto de palestras a que designou “Q⁴ no Centro Ciência Viva do Algarve”, para as quais convidou os professores e alunos das escolas do Algarve a participarem.

As palestras decorreram no CCVAIg durante o mês de novembro, às quartas-feiras à tarde, em ambiente informal de tertúlia. Cada palestra partiu de uma demonstração experimental, como introdução a cada um dos temas, explorados com a participação de todos os presentes.

- 2 de novembro: “**A Propósito da Química: Encanto & Harmonia + Acaso & Procura**” – Prof. Doutor Victor Gil, Departamento de Química da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra, Presidente da Direção do Exploratório CCVC
- 9 de novembro: “**A Química no Quotidiano**” – Prof. Doutor Américo Lemos, Departamento de Química e Farmácia da Universidade do Algarve
- 16 de novembro: “**A Química no Desenvolvimento de Medicamentos**” – Prof^a Doutora Maria de Lurdes Cristiano, Departamento

de Química e Farmácia da Universidade do Algarve

- 23 de novembro: “**Química do Mar**” – Prof^a Doutora Alice Newton, Departamento de Química e Farmácia da Universidade do Algarve

Macromolecules in Art

Professora Maria Perla Colombini, Departamento de Química, Universidade de Pisa

4 de novembro, Colégio Luís António Verney, Universidade de Évora

EXPOSIÇÕES E OUTROS EVENTOS:

Ciência na Rua 2011



Estremoz em Festa colocou de novo a “Ciência na Rua”!

A Ciência e a Arte vivem a Química no nosso dia a dia!

Durante 2 noites inesquecíveis (5 e 6 de novembro), dezenas de cientistas e artistas invadiram a cidade de Estremoz recriando e experimentando 7 Grandes Momentos Científicos. Ao longo de 7 horas, o teatro, a música, a dança e dezenas de experiên-

cias científicas interativas estiveram disponíveis no Parque de Feiras e Exposições da cidade de Estremoz, ajudando a compreender o funcionamento do Mundo em que vivemos. No Ano Internacional da Química celebrou-se a “Química no nosso dia a dia” num Festival de Ciência & Arte de Características Únicas!

Programa:

- 17.00 Abertura: Carros Científicos e BARDOADA – O Grupo do Sarrafo (pt)
- 17.30 “Química e a Investigação Criminal” por CCVEstremoz e ECTUÉ “CSI Clowns Investigators” por DESPERATE MEN (uk)
- 18.00 “Tabela Periódica e Química e a Saúde” por CCVEstremoz e ECTUÉ “Substâncias” por Quórum Ballet (pt)
- 20.00 “Química e a Alimentação” por CCVEstremoz e ECTUÉ “La Belle Abondance” por Jo Bithume (fr)
- 22.00 “Lavoisier” por CCV-Estremoz e ECTUÉ “Lavoisier” por Amalgama (pt)
- 23.00 “Química e a Cor” por CCV-Estremoz e ECTUÉ



“La Belle Abondance” por Jo Bithume



Química e a Energia



Química e a Alimentação



Química e a Investigação Criminal

“Projeto Amarelo” por Miguelangelo Veiga e João Garcia Miguel (pt)

24.00 “Química e a Energia” por CCVEstremoz e ECTUÉ

“O Lugar” por PIA – Projetos de Intervenção Artística, em parceria com RADAR 360°

00.50 Fecho: BARDOADA – O Grupo do Sarrafo (pt)

PRODUTOS AUDIOVISUAIS:

Sociedade Civil :: Química

De 2ª a 6ª feira, em direto na RTP2, Sociedade Civil traz-lhe gente que se dedica a melhorar a nossa vida, cidadãos com uma larga experiência na resolução de problemas, pessoas de mais de 60 organizações mobilizadas para Soluções nas mais diversas áreas. Fernanda Freitas modera as participações dos vários Parceiros em cada emissão.

Sociedade Civil é servido por uma equipa reforçada de jornalistas, por uma média de quatro peças por programa e, acima de tudo, pela especialização e experiência dos Parceiros. Os temas de Sociedade Civil são agendados de acordo com as áreas de competência dos Parceiros e com a atualidade nacional e internacional. Nesse sentido, não poderia faltar, em 2011, um programa totalmente dedicado à Química. Esse programa realizou-se no dia 7 de novembro, no qual um dos convidados foi o Prof. Doutor Mário Nuno Berberan e Santos, Presidente da Sociedade Portuguesa de Química e Professor Catedrático no Instituto Superior Técnico da Universidade Técnica de Lisboa.

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 projeto SOPAS, CALDOS E MEZINHAS. Este projeto 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.

No dia 8 de novembro, no Museu da Ciência da Universidade de Coimbra:

A química mudou de embrulho. Considerações acerca das políticas e das poéticas da química entre passado e atualidade: o caso dos detergentes e dos cosméticos por Sara Di Chiazza, IELT, Universidade Nova de Lisboa.

CONFERÊNCIAS / PALESTRAS:

Conducting Polymers-Compliant Materials for Novel Applications – Luísa Abrantes, FC/UL – Lisboa
9 de novembro, Biblioteca FCT UNL

“...uma Questão de Química” – Conferências “As Químicas do Nobel” e “As Ligações Perigosas”

A série intitulada «...uma questão de Química» foi constituída por um conjunto de conferências motivadoras, proferidas por notáveis e conhecidas figuras da investigação em química no nosso país e sobre temas essenciais da ciência contemporânea. As reflexões, bem como os debates com o público, serviram certamente para solidificar e perfumar os caminhos que teremos de percorrer neste século à procura de um mundo melhor.

Raquel Gonçalves-Maia foi a segunda conferencista, no dia 8 de novembro, na Fundação Calouste Gulbenkian, com “As Químicas do Nobel”.

O ciclo terminou com a conferência “As Ligações Perigosas” realizada por António Nunes dos Santos da Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa, no dia 14 de dezembro.

LIVROS E PUBLICAÇÕES:

Lançamento do livro **Marie Skłodowska Curie - Imagens de outra face** da autoria de Raquel Gonçalves-Maia (Edições Colibri).



Capa do livro **Marie Skłodowska Curie - Imagens de outra face**

A apresentação do livro realizou-se na FCUL, no dia 9 de novembro, e esteve a cargo dos professores Olga Pombo (Universidade de Lisboa/CF-

CUL) e José Manuel Anes (OSCOT/ Universidade Lusíada) e contou com a presença do editor Fernando Mão de Ferro.

Sinopse:

Marie Skłodowska Curie foi uma pioneira na Ciência, uma vida repartida entre a angústia, a glória e a tragédia. O Rádio e o Polónio saíram das suas mãos. À radioatividade devotou a vida. Depois de Marie Curie foi mesmo preciso olhar a integração da mulher na sociedade sob um desígnio completamente inovador. Marie Curie, de origem polaca, estudou na Sorbonne (Paris), Física e Matemática. E na Sorbonne se doutorou. E nela foi professora. Recebeu dois Prémios Nobel, da Física em 1903 e da Química em 1911. A primeira mulher. Mas, quer na sua vida, quer na sua obra existe um lado oculto e ocultado. Imagens de outra face... Saberemos nós que Marie nem nomeada fora para o primeiro Prémio Nobel? E teria sido o segundo Prémio Nobel atribuído em virtude de uma investigação inovadora? Não terá esta mulher, que tantos estudos empreendeu sobre a radioatividade, mal interpretado os perigos da sua utilização? Conheceremos a sua generosa e activa participação na Grande Guerra? Seria esta “femme en noir”, um coração fechado para o amor? Marie Curie foi filha, irmã, mãe, esposa, amante, venceu preconceitos e transcendeu convenções. Não foi uma mulher perfeita; nem, porventura, uma cientista perfeita. Mas estava muito próximo de o ser e era notável.

CONFERÊNCIAS / PALESTRAS:

Serões da Bonjóia :: “**Engenharia de Perfumes**” – Prof. Doutor Alírio Rodrigues, Departamento de Engenharia Química da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

Os Serões da Bonjóia pretendem ser o reviver de tertúlias à moda portuense e consistem em conferências/encontros/concertos/debates, regulares,



Prof. Doutor Alírio Rodrigues no Serão da Bonjóia

subordinados a temas e atividades diversas, na Quinta da Bonjóia. O objetivo é contribuir para a formação/informação dos cidadãos em geral e promover a dinamização de uma zona menos conhecida da cidade. E porque 2011 foi o Ano Internacional da Química, no dia 10 de novembro, o convidado foi o Prof. Doutor Alírio Rodrigues com “Engenharia de Perfumes”:

“A formulação de perfumes é, ainda hoje, um processo empírico e experimental, onde os perfumistas desempenham um papel crucial. É um processo demorado e que inclui centenas de formulações de teste”.

Será possível utilizar ferramentas da Engenharia Química para prever o cheiro de misturas de fragrâncias? Como conseguir descrever a performance de uma fragrância quando esta evapora e difunde no ar? Como classificar perfumes com alguma base científica? O que é o Radar de perfumes?

Alguns dos caminhos a seguir na Engenharia de Perfumes foram abordados, ao Serão da Bonjóia, pelo Professor Alírio Rodrigues e o seu grupo composto pelo Doutor Miguel Teixeira e Oscar Rodriguez.

“A Química vista por...”

Em celebração do Ano Internacional da Química, o Departamento de Química e Bioquímica da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto promoveu o Ciclo de Conferências “A Química vista por...”, evidenciando o excepcional papel da Química nas nossas vidas.

Na conferência do dia 11 de novembro, “**A Química vista por...um matemático**” foi dada a conhecer a visão da Química de um matemático, António José Machiavelo.

O ciclo terminou no dia 9 de dezembro com “**A Química vista por... Marie Curie, prémio Nobel**” por Raquel Gonçalves Maia.

EXPOSIÇÕES E OUTROS EVENTOS:

AIQ em Oliveira do Bairro



O Agrupamento de Escolas de Oliveira do Bairro comemorou 2011 – Ano Internacional da Química, dedi-

cado aos 100 anos do Prémio Nobel da Química atribuído a Marie Curie pela descoberta dos elementos químicos rádio e polónio. Neste âmbito, dinamizou ao longo do ano letivo, em parceria com a Câmara Municipal de Oliveira do Bairro e a Fábrica Centro Ciência Viva de Aveiro, um conjunto de atividades que visaram promover e divulgar a Química e homenagear a mulher e cientista “Marie Curie”. Constataram das atividades vários concursos (**Marie Curie em Palavras; A Química em Fotografia; A Química em Papel**), palestras sobre Química (“**Livros com Química**” – Sérgio Rodrigues, DQ FCTUC, 11 de novembro), espetáculos e teatro de Química (Teatro **Questão de Ar**, 16 de dezembro), mostra de trabalhos e demonstrações experimentais (**Química por Tabela**, 18 de novembro).

OLIMPIADAS / CONCURSOS:

Desvenda o Crime



Imagem do concurso Desvenda o Crime

Entra na pele de um investigador forense e descobre quem cometeu o horrível crime de tirar a vida a uma bela e inteligente jovem.

Sente-te desafiado e deixa-te levar pela curiosidade... não percas a oportunidade de vestir a pele de Sherlock Holmes!

Estarás preparado para resolver este crime? Estás prestes a entrar numa autêntica cascata de acontecimentos com sangue, suor e lágrimas (ou então não...).

Este desafio esteve inserido nas comemorações do Ano Internacional da Química (2011) organizadas pelo Departamento de Química da Escola de Ciências e Tecnologia da Universidade de Évora e pelo Centro de Química de Évora. O vencedor deste concurso, com um total de 236 participantes iniciais, foi revelado em janeiro de 2012.

AÇÕES DE FORMAÇÃO / WORKSHOPS:

Seminário “Espectroscopia Soquímica”

Novas soluções para espectroscopia da Agilent-Technologies.

Local: Centro de Química da Universi-

dade de Évora

Data: 18 de novembro

CONFERÊNCIAS / PALESTRAS:

“**A História Química de uma Vela de Michael Faraday**” – Sérgio Rodrigues e Filipa Oliveira

Em celebração do Ano Internacional da Química, o Departamento de Química e Bioquímica da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto promoveu várias conferências. A conferência e sessão de demonstrações “**A História Química de uma Vela**”, por Sérgio Rodrigues (Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade de Coimbra) e Filipa Oliveira (Museu de Ciência da Universidade de Coimbra), são baseadas nas demonstrações científicas das famosas lições de Natal para jovens, de Michael Faraday. Data e Local: 18 de novembro, Anfiteatro A2, Edifício FC2 (Departamento de Química e Bioquímica)

EXPOSIÇÕES E OUTROS EVENTOS:

Rotas da Ciência :: Roteiro da Química – Porto



Rotas da Ciência, concebidas através de roteiros científicos para divulgação da atividade científica em diferentes áreas,

deram a conhecer onde trabalham e o que fazem os nossos cientistas, através de visitas, palestras, debates, atividades experimentais, saídas de campo e exposições. Os roteiros científicos foram organizados em torno de várias temáticas e em parceria com instituições públicas e privadas ligadas à atividade científica, de investigação, cultural e empresarial (universidades, centros de investigação, empresas, etc.).

O Ano Internacional da Química - 2011 celebra-se um pouco por todo o mundo sob o lema “Química: a nossa vida, o nosso futuro.” A ideia, embora abrangente, acaba por não fazer justiça a esta ciência. Um olhar em torno de nós chega e mais além, chega para nos apercebemos que quase tudo no universo é constituído por átomos em incessante movimento: há ligações que se formam e se quebram entre eles, afastando-os, ora associando-os em estruturas maiores, as moléculas; estas por sua vez agrupam-se em

sistemas cada vez mais complexos, ramificando-se em arquiteturas sofisticadas de grau de elaboração variável, de que nós próprios, humanos, somos um dos expoentes mais elaborados. A par disso, quase sem nos apercebermos, a química está profundamente ligada ao quotidiano das nossas vidas. Graças à química, hoje levamos uma vida mais longa, mais saudável, com maior conforto e mais colorida. Temos de admitir que os avanços da química também podem ser nefastos: há a poluição, os venenos, os explosivos, as armas químicas. No entanto, cabe-nos a nós manter o equilíbrio. O próprio estudo da química dos seres vivos está ainda muito incompleto, já para não falar das inúmeras e inexploradas possibilidades dos sistemas artificiais e sintéticos. A Química enquanto ciência ainda está na sua infância e há um admirável mundo novo para ser descoberto.

Programa:

Módulo I

18 de novembro

- Apresentação do Departamento de Engenharia Química da FEUP
- Investigação em Engenharia Química - visita aos laboratórios de investigação do DEQ

19 de novembro

- Visita ao CeNTI - Centro de Nanotecnologia e Materiais Técnicos, Funcionais e Inteligentes
- Realização de atividades experimentais

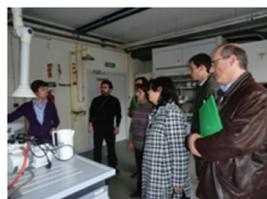
Módulo II

25 de novembro

- Visita ao Laboratório de Gastronomia Molecular, na Faculdade de Ciências

26 de novembro

- Apresentação do Departamento de Química e Bioquímica



Fotografias relativas ao Módulo I do Roteiro



Fotografias relativas ao Módulo II do Roteiro

- Investigação em Química - visita aos laboratórios de investigação do DQB
- Química e a Indústria - apresentação e debate do tema

Este projeto foi uma iniciativa da Fundação Porto Social, em parceria com a Sociedade Portuguesa de Química, e teve o apoio do DEQ FEUP e do DQB FCUP.

Avanços tecnológicos promovidos pela ciência desenvolvida no DEQ-FEUP

O Departamento de Engenharia Química da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, em colaboração com o CEFT, LCM, LEPAE e LSRE, promoveu, no âmbito da Semana da Ciência e Tecnologia 2011, um conjunto de atividades sob a designação "Avanços tecnológicos promovidos pela ciência desenvolvida no DEQ-FEUP", dirigidas para o público em geral e, em particular, para os professores e estudantes do ensino secundário. As atividades decorreram nos dias 21 (LSRE), 22 (LEPAE), 23 (CEFT) e 25 (LCM) de novembro e constaram de palestras sobre as aplicações tecnológicas existentes ou que poderão advir da investigação desenvolvida em cada unidade de I&D, seguidas de visitas aos laboratórios de investigação. Esteve também patente uma exposição intitulada "Avanços tecnológicos do ponto de vista químico".

Programa:

Exposição, Palestra e Visita aos laboratórios das unidades de I&D do Departamento de Engenharia Química, sob o tema: Avanços tecnológicos do ponto de vista químico

- Dias 21, 22, 23 e 25 de novembro entre as 15 e as 17 horas, sendo

a palestra no âmbito da ciência desenvolvida pelas seguintes unidades de I&D:

- 21 de novembro: Laboratório de Processos de Separação e Reação (LSRE)
- 22 de novembro: Laboratório de Engenharia de Processos, Ambiente e Energia (LEPAE)
- 23 de novembro: Centro de Estudos de Fenómenos de Transporte (CEFT)
- 25 de novembro: Laboratório de Catálise e Materiais (LCM)

Semana C&T 2011

Que ciência se faz em Portugal? Quem são os nossos cientistas? Como trabalham? O que investigam? Que resultados obtêm?

Durante a Semana da Ciência e da Tecnologia, de 21 a 27 de novembro, instituições científicas, universidades, escolas, associações, museus e Centros Ciência Viva de todo o país abriram as suas portas ao público, lançando um convite irrecusável para uma viagem pelo conhecimento.

O Dia Nacional da Cultura Científica, 24 de novembro, instituído em 1997 para comemorar o nascimento de Rómulo de Carvalho e divulgar o seu trabalho na promoção da cultura científica e no ensino da ciência, celebrou-se durante esta semana.

Semana Nacional da Ciência & Tecnologia no Exploratório de Coimbra

Programa:

22 de novembro

- O Exploratório vai à Escola: Aventuras de Química na Escola Martim de Freitas.

24 de novembro

- Dia Nacional da Cultura Científica
- Experiências, construção de pequenas montagens e brinquedos.
- O Exploratório vai à escola: kits de Ciência e "Tabela Periódica ao vivo" em Penela.
- Teatriciência: lançamento de um novo concurso.

25 de novembro

- Professores embaixadores do Exploratório.
- Encontros com Júpiter: observações astronómicas a partir das 20 horas.

27 de novembro

- A Química no centro da confusão: Banda Desenhada e Teatro Químico.

Semana da Cultura Científica

Na Semana da Ciência e Tecnologia, a cultura científica teve lugar de destaque no Museu da Ciência da Universidade de Coimbra. Conversas com cientistas, mini-ateliers, programas para toda a família e destaque para as cinco moléculas que mudaram o mundo, estiveram presentes de 22 a 29 de novembro no museu.

O conhecimento de estruturas, propriedades químicas ou funções biológicas de algumas moléculas pode dar origem a verdadeiras revoluções científicas. Assim, mudam a nossa maneira de pensar e, com isso, o aspeto do mundo que nos rodeia.

- 22 a 25 de novembro: Visitas aos Laboratórios da UC

Durante a semana, os laboratórios de Química Orgânica e Fotoquímica do Departamento de Química da FCTUC abriram as suas portas.

- 22 a 29 de novembro: Conversas com Cientistas.

Programa:

- Terça, 22: Conversa com Joana Barbosa de Melo: o ADN
- Quarta, 23: Conversa com Sérgio Melo: a Mauveína
- Sexta, 25: Conversa com Sebastião Formosinho: a Água
- Sábado, 26: Conversa com Fernando Nogueira: o Futeboleno
- Terça, 29: Conversa com Gabriela Silva: a Penicilina
- 22 a 29 de novembro: Mini-ateliers

Para cada um dos dias foram preparados um conjunto de mini-ateliers que permitiram aos participantes conhecer melhor a molécula à qual demos destaque nesse dia. Modelos moleculares, experiências de química, “laboratórios secos”, foram algumas das atividades.

26 novembro: Aos Sábados no Museu – A última gota

A quantidade de água potável disponível no nosso planeta é “uma gota no oceano”. O que podemos fazer para preservá-la? Nesta atividade, poderás aprender mais sobre este bem precioso e experimentar alguns métodos físico-químicos de tratamento de águas.

27 de novembro: Ciência em Família *Sabias que praticamente tudo à tua volta é feito de moléculas? A variedade de materiais, cores, cheiros ou texturas é um reflexo da variedade de moléculas no nosso planeta. Mas será que todas as moléculas têm a mesma importância? Decerto já sabes que a molécula de água é essencial para a nossa vida, mas sabias que a descoberta de como ela é constituída foi um momento muito importante da História da Química? Da mesma forma, outras moléculas contribuíram para mudar a visão que temos do mundo. Nesta sessão, convidamos-te a descobrir melhor cinco moléculas que mudaram o mundo: ADN, Mauveína, Penicilina, Água e Futeboleno.*

EXPRESSÃO PLÁSTICA E ARTÍSTICA:

Peça **Marie Curie**, pelo Teatro Extremo 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.

- 22 de novembro: Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro
- 23 de novembro: Grande Auditório da FCT/UNL
- 6 de dezembro: Teatro Paulo Quintela, Coimbra (FLUC)
- 10 de dezembro: Centro de Ciência Viva de Sintra

CONFERÊNCIAS / PALESTRAS:

Computational strategies in drug development - Maria João Ramos, REQUIMTE – FCUP – Porto
23 de novembro, Biblioteca FCT UNL

EXPOSIÇÕES E OUTROS EVENTOS:

A Química no Dia de Portas Abertas do ITN

O Instituto Tecnológico e Nuclear promoveu, em colaboração com a Agência Ciência Viva, um “Dia de Portas Abertas”, em 23 de novembro. Os

visitantes tiveram oportunidade de conhecer as atividades que se desenvolvem no Instituto e de contactar com os investigadores no seu local de trabalho. Foram também organizadas visitas ao Reator Nuclear e a áreas de trabalho das Unidades de Investigação.

A Química é Divertida



O projeto *A Química é Divertida*, de 24 a 26 de novembro, levado a cabo pelo Centro de Química da Madeira (CQM), teve o objetivo geral de divulgar e promover a cultura científica nas áreas da Química e da Bioquímica e,

em particular, de fomentar o interesse dos jovens pelo seu estudo. Embora as atividades desenvolvidas fossem abertas ao público em geral, o projeto estava especialmente desenhado para o público jovem (desde o jardim de infância até ao ensino secundário). Este ano incluiu também “**A Noite da Química no Funchal**” (26 de novembro), organizada pela primeira vez. Em duas horas, passaram pelo evento dezenas de funchalenses e turistas que visitaram a exposição sobre os trabalhos em curso no CQM, sobre os cartazes dos 16 anos de “A Química é Divertida” e ainda assistiram e executaram diversas experiências sobre a Química. *Um evento a repetir!* As atividades realizadas incluíram demonstrações experimentais, colóquios e visitas guiadas aos laboratórios do CQM. Entre outras coisas, podia-se ver o único presépio fluorescente do mundo, como se move um carro a hidrogénio, as diferentes propriedades magnéticas dos compostos de ferro, reações oscilantes e como se fazem gelados instantâneos com azoto líquido...



Atividades de “A Química é Divertida” e de “A Noite da Química no Funchal”

CONFERÊNCIAS / PALESTRAS:

Dia I&DT no ISEL

À semelhança da edição anterior, no dia 24 de novembro, foram promovidas palestras pelos docentes investigadores da ADEQ, alargando a investigadores do ISEL de outras áreas científicas e explorando temas considerados importantes na divulgação da Química e Engenharia Química.

EXPOSIÇÕES E OUTROS EVENTOS:

Dia da Cultura Científica na FCT/UNL

Assinalando o 5º aniversário da Biblioteca da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa e o encerramento do Ano Internacional da Química e o Dia Nacional da Cultura Científica, a Biblioteca da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa, em parceria com o Museu de Ciência da Universidade de Lisboa, dinamizou, no dia 24 de novembro, um conjunto de eventos abertos a toda a comunidade.

Programa:

* Lançamento do Livro



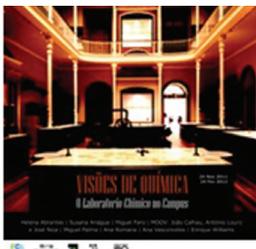
Manifesto para uma Nova Química: Discurso Preliminar do Traité Élémentaire de Chimie de Antoine Laurent Lavoisier.

Introdução, Tradução e Notas por *Palмира Fontes Costa*.

Apresentação por António Manuel Nunes dos Santos

* Inauguração de exposições

1 – **“Visões de Química - O Laboratório Químico no Campus”** - Exposição coletiva em colaboração com o Museu de Ciência da UL



Cartaz da Exposição “Visões de Química - O Laboratório Químico no Campus”

A Biblioteca da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa lançou um desafio ao Museu da Ciência da Universidade de Lisboa para organizar, em conjunto, uma ex-

posição tendo como mote o Laboratório Químico, um exemplar singular do património científico português.

Alvo de recente intervenção de restauro e musealização, que recuperou a traça original do final do século XIX, o Laboratório Químico e o Anfiteatro anexo foram instalados e equipados a par dos melhores estabelecimentos de ensino da Europa da época. É a herança deste passado, preservada através da coleção de química do Museu, que se pretende dar a conhecer. Para além da exposição dos equipamentos, selecionados pela sua relevância científica e também pela sua intrínseca beleza, foi pedido a artistas plásticos que adotassem algumas peças e, de um modo livre, (re)criassem visões artísticas dos objetos. Sem constrangimentos de metodologias ou de representação, nasceram visões críticas e imaginativas, e surgiram leituras contemporâneas dos instrumentos da ciência do passado. No Ano Internacional da Química, um momento para um diálogo entre a UNL e a UL.

2 – **“Imagens Para Lavoisier”** - Desenhos de *Ricardo Norte*.

Uma mostra de ilustrações motivada pela tradução do “Manifesto para uma Nova Química: Discurso Preliminar do Traité Élémentaire de Chimie de Antoine Laurent Lavoisier”. Para uma visão detalhada.



Imagem da Exposição “Imagens Para Lavoisier”

3 – **“Marie Skłodowska Curie”** - Vida e Obra de Marie Skłodowska Curie (Posters)

* Peça **MADAME CURIE**, pelo Teatro Extremo.

CONFERÊNCIAS / PALESTRAS:

II Ciclo de Conferências Científicas :: **“As Químicas do Nobel”**, Profª Doutora Raquel Gonçalves-Maia
O Centro de formação de Associação de Escolas de Vila Nova de Famalicão tem vindo, desde 2010, a desenvolver ciclos de conferências científicas. Em 2011, por se estar a comemorar o Ano Internacional da Química e o Ano In-

ternacional da Floresta, iniciaram um II Ciclo com 3 temas de Química e um sobre a Floresta Portuguesa.

A terceira conferência, *As Químicas do Nobel*, pela Profª. Doutora Raquel Gonçalves-Maia, foi no dia 24 de novembro pelas 15h00. Neste dia teve também lugar a apresentação do livro da conferencista, **Marie Skłodowska Curie**.

A Química nas Escolas – Palestras A Química no Dia a dia, Prof. Doutor Joaquim L. Faria, Departamento de Engenharia Química da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto e Secretário Geral da SPQ

Data e Local: 25 de novembro, EBI S. Martinho do Campo



Prof. Doutor Joaquim L. Faria na Escola de S. Martinho do Campo

EXPOSIÇÕES E OUTROS EVENTOS:

Noite da Química na UTAD



No dia 26 de novembro, da 18h00 às 22h00, Vila Real celebrou a Química com uma noite cheia de animação. Os visitantes puderam contar com conjuntos de experiências para todas as idades; experiências de gastronomia molecular (como, por exemplo, gelado de azoto), exibição de um filme, animação musical, entre muitas outras coisas!

Os conjuntos de experiências para todas as idades; experiências de gastronomia molecular (como, por exemplo, gelado de azoto), exibição de um filme, animação musical, entre muitas outras coisas!

Sábados no Museu



O Museu da Ciência da Universidade de Coimbra promove, todos os Sábados à tarde, um conjunto de atividades experimentais simples, com o objetivo de fazer compreender melhor a ciência às crianças. Na sessão do dia 26 de novembro

Na sessão do dia 26 de novembro

abordou-se o tema “**A Última Gota**”: *A quantidade de água potável disponível no nosso planeta é “uma gota no oceano”. O que podemos fazer para preservá-la? Nesta actividade, poderás aprender mais sobre este bem precioso e experimentar alguns métodos físico-químicos de tratamento de águas.*

“**Do Balão ao Foguetão**” foi o tema do dia 3 de dezembro:

Inventar um meio de transporte para andar no ar, foi uma grande vitória do homem! Sabes como funcionava o primeiro balão de ar quente? E os aviões e os foguetões? Vem ouvir uma história sobre a conquista dos céus!

No dia 10 de dezembro o tema da sessão foi “**Despacha-te, reacção!**”: *Todos os dias podemos ver transformações a acontecer à nossa volta: algumas muito rápidas e outras muito lentas. Mas não percas a paciência! Neste atelier poderás aprender como acelerar uma transformação. Vem descobrir a química a toda a velocidade e surpreender-te com resultados quase explosivos!*

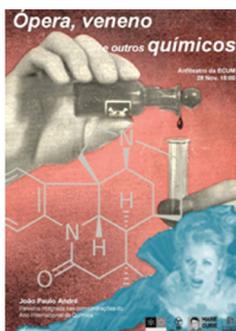
Ciência em Família: Descobre as Moléculas que mudaram o mundo

Sabias que praticamente tudo à tua volta é feito de moléculas? A variedade de materiais, cores, cheiros ou texturas é um reflexo da variedade de moléculas no nosso planeta. Mas será que todas as moléculas têm a mesma importância? Decerto já sabes que a molécula de água é essencial para a nossa vida, mas sabias que a descoberta de como ela é constituída foi um momento muito importante da História da Química? Da mesma forma, outras moléculas contribuíram para mudar a visão que temos do mundo, ou trouxeram-nos soluções novas para os nossos problemas. Nesta sessão, o objetivo foi descobrir melhor cinco moléculas que mudaram o mundo: ADN, Mauveína, Penicilina, Água e Futebolenol.

Data e local: 27 de novembro, Museu da Ciência da Universidade de Coimbra

CONFERÊNCIAS / PALESTRAS:

Palestra **Ópera, veneno e outros químicos**, Prof. Doutor João Paulo André, Departamento de Química da Universidade do Minho



O que existe de comum entre as histórias de Harry Potter, o alimento divino oferecido ao povo de Israel no deserto, as bruxas que voavam em vas-

souras, a morte aparente de Julieta no drama de Shakespeare, a mãe do imperador Nero e Puccini?

Na presente palestra, inserida nas comemorações do Ano Internacional da Química, encontrar-se-á a resposta a esta e a outras questões, tendo a ópera como elemento condutor de uma viagem por caminhos que levarão ao mundo das poções, dos venenos e das paixões.

Dia 28 de novembro, às 18h00, no Anfiteatro da Escola de Ciências da Universidade do Minho, Braga.

OLIMPIADAS / CONCURSOS:

VI Jornadas Monográficas de Química Farmacêutica



As VI Jornadas Monográficas de Química Farmacêutica decorreram no dia 30 de novembro na Biblioteca da Faculdade de Farmácia da Universidade do Porto. Decorrendo em 2011 o Ano Internacional da Química, as VI Jornadas Monográficas de Química Farmacêutica foram direcionadas para o papel da Química na sociedade e particularmente na importância da Química na descoberta e desenvolvimento de fármacos.

Nestas Jornadas foram apresentadas por Estudantes do 3º ano do Mestrado Integrado em Ciências Farmacêuticas cerca de 70 comunicações em painel, com conteúdos que integram áreas desenvolvidas na Unidade Curricular Química Farmacêutica II: esteroides, antibióticos, anticancerígenos e antivíricos.

Espera-se que com esta iniciativa se tenha dado um passo relevante para mostrar a interdisciplinaridade, importante, mas nem sempre evidente, das várias vertentes da Química.

LIVROS E PUBLICAÇÕES:

Newsletters mensal SPQ e quinzenal AIQ

DEZEMBRO

LIVROS E PUBLICAÇÕES:

Boletim SPQ – Química 123

Tratado Elementar de Química de Lavoisier



Capa do Livro *Tratado Elementar de Química*

No âmbito do Ano Internacional da Química e das comemorações do Centenário da SPQ, a SPQ vai publicar a tradução portuguesa do *Tratado Elementar de Química* de Antoine-Laurent Lavoisier (1789), com apoio do Grupo de História da Química. Para fins de planeamento da distribuição, e sem compromisso, solicita-se desde dezembro aos interessados que manifestem o seu interesse em adquirir o livro, respondendo para sede@spq.pt, com indicação do nome, do número de exemplares pretendidos, contacto e morada para envio.

100 Experiências de Química Orgânica



Autores: Carlos A. M. Afonso, Dulce Pereira Simão, Luísa Pinto Ferreira, Maria Elisa da Silva Serra, Maria Manuela

Marques Raposo
Editora: IST Press

Este livro é o resultado de experiências laboratoriais acumuladas durante décadas em diversas universidades portuguesas, constituindo um manual de apoio ao ensino da química orgânica, na sua vertente experimental, vocacionado, quer para o ensino superior, quer para o ensino pré-universitário. A experimentação, devidamente enquadrada e explorada do ponto de vista teórico, é a forma mais eficiente de comunicar ciência, de conduzir a um crescimento científico edificado dos programas dos currículos e ir mais além, de promover o gosto pela pesquisa, o interesse e a perseverança necessária a uma carreira de investigação científica.

A química é uma ciência experimental – na maioria das vezes empírica – razão pela qual o seu ensino/aprendizagem se constrói a partir do laboratório, com os estudantes a colocar a mão na massa. Os autores, de forma muito engenhosa e didática, disponibilizam um manual essencial para a aprendizagem de Química Orgânica, apresentando uma centena de experiências, básicas e avançadas, que valorizam e facilitam a aprendizagem de Química Orgânica, tanto a futuros químicos, como a estudantes de áreas afins, como farmácia, bioquímica e engenharias.

EXPOSIÇÕES E OUTROS EVENTOS:

Encerramento do AIQ em Bruxelas

A cerimónia teve lugar em Bruxelas, no dia 1 de dezembro. O programa incluiu o Fórum de Jovens Líderes, na parte da manhã, uma sessão reservada a estudantes e alunos de doutoramento. A cerimónia formal de Encerramento teve lugar na parte da tarde e contou com uma introdução por *HRH Prince Philippe*, um debate e uma mesa-redonda em torno do tema *“Expectations for the life sciences, chemistry, industry, and governments to build a better world by 2050”*.

Cinco anos a divulgar ciência



No dia 5 de dezembro, o Museu da Ciência da Universidade de Coimbra comemorou o seu quinto aniversário.

Para a festa foi preparado um conjunto de demonstrações científicas e um teatro de stand up comedy pelos *“Cientistas de pé”*. Teve ainda lugar a assinatura da transferência de uma coleção de 90 objetos do Departamento de Química da FCTUC para o Museu da Ciência.

Semana da Ciência :: Solvay



De 5 a 9 de dezembro decorreu, na Fábrica de Póvoa de Santa Iria, a Semana da Ciência.

No dia 7 de dezembro realizou-se o Colóquio *“Química e Sustentabilidade”*. A Solvay Portugal convidou os seus colaboradores a participarem no

Colóquio sobre Sustentabilidade no âmbito do seu programa comemorativo do Ano Internacional da Química.

Programa:

- Boas-vindas. Compromisso da Solvay com um desenvolvimento sustentável;
- Intervenção de João Soares, Assessor para a Floresta e Ambiente e Advisor to the Board of Directors do Grupo Portucel Soporcel;
- Intervenção de Marta Amaro, Especialista de Comunicação Externa e Responsabilidade Social Corporativa da Nestlé Portugal;
- Debate;
- Comentários finais por Luís Saldanha da Gama (Solvay Portugal).

“A Química entre Nós...” - Concurso e Exposição



No âmbito do Ano Internacional da Química 2011, a Bayer Portugal e a Comissão Nacional da UNESCO organizaram, em parceria com a Câmara Municipal de Lisboa, Lisboa E-Nova – Agência Municipal de Energia – Ambiente e com o apoio da Sociedade Portuguesa de Química, do Comité Português para as Geociências e do Comité Português para o Ano Internacional das Florestas e da Biodiversidade, a Exposição e o Concurso *“A Química entre Nós...”*.

O concurso desafia os alunos do 1º, 2º e 3º ciclos das escolas do Ensino Público do Concelho de Lisboa a terminarem, de forma criativa e inovadora, o último capítulo dos livros *“Terra Vita Sadia”* – versão infantil, da autoria de Maria Helena Henriques e *“Terra Vita Sadia”* – versão juvenil, da autoria de Maria José Moreno.



Exposição *“A Química entre Nós...”*

A Exposição, desenvolvida pela Sociedade Portuguesa de Química, irá percorrer diversas escolas e instituições a nível nacional, aproximando a população escolar das conquistas desta ciência que fazem parte do nosso dia a dia e que tanto têm feito pela sustentabilidade e pelo desenvolvimento dos povos. O objetivo é incentivar o interesse pela Química junto dos mais jovens, gerando entusiasmo em torno de uma abordagem criativa do conhecimento.



Da esquerda para a direita: Elizabeth Silva (Comissão Nacional da UNESCO), Cristina Silva Ferreira (CML), João Barroca (Bayer), Maria Helena Henriques (autora livro *TerraVita Sadia*, versão infantil) e Margarida Caldeira (CML)

A cerimónia de lançamento deste projeto teve lugar no Centro de Interpretação de Monsanto - Espaço Monsanto, no dia 12 de dezembro de 2011 e contou, entre muitas outras pessoas, com os representantes das várias instituições envolvidas no projeto.



Representantes das várias instituições envolvidas no projeto

CONFERÊNCIAS / PALESTRAS:

From Prometheus to Frankenstein: Stories of Chemistry and Chemists – Jorge Calado, CQE/IST – Lisboa 14 de dezembro, Biblioteca FCT UNL

Novel Porous Silica Materials for Fast and Efficient Liquid Separation Processes: Concepts, Synthesis, Characterization and Testing – Professor Doutor Klaus Unger, Universidade Johannes Gutenberg, Alemanha 14 de dezembro, Colégio Luís António Verney - Universidade de Évora

EXPRESSÃO PLÁSTICA E ARTÍSTICA:

Peça O homem que queria ser água, de António Abernú

É um conto dividido em várias partes, sobre a história de uma personagem – um homem que sempre sonhou em se transformar em água. O espetáculo

conta episódios do processo que este homem passou. O seu percurso pela vida, as suas experiências e transformações. Uma reflexão filosófica sobre um pensamento científico longamente elaborado e até mesmo um processo alquímico. O homem tem de passar pelos 4 elementos da natureza para ascender ao seu propósito: transformar-se em água. Assim o faz, acabando por morrer/renascer através do fogo – única forma que encontra para se transmutar em água. Uma alusão onírica e de imagens poéticas sobre a importância e a magnitude da água, sem esquecer os aspetos ecológicos.



“Havia algo de fantástico e deveras humano naquela história. Havia vida pela água. Havia água pela vida. Depois daquele dia e daquela história do homem água, que o meu avô me contara nunca mais fui o mesmo... e a minha vida mudou.”

A peça estreou no dia 14 de dezembro, no auditório da Biblioteca da FCT/UNL Campus da Caparica, inserido nas jornadas do Ano Internacional da Química.

EXPOSIÇÕES E OUTROS EVENTOS:

Encerramento do AIQ na Universidade do Minho



No dia 15 de dezembro, o Recital de encerramento do Ano Internacional da Química na Universidade do Minho contou com o pianista polaco Andrzej Zawadzki que interpretou obras para piano de M. de Falla, F. Chopin e W. A. Mozart. Seguiu-se um café molecular.

CONFERÊNCIAS / PALESTRAS:

Furans: The Awakening Giants in Renewable Resources – Prof. Oliver Reiser, Institut für Organische Chemie, Universität Regensburg, Alemanha

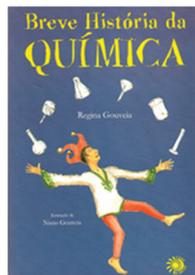
15 de dezembro, Colégio Luís António Verney, Universidade de Évora

The Scent of Science – João Carança, Fundação Calouste Gulbenkian / ISEG – Lisboa

16 de dezembro, Biblioteca FCT UNL

LIVROS E PUBLICAÇÕES:

“Breve História da Química”



No âmbito das Comemorações do Ano Internacional da Química realizou-se, na Casa da Cultura de Alfândega da Fé, no dia 16 de dezembro, a apresentação do livro “Breve História da Química”, da autoria da Dr.ª Regina Gouveia e edição da 7 Dias 6 Noites e da Sociedade Portuguesa de Química, seguida da dramatização desta obra pela Escola Municipal de Teatro.

Programa:

14:30 – Apresentação do livro “Breve História da Química”, Dr.ª Regina Gouveia

15:30 – 1ª sessão do Teatro (7º, 8º e 9º Anos)

21:30 – 2ª sessão do Teatro (Público em Geral)

EXPOSIÇÕES E OUTROS EVENTOS:

Férias de Natal – Para agitar a molécula!



Este ano, no Pavilhão do Conhecimento de Lisboa, as férias de Natal foram dedicadas à Química.

“Nestas férias de Natal temos uma solução para ti!

Reunimos os elementos necessários para que passes uma semana bem divertida: temos coisas viscosas e pegajosas, algumas que até se podem comer, um chá convencido que é pantone e biscoitos cheios de químicos (porque não os sabemos fazer de outra forma).

E ainda te damos as bases para resolveres um mistério natalício. Que tal reages a esta ideia? Junta-te ao grupo e verás que não vai faltar química entre nós. “

Datas das atividades:

- 19 a 23 de dezembro

- 26 a 30 de dezembro

- 2 de janeiro

Natal no Exploratório, com Ciência e Animação



De 13 a 23 e de 26 a 30 de dezembro, no Exploratório Centro de Ciência Viva de Coimbra, novas atividades de ciência para descobrir, criar, brincar, conviver, comunicar...

Cerimónia de entrega dos prémios do concurso Solvay & Hovione Innovation Challenge (SHIC'11) – Ideias com Valor

A SOLVAY PORTUGAL e a HOVIONE assinaram, a 19 de abril, na Reitoria da Universidade Técnica de



Lisboa, um protocolo visando o lançamento, em parceria, do Solvay & Hovione Innovation Challenge (SHIC'11) – Ideias com Valor, concurso de ideias direcionado ao meio académico e aos centros de investigação nacionais, que desafia os investigadores portugueses a apresentar projetos inovadores para aplicação industrial.

O concurso, aberto a candidaturas entre 19 de abril e 16 de Setembro, contou com o apoio da Sociedade Portuguesa de Química, do Colégio de Engenharia Química e Biológica da Ordem dos Engenheiros, do Colégio de Especialidade em Indústria Farmacêutica da Ordem dos Farmacêuticos e da Agência de Inovação.

Depois da reunião do Júri, a 29 de Novembro, para seleção dos vencedores, seguiu-se no dia 20 de dezembro a entrega dos prémios, no Museu do Oriente.



Vencedores e menções honrosas

“Ano Internacional da Química 2011 ... 12 meses depois”

A comissão do CQE|DQUI da ECTUE para o AIQ2011 realizou, no dia 21 de

dezembro, uma sessão de encerramento informal do Ano Internacional da Química da Universidade de Évora designada por “*Ano Internacional da Química 2011 ... 12 meses depois*”.

Programa:

17:15 – Balanço do Ano Internacional da Química 2011

- Professor Doutor Jorge Carreira Gonçalves Calado, Presidente da Comissão Nacional do AIQ 2011 / Centenário da Sociedade Portuguesa de Química

- Comissão do CQE/DQUI da Escola de Ciências e Tecnologia da Universidade de Évora para o AIQ 2011

17:30 – Tertúlia “Química e Sociedade”

- “Haja luz! Uma história da química através de tudo”, Professor Doutor Jorge Carreira Gonçalves Calado

18:45 – Quinteto de Violinos

- Allegretto: Michael Jacques; The Mirror: W.A. Mozart; Tingly Loup: Peter Maxwell Davies; Canon: J. Pachelbel; Four Seasons – Spring: A. Vivaldi; Sonata n.10: A. Corelli

Interpretação: Carla Lourenço, Catarina Vicente, David Batista, Marta Dias, Joana Barreiros

19:00 – Sessão de autógrafos

- Livro “Haja luz! Uma história da química através de tudo” pelo Professor Doutor Jorge Carreira Gonçalves Calado

LIVROS E PUBLICAÇÕES:

Newsletters mensal SPQ e quinzenal AIQ

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



CONCURSO CSI - COMPREENDER, SABER, INVESTIGAR A QUÍMICA

u^o évora
ESCOLA DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA

No âmbito das atividades comemorativas do Ano Internacional da Química 2011, o Centro de Química de Évora e o Departamento de Química da Escola de Ciências e Tecnologia da Universidade de Évora promoveram o “**Concurso CSI – Compreender, Saber, Investigar a Química**”. Esta iniciativa teve como objetivos principais fomentar o interesse pela Química, estimular o espírito de iniciativa, criatividade e literacia científica dos alunos, bem como demonstrar a importância da Química na satisfação das necessidades da Sociedade Moderna e no bem-estar da Humanidade.



O CSI contou com a participação de uma centena de alunos provenientes de 16 escolas secundárias pertencentes aos distritos de Bragança, Aveiro, Porto, Lisboa, Castelo Branco, Santarém e Évora. Dos **35 trabalhos concorrentes** destacaram-se “*Sabão de Inverno – A Química na Proteção do Ambiente*” e “*Química e Arte*” vencedores, respetivamente, do Prémio *Repsol* para o melhor trabalho, *i-pads*, e da menção honrosa *Repsol, i-pod*. A Professora responsável pelo projeto “*Sabão de Inverno*”, Margarida Duarte da Escola Secundária de Azambuja (Santarém), referiu que o facto dos índios da Amazônia lavarem os seus utensílios fazendo uma mistura de sebo de animal com cinzas das fogueiras e das pessoas do campo, antigamente, arearem os tachos e panelas com cinzas das lareiras para ficarem brilhantes despertou a curiosidade e levou-os a investigar....

A investigação no laboratório, realizada pelas alunas Maria Vieira, Carolina Marques, Tiago Caria, Andreia Firmino e Rita Narciso, consistiu em apurar as “receitas” de sabão duro e sabão líquido, substituindo gradualmente o hidróxido de sódio por “água

de cinzas”. As cinzas, por terem uma percentagem elevada de ião potássio permitem obter um sabão mais macio e com boas qualidades de lavagem. Depois de fervidas e coadas, as cinzas são devolvidas ao solo (no jardim da escola) pois, como já não apresentam o carácter alcalino inicial, são inofensivas para as plantas. Todos os recipientes utilizados no fabrico do Sabão de Inverno são reutilizados: baldes de tinta para a massa de sabão; pacotes de leite para as formas; garrafas de água para embalagem do sabão líquido.

Este projeto envolveu não só a escola, como a comunidade, doando óleo usado, cinzas e embalagens e, no final, todos receberam Sabão de Inverno. Segundo o júri do concurso, constituído por Professores do Departamento de Química e Membros do Centro de Química de Évora, a escolha do trabalho vencedor resulta da originalidade e relevância social do conceito apresentado, a forma inteligente como foi desenvolvido o trabalho e o esforço despendido para um resultado final harmonioso, onde ressalta uma bela ilustração do método científico. O trabalho promoveu o



Grupo vencedor do concurso CSI e responsável pelo Prémio Repsol



contacto com a realidade extraescolar e a valorização dos conhecimentos e das vivências da comunidade local. As preocupações ambientais revelam-se através da reciclagem/reutilização de resíduos domésticos conducentes à obtenção de produtos com aplicação prática quotidiana. A menção honrosa *Repsol* foi atribuída a Bernardo Dias, aluno do Colé-

gio Cedros (Vila Nova de Gaia), que desenvolveu, sob orientação do Professor Nuno Francisco, um pequeno filme sobre o tema “**Química e Arte**”. De acordo com o júri, esta menção justifica-se pela originalidade e qualidade da abordagem ao tema, pelo equilíbrio entre forma e conteúdo e pela beleza intrínseca da peça, que faz dela um agradável documentário.

A peça manifesta uma preocupação cuidada com todos os pormenores e permite redescobrir a importância da química na vertente da Arte, constituindo-se ela própria uma agradável obra artística.

Cristina Galacho e Paulo Mendes
(iyc2011@uevora.pt) Comissão do
CQE | DQUI da ECTUE para o AIQ2011

CERIMÓNIA DE ABERTURA DA CONTINUAÇÃO DO ANO INTERNACIONAL DA QUÍMICA

O título, à primeira vista, pode parecer pouco convencional, mas estas foram as palavras oficiais usadas para qualificar o encerramento do Ano Internacional da Química, proferidas na cerimónia organizada em Bruxelas, no dia 1 de dezembro de 2011, pelo Representante da UNESCO que agradeceu o fantástico envolvimento da IUPAC, das Sociedades de Química dos países-membros, das Academias de Ciência, da Indústria, dos Jovens Líderes e dos inúmeros jovens que, por todo o mundo, participaram na Experiência Global. É particularmente significativo que o evento tenha sido patrocinado também por grandes nomes da Indústria Química, como SOLVAY, CEFIC, DU PONT, BASF, DOW, TOTAL, GSK, entre outros.

Numa cerimónia que foi presidida pelo Príncipe Philippe da Bélgica, a Presidente da IUPAC, Prof. Nicole Moreau, apresentou uma breve retrospectiva de alguns acontecimentos que foram autênticas pedras angulares do Ano Internacional da Química 2011, desde o pequeno-almoço das mulheres “Sharing a Chemical Moment”, passando

pela cerimónia oficial de abertura, a 27 e 28 de janeiro, em Paris, pela cerimónia de lançamento da Experiência Global, em 22 de março, em Cape Town, pela edição de selos comemorativos, pela celebração do centenário da atribuição do Prémio Nobel da Química a Marie Sklodovska Curie e pela descoberta de dois novos elementos, de números atómicos 114 e 116 cujos nomes e símbolos aguardam aprovação formal pela IUPAC e pela IUPAP, mas previsivelmente **Fl** (em homenagem ao físico russo Georgy **Flerov**) e **Lv** (em homenagem ao Laboratório Lawrence **Livermore** dos Estados Unidos da América), respetivamente. Fica-lhe a preocupação de que talvez se tenha falado mais para os químicos que para o público em geral. A paixão que para o público em geral. A paixão que os químicos evidenciam por esta ciência apaixonante, tem que transparecer para o exterior e dar frutos.

O Programa da sessão incluiu a apresentação de um projeto conduzido por uma equipa internacional de 12 Jovens Líderes selecionados de entre os quadros das várias empresas industriais patrocinadoras, a quem

foi pedido que imaginassem a sua carreira profissional nas próximas décadas e nos relatassem as suas expectativas sobre o papel das Ciências da Vida, nomeadamente da Química, da Indústria, dos Governos para um mundo melhor em 2050. É com algum orgulho que refiro que dois dos doze Jovens Líderes, são de língua portuguesa, a portuguesa Jacqueline Dias, da GSK Biologicals, e o brasileiro Rui Vogt Alves da Cruz, da Dow Chemical Company, que liderou os Jovens Líderes. O grupo selecionou a descoberta da penicilina e o tratamento da água de abastecimento público como marcos históricos importantes, que foram decisivos no aumento da esperança de vida de que usufruímos. Defendeu uma forte aposta na educação e na formação multidisciplinar, exortou à colaboração de governos, indústria, universidades e institutos de investigação, elegendo como prioridades para o futuro de qualquer simples ser humano “Comida, Saúde, Felicidade”! Seguiu-se uma mesa redonda em que um painel convidado do qual fazia parte a Prémio Nobel da Química 2009, Prof. Ada Yonath, discutiu as

intervenções anteriores e explorou os desafios que se colocam à Indústria e à Ciência para demonstrar ao público a importância da investigação e do desenvolvimento científico. Uma das questões que suscitou maior debate foi “Porque é que o estudo da Química não parece ser, hoje em dia, apelativo aos estudantes?”. As respostas encontradas apontam para dois aspectos determinantes que urge alterar “O dinheiro”, pois haverá a falsa opinião de que as saídas profissionais não serão as mais compensadoras nesse aspeto e “Os professores” que não

transmitirão, na generalidade, com a desejável veemência e convicção, a beleza da Química e a beleza de se ser químico. A Química está em todo o lado e a Química é para todos.

Se o mote do Ano Internacional da Química foi “Química, nossa vida, nosso futuro”, coloca-se a pergunta: E agora? Agora é altura de celebrar o que foi feito, mas também de encarar os desafios que se nos apresentam. Aliás, o ano de 2012 é o Ano Internacional para as Energias Sustentáveis, o que continua a ser Química.

Para já, e em relação ao futuro próximo, foi decidido manter aberto o *site* da Experiência Global, **water.chemistry2011.org**, até março de 2012, completando assim 1 ano desde a sua implementação, dando a possibilidade de inserção nas atividades de mais um ano letivo e alargando as oportunidades de participação aos jovens de todo o mundo nesta atividade icónica do Ano Internacional da Química 2011.

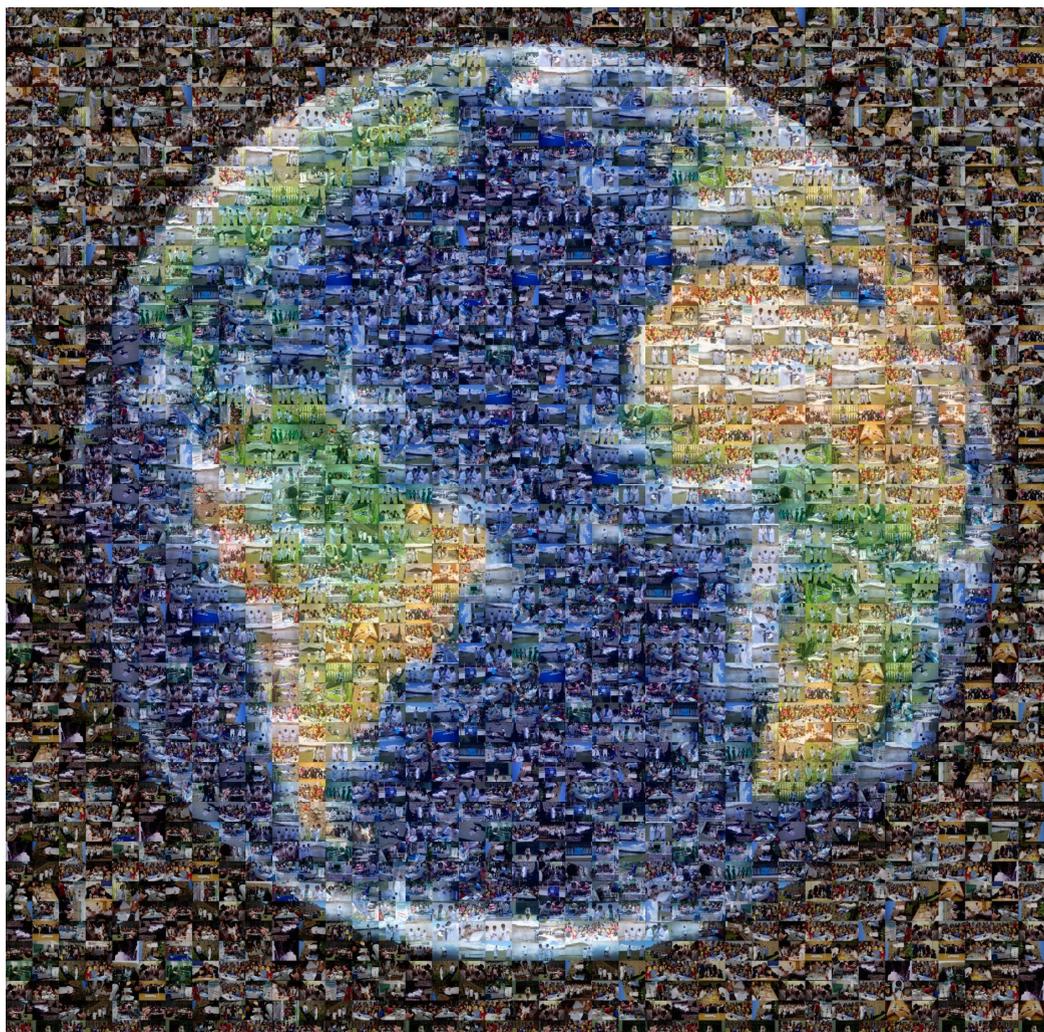
Maria Filomena Camões

(mfcamoes@fc.ul.pt)

Membro da Equipa de Trabalho da Experiência Global

The Global Experiment of the International Year of Chemistry

A Global Initiative of the IYC: A Year in Pictures



O ANO INTERNACIONAL DA QUÍMICA FOI O ANO DAS TABELAS PERIÓDICAS!

No número 122 do QUÍMICA, tive a belíssima oportunidade de dar conta de uma nova Tabela Periódica ilustrada (Figura 1) [1]. Esse trabalho foi promovido pela revista *Chem 13 News*, em parceria com alunos de diversas escolas e de diferentes países, estando Portugal representado convenientemente pela Escola Secundária Infante D. Henrique, no Porto [2].

No entanto, o ano 2011 foi um ano de inspiração artística na área da Química. É com imenso gosto que comunico mais uma Tabela Periódica ilustrada! Desta feita, o projeto ficou a cargo do *Royal Australian Chemical Institute*, a voz da Química na Austrália, coordenado por Carolyn Canty e por Vicki Gardiner.

A sua celebração do Ano Internacional da Química ficou marcada pela contribuição de 79 químicos e 38 ilustradores na criação de uma Tabela Periódica com bonitas ilustrações – *Periodic Table on Show* (Figura 2). A cada ilustrador foram atribuídos três elementos químicos escolhidos aleatoriamente e a parceria entre químicos e ilustradores faz-se sentir na qualidade das cento e doze obras que podem ser consultadas *online* [3].

Os ilustradores envolvidos no projeto possuíam variados graus de experiên-

cia artística. Contribuíram neste projeto ilustradores profissionais, estudantes da Escola de Artes e outros profissionais que possuíam experiência e sensibilidade artística. Eles utilizaram diversas formas de se expressarem artisticamente, desde impressão em relevo a litografia, passando por técnicas mais contemporâneas como o desenho digital.

Cada obra artística (ou cada elemento químico, como preferir) é acompanhada por um texto enquadrador em que são apresentados pormenores históricos da descoberta do elemento, as aplicações mais comuns do mesmo, bem como outros pormenores que vale a pena conhecer.

Será curioso até mesmo comparar a participação portuguesa no primeiro projeto (com o elemento químico európio) com o contributo australiano. É importante referir que, em ambos os projetos, cada elemento possui uma ficha de consulta com um pequeno texto onde figuram alguns pormenores científicos, muito embora o projeto com participação portuguesa possuía, para cada elemento, dados úteis como a massa atômica, eletronegatividade, entre outros.

Assim, comparando o trabalho resultante do projeto da revista *Chem 13*

News com o do *Royal Australian Chemical Institute*, fica a pergunta no ar: Qual foi a Tabela Periódica mais bonita do Ano Internacional da Química?

Em suma, o Ano Internacional da Química não foi apenas um ano de celebração mas também um ano de expressão artística científica no seu mais alto nível. Façamos votos de que os próximos anos que estão para vir sejam de bom trabalho químico aqui em Portugal e em todo o mundo.

REFERÊNCIAS

- [1] D. Ribeiro, Uma Nova Tabela Periódica no Ano Internacional da Química, *Química – Bol. S.P.Q.* **122** (2011) 25-26.
- [2] Periodic Table Project: <http://chemistry.uwaterloo.ca/yc/periodic-table-project> (Department of Chemistry of the University of Waterloo, acedido em 12-01-2012).
- [3] Periodic Table: <http://www.raci.org.au/periodic-table-on-show> (The Royal Australian Chemical Institute Incorporated, acedido em 12-01-2012).

Daniel Ribeiro

(danielribeiro@gmail.com)

Licenciado em Química e Mestre em Ensino da Física e da Química

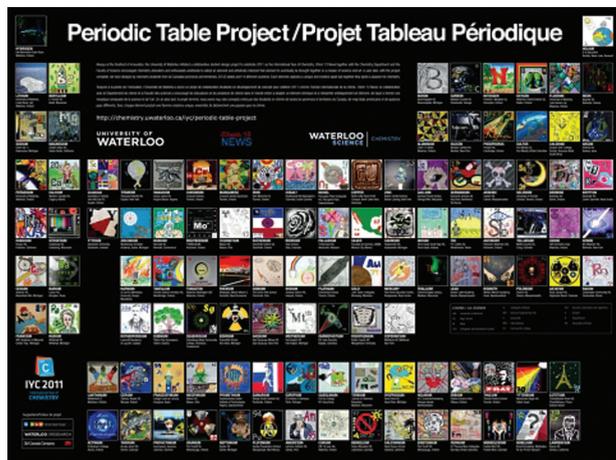


Figura 1 – A Tabela Periódica resultante do projeto da revista *Chem 13 News*



Figura 2 – A Tabela Periódica resultante do projeto do *Royal Australian Chemical Institute*

3PYCHEM

3rd Portuguese Young
Chemists Meeting

9-11th May 2012
FACULDADE DE CIÊNCIAS
UNIVERSIDADE DO PORTO



www.spq.pt/gqj/3pychem

3pychem@spq.pt

MARIE SKŁODOWSKA CURIE – IMAGENS DE OUTRA FACE



JOÃO PAULO ANDRÉ*

Autor: Raquel Gonçalves-Maia * Editora: Edições Colibri

N.º páginas: 123 * ISBN: 978-989-689-116-9

No ano do centenário da atribuição do Prémio Nobel da Química a Marie Curie, provavelmente a principal motivação para 2011 ter sido o Ano Internacional da Química, é natural que nos escaparates tenham aparecido novas obras sobre a cientista de origem polaca. Tal é o caso do mais recente livro de Raquel Gonçalves-Maia, Marie Skłodowska Curie – Imagens de outra face.

Cientista brilhante, personalidade incontornável da ciência moderna, mulher exemplar, professora, mãe, as muitas “faces” de Marie Curie geram à sua volta uma aura de prestígio e de admiração que perpassa as milhares de páginas sobre ela escritas. Para a visão, algo romântica, digamos, sobre a física e química polaca, que abnegadamente dedicou a vida à ciência, muito contribuiu a obra Madame Curie, da autoria da filha mais nova, Ève Curie (Edições Livros do Brasil, Lisboa), que por sua vez serviu de base a outro grande veículo de propagação desta imagem, o filme Madame Curie, de Mervyn LeRoy (1943). Ao nível da literatura portuguesa infantojuvenil, cumpriu essa função o pequeno livro de Adolfo Simões Müller, A Pedra Mágica e a Princesinha Doente – Pequena História de Madame Curie (Livraria Martins, Porto).

Porém, não é este o escopo do texto que é objeto desta recensão. A pre-

sente obra não se enquadra, de forma alguma, no género, aliás, já estafado, que descreve de forma repetitiva e heroica, em tons sensacionalistas, a vida e a carreira da cientista. Enganam-se, por isso, os que possam julgar, talvez influenciados pelo subtítulo, Imagens de outra face, que neste livro vão encontrar detalhes menos conhecidos da vida de Marie Curie que possam descolorir, ou mesmo macular a sua imagem pública de mulher e cientista exemplar. Muito pelo contrário.

Ao longo de 123 páginas, a autora, no seu habitual estilo vigoroso e apaixonado, retrata a “femme en noir” recorrendo à narração de episódios e factos eventualmente menos conhecidos do grande público (que Ève Curie maioritariamente omite na biografia de que é autora) e que, após a inevitável leitura ávida, contribuem para reforçar a ideia que dela já fazíamos: uma cientista de qualidades intelectuais e humanas de exceção.

Particularmente tocante é o capítulo 5, dedicado ao rádio. A propósito do caso das “raparigas do rádio”, vítimas dos efeitos nefastos do elemento, desconhecidos à época, ficamos a conhecer a opinião de Marie Curie, que nunca usou proteção, relativamente à questão da segurança dos seus colaboradores. No capítulo 6, Raquel Gonçalves-Maia analisa a relação de Marie com as filhas, Irène e Ève. As suas cartas à família estavam sempre repletas de pormenores relativos ao

crescimento e evolução das crianças; nunca referindo aspetos da investigação científica. No entanto, por vezes era-lhe difícil esboçar um simples abraço às filhas. A autora aponta razões para as barreiras emocionais que não raramente tolhiam o comportamento afetivo de Marie.

Ao longo da obra encontramos narrativas de vários episódios. Cito avulsamente: os molhos de rabanetes, a “noite dos pirilampos”, uma viagem a Bordéus com uma bagagem pouco comum, uma festa de doutoramento com champanhe em material de laboratório, um despiste automóvel, um Português que fotografa Pierre Curie, “o chá de rádio”, “medições de pH com o dedo levado à língua”, “um punhado de terra polaca”, ...

O “affaire Langevin” e a quase implacável ligação Joliot-Langevin merecem obviamente destaque; o primeiro no capítulo 3 e a segunda no capítulo 8, “Descendência”.

A escritora recorre, no capítulo 9, ao “discurso direto” da cientista, nomeadamente a extratos de cartas suas para a família e amigos, bem como a passagens do diário pessoal e das notas autobiográficas, para esquisar o retrato de uma mulher que estava à frente do seu tempo, “uma livre pensadora”. Na Introdução já tínhamos lido: “Actuarei de acordo com as minhas convicções”, ou não tenha sido isso o que Marie Curie respondeu a

* Departamento de Química da Universidade do Minho
E-mail: jandre@quimica.uminho.pt

Svante Arrhenius a propósito da sua ida a Estocolmo para receber o Nobel da Química!

Não seria justo se não fosse igualmente referido que o livro está profusamente ilustrado com fotografias, com limite temporal em abril de 2011.

Para finalizar, rendo-me à evidência de que em Portugal não serão muitos os que conheceram quem de perto tenha contactado com Marie Curie.

Raquel Gonçalves-Maia, aluna de Branca Edmée Marques (a discípula portuguesa de Marie Curie) é uma

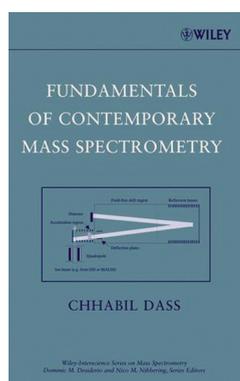
dessas pessoas, o que a coloca numa posição naturalmente privilegiada para realizar este projeto tão ambicioso de “escrever sobre quem muito já se escreveu e muito bem”.

Quanto a mim, conseguiu-o também e muitíssimo bem.

LIVROS DE ESPECTROMETRIA DE MASSA

CARLOS CORDEIRO*

Sendo uma área científica e tecnológica em franca expansão, a literatura sobre espectrometria de massa é vasta e diversificada, desde a sua história ao desenvolvimento instrumental, métodos de ionização e uma miríade de aplicações, dado que a espectrometria de massa como técnica analítica é, provavelmente, a mais universal. São recomendados dois livros, extremamente acessíveis, mas de grande clareza e profundidade.

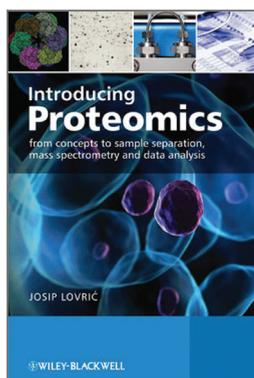


FUNDAMENTALS OF CONTEMPORARY MASS SPECTROMETRY

Autor: Chhabil Dass (2006) * Editora: Wiley - Interscience Series on Mass Spectrometry

N.º páginas: 608 * ISBN 978-0-471-68229-5

Um livro extremamente completo e bem escrito sobre espectrometria de massa, da sua génese e evolução, até aos mais recentes desenvolvimentos instrumentais e aplicações, incluindo FTICR e Orbitrap. Em particular, descreve em detalhe diversas aplicações de grande interesse em química e química analítica.



INTRODUCING PROTEOMICS: FROM CONCEPTS TO SAMPLE SEPARATION, MASS SPECTROMETRY AND DATA ANALYSIS

Autor: Josip Lovric (2011) * Editora: Wiley – Blackwell

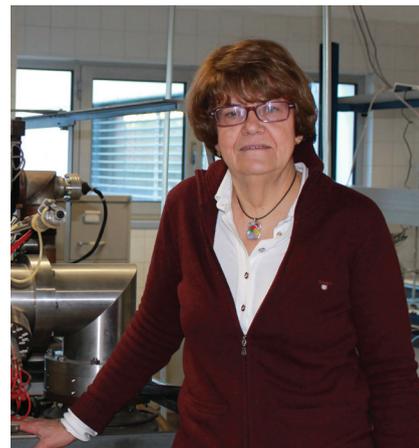
N.º páginas: 296 * ISBN 978-0-470-03523-8

Um livro fundamental em proteómica baseada na espectrometria de massa, cobrindo em profundidade diversos aspetos como a preparação de amostras, técnicas separativas (eletroforese, cromatografia) e meios instrumentais. Extremamente detalhado, atual e escrito com um grande sentido de humor que o torna acessível e de fácil e agradável leitura. É apresentado com sentido crítico, permitindo selecionar e criar abordagens metodológicas para a resolução de problemas em proteómica.

* Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa
E-mail: cacordeiro@fc.ul.pt

MARIA HELENA FLORÊNCIO

COORDENADORA DA REDE NACIONAL DE ESPECTROMETRIA DE MASSA



ENTREVISTA CONDUZIDA POR
CARLOS CORDEIRO*

A Professora Helena Florêncio coordena a rede nacional de espectrometria de massa (rnem.fc.ul.pt), criada em 2008 através de um programa de reequipamento da Fundação para a Ciência e a Tecnologia. Lidera o grupo de espectrometria de massa ambiental e biológica do Centro de Química e Bioquímica da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, um dos melhores centros de investigação nacionais nesta área. Durante a sua carreira trabalhou com alguns dos maiores especialistas mundiais em espectrometria de massa, nomeadamente o Professor Keith Jennings, tendo realizado uma parte considerável do seu trabalho na Holanda.

CC: A espectrometria de massa era, há uns anos atrás, uma área altamente especializada e acessível apenas a alguns grupos no mundo, com capacidade tecnológica e financeira para adquirir, manter e, em muitos casos, construir espectrómetros de massa. Como começou o seu interesse e dedicação a esta área?

MHF: Muito pura e simplesmente quando, por volta de 1971, já assistente na Faculdade, nas catacumbas da Escola Politécnica, num pequeno espaço que tínhamos debaixo de uma escada para fazer alguma investigação (estávamos a tentar construir um calorímetro), me deparei com dois artigos de GC-MS que falavam das potencialidades da técnica de espectrometria de massa, em especial quando aliada a técnicas de separação, para caracterização de compostos desconhecidos em quantidade vestigial. Fiquei fascinada! Como é que a partir daqueles espectros era possível chegar à identidade de um composto, por vezes em quantidade tão pequena?! Tive ali a certeza de que era nessa área que queria trabalhar! Não havia à data em Portugal nenhum equipamento, era verdade, mas isso não era impeditivo, até porque na altura a maior parte das pessoas procurava obter uma bolsa para ir fazer

o doutoramento fora. Quando obtive uma bolsa de doutoramento e tive a oportunidade de ir para o Laboratório de Química Analítica da Universidade de Utreque na Holanda (setembro de 1974), por sugestão da Professora Teresa Robert, aproveitei e, apesar da multiplicidade de opções que me colocaram à disposição no Laboratório, disse que o que eu queria mesmo era trabalhar na secção de espectrometria de massa!

CC: Viver e trabalhar num país diferente durante alguns anos não é uma tarefa fácil. Regressar a Portugal e construir um grupo ainda menos. Como foi a sua experiência?

MHF: O meu doutoramento na Holanda foi uma experiência fantástica a todos os níveis! Pelo acolhimento (fui extremamente bem recebida e integrada), pelos equipamentos (a secção de espectrometria de massa estava muito bem apetrechada), pelos ensinamentos aliados à independência e responsabilidade conferidas (cada um de nós tinha o seu trabalho pelo qual era responsável e quando surgiam dúvidas ou necessitava de esclarecimentos havia sempre alguém da secção para ajudar, mas ninguém andava atrás de ninguém); em suma, pela experiência adquirida e por toda a vivência, quer no interior, quer no exterior da Universidade (havia um

grupo de Senhoras, que constituíam o Neighbour Group, que tinham como missão orientar os estudantes estrangeiros para além de organizarem um sem número de atividades).

Construir um grupo foi um verdadeiro desafio! Primeiro, quando regresssei a Portugal em junho de 1979, ingressei no Centro de Espectrometria de Massa, na altura sediado no Complexo I do IST e na Linha de Investigação “Química de Feixes Iónicos – Energética” liderado pela Professora Teresa Robert. Como equipamento funcional havia apenas o MS9 (que viera da Holanda, doado à Professora Teresa Robert pelo Professor Geo Dijkstra, oficialmente o meu orientador de doutoramento), mas que tinha uma consola a necessitar de substituição e só com a fonte de EI (ionização eletrónica). Depois do falecimento da Teresa Robert decidimos manter a Linha 2 (no Centro de Espectrometria de Massa havia ainda a Linha 1 da Prof^a Maria Alzira Ferreira), tendo eu ficado a coordenar a mesma. Fazer investigação em espectrometria de massa que fosse competitiva implicava para todas nós várias estadias no estrangeiro que tínhamos que compatibilizar com o trabalho na Faculdade, pelo que grande parte das férias eram usadas para esse efeito. Mas fazer trabalhos só no estrangeiro não era o meu objetivo. A pouco e pouco foi possível alargar as colaborações a vários gru-

* Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa
E-mail: ccordeiro@fc.ul.pt

pos, em particular de Química Orgânica e de Ambiente e após ter-se conseguido investimento para uma nova consola para o MS9 e uma fonte FAB foi possível começar a publicar em revistas cotadas na área de espectrometria de massa com trabalho de investigação feito exclusivamente em Portugal, com grupos portugueses. A partir daí o grupo consolidou-se, mas eu diria que o crescimento só começou a ser significativo quando nos foi doado o ZAB, novamente da Holanda, e quando o DQB da FCUL adquiriu um GC-MS trio 1000.

CC: Dado que a espectrometria de massa é uma área que requer fortes investimentos em equipamento, manutenção e pessoal altamente qualificado, como conseguiu estabelecer o seu laboratório e como consegue mantê-lo competitivo?

MHF: Não é nada fácil e é uma luta constante, mas o importante mesmo é não desistir nunca! Só para dar uma ideia, o projeto do qual veio a resultar, após várias fases e várias atualizações ao longo dos anos, o FT-ICR, adquirido no âmbito da Rede de Espectrometria de Massa, foi submetido dez anos antes!!! Por isso o fundamental é não desistir, estar sempre alerta para não deixar escapar oportunidades, lutar por elas e, sobretudo, pensar que há-de ser possível!

CC: Construir uma rede nacional de espectrometria de massa foi um enor-

me desafio. Como foi a sua génese e como vê a sua manutenção e evolução no contexto atual do país?

MHF: A génese da rede foi o nosso projeto de LABORATÓRIO DE ESPECTROMETRIA DE MASSA BIOMOLECULAR, no qual propúnhamos adquirir, entre outros, o FT-ICR. Este projeto era já por si uma rede de espectrometria de massa, embora com um menor número de Instituições. Resultou da constatação da importância de concentrar sinergias, cruzar informação e know-how, com vista a apoiar, reforçar e desenvolver as capacidades de investigação de múltiplos utilizadores pertencentes a diferentes instituições, bem como estudos inter- e multidisciplinares, em especial em áreas de ponta.

CC: Alguns dos países mais desenvolvidos da Europa, de dimensão comparável a Portugal, como a Holanda, Dinamarca e Finlândia, sempre investiram fortemente em ciência e tecnologia, sendo alguns deles líderes mundiais em diversas áreas, nomeadamente na espectrometria de massa. Qual é o nosso problema?

MHF: O nosso problema é, a meu ver, o facto de que o nosso país nunca investiu em investigação como esses países o fizeram. Admito que tal possa ter sido devido ao nosso atraso ancestral em muitas áreas fulcrais relativamente a esses países, mas penso que em determinada altura o ritmo po-

dia ter sido invertido. Ainda me lembro bem do tempo em que não havia nenhuma autoestrada, mas não posso deixar de achar que muito depois dessa época, parte das verbas usadas em betão podiam ter sido canalizadas para a investigação. Isto pese embora eu reconhecer o esforço feito por vários organismos e pela FCT em especial. Mas as verbas disponíveis não são comparáveis às desses países.

CC: A ciência em Portugal está francamente arredada dos centros de decisão. Qual é a sua visão do papel da ciência em geral e da espectrometria de massa para a afirmação de Portugal nos planos científico e tecnológico, em particular na exploração dos seus recursos estratégicos, em terra e no mar?

MHF: A ciência é, a meu ver, o motor do desenvolvimento e do desenvolvimento sustentável. Desde que tal fosse reconhecido e levado à prática, o que considero imprescindível, não penso que fosse necessário estar no centro das decisões. Quanto à espectrometria de massa, é uma área de importância estratégica, quer científica, quer tecnológica, nos dias de hoje, em que somos confrontados com tantos problemas, frequentemente complexos, como por exemplo os resultantes de contaminações, quer do meio ambiente, na terra ou no mar, quer dos alimentos, entre outros. A título de exemplo, a EFSA (European Food Safety Authority) está constantemente a solicitar aos vários países europeus informação sobre muitas contaminações, a sua origem, os seus riscos para a saúde e modos possíveis de as eliminar/minimizar e a espectrometria de massa tem a capacidade de responder a muitas dessas questões, mesmo quando os poluentes estão em quantidades vestigiais e em matrizes complexas.

CC: O programa europeu INSTRUCT (structuralbiology.eu), a maior infraestrutura de equipamentos e know-how na Europa no âmbito da biologia estrutural, poderá ter uma papel decisivo ao assegurar aos investigadores portugueses o acesso a state of the art facilities?

MHF: O programa INSTRUCT tem, sem dúvida, um papel da maior impor-



O grupo de espectrometria de massa ambiental e biológica do centro de química e bioquímica da FCUL, liderado pela Professora Helena Florêncio. Em destaque, o espectrómetro de massa de setor magnético ZAB

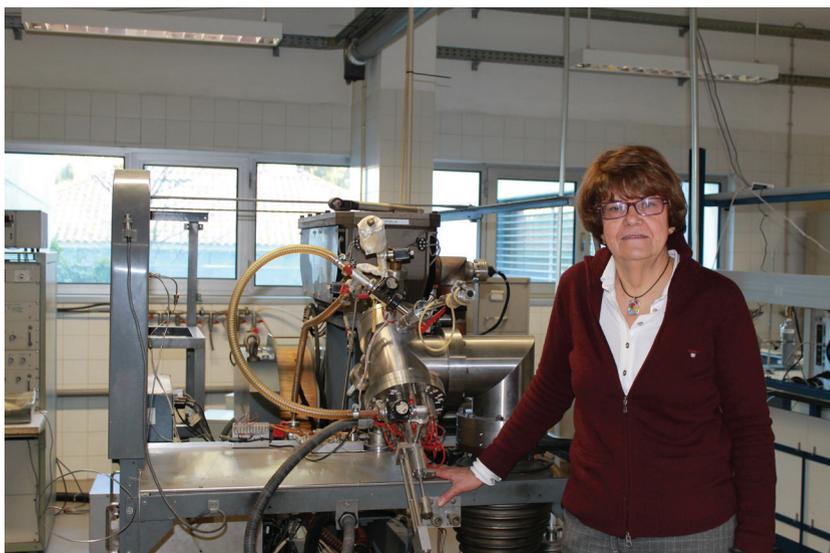
tância para os investigadores portugueses na área da biologia estrutural, dado que lhes permite adquirir know-how e possibilita o acesso às tecnologias e equipamentos mais atualizados na área. O INSTRUCT pode contribuir decisivamente para tornar os investigadores portugueses mais competitivos na área.

CC: No mundo global, qual é a sua visão acerca da internacionalização da ciência? É mesmo importante publicar conjuntamente, ou uma colaboração intelectual profícua não obriga forçosamente a projetos ou publicações conjuntas?

MHF: A internacionalização no sentido de colaborações e cruzamento de informações e know-how é sem dúvida importante e de incentivar. Mas considero que medir a internacionalização em termos da quantidade de publicações e projetos conjuntos não é um critério adequado para aferir da qualidade da investigação ou da competência do investigador. Pensando no meu próprio percurso, usando esse critério, a minha internacionalização estava no auge quando eu não tinha equipamento em Portugal, ia para a Holanda, para Inglaterra ou para Alemanha e só publicava com estrangeiros e participava em projetos com eles! O achievement foi, no meu caso pelo menos, quando consegui ter um grupo em Portugal a fazer investigação em Portugal, a publicar em revistas de espectrometria de massa conceituadas. O que não quer dizer obviamente que não ache desejável ter essas colaborações, mas muitas vezes elas podem traduzir-se, não em artigos ou em projetos, mas noutros aspetos entre os quais a formação, como por exemplo colaborações na pós-graduação ou mesmo doutoramentos conjuntos.

CC: De todas as suas publicações, qual foi aquela que lhe deu maior prazer?

MHF: A bem dizer todas elas me dão prazer, se assim não fosse já tinha deixado estas 'lides'! Mas a que me



A Professora Helena Florêncio junto ao espectrómetro de setor magnético MS9, ainda operacional, doado por uma universidade holandesa e que permitiu o estabelecimento da espectrometria de massa de alta resolução em Portugal

deu mesmo mais prazer foi o artigo que publiquei em 1993, na revista *Organic Mass Spectrometry* (M. H. Florêncio e W. Heerma, *Behaviour of methyl red under FAB conditions*, *Organic Mass Spectrometry*, 28, 657-664, 1993). Consistiu basicamente num estudo muito detalhado com o objetivo de obter informação sobre as melhores condições para otimização do sinal usando a técnica de FAB (bombardeamento com átomos rápidos). O composto usado como modelo foi o corante vermelho de metilo e observou-se o efeito nos espectros da variação de parâmetros experimentais como o pH, a matriz e a presença ou não de surfactantes.

CC: A formação de jovens cientistas faz parte da sua atividade enquanto investigador e docente numa das melhores universidades do país, a Universidade de Lisboa. O que recomendaria a estes jovens que abraçam uma carreira de docência e investigação?

MHF: Primeiro, que procurem trabalhar numa área de que gostem. Que trabalhem nessa área com entusiasmo, que lutem e, sobretudo, que não desistam. Nem tudo é possível, isso é verdade, mas faz parte da vida. Compete a cada um contribuir para tornar possível aquilo que à primeira vista poderia parecer impossível.

NOTA BIOGRÁFICA DA PROFESSORA MARIA HELENA FLORÊNCIO

Helena Florêncio é Professora Catedrática de Química Analítica na Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, FCUL. Atualmente é Presidente da Assembleia da Faculdade da FCUL, Presidente da Comissão de Avaliação Interna e Garantia da Qualidade da FCUL, Coordenadora dos 3º ciclos do Departamento de Química e Bioquímica da FCUL, membro da Comissão Executiva do Centro de Química e Bioquímica, Presidente do Conselho Coordenador da Rede Nacional de Espectrometria de Massa, Presidente do Conselho Científico da ASAE e representante na Fundação Internacional de Espectrometria de Massa (IMSF). Lidera o grupo de Espectrometria de Massa Ambiental e Biológica do Centro de Química e Bioquímica, um centro de investigação de excelência da FCUL (cqjb.fc.ul.pt).

As suas áreas de investigação estão focadas na espectrometria de massa, cromatografia, química analítica, química ambiental e química biológica. Supervisiona atualmente três doutoramentos em espectrometria de massa (7 concluídos nesta área) e publicou mais de 100 artigos científicos *peer-review*.

..... Visite-nos em www.spq.pt



ChemistryViews

Brought to you by



-  The best chemistry content
-  Exciting news, education, entertainment and multi-media
-  Fast track to unique articles and 16 society platforms with the new online magazine



Spot your favorite content at

www.ChemistryViews.org



PETER ROEPSTORFF

INVESTIGADOR EM PROTEÓMICA



ENTREVISTA CONDUZIDA POR
CARLOS CORDEIRO*

O Professor Peter Roepstorff é um dos investigadores de topo em proteómica e um dos pioneiros em espectrometria de massa de proteínas. Lidera um dos grupos mais influentes nesta área e foi responsável pelo treino e formação de um grande número de investigadores que são agora líderes dos seus próprios grupos e que muito contribuíram à disseminação da utilização da espectrometria de massa e da proteómica na investigação em ciências da vida.

CC: Qual foi a sua motivação para usar a espectrometria de massa na sua pesquisa, dado que estava a trabalhar na síntese de péptidos na época (finais dos anos sessenta) e a espectrometria de massa era algo exótico, focada principalmente em problemas químicos e físicos?

PR: Logo após a minha graduação comecei a trabalhar num laboratório de investigação em proteínas, onde desenvolvi o primeiro sintetizador automático de péptidos, que foi vendido a uma companhia americana. Infelizmente, o rendimento era muito baixo e, com os métodos analíticos ao nosso dispor, não conseguíamos perceber porquê. Por acaso li um artigo de Mickey Barber (que mais tarde inventou o FAB-MS, espectrometria de massa com ionização por fast atom bombardment), no qual tinha determinado por espectrometria de massa a estrutura de um peptidolípido com quase 1400 Da. Klaus Bieman tinha também publicado alguns artigos sobre a análise por GC-MS de pequenos péptidos derivatizados. Fiquei profundamente impressionado e decidi que a espectrometria de massa poderia resolver o meu problema e que tinha grande potencial no futuro da química de proteínas.

CC: Os espectrómetros de massa eram, e ainda são, peças de equi-

pamento muito dispendiosas. Como conseguiu adquirir o seu primeiro espectrómetro de massa?

PR: Em 1967 eu era muito ingénuo e fiz um pedido ao conselho dinamarquês de investigação. Claro que os meus problemas com a síntese de péptidos não eram justificação suficiente e postulei que as modificações pós-traducionais de proteínas deveriam ser prevalentes e que a espectrometria de massa seria a técnica fundamental para as descobrir. Fui afortunado, pois o presidente do conselho acreditou em mim e confiou no meu postulado acerca da prevalência e importância biológica das modificações pós-traducionais, pelo que tive financiamento para adquirir um pequeno espectrómetro de massa, um Perkin-Elmer 270 de setor magnético e dupla focagem com ionização eletrónica. Hoje em dia, esta abordagem ao financiamento nunca seria bem sucedida.

CC: Quando iniciou a sua pesquisa em espectrometria de massa, esperava o seu enorme florescimento e universalidade nas ciências biológicas?

PR: Eu estava profundamente convicto de que a espectrometria de massa tinha um futuro na investigação de proteínas. Esta convicção era mais intuitiva do que baseada em factos, mas tinha a visão e o sonho de que

a espectrometria de massa se desenvolveria como a metodologia chave na investigação de proteínas. Apesar do lento progresso durante os primeiros 15 anos, acreditei continuamente nesta possibilidade. E agora, na atualidade, o meu sonho realizou-se.

CC: Ao começar a trabalhar com proteínas deve ter encontrado de imediato limitações associadas aos analisadores de massa e fontes de ionização da época. Antes do aparecimento do ESI (electrospray ionization) e do MALDI (matrix assisted laser desorption ionization) como era o seu trabalho?

PR: Essa é uma longa história. Inicialmente apenas tínhamos EI (electron ionization), que exige que as moléculas a analisar se encontrem em fase gasosa na fonte de iões. Isto requeria derivatização e limitava o tamanho dos péptidos a analisar a cerca de 10 resíduos de aminoácidos. Adicionalmente, a presença de certos resíduos como Arg e His criavam problemas e reduziam a sensibilidade. O advento da CI (chemical ionization) e do FD (field desorption) abriram novas perspectivas. Eu experimentei de imediato estes métodos e consegui financiamento para um espectrómetro de massa no qual podiam ser implementadas. A descoberta-chave aconteceu em 1980 através de uma colaboração com o físico Bo Sundqvist e com Per Hakansson. Eles demonstraram que

* Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa
E-mail: cacordeiro@fc.ul.pt

era possível fazer voar proteínas num espectrómetro de massa, bombardeando as amostras num alvo sólido com partículas de 100 MeV. Isto foi um grande sucesso porque demonstrou a possibilidade de ionizar proteínas e analisá-las por TOF (time of flight). O trabalho destes físicos foi baseado na descoberta de Ron McFarlane que construiu um espectrómetro de massa protótipo de desadsorção de plasma ^{252}Cf e estabeleceu uma pequena companhia para o produzir. Nós fomos os primeiros clientes e o primeiro laboratório de ciências biológicas a usar a espectrometria de massa na análise de péptidos e proteínas não derivatizadas. Com a ajuda do Mickey Barber, instalámos também uma fonte FAB (fast atom bombardment) no nosso instrumento de setor magnético e tínhamos assim as duas técnicas de ionização no meu laboratório. Nos anos 80 fiz parte de um grupo internacional muito ativo que incluía Franz Hillenkamp, Michael Karas, Brian Chait e Ken Standing, focados no uso de métodos de desadsorção para estudar moléculas biológicas não voláteis. Eu era na época o único biólogo do grupo! Soube da existência do MALDI e do ESI antes de terem sido apresentados nas conferências da IMSC e ASMS em 1988, respetivamente. Pouco tempo depois construía um MALDI-TOF e um ESI com um quadrupolo simples no meu laboratório. Penso que fui dos primeiros a comparar as quatro técnicas de ionização, sendo claro que o MALDI

e o ESI eram vastamente superiores, pelo que foram adotadas. Na época estava fortemente envolvido naquilo que viria a ser a proteómica e consegui financiamento que permitiu ao meu laboratório evoluir para a nova geração de equipamentos.

CC: Como e quando conheceu John Fenn, prémio Nobel da Química pela invenção da ionização por electrospray (ESI) em 2002 e quando teve conhecimento do ESI?

PR: Como disse antes, tive conhecimento do ESI antes da sua apresentação na conferência da ASMS porque um dos alunos de doutoramento do John Fenn, Mathias Mann, tinha uma noiva dinamarquesa. Ela queria muito que ele obtivesse um lugar no meu grupo, sediado na Dinamarca. Consequentemente, contactei Fenn para me informar acerca do ESI e do Matthias.

CC: O ESI foi a principal contribuição de Fenn para a espectrometria de massa?

PR: Sim, o background de Fenn era a física, baseada no trabalho de Doles sobre a geração de feixes de iões de elevada massa molecular. A sua contribuição foi transformar este princípio num método viável de ionização para espectrometria de massa de grandes biomoléculas. O impacto desta técnica é hoje evidente para qualquer pessoa envolvida em espectrometria de massa.

CC: O desenvolvimento do MALDI-TOF foi instrumental em proteómica, mas o desenvolvimento moderno do ESI e do LC-MS para shotgun proteomics, incluindo a cobertura completa de um proteoma numa única análise por UHPLC-MS em cerca de uma hora, pode levar-nos a pensar que o MALDI está morto?

PR: Não. Eu não sinto que o MALDI esteja morto. Tem tantas vantagens. É rápido, tolerante a contaminações e pode ser acoplado off-line ao HPLC, um conceito que devia ser muito mais usado porque possibilita a reanálise de amostras interessantes. Nós sempre usámos o MALDI-MS/MS para proteómica baseada em géis 2D, que também não morreu. Espero muitos melhoramentos do MALDI nos próximos anos.

CC: A espectrometria de massa evoluiu a partir do desenvolvimento de instrumentos para o desenvolvimento de aplicações onde a maior parte das pessoas olha para um espectrómetro de massa, preparação de amostras, cromatografia, e até a análise de dados, como algo garantido e à prova de erro. Aparentemente, parece que basta adquirir o equipamento e... está feito. Não lhe parece que esta abordagem tem problemas consideráveis? Ainda é importante olhar para um espectro de massa?

PR: Aí está a tocar um problema muito sério. Muitos dos novos utilizadores da espectrometria de massa e proteómica têm uma formação em genómica. Isto significa que muitos destes utilizadores não compreendem realmente os instrumentos que usam e frequentemente confiam cegamente em identificações de proteínas. Na minha opinião este desenvolvimento é péssimo. De forma a otimizar o uso da espectrometria de massa e fazê-lo com uma atitude crítica é necessário compreender a instrumentação e interpretar espectros de massa, incluindo padrões isotópicos.

CC: Pensa que os anos dourados da espectrometria de massa, com cinco prémios Nobel atribuídos (até agora...) já passaram, ou acredita que o melhor ainda está para vir? Qual é a sua visão do futuro?



O Professor Peter Roepstorff junto de um dos espectrómetros de massa do seu grupo, com fonte ESI, a contribuição revolucionária de John Fenn para a espectrometria de massa e a proteómica (Foto: Peter Hojrup)

PR: Um filósofo e humorista dinamarquês afirmou que é difícil profetizar, principalmente quando se trata do futuro. Concordo plenamente. Eu não esperava o Orbitrap e, no entanto, foi criado. Estou convencido que o impacto da espectrometria de massa é de tal modo importante que veremos em breve desenvolvimentos dramáticos nos métodos e instrumentos usados. Em média, tem havido um grande salto em frente a cada dez anos, pelo que o próximo deve acontecer dentro de cinco anos.

CC: Um dos seus artigos mais citados descreve o padrão de MS/MS, fundamental para a sequenciação e análise de sequências de péptidos e proteínas. Como estabeleceu a notação b, y, ..., c, z?

PR: Bom, a ideia surgiu devido a um estudante de medicina que estava no meu laboratório. Pedi-lhe que analisasse os sinais de menor abundância que apareciam em espectros de PD (plasma desorption) e FAB de péptidos e verificar se continham informação de sequência. Para facilitar a atribuição, usámos a nomenclatura a, b, c, x, y, z. Esta abordagem revelou-se de tal forma prática que decidimos publicá-la. Também incluímos uma contagem de cargas, mas esta última notação não pegou. Para nossa sorte, o MS/MS foi generalizado pouco tempo depois e a nomenclatura proposta tornou-se universalmente empregue.

CC: Tem mais de 450 artigos publicados. Qual foi aquele que lhe deu mais prazer?

PR: Essa questão é difícil. Eu tive prazer em todos os meus trabalhos, mas talvez possa afirmar que se tratou da descoberta da primeira modificação pós-traducional, o ácido γ -carboxi-glutâmico, em 1974, em colaboração com um grupo sueco de medicina. O primeiro artigo de MS com uma proteína real e o uso do MS para caracterizar a semissíntese da insulina humana em colaboração com o grupo de Bo Sundqvist, publicado na Science, foi outro, assim como o meu artigo no PNAS, onde em conjunto com cientistas de Stanford e da Oregon State University, combinamos o uso da espectrometria de massa e informação

genómica de sequência num conceito intitulado mapeamento peptídico. Na minha opinião, estes artigos representam os verdadeiros marcos do meu trabalho.

CC: É um viajante global e um velejador experiente, e recentemente participou na terceira expedição Galathea, parte de uma série de expedições marítimas dinamarquesas de circum-navegação mundial que começaram em 1845 (galathea3.dk/uk). Como conseguiu entrar a bordo?

PR: A segunda expedição Galathea ocorreu quando eu tinha 8-10 anos de idade. Acompanhei todos os relatórios e notícias e decidi que aquilo que iria fazer quando crescesse seria participar na expedição Galathea. Então, durante o planeamento da terceira expedição Galathea, iniciado em 2004, apercebi-me que tinha a possibilidade de concretizar o meu sonho de menino. O problema para mim era como focar-me num problema de biologia marinha e oceanografia, sendo eu um químico de proteínas e um espectrometrista de massa! Então, concebi o projeto: "Proteínas fluorescentes: A dívida dos oceanos à ciência e à biotecnologia" e submeti a proposta que foi aceite pelo conselho da expedição. O projeto no navio da expedição envolveu mergulhos noturnos em recifes de coral para encontrar organismos fluorescentes, por exemplo, corais e esponjas. As amostras foram recolhi-

das e analisadas ainda a bordo e as que poderiam conter proteínas fluorescentes foram congeladas e enviadas para a Dinamarca para posterior caracterização, principalmente por espectrometria de massa. Encontrámos mais de 100 amostras com interesse e os métodos para a sua caracterização foram publicados no J. Proteomics.

CC: Nesta época de problemas, crise, falta de visão, e na qual o herói nacional é o "empreendedor", qual pensa que poderá ser o papel da ciência? O que recomendaria a um jovem investigador prestes a começar a sua viagem?

PR: Quando olhamos para o século passado, não existem dúvidas de que a ciência, mais do que qualquer outra atividade, mudou o mundo. Pensemos por exemplo no plástico, telefones celulares, novos medicamentos e por aí fora. É muito difícil entender porque razão no mundo ocidental o prestígio dos cientistas diminuiu proporcionalmente ao aumento do impacto da ciência. No Oriente, esta tendência não é a mesma. Então, o que fazer, exceto emigrar para a China? Sinceramente não sei, mas acredito que uma melhor comunicação e divulgação ao público em geral acerca de assuntos científicos para reduzir o medo que muitos manifestam relativamente ao progresso da ciência, por exemplo sobre organismos geneticamente modificados, possa ajudar. Os políticos, que



A pesquisa científica não conhece limites ou fronteiras: O Professor Peter Roepstorff à descoberta de espécies marinhas que produzem proteínas fluorescentes, no âmbito da expedição dinamarquesa Galathea 3 (Foto: K. Wrzesinski)

gerem orçamentos para o suporte da ciência, têm de ver uma compreensão por parte do público da ciência para considerarem prioritária a atribuição de fundos razoáveis para a ciência a partir dos orçamentos nacionais. A ciência gera crescimento e riqueza nacional, mas leva tempo. O meu conselho para gente jovem é o seguinte: se quiserem ser famosos, sejam futebolistas ou estrelas, não cientistas. Se quiserem ser ricos, escolham ser advogados ou conselheiros financeiros, não cientistas. Se quiserem uma vida excitante e estiverem dispostos a lutar pelo vosso sonho, então, sejam cientistas. A vida de um cientista é a vida mais excitante que consigo imaginar. Trabalhar na linha da frente do conhecimento, em contacto com outros cientistas em todo o mundo... mas não é fácil, requer dedicação.

NOTA BIOGRÁFICA DO PROFESSOR PETER ROEPSTORFF

Peter Roepstorff é Professor no Departamento de Bioquímica e Biologia Molecular da Universidade do Sul da Dinamarca e líder do grupo de investigação de proteínas (sdu.dk).

Ao longo das últimas décadas, este tem sido um dos grupos mais influentes a nível mundial na espectrometria de massa e proteómica, contando atualmente 60 membros, dos quais 7 investigadores seniores e dispondo de 15 espectrómetros de massa state of the art.

A sua influência manifestou-se, não apenas no desenvolvimento tecnológico da espectrometria de massa, em particular no desenvolvimento e apli-

cação dos modos de ionização MALDI e ESI, na antevisão da prevalência e significado biológico das modificações pós-traducionais de proteínas (PNAS, 71, 2730-2733, 1974) e na caracterização de proteínas por espectrometria de massa (Science, 226, 696-698, 1984), mas acima de tudo no treino e formação de investigadores um pouco por todo o mundo, da China ao Brasil, passando por Portugal.

É consultor científico da Rede Nacional de Espectrometria de Massa (rmem.fc.ul.pt) e membro da Comissão Internacional de Acompanhamento do Centro de Química e Bioquímica da FCUL (cqcb.fc.ul.pt). Participou recentemente na expedição dinamarquesa Galathea 3 que circum-navegou o globo (galathea3.dk). Qual será a sua próxima viagem de descoberta?

ATUALIDADE CIENTÍFICA

OUTRA FORMA DE OXIGÉNIO

Um novo estudo computacional prevê que, a pressões de aproximadamente 2 terapascal (TPa), o oxigénio molecular forme uma estrutura O_4 de cadeia em espiral, que apresenta propriedades surpreendentes (Proc. Natl. Acad. Sci. USA, DOI: 10.1073/pnas.1119375109).

Yanming Ma da Jilin University, em Changchun, China, Ho-kwang Mao da Carnegie Institution de Washington, e colaboradores, usaram uma estratégia computacional denominada por CALYPSO ("crystal structure analysis by particle-swarm optimization") para prever possíveis estruturas para o oxigénio. Assim, os investigadores executaram simulações estruturais na gama de pressões de 0.02-2.0 TPa. Estas simulações possibilitaram a previsão de uma estrutura molecular do tipo O_8 já previamente observada, que se mantém estável na gama de pressões 0.008-1.92 TPa. No entanto, à pressão de 2 TPa, os investigadores descobriram uma estrutura desconhecida do tipo O_4 formada por uma cadeia espiral quadrangular com 4 átomos de oxigénio por volta. Esta estrutura é similar à fase de enxofre de alta pressão S_4 . Por outro lado, os investigadores foram surpreendidos com a descoberta de que a nova estrutura O_4 seria um isolante e não um supercondutor, como a fase metálica O_8 obtida a pressões mais baixas. Ma afirma, "esta cadeia espiral é a primeira forma monoatómica reportada para o oxigénio em que o átomo de oxigénio é a unidade básica constitutiva do sólido. Todas as outras fases conhecidas para o oxigénio exibem a molécula O_2 como unidade constitutiva básica".

Malcolm I. McMahon, diretor adjunto do Center for Science at Extreme Conditions, da Universidade de Edimburgo, na Escócia, afirma, "é sabido que o oxigénio metaliza a pressões muito mais baixas, da ordem de 96 GPa, e que a essa pressão o seu aspeto é semelhante ao de qualquer outro metal. Assim, a experiência tem indicado que a aplicação de pressões muito elevadas leva à metalização dos materiais. No entanto, trabalhos de previsão como o atual sugerem agora que as condições de compressão extrema podem igualmente conduzir a transições de retorno para estruturas isolantes".

A confirmação experimental desta previsão será "uma tarefa extremamente desafiante", acrescenta McMahon, mas "não de todo impossível", recorrendo a técnicas dinâmicas de compressão, como as já disponíveis na National Ignition Facility, do Lawrence Livermore National Laboratory.

(adaptado do artigo de 09/01/2012 de Celia Arnaud: Another Form of Oxygen, Chemical & Engineering News – <http://cen.acs.org/articles/90/i2/Another-Form-Oxygen.html>)

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

QUÍMICA E MÚSICA: “COME TOGETHER”?

LUÍS M. S. LOURA*

Química e Música, uma ciência e uma arte, constituem duas expressões fundamentais da atividade humana. Este trabalho aborda vários pontos de contacto entre estes dois domínios, sob diversas vertentes. Em particular, dão-se exemplos do uso da Música na aprendizagem da Química e de indivíduos que se notabilizaram em ambos os campos. Comenta-se ainda o modo como a Química tem influenciado os músicos contemporâneos, apresentando-se listas de álbuns e canções com títulos de inspiração química.

INTRODUÇÃO

A Química está, de um modo ou outro, presente em todo o tipo de atividades humanas. Deste modo, não espanta que seja relativamente fácil encontrar relações, ainda que indiretas, entre Química e Música. Variados episódios cruciais da história da Química foram recentemente abordados de uma forma conjunta e integrada com realizações artísticas, incluindo a música clássica, por Jorge Calado [1]. De uma forma literal, o som de processos químicos, como explosões, tem sido aproveitado, quer na gravação, quer (sobretudo) na interpretação ao vivo de peças musicais. Foram mesmo desenvolvidos instrumentos (como o “pirofone” [2] ou o *orgue à feu* [3]), em que são produzidas notas musicais a partir de explosões, ou outras formas de combustão, ou aquecimento rápido, originando uma música manifestamente singular e misteriosa. Além disso, tanto a Química como a Música (uma ciência e uma arte) têm constituintes básicos (átomos/moléculas e notas musicais, respetivamente), têm uma dimensão temporal essencial e podem prestar-se a uma descrição matemática.

Com base nestas ideias, Kumbar [4] desenvolveu um processo, envolvendo transformações de Fourier (que transformam dados cinéticos de reações químicas – domínio temporal

– em Música – domínio das frequências) e princípios de teoria musical, para produzir Música suscetível de ser tocada num computador ou instrumento musical. No mesmo trabalho, o autor descreve ainda a conversão de diagramas de níveis de energia de estados atómicos e a própria tabela periódica dos elementos em Música.

Kohn [5] estabeleceu paralelos adicionais entre Música e Química, bem como diferenças fundamentais. No que respeita aos pontos em comum, ambas as disciplinas requerem, segundo este autor (note-se que o artigo em causa antecede por uns bons anos a explosão *punk* e a cultura *anyone can play* subjacente), um elevado grau de precisão, prática e repetição de exercícios realizados anteriormente por gerações de alunos relutantes. De um modo geral, ambas as atividades requerem destreza manual e adesão a um conjunto de regras que permite, de qualquer modo, a expressão de um certo grau de “arte” por parte do executante. Foram realçadas duas diferenças fundamentais. Em primeiro lugar, a Música é muito popular, ao contrário da Química. Nas palavras do autor citado, “*The Journal of Physical Chemistry just doesn’t make good reading (...) Many records sell millions of copies. How many reprint requests did you get lately?*” (a disponibilização de artigos *online*, mesmo nos casos em que é feita em acesso livre, não fez muito para mudar esta situação). Em segundo lugar, a Ciência, e a Química em particular, são essenciais à sobrevivência material de cada um de nós e da nossa espécie, enquanto

que a Música (temos de admiti-lo) não o é. Por incrível que pareça, muitos de nós vivemos praticamente na ausência de Música (pelo menos da variedade procurada pelo sujeito, ao invés de passivamente absorvida a partir do exterior). Outros subsistem numa dieta musical manifestamente deficiente. Por outro lado, a Química está à nossa volta, dentro de nós, connosco para sempre, quer queiramos quer não. Para pessoas de disposição científica, é consensual que mesmo que a Música que ouçamos não seja particularmente edificante, a Bioquímica dos processos que decorrem nos nossos organismos é certamente maravilhosa. A este propósito, é oportuno citar um estudo neuroquímico/neuroimaging recente que demonstrou a libertação de dopamina associada ao prazer da audição de Música, com dissociação anatômica entre as fases antecipatória e consumatória desta experiência auditiva [6].

A MÚSICA NO ENSINO DA QUÍMICA

Não é certamente recente o uso de mnemónicas ou canções com temas químicos para fins de aprendizagem. Por exemplo, muitos leitores reconhecerão a mnemónica “Se Urso Vires Foge Tocando Gaita (ou Guitarra) para Haia (ou Hendaye)” do estudo das relações de Maxwell em Termodinâmica (ou as correspondências em inglês [7, 8]). O uso de canções reveste-se geralmente de um carácter lúdico e humorístico, que visa sobretudo aumentar a motivação do estudante para o tema em causa. Há dois tipos essenciais de canções peda-

* Faculdade de Farmácia, Universidade de Coimbra, Pólo das Ciências da Saúde, Azinhaga de Santa Comba, 3000-548 Coimbra
E-mail: lloura@ff.uc.pt

gógicas: as que foram escritas especificamente para uso na sala de aula e as que foram gravadas por artistas musicais, não tendo em conta a sua possível utilização como auxiliares de aprendizagem. Este segundo tipo foi revisto recentemente por Last [9] e inclui canções sobre a tabela periódica, ligação iónica, as primeiras duas leis da Termodinâmica ou análise química qualitativa. Existem vários recursos *online* com canções educativas [10]. Canções escritas propositadamente para uso em contexto de ensino têm surgido ocasionalmente na literatura de Educação em Química. Um exemplo, dado por Eberhart [11] é a canção *The Old P-Chem Blues* (cantada à melodia de *Brown's Ferry Blues*), dedicada à luta do estudante que procura compreender os fundamentos da Química Física e Termodinâmica (novamente!) e cuja primeira estrofe é:

*Carnot, Kelvin, and Gibbs I'm told,
Started Thermodynamics in days of old.
Lord, Lord, I've got The Old P-Chem blues.
Even though these guys are dead and gone,
I study this stuff 'til the break of dawn.
Lord, Lord, I've got The Old P-Chem Blues.*

Uma alternativa à exposição pelo docente de canções relacionadas com os conteúdos ministrados nas aulas consiste na elaboração pelos estudantes de trabalhos em que a Música seja componente integral. Foi esta a ideia de Neil Garg, professor de Química Orgânica na Universidade de Califórnia em Los Angeles. O Dr. Garg aproveitou o interesse dos seus estudantes na criação de vídeos para divulgação *online* para conceber um trabalho opcional, que envolvia a criação de vídeos de canções com letras relacionadas com os conteúdos do curso. Julgando pelas palavras de alguns alunos [12], a ideia teve um sucesso assinalável, podendo os resultados ser apreciados na página web do curso [13].

QUÍMICOS-MÚSICOS...

Várias pessoas notabilizaram-se por contribuir significativamente tanto na Química como na Música. Na maior parte dos casos, tratam-se de químicos (ou afins) profissionais, com atividade musical paralela à sua carreira principal. Na Tabela 1 listam-se al-

guns dos exemplos mais importantes. Uma associação informal, a *Society for the Propagation of the Music of the Chemist-Composers*, foi recentemente formada, para publicitar a Música dos químicos-compositores, incluindo alguns dos mencionados na tabela [14].

De um modo ou outro, todos os cientistas/músicos incluídos na Tabela 1 têm percursos biográficos de manifesto interesse. Apenas se comenta aqui uma seleção, sendo o leitor remetido para as referências indicadas na tabela para uma descrição mais detalhada das contribuições individuais.

Aleksandre Borodin (Figura 1) é provavelmente o químico-músico mais conhecido e sobre o qual existe uma literatura mais extensa. Médico de formação de base, enquanto químico, os seus contributos mais duradouros dizem respeito à reação de Borodin-Hunsdiecker, à síntese do fluoreto de benzoilo e à adição aldólica. Apesar de a Música constituir uma vocação secundária em termos de prioridade, é

provavelmente como compositor que Borodin é mais conhecido. Integrou o chamado "grupo dos cinco" compositores dedicados ao estabelecimento de um tipo de produção musical especificamente russo e foi responsável por 3 sinfonias (uma incompleta), cerca de 20 canções, 2 quartetos de cordas, um poema sinfónico e uma ópera incompleta. Dedicou ainda parte significativa do seu tempo a promover a educação superior de mulheres em medicina. Borodin foi recentemente (julho de 2011) homenageado pela Universidade de Lisboa na iniciativa "Notas Químicas - Borodin: Compositor e Químico", que incluiu interpretações de obras suas e dos outros membros do "grupo dos cinco".

Lejaren Hiller é um raro exemplo de mudança de carreira de uma área para a outra. Entre 1941 e 1947, Hiller estudou Química em Princeton, tendo concluído o seu doutoramento com uma tese na área da Química da celulose. Subsequentemente, esteve 4 anos como investigador na DuPont, na sua área de doutoramento, ten-

Tabela 1 – Alguns químicos-músicos, por ordem cronológica de nascimento

Nome	Contribuições principais na Química	Contribuições principais na Música
George Berg (~1720-1775) [15, 16]	Experiências no fabrico de vidro	Compositor, organista e professor de violino e cravo
Aleksandre P. Borodin (1833-1887) [17-19]	Químico Orgânico	Compositor
Edward Elgar (1857-1934) [15]	Químico amador, inventor de um aparelho para produção de H ₂ S	Compositor, maestro
Georges Urbain (1872-1938) [15]	Químico inorgânico (descobridor de lantanídeos)	Pianista, compositor
Emil Votoček (1872-1950) [15]	Químico orgânico	Compositor, musicólogo
Waldo Cohn (1910-1999) [5, 20, 21]	Bioquímico (separação de ácidos nucleicos por permuta iónica)	Violoncelista, fundador duma orquestra sinfónica
Martin Kamen (1913-2002) [5, 22]	Químico-físico, físico nuclear (codescobridor do ¹⁴ C)	Violista
Michael Kasha (1920-) [23-27]	Pioneiro da fotofísica e fotoquímica molecular	Desenhador de instrumentos musicais
Morris Kates (1923-) [15]	Bioquímico, lipidologista	Compositor
Lejaren Hiller (1924-1994) [28]	Químico de polímeros, químico computacional	Compositor, pioneiro da Música computorizada
Carlo Botteghi (1938-2002) [15]	Químico industrial	Compositor, musicólogo
Elaine L. Bearer (1949-) [15]	Bioquímica, neuroquímica	Compositora, professora de Música

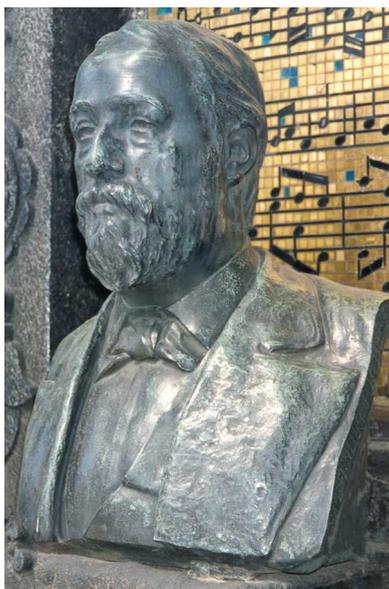


Figura 1 – Busto de Aleksander Borodin no seu túmulo (fonte: wikipedia)

do iniciado uma carreira académica profissional com Frederick T. Wall na Universidade de Illinois em Urbana-Champaign, em 1952. Aqui Wall e Hiller utilizaram um computador (o ILLIAC, acrónimo de *Illinois Advanced Computer*) para geração de números pseudo-aleatórios e cálculo estatístico de dimensões macromoleculares e de probabilidades de reações químicas, tendo publicado os seus estudos pioneiros entre 1955 e 1961, numa série de artigos no *Journal of Chemical Physics*. Entretanto, Hiller, desde muito jovem interessado em Música (tendo mesmo também estudado Música em Princeton), assinava composições formais desde 1946. A partir de 1955, em parceria com o programador Leonard Isaacson, começou a utilizar o ILLIAC para produzir Música, através de um método que, de modo semelhante à sua investigação científica, utilizava geração de números pseudo-aleatórios. Deste modo, compuseram a *Illiac Suite for String Quartet* em 1957, que também foi tocada ao vivo em várias ocasiões. Em 1958, Hiller completou um mestrado em Música e transferiu-se para o Departamento de Música da Universidade de Illinois, onde seria sucessivamente nomeado Professor Associado (1961) e Catedrático (1965). O seu último artigo enquanto químico foi publicado em 1962. Posteriormente, mudar-se-ia para a Escola de Música da Universidade Estadual de Nova Iorque, em Buffalo, onde permaneceu até ao fim da sua carreira.

Enquanto músico, tem destaque a colaboração com o compositor experimental John Cage em *HPSCHD*, peça para 1-7 cravos e 1-51 fitas geradas por computador. Esta composição, influenciada pelo *I Ching* e pelo *Musikalisches Würfelspiel* atribuído a Mozart (KV 294d), usava como *inputs* peças de Mozart, Beethoven, Chopin, Schumann, Gottschalk, Busoni e Schönberg, para além de Cage e Hiller. Foi estreada em 1969, e gravada para edição discográfica, que continha uma única impressão numerada (1-10000) de um programa de instruções que permitia ao ouvinte o envolvimento na reprodução, por ajuste do volume e das frequências graves e agudas de ambos os canais. Curiosamente, o efeito desconcertante resultante da audição de *HPSCHD* [29, 30] não é totalmente distinto do causado pela exposição ao trabalho de expoentes da Música eletrónica experimental mais recente, como os Autechre, o que evidencia o caráter modernista do trabalho de Cage e Hiller.

Para muitos, o nome Micheal Kasha está associado a alguns dos princípios fundamentais da Fotoquímica molecular, como a regra de Kasha [31]. No entanto, dentro da larga gama de interesses daquele que foi o último doutorando de Gilbert N. Lewis (este último conhecido, entre muitas outras contribuições, pela regra do Octeto), consta o desenho de instrumentos musicais acústicos, como violinos, violas, violoncelos, harpas e guitarras. Este hobby terá começado na década de 1960, quando Kasha comprou uma guitarra para o seu filho. Apesar de não tocar guitarra, Kasha observou que o som do instrumento não era ótimo, sendo certas frequências produzidas pelas cordas em vibração inibidas pelo desenho das guitarras tradicionais. Kasha decidiu dedicar parte do seu tempo a conceber uma guitarra em que cada nota soasse o mais nítida e forte possível (note-se que tal implicou questionar um desenho que estava essencialmente inalterado desde meados do século XIX), usando princípios de Física:

Principles of mathematics and physics are universal. So if you learn how a molecule vibrates and how a theoretical plate vibrates, you can explain how

a bridge will vibrate, how a submarine will vibrate, how a guitar and a piano soundboard will vibrate [32].

Kasha trabalhou com guitarreiros renomados para construir guitarras criadas de acordo com as suas ideias. Apesar de terem chegado à fase de comercialização, elas não tiveram grande aceitação, em grande parte por terem um aspeto fora do convencional (Figura 2).



Figura 2 – Guitarra acústica construída por Richard Schneider, segundo desenho de Micheal Kasha. Este exemplar encontrava-se à venda por 17000 dólares americanos em dezembro de 2011 [33]

De resto, a aplicação de conhecimentos e técnicas de Física, Química, Ciência de Materiais e Engenharia, encontra aplicação, quer na preservação de instrumentos antigos [34], quer na conceção de instrumentos com propriedades mecânicas e acústicas ótimas. A este respeito, importa destacar a criação recente, por investigadores da Universidade do Porto, de uma empresa nacional com projetos nesta área [35].

Um nome que não consta da Tabela 1 é o de Dexter Holland. Com efeito, este ex-estudante de doutoramento em Biologia Molecular trocou a sua incipiente carreira de investigador pelo lugar de vocalista dos americanos Offspring [36]. Pode-se dizer que Holland trocou a perspectiva de umas eventuais centenas de citações aos seus trabalhos por uma vida de estrela *rock*, com milhões de exemplares vendidos do seu *punk rock* medíocre. Não é fácil criticar a sua escolha. Nem todos os cientistas que trabalham na Química ou disciplinas afins têm o “talento” de Holland, que lhes permita equacionar esta opção. A grande maioria permanece na sombra como fãs, incluindo os autores do *software* GROMACS para simulação por dinâmica molecular e análise das respetivas trajetórias [37]. Os utilizadores deste pacote estão familiarizados

com as GCQ (*Gromacs Cool Quotes*), frases devolvidas após execução dos seus programas. Estas são escolhidas ao acaso de uma lista de centenas em que figuram versos de canções de ícones da Música “alternativa” da décadas de 1980-90 (Pixies, Throwing Muses, PJ Harvey, Nick Cave, Tricky, Beastie Boys, entre outros) ou anteriores (Frank Zappa, Captain Beefheart).

E MÚSICOS-QUÍMICOS??

Enquanto que a relação dos químicos com a Música é indubitavelmente rica, já a relação dos músicos (em particular da Música dita moderna, como jazz, blues, rock ou Música eletrônica) com a Química reduz-se em grande parte a uma palavra: drogas. Fora desse contexto, a opinião de muitos músicos modernos (como de outros membros da sociedade, na verdade) relativamente à Química e aos químicos (ou cientistas em geral) está condicionada por traumas na aprendizagem (poderá ser esse o caso do cantor dos brasileiros Legião Urbana, em Química [38]) ou estereótipos antiquados (cientistas excêntricos, como Magnus Pyke no vídeo de *She Blinded Me With Science*, de Thomas Dolby [39]).

A associação entre Música e estupefacientes vem de longa data. O cliché anglófono “*Wine, Women and Song*” (e os múltiplos correspondentes noutras línguas) bem como a sua atualização “*Sex, Drugs & Rock 'n Roll*” exprimem um estilo de vida dissoluto, no qual Música e drogas surgem como dois dos três elementos fundamentais. Exponentes do jazz como Charlie Parker e Billie Holiday eram viciados em heroína na década de 1940. Segundo conta Miles Davis na sua autobiografia, “*People were considered hip if they shot smack*” [40]. O consumo de determinada droga estava pois já então conotado com uma afirmação social, semelhante à proveniente da ligação a uma cena musical da moda. Assim, cedo se estabeleceu uma associação entre Música moderna e abuso de drogas, que perdura até aos dias de hoje, estando cada movimento musical caracterizado pela respetiva droga. Uma análise deste fenómeno não caberia de todo no âmbito deste

artigo, pelo que apenas referiremos alguns episódios particulares da longa história comum da Música moderna e do abuso de drogas.

Enquanto que até meados da década de 1960 referências ocasionais ao uso de drogas nas letras eram muito dissimuladas (o que não impediu clássicos como *Eight Miles High* dos Byrds [41] ou *Rainy Day Women #12 & 35* [42] de Bob Dylan de serem banidos por muitas estações de rádio nos Estados Unidos em 1966), o álbum de estreia dos Velvet Underground (*The Velvet Underground & Nico*, 1967) contém a canção *Heroin*, em que Lou Reed descreve graficamente a utilização e o efeito da droga em questão [43]. A canção, que não glorifica nem condena o uso da heroína, serviu de inspiração a outras bandas ao longo dos anos. Esta influência é claramente audível no single de 1992 da banda inglesa Spiritualized, *Medication* [44]. A estrutura musical, o assunto e a postura ambígua face a este apresentam semelhanças nas duas canções que certamente não são coincidências.

Apesar da influência notável que os VU exerceram sobre legiões de bandas nas décadas que se seguiram, a verdade é que eles não atingiram popularidade durante a sua existência. Neste ponto, contrastaram com contemporâneos como os Jefferson Airplane ou Grateful Dead, que tocavam rock psicadélico, influenciado por drogas psicoativas. Entre estas, figurava a dietilamida do ácido lisérgico (LSD). Originalmente sintetizado por Albert Hoffmann em 1938, este poderoso alucinogénio tornou-se central para a contracultura dos anos 60. A sua popularização deveu-se em grande parte ao psicólogo Timothy Leary, cujo livro *The Psychedelic Experience: A Manual Based on the Tibetan Book of the Dead* [46] serviu de inspiração para *Tomorrow Never Knows* [47], o experimental tema final do álbum de 1966 dos Beatles, *Revolver*². Segundo John Lennon [51]:

Leary was the one going round saying, take it, take it, take it. And we followed his instructions in his 'how to take a trip' book. I did it just like he said in the book, and then I wrote Tomorrow Never Knows, which was almost the first

acid song: 'Lay down all thoughts surrender to the void,' and all that s_____ which Leary had pinched from The Book of the Dead.



Figura 3 – Gravação de *Give Peace a Chance*, no *bed-in* de John Lennon e Yoko Ono em Montreal. Timothy Leary é visível à direita, em primeiro plano [52]

John Lennon encontraria Leary em 1969 num dos seus *bed-ins*, tendo este participado na gravação de *Give Peace a Chance* (Figura 3) [53]. Por seu lado, Lennon escreveu *Come Together* [54] em 1969 para apoiar a campanha de Leary na eleição para governador da Califórnia (contra Ronald Reagan). Esta seria abortada na sequência da detenção de Leary relacionada com um incidente anterior por posse de marijuana. Leary escaparia da prisão no ano seguinte, tendo-se refugiado na Argélia e posteriormente na Suíça. Aí o fugitivo encontrou a banda alemã Ash Ra Tempel e com eles gravou um álbum, *Seven Up*. Julian Cope, músico (tanto como líder da banda pós-punk Teardrop Explodes como numa longa e extremamente variada carreira a solo), escritor (tanto sobre música como sobre monumentos megalíticos) e ele próprio antigo utilizador de LSD³, dedica um capítulo inteiro do seu livro *Krautrock sampler* [59] a este encontro. Estando este livro atualmente fora de circulação, um artigo de John Higgs que descreve esta colaboração, originalmente publicado em abril de 2003 na revista *Mojo* em forma editada, está disponível para leitura *online* [60]. Ilustrações publicadas originalmente no artigo podem ser visualizadas num site de tributo à seminal banda de *Krautrock* [61]. O nome do álbum é uma alusão à bebida consumida pelos músicos durante a gravação (“enriquecida” com LSD pela *entourage* de Leary). O álbum divide-se em duas faixas, de nomes *Space* e *Time*, cada uma delas

ocupando originalmente um lado inteiro do disco de vinilo. Musicalmente, *Seven Up* soa como, ou um sonho, ou um pesadelo psicadélico (dependendo, claro está, do ouvinte, bem como da disposição momentânea deste) [62]. Dos membros da banda, terá sido o baixista Hartmut Enke o que levou a filosofia de Leary mais à letra, o que terá contribuído para a dissolução do grupo⁴. Conta Higgs:

Enke would soon leave the music business after suffering some form of mental problem, which many believe was linked to LSD. "During our last concert in Cologne in February '73", remembers [guitarrista Manuel] Götttsching, "Hartmut stopped playing bass in the middle of the concert and just sat down on the stage. Klaus [Schulze, baterista] and me we looked at each other, and we continued to play, thinking maybe he wanted a break. And after the concert we asked him, 'Hartmut, what happened?' and then he said, 'yeah, the music that you played was just so beautiful I didn't know what to play. I preferred to listen to it.'" He left the band shortly afterwards.

Serve este episódio para atestar, caso houvesse necessidade, do perigo da experimentação com drogas. Histórias rocambolescas e Música ocasionalmente interessante não justificam a destruição precoce de talento e vida humana associada ao uso deste tipo de substâncias. Infelizmente, abundam exemplos de músicos mortos ou irremediavelmente afetados pelo consumo de estupefacientes, até aos dias de hoje.

A influência da Química sobre a Música moderna traduz-se em alguns ca-

sos nos nomes escolhidos para movimentos musicais (*heavy metal, acid house*), editoras (Chemikal Underground, antigo lar das bandas escocesas Mogwai, Arab Strap e Delgados), canções, álbuns e bandas. Nesta última categoria incluem-se, por exemplo, grupos de grande sucesso como Led [sic] Zeppelin, Iron Maiden, Chemical Brothers⁵ ou My Chemical Romance, ou outros de culto, como Acetone, the Pipettes ou Codeine. Uma breve análise ao site rateyourmusic.com revela que, dos primeiros 56 elementos da tabela periódica, apenas 13 não têm um projeto musical (registado na base de dados do site) baseado diretamente no seu nome. Num caso, o projeto Aluminium (versões orquestrais de temas dos White Stripes), a influência estendeu-se ao nome e à própria capa do álbum, que representa o modelo de Bohr de um ião $^{27}\text{Al}^{3+}$. Outras capas de inspiração química incluem a do clássico *Blue Lines*, dos Massive Attack, com o símbolo de líquido inflamável (Figura 4) e muitas outras [65, 66]. Num caso ímpar muito recente, uma artista popular (Björk) concebeu um álbum inteiro (*Biophilia*) em que as diferentes canções têm influência direta de temas de interesse científico e tecnológico (como o single *Crystalline* [67], que relaciona o crescimento de cristais com o de relações humanas).

É caso para perguntar: i) a que soa esta Música com influência química e ii) de que modo está esta visível nas letras das canções. Muito simplificada, as respostas a estas questões essenciais são i) às sonoridades mais diversas e ii) de modo desapontante (talvez com exceção do álbum de Björk acima mencionado), muito

disfarçadamente. Para ilustrar este tema, apresentam-se na Tabela 2 três listas (na linha de *High Fidelity*, de Nick Hornby [68]): (a) dez álbuns de interesse artístico, com título fazendo referência a um elemento químico distinto; e alinhamentos de duas compilações de temas (de duração ~70 min cada) incluindo na sua designação uma palavra da família de "*Chemistry*" (b) ou uma referência, ainda que indireta, a um elemento químico (c). Não sendo possível fornecer as compilações com o Boletim (prática corrente em publicações musicais), indicam-se, na maior parte das entradas, ligações para vídeos subidos (não pelo autor) no site youtube.com, que permitem a audição das mesmas, como (por exemplo) banda sonora da leitura do presente artigo.

Infelizmente, não cabe neste artigo uma análise musical dos álbuns/temas indicados (sugere-se ao leitor que faça a sua própria excursão). Quanto às letras, onde andam as odes à beleza da Química? O mais promissor será talvez começar com os letristas mais aclamados, como Mark Eitzel. Canta o bardo dos American Music Club (em *Challenger*, do álbum *Mercury*):

Oh stewardess can you fix me some Mercury (...)

*I'll follow the rules if you tell me
With one of those endless smiles
I love all your little bottles of Mercury*

Dada a toxicidade do mercúrio, estes versos mereceriam, por si só, um autocolante "*Parental Advisory*". Ou talvez seja o enviesamento químico – a entrada do álbum na wikipedia sugere que o título é inspirado numa bebida,

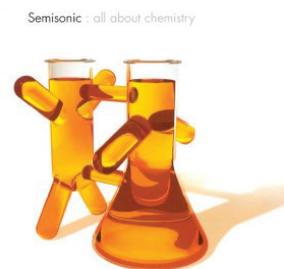
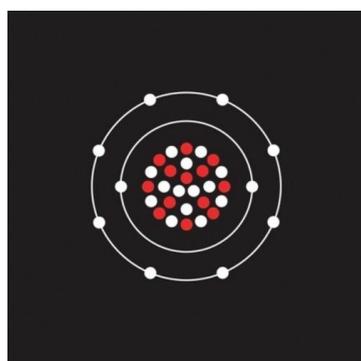


Figura 4 – Capas dos álbuns *Aluminium*, do projeto homónimo (esquerda), *Blue Lines*, dos Massive Attack (centro), e *All About Chemistry*, dos Semisonic (direita). Fontes: rateyourmusic.com, wikipedia

o que pode significar 18 anos de engano. Seja como for, é de crer que um escritor talentoso e de humor negro como Eitzel (não é em vão que a sua Música é frequentemente rotulada *sadcore*) esteja a usar um jogo de palavras envolvendo o metal tóxico.

Quanto a Elvis Costello, o título *Chemistry Class*, que dirá muito a todos nós, parece prometedor. Com o Costello dos anos '70, não há que enganar. Ou há?

*Sparks are flying from electrical pylons
Snakes and ladders running up and
down her nylons
Ready to experiment, you're ready to
be burnt*

*If it wasn't for some accidents then
some would never ever learn
You've got a chemistry class I want a
piece of your mind
You don't know what you started
when you mixed it up with mine
Are you ready for the final solution?*

Parece que batemos à porta da sala errada – esta é uma aula de Química resolutamente diferente. Na verdade, a comparação entre Química e relações amorosas é recorrente. Uma canção não incluída na compilação anexa (os leitores que tolerarem o seu estilo *power-pop-lite* encontrarão-a com facilidade no *youtube*), *Chemistry* dos Semisonic, abusa po-

sitivamente desta analogia. O mais engraçado deste disco é a sua capa, reproduzida na Figura 4. Mantendo este paralelismo, canta Kimya Dawson em *Chemistry*:

*You said the Schrödinger equation
collapsed perfectly (...)
and if there's one thing I learned in
chemistry
it's that the gain of electrons is reduction,
obviously
but you can't see electrons without
machines [!!]
and you can't tell from my inflection if
I'm being mean*

Apesar do *name-dropping* da equação de Schrödinger, a Química quântica demonstrada parece ser bastante rudimentar. Relativamente ao problema levantado pelos Rush:

*H to O
No flow without the other
Oh but how
Do they make contact
With one another?
Electricity? Biology?
Seems to me it's Chemistry*

Recomenda-se, de facto, a leitura de um texto de Química Geral, ou talvez Química Física, para uma resposta preliminar. Já Jad Fair parodia a atividade de um investigador, reavivando o estereótipo do cientista quixotesco:

*He's hard at work in a secret lab
Making soap into chewing gum
He's trying hard to improve the taste
And he's hoping a breakthrough will
come
For years now, he's worked on his
formula
But all that he has for his troubles
Is something that tastes exactly like
soap
But works pretty good for blowing
bubbles*

De resto, muitas canções, na coletânea da Tabela 2 ou fora dela, fazem menção a “*Chemistry*” como sinónimo de “*drugs*”. Um caso extremo é o dos ocultistas britânicos Coil, que dedicaram um álbum inteiro de *drones* (*Time Machines* [103]) a drogas alucinogénias (cada um dos 5 temas do álbum tem como título os nomes comum e IUPAC de uma destas substâncias).

Tabela 2 – Listas de álbuns e compilações de temas de títulos com influência química

Lista a) - Álbuns	Lista b) - Mix-tape Chemistry	Lista c) - Mix-tape Elementos
1. Silver Apples, <i>Silver Apples</i> (1968)	1. Jad Fair & Yo la Tengo, <i>Clever Chemist Makes Chewing Gum From Soap</i> [69]	1. Björk, <i>All Neon Like</i> [85]
2. Parliament, <i>Osmium</i> (1970)	2. Kimya Dawson, <i>Chemistry</i> [70]	2. Spooky, <i>Tungsten</i> [86]
3. Neil Young, <i>After the Gold Rush</i> (1970)	3. Notwist, <i>Chemicals</i> [71]	3. Kraftwerk, <i>Titanium</i> [87]
4. Jean-Michel Jarre, <i>Oxygène</i> (1976)	4. Elvis Costello, <i>Chemistry Class</i> [72]	4. Future Sound of London, <i>Calcium</i> [88]
5. Japan, <i>Tin Drum</i> (1981)	5. Stereolab, <i>Chemical Chords</i> [73]	5. Mão Morta, <i>Cães de Crómio</i> [89]
6. Sugar, <i>Copper Blue</i> (1992)	6. Queens of the Stone Age, <i>Better Living Through Chemistry</i> [74]	6. Einstürzende Neubauten, <i>Vanadium-I-Ching</i> [90]
7. American Music Club, <i>Mercury</i> (1993)	7. Beck, <i>Chemtrails</i> [75]	7. White Stripes, <i>Aluminium</i> [91]
8. Catherine Wheel, <i>Chrome</i> (1993)	8. Blur, <i>Chemical World</i> [76]	8. Black Sabbath, <i>Iron Man</i> [92]
9. Pram, <i>Helium</i> (1994)	9. Rush, <i>Chemistry</i> [77]	9. Sonic Youth, <i>Silver Rocket</i> [93]
10. Arcade Fire, <i>Neon Bible</i> (2007)	10. Dead Kennedys, <i>Chemical Warfare</i> [78]	10. Brian Eno, <i>King's Lead Hat</i> [94]
	11. Slayer, <i>Chemical Warfare</i> [79]	11. Nirvana, <i>Lithium</i> [95]
	12. Flying Saucer Attack, <i>Chemicals</i> [80]	12. Superchunk, <i>Cadmium</i> [96]
	13. Goldie, <i>Kemistry</i> [81]	13. Cramps, <i>Uranium Rock</i> [97]
	14. Chemical Brothers, <i>Chemical Beats</i> [82]	14. The The, <i>Sodium Light Baby</i> [98]
	15. New Order, <i>Chemical</i> [83]	15. Pavement, <i>Gold Soundz</i> [99]
	16. Fall, <i>Noel's Chemical Effluence</i> [84]	16. Songs: Ohia, <i>White Sulfur</i> [100]
		17. Fridge, <i>Yttrium</i> [101]
		18. Super Furry Animals, <i>Carbon Dating</i> [102]

O *Better Living Through Chemistry* do álbum de Fatboy Slim ou da canção dos Queens of the Stone Age não se refere propriamente ao progresso da humanidade através da Ciência. O mesmo vale para os Interpol, em *Rest My Chemistry* (uma canção que, segundo um crítico, “has the singer grappling with an eternal query: Can you ever be too worn out on drugs to have sex with a young groupie?” [104]). Quanto aos Suede, em *The Chemistry Between Us*, arriscam uma perigosa relação entre drogas e “Química interpessoal”: “Oh, class A, class B, is that the only chemistry between us?”. Ambos estes esforços tragicamente desesperados ficaram, compreensivelmente, fora da coletânea.

Muitos outros temas, apesar de terem alguma Química no título, passam tangencial ou totalmente ao lado desta no seu conteúdo. A violência química dos Slayer ou dos Dead Kennedys (apreciadores de golfe poderão escolher saltar este tema) não está suficientemente documentada do ponto de vista científico. Um exemplo cômico é o de *Noel's Chemical Effluence* dos grandes Fall. A letra, como de costume com o líder Mark E. Smith, é algo enigmática, e começa com:

*We were going right through the Alps
When we picked up this fabulous
scent
Of Noel's chemical effluence*

antes de descrever o alegado efeito alucinogénio do referido aroma. Mas o que poderá ser? Caso o leitor pretenda resolver o mistério, uma pista é dada por Dave Bush, um dos ~50 ex-membros da tumultuosa banda [105], citado em [106].

Quanto à lista dos temas com elementos no título, o cenário ainda é mais desolador. Apesar da extraordinária variedade química desses elementos, a maior parte dos temas não lhes faz qualquer menção na letra (na verdade, vários são instrumentais), ou faz uma referência não relacionada com Química ou drogas. O título *King's Lead Hat* é apenas um anagrama do nome da banda cujos três álbuns seguintes Brian Eno viria a produzir. Mesmo *Lithium*, dos Nirvana, terá mais a ver com religião do que com medicação [107]. Uma exceção é *Cadmium*, dos

Superchunk, que parece aludir ao uso em pigmentos e à toxicidade deste elemento, numa referência à tendência autodestrutiva da humanidade:

*Why do we ever go outside anymore?
The air in here is cadmium red
Why do we ever go outside anymore?
The air in here is fine (...)
Hit the one that's self-destruct
It's marked especially
It's easy to read
We'll light one up and celebrate our
disease*

É neste tom sombrio que chegamos ao fim. A conclusão, possivelmente válida tanto para estas modestas amostras como para as interações Química-Música no geral, pode-se enunciar do modo seguinte. Os dois domínios apresentam numerosos pontos de contacto e a Música é um potencial auxiliar da aprendizagem em Química, mas a relação entre estes dois setores fundamentais da atividade humana não é de todo simétrica. Enquanto que muitos químicos são apreciadores de Música (incluindo os químicos-compositores e os químicos sem talento musical, como os programadores do GROMACS e o autor destas linhas), poucos são os músicos suficientemente interessados em Química ao ponto de incluírem esta como inspiração do seu trabalho (excluindo temas triviais como drogas ou “Química interpessoal”). Esta situação deriva possivelmente da falta de consciência geral da ubiquidade da Química em todos os aspetos da nossa existência, aliada à dificilmente contestável maior popularidade da Música. Afinal, nem os cientistas mais populares atingem milhões de citações...

AGRADECIMENTOS

O autor agradece às seguintes pessoas por sugestões e/ou leitura do manuscrito: Ana Coutinho, Fábio Fernandes, João Paulo Ramalho, Leopold May, Mário Nuno Berberan Santos, Miguel A. R. B. Castanho, Nuno C. Santos, Nuno Norte Pinto e o/a revisor(a).

NOTAS

¹ Desde a década de 1980 que o líder dos Spiritualized, Jason Pierce (J. Spaceman) e o seu companheiro

na sua banda anterior (Spacemen 3), Peter Kember (Sonic Boom), mostram um interesse, tanto em fármacos, como em fotoquímica. Como exemplos do primeiro tema, estão o título de um dos álbuns dos Spacemen 3, *The Perfect Prescription*, bem como a fantástica embalagem de medicamento da edição limitada do terceiro álbum dos Spiritualized, *Ladies and Gentlemen We Are Floating in Space* [45]. Como exemplos do segundo tema, estão os títulos dos dois primeiros álbuns dos Spiritualized, *Lazer* [sic] *Guided Melodies* e *Pure Phase* (este último também vendido em edição limitada de embalagem fluorescente), do tema *Transparent Radiation* dos Spacemen 3 e da banda que Sonic Boom formou após o fim destes, Spectrum.

² Durante a fase inicial da sua carreira, a banda de Liverpool transmitiu uma imagem de rapazes relativamente bem comportados, capazes de suscitarem aprovação parental (ao contrário dos Rolling Stones, cuja imagem pública era certamente mais perigosa). Conta-se que no dia em que foram apresentados a Bob Dylan (28 de agosto de 1964), este saudou a banda inglesa e em particular a canção *I Want to Hold Your Hand*, que continha a letra “and when I touch you I get high, I get high...” (o que para Dylan representava uma clara referência ao uso de marijuana). John Lennon terá então confessado a Dylan que a banda nunca teria usado a droga, e que a verdadeira letra era “*I can't hide, I can't hide, I can't hide...*” [48]. Como bem se sabe, nos anos seguintes a banda sofreria uma acenuada evolução, não apenas musical, conforme ilustrado pela simples comparação das capas das coletâneas póstumas 1962/1966 [49] e 1967/1970 [50].

³ Após a turbulenta dissolução dos Teardrop Explodes, a retirada de Cope do olhar público levou muitos a declará-lo como mais uma *acid casualty*, irremediavelmente danificado, como o seu herói Syd Barrett. Este período de reclusão autoimposta é descrito no estilo único de Cope na sua autobiografia, *Head On/Repossessed* [55]. O vídeo de *Laughing Boy*, do álbum

de 1984, *Fried* [56], ilustra o estado de espírito do seu autor nesta época. Passados alguns anos, seria a vez de Cope colaborar com a astrofísica-música Fiorella Terenzi ("A cross between Carl Sagan and Madonna", segundo a revista *Time* [57]) no singular tema *Poet is Priest* [58], da sua obra-prima *Jehovahkill*.

⁴ Como nota final, convém referir que a influência dos ART como banda de rock psicadélico experimental perdura até aos tempos mais recentes. Curiosamente, dois projetos distintos adotaram designações em homenagem aos ART (mas denotando a influência psicadélica mais explicitamente), os japoneses Acid Mothers Temple e o supergrupo Hash Jar Tempo (composto pelo guitarrista neozelandês Roy Montgomery e pelos americanos Bardo Pond, os mesmos que chamaram ao seu álbum de estreia *Bufo alvarius*, uma homenagem à espécie de "sapo psicoativo" [63]).

⁵ A popularidade dos Chemical Brothers foi, inclusivamente, aproveitada numa campanha de sensibilização conduzida em 1998 sob o auspício da Royal Society of Chemistry, usando cartazes afixados em autocarros no Reino Unido. São dados mais detalhes a este respeito em [64].

REFERÊNCIAS

[1] J. Calado, *Haja luz! Uma história da Química através de tudo*, IST Press, Lisboa, 2011.

[2] *Pyrophone*: <http://en.wikipedia.org/wiki/Pyrophone> (wikipedia, acedido em 14-12-2011).

[3] *Orgue à feu*: <http://www.orgue-a-feu.com> (Association Orgue à Feu, acedido em 14-12-2011).

[4] M. Kumber, *Journal of Chemical Education* **84** (2007) 1933-1936.

[5] H.W. Kohn, *Journal of Chemical Education* **49** (1972) 728-729.

[6] V.N. Salimpoor, M. Benovoy, K. Larcher, A. Dagher, R.J. Zatorre, *Nature Neuroscience* **14** (2010) 257-264.

[7] H.B. Callen, *Thermodynamics and an Introduction to Thermostatistics*, 2nd edition, Wiley, New York, 1985.

[8] Thermodynamic square: http://en.wikipedia.org/wiki/Thermodynamic_square (wikipedia, acedido em 14-12-2011).

[9] A.M. Last, *Journal of Chemical Education* **86** (2009) 1202-1204.

[10] Musical Chemistry: <http://musicalchemistry.jimdo.com> e ligações disponíveis em <http://musicalchemistry.jimdo.com/links> (A.H. Murphy, acedido em 14-12-2011).

[11] J.G. Eberhart, *Journal of Chemical Education* **72** (1995) 1076.

[12] UCLA students set organic chemistry to music, from Beatles to Lady Gaga: http://imperialvalleynews.com/index.php?option=com_content&task=view&id=10563&Itemid=2 (Imperial Valley News, acedido em 14-12-2011).

[13] http://www.chem.ucla.edu/dept/Faculty/garg/Garg_Group/Teaching.html (Teaching@Garg Group, acedido em 14-12-2011).

[14] Society for the Propagation of the Music of the Chemist-Composers: <http://faculty.cua.edu/may/SPMCC.htm> (L. May, acedido em 14-12-2011).

[15] L. May, *Bulletin for the History of Chemistry* **33** (2008), 35-43.

[16] George Berg and the Society of Arts: Interest, Improvement and the Meaning of a Practical Engagement: <http://georgeberg.blogspot.com> (Sarah Lowengard, acedido em 14-12-2011).

[17] M.D. Gordin, *Journal of Chemical Education* **83** (2006) 561-565.

[18] E. J. Behrman, *Journal of Chemical Education* **83** (2006) 1138.

[19] J. Podlech, *Angewandte Chemie International Edition* **49** (2010) 6490-6495.

[20] Waldo Cohn (obituario): <http://www.nytimes.com/1999/09/01/us/waldo-cohn-89-a-developer-of-plutonium-for-the-atom-bomb.html> (N. Ravo, *The New York Times*, acedido em 14-12-2011).

[21] Human radiation studies: remembering the early years. Oral history of biochemist Waldo E. Cohn, Ph.D.: <http://www.orau.org/ptp/Library/oralhistories/doeeh4064.pdf> (U.S. Department of Energy, acedido em 14-12-2011)

[22] Martin Kamen: http://en.wikipedia.org/wiki/Martin_Kamen (wikipedia, acedido em 14-12-2011).

[23] S. Borman, *Chemical & Engineering News* **69** (1991) 22-25.

[24] R. Hochstrasser, J. Saltiel, *The Journal of Physical Chemistry A* **107** (2003) 3161-3168.

[25] *The Spectrum* **18**(3) (2005) 4-11 (entrevista com Michael Kasha, disponível em <http://www.bgsu.edu/departments/photochem/assets/pdf/spectrum/fallwinter2005spectrum.pdf>, acedido em 14-12-2011).

[26] The Kasha Guitar: <http://www.jthbass.com/kasha.html> (J. T. Hargreaves Basses and Guitars, acedido em 14-12-2011).

[27] Michael Kasha's legacy: http://dolcecano.blogspot.com/2011_04_01_archive.html (W.R. Cumpiano, acedido em 14-12-2011).

[28] C.A. Wamser, C.C. Wamser, *Journal of Chemical Education* **73** (1996) 601-607.

[29] *HPSCHD*, 1.^a parte: http://www.youtube.com/watch?v=t_hTxJpWITw (acedido em 14-12-2011).

[30] *HPSCHD*, 2.^a parte: <http://www.youtube.com/watch?v=Bzy8JPQFC5A> (acedido em 14-12-2011).

[31] Kasha rule: <http://goldbook.iupac.org/K03370.html> (IUPAC gold book, acedido em 14-12-2011).

[32] Physicist fine-tunes guitars and other flawed instruments: <http://www.fsu.edu/~fstime/FS-Times/Volume1/Issue5/physicist.html> (R. Matus, acedido em 14-12-2011).

[33] 1992 Richard Schneider: <http://www.trilogyguitars.com/www2/shop/guitar/1992-richard-schneider-schneider-1992-kasha-r-17-38-101-0053> (Trilogy Guitars, acedido em 14-12-2011).

[34] T. Clarke, *Nature* **427** (2004) 8-9.

[35] IDEIA.M - engenharia em materiais compósitos: <http://www.ideiam.com/PT/home.htm>. Projeto relativo a tecnologia de instrumentos musicais descrito em <http://www.avaguitars.com> (acedido em 14-12-2011).

[36] Dexter Holland: http://en.wikipedia.org/wiki/Dexter_Holland (wikipedia, acedido em 14-12-2011).

[37] GROMACS: <http://www.gromacs.org> (acedido em 14-12-2011).

[38] Legião Urbana, *Química*: <http://www.vagalume.com.br/legiao-urbana/quimica.html> (acedido em 14-12-2011).

[39] Thomas Dolby, *She Blinded me with Science*: <http://www.youtube.com/watch?v=3f18834iCgo> (acedido em 14-12-2011).

[40] M. Davis, Q. Troupe, *Miles: The Autobiography*, Simon & Schuster, New York, 1989.

[41] The Byrds, *Eight Miles High*: <http://www.youtube.com/watch?v=8bMjUU972So> (acedido em 14-12-2011).

[42] Bob Dylan, *Rainy Day Women #12 & 35*: <http://www.youtube.com/>

- watch?v=plM03siHuaM (acedido em 14-12-2011).
- [43] The Velvet Underground, *Heroin*: <http://www.youtube.com/watch?v=6xcwt9mSbYE> (acedido em 14-12-2011).
- [44] Spiritualized, *Medication*: <http://www.youtube.com/watch?v=S5mkMeDT8js> (acedido em 14-12-2011).
- [45] Spiritualized: *Ladies and Gentlemen We Are Floating in Space*: <http://ejbj.blogspot.com/2012/02/spiritualized-ladies-and-gentlemen-we.html> (acedido em 27-02-2012).
- [46] T. Leary, R. Metzner, R. Alpert, *The Psychedelic Experience: A Manual Based on the Tibetan Book of the Dead*, University Books, New Hyde Park, NY, 1964.
- [47] The Beatles, *Tomorrow Never Knows*: <http://www.youtube.com/watch?v=6a3NcwFOBzQ> (acedido em 14-12-2011).
- [48] P. Brown, S. Gaines, *The Love You Make: An Insider's Story of the Beatles*, New American Library, New York, 2002.
- [49] <http://en.wikipedia.org/wiki/File:Beatles19621966.jpg> (wikipedia, acedido em 14-12-2011).
- [50] <http://en.wikipedia.org/wiki/File:Beatles19671970.jpg> (wikipedia, acedido em 14-12-2011).
- [51] The Beatles, *Anthology*, Chronicle Books, San Francisco, 2002.
- [52] <http://www.ebay.com/itm/John-Lennon-Timothy-Leary-Give-Peace-Chance-Poster-/260760616805> (foto de poster para venda em ebay.com, acedido em 14-12-2011).
- [53] The Plastic Ono Band, *Give Peace a Chance*: <http://www.youtube.com/watch?v=tIKX-m17C7U&ob=av3n> (acedido em 14-12-2011).
- [54] The Beatles, *Come Together*: <http://www.youtube.com/watch?v=axb2sHpGwHQ> (acedido em 14-12-2011).
- [55] J. Cope, *Head On/Repossessed*, Element, London, 2005.
- [56] Julian Cope, *Laughing Boy*: <http://www.youtube.com/watch?v=MNqtqi9MCX8> (acedido em 14-12-2011).
- [57] Fiorella Terenzi: http://en.wikipedia.org/wiki/Fiorella_Terenzi (wikipedia, acedido em 14-12-2011).
- [58] Julian Cope, *Poet is Priest*: <http://soundcloud.com/leclisse1/julian-cope-poet-is-priet> (acedido em 14-12-2011).
- [59] J. Cope, *Krautrock sampler: One Head's Guide to the Great Kosmische Musik - 1968 Onwards*, 2nd edition, Head Heritage, 1996.
- [60] J. Higgs, *The Making of 'Seven-Up'*: <http://www.higgs1.demon.co.uk/barritt/mojo.htm> (acedido em 14-12-2011).
- [61] A story about Ash Ra Tempel and... (Mojo magazine): <http://www.tribute-to-ashra.de/Gallery/MOJO.htm> (acedido em 14-12-2011).
- [62] Timothy Leary & Ash Ra Tempel, *Seven Up*: http://www.youtube.com/watch?v=cz_9TirnGRY (acedido em 14-12-2011).
- [63] Colorado River toad: http://en.wikipedia.org/wiki/Bufo_alvarius (wikipedia, acedido em 14-12-2011).
- [64] F. Burnet, *Taking Science to the People*: <http://www.sciencebase.com/science-blog/taking-science-to-the-people.pdf> (acedido em 14-12-2011).
- [65] *Maths, Physics & Chemistry*: http://rateyourmusic.com/list/djorkaeff/maths__physics_and_chemistry (acedido em 14-12-2011).
- [66] *Science!, She blinded me with ...*: http://rateyourmusic.com/list/dial35/science_she_blinded_me_with_ (acedido em 14-12-2011).
- [67] Björk, *Crystalline*: <http://www.youtube.com/watch?v=MvaEmPQnbWk> (acedido em 14-12-2011).
- [68] N. Hornby, *High Fidelity*, Victor Gollancz Ltd., London, 1995.
- [69] Jad Fair & Yo la Tengo, *Clever Chemist Makes Chewing Gum From Soap*: <http://grooveshark.com/#/s/Clever+Chemist+Makes+Chewing+Gum+From+Soap/45KGPg?src=5> (acedido em 14-12-2011).
- [70] Kimya Dawson, *Chemistry*: <http://www.youtube.com/watch?v=b2dyWC6mCuY> (acedido em 14-12-2011).
- [71] The Notwist, *Chemicals*: <http://www.youtube.com/watch?v=Jt4rxLHuoVM> (acedido em 14-12-2011).
- [72] Elvis Costello, *Chemistry Class*: <http://www.youtube.com/watch?v=CFT-Ky3X57c> (acedido em 14-12-2011).
- [73] Stereolab, *Chemical Chords*: <http://www.youtube.com/watch?v=rng-lsV-wONQ> (acedido em 14-12-2011).
- [74] Queens of the Stone Age, *Better Living Through Chemistry*: <http://www.youtube.com/watch?v=WVE90vGS9ps> (acedido em 14-12-2011).
- [75] Beck, *Chemtrails*: http://www.youtube.com/watch?v=i4SuL-_cRww (acedido em 14-12-2011).
- [76] Blur, *Chemical World*: http://www.youtube.com/watch?v=k_P21QcT-Del (acedido em 14-12-2011).
- [77] Rush, *Chemistry*: <http://www.youtube.com/watch?v=c0QKUWg6f1I> (acedido em 14-12-2011).
- [78] Dead Kennedys, *Chemical Warfare*: <http://www.youtube.com/watch?v=nK5fKFFqJe4> (acedido em 14-12-2011).
- [79] Slayer, *Chemical Warfare*: <http://www.youtube.com/watch?v=e5L7GyZeazM> (acedido em 14-12-2011).
- [80] Flying Saucer Attack, *Chemicals*: <http://www.youtube.com/watch?v=Bo44juqyCdo> (acedido em 14-12-2011).
- [81] Goldie, *Kemistry*: http://www.youtube.com/watch?v=qYzf_DvXSMM (acedido em 14-12-2011).
- [82] The Chemical Brothers, *Chemical Beats*: http://www.youtube.com/watch?v=3CW2_lhPsC0 (acedido em 14-12-2011).
- [83] New Order, *Chemical*: <http://www.youtube.com/watch?v=ijUryaF69aw> (acedido em 14-12-2011).
- [84] The Fall, *Noel's Chemical Effluence*: <http://www.youtube.com/watch?v=bx1Vy8ZxNIO> (acedido em 14-12-2011).
- [85] Björk, *All Neon Like*: <http://www.youtube.com/watch?v=iISJvY928-Y> (acedido em 14-12-2011).
- [86] Spooky, *Tungsten*: <http://grooveshark.com/#/s/Tungsten/3VuLBe?src=5> (acedido em 14-12-2011).
- [87] Kraftwerk, *Titanium*: <http://www.youtube.com/watch?v=pFtcuYayGvY> (acedido em 14-12-2011).
- [88] TheFutureSoundofLondon, *Calcium*: <http://www.youtube.com/watch?v=a4iyPMWOZKY> (acedido em 14-12-2011).
- [89] Mão Morta, *Cães de Crómio*: http://www.youtube.com/watch?v=nB8UR__qboQ (acedido em 14-12-2011).
- [90] Einstürzende Neubauten, *Vanadium-I-Ching*: <http://www.youtube.com/watch?v=aGlpiBvwyk> (acedido em 14-12-2011).
- [91] White Stripes, *Aluminium*: <http://www.youtube.com/watch?v=qzCLSKwo7dA> (acedido em 14-12-2011).
- [92] Black Sabbath, *Iron Man*: <http://www.youtube.com/>

- watch?v=YzYBoGuQTsl (acedido em 14-12-2011).
- [93] Sonic Youth, *Silver Rocket*: <http://www.youtube.com/watch?v=xjq65YMLDhU> (acedido em 14-12-2011).
- [94] Brian Eno, *King's Lead Hat*: http://www.youtube.com/watch?v=Yp0k_o8gfQI (acedido em 14-12-2011).
- [95] Nirvana, *Lithium*: <http://www.youtube.com/watch?v=3flqq5XVFKQ> (acedido em 14-12-2011).
- [96] Superchunk, *Cadmium*: <http://www.youtube.com/watch?v=DRZM5yhVLz0> (acedido em 14-12-2011).
- [97] The Cramps, *Uranium Rock*: <http://www.youtube.com/watch?v=UGui8NWBSRU> (acedido em 14-12-2011).
- [98] The The, *Sodium Light Baby*: <http://www.youtube.com/watch?v=kBwhknCUzVw> (acedido em 14-12-2011).
- [99] Pavement, *Gold Soundz*: <http://www.youtube.com/watch?v=IPvhKV3Yg2k> (acedido em 14-12-2011).
- [100] Songs: Ohia, *White Sulfur*: <http://grooveshark.com/#/s/White+Sulfur/2OeAFI?src=5> (acedido em 14-12-2011).
- [101] Fridge, *Yttrium*: <http://grooveshark.com/#/s/Yttrium/b7mtC?src=5> (acedido em 14-12-2011).
- [102] Super Furry Animals, *Carbon Dating*: <http://www.youtube.com/watch?v=tjwb4N7KnKU> (acedido em 14-12-2011).
- [103] Time Machines: http://en.wikipedia.org/wiki/Time_Machines (wikipedia, acedido em 14-12-2011).
- [104] Interpol: *Our Love to Admire*: <http://pitchfork.com/reviews/albums/10413-our-love-to-admire/> (R. Dombal, Pitchfork, acedido em 14-12-2011).
- [105] D. Simpson, *The Fallen: Life In and Out of Britain's Most Insane Group*, Cannongate, Edinburgh, 2008.
- [106] *Noel's Chemical Effluence*: <http://sites.google.com/site/reformation-posttpm/fall-tracks/noel-s-chemical-effluence> (Reformation!, acedido em 14-12-2011).
- [107] *Lithium* (Nirvana song): [http://en.wikipedia.org/wiki/Lithium_\(Nirvana_song\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Lithium_(Nirvana_song)) (wikipedia, acedido em 14-12-2011).

ATUALIDADE CIENTÍFICA

A FOTOQUÍMICA NA LUTA CONTRA A MALÁRIA

A malária é uma doença típica de países tropicais e é provocada por parasitas protozoários do género plasmodium (cujo mais letal é o *P. falciparum*), causando atualmente cerca de 200 milhões de mortes anuais e representando um custo importantíssimo em termos de saúde pública (só em África, 20% das mortes infantis são devidas à malária). A artemisina (ou Qinghaosu em chinês), molécula obtida da planta nativa asiática *Artemisia annua* L (erva tradicional chinesa), é atualmente o fármaco mais eficaz no tratamento de pacientes infetados. O tratamento é normalmente feito com artemisina em combinação com outras moléculas para evitar mecanismos de resistência do parasita. Contudo, o seu isolamento é um processo lento, de custo elevado e representa uma disponibilidade mundial limitada por se tratar de um componente baseado no cultivo de uma planta.

Recentemente, os investigadores François Lévesque e Peter Seeberger do Instituto Max Planck para Coloides e Interfaces em Potsdam (Alemanha) reportaram o desenvolvimento de um processo contínuo (usando um reator tipo pistão acoplado a um sistema de iluminação) para a produção de artemisina com base no ácido artemisinínico, num processo envolvendo uma reação fotoquímica, que necessita de apenas 5 minutos por síntese. Atualmente, os rendimentos desta reação estão a ser otimizados, havendo já a estimativa de que brevemente um reator com a configuração usada possa produzir 2 kg por dia, o que representa uma necessidade de apenas 150 reatores idênticos para suprir as necessidades mundiais atuais de artemisina. Os mesmos investigadores estimam que o custo de produção de um reator, atualmente cifrado em cerca de 10 mil euros, possa ser reduzido substancialmente num futuro próximo. Esta tecnologia está atualmente em processo de pré-comercialização através da criação de uma spin-off detida pelos investigadores que desenvolveram e demonstraram a ideia. Note-se ainda que a artemisina tem sido também obtida através de produção biológica envolvendo microrganismos geneticamente modificados, embora com menores rendimentos e maiores custos de produção.

(adaptado de <http://www.rsc.org/chemistryworld/News/2012/January/malaria-flow-reactors-artemisinin-Seeberger.asp>)

João Almeida Lopes

(joalopes@ff.up.pt)

Faculdade de Farmácia da Universidade do Porto



SOCIEDADE
PORTUGUESA
DE QUÍMICA

SPQ - Há 100 anos a divulgar a Química em Portugal
Viste a nossa homepage em www.spq.pt e esteja sempre atualizado
Torne-se sócio e usufrua de muitos benefícios

100 ANOS DA QUÍMICA EM PORTUGAL SOB OS AUSPÍCIOS DA SPQ

Parte II. O nascimento das Sociedades de Química na Europa e a profissionalização da Química em Portugal

SEBASTIÃO J. FORMOSINHO*

Acompanha-se o desenvolvimento da química em Portugal desde a edificação do *Laboratório Chimico* na Universidade de Coimbra, no contexto da Reforma Pombalina. Examinam-se as dificuldades com que a Universidade de Coimbra se deparou para ministrar um ensino prático de qualidade. Com a criação do “*Laboratório de Chimico Municipal do Porto*” emerge, como figura ímpar do panorama da química portuguesa, Ferreira da Silva, e assiste-se a uma lenta ascensão de uma certa massa crítica de químicos profissionais dedicados, em muito, a análises de águas e de toxicologia forense, o que lhes conferiu reconhecimento social nestes domínios. Graças à ação de Ferreira da Silva e colaboradores é criada, em 1905, a *Revista de Chimica Pura e Applicada*, e como resposta à extinção do *Laboratório Municipal do Porto*, Ferreira da Silva mobiliza ainda os químicos da país para a criação, em 28 de dezembro de 1911, da *Sociedade Chimica Portuguesa*. Tudo isto revela que as forças motrizes para um desenvolvimento profissional da química portuguesa não estavam localizadas na capital do Reino, mas sim no Porto e ainda, em menor grau, em Coimbra.

O NASCIMENTO DAS SOCIEDADES DE QUÍMICA NA EUROPA

Uma questão central que foi objeto de consideração em alguns congressos e *workshops* de história da química foi o processo de “profissionalização” desta ciência, através da emergência de sociedades químicas na Europa. Fruto de tais esforços, veio a lume sob os auspícios da *Royal Society of Chemistry*, em 2008, uma obra intitulada “*Creating Networks in Chemistry. The Founding and Early History of Chemical Societies in Europe*”, editada por Anita Kildebaek e Soňa Štrbáňová [1]. Quando socialmente se institucionaliza uma disciplina científica, há sempre necessidade de um processo de demarcação entre atividade científica e não-científica. E esta demarcação processa-se nas zonas de fronteira pela atribuição de um conjunto de características selecionadas para os seus praticantes: métodos, corpo de conhecimentos, valores e organização de trabalho. A conquista de territórios, monopolização de atividades e proteção da autoridade intelectual são três características importantes do processo de profissionalização de uma disciplina científica. Mas há que reconhecer igualmente que as fronteiras da ciência padecem de alguma ambiguidade e mostram flexibilidade,

pois evoluem no decurso da história, dependendo dos contextos; por vezes apresentam consistências internas, e também são frequentemente fontes de disputa [2].

Nas sociedades modernas, a ciência é, em termos práticos, a maior fonte de desenvolvimento cognitivo, e todo o seu praticante tem de obter, de alguma forma, uma licença por parte da comunidade científica – o ser reconhecido como credível para produzir interpretações a respeito da natureza e dos seus fenómenos. Dado os cientistas acumularem, em abundância, *autoridade intelectual*, emerge a problemática da partilha de poder: como é que os cientistas podem manter algum controlo sobre os seus recursos materiais e financeiros ou, por outras palavras, como podem conservar a sua autonomia perante os poderes político e industrial? Até porque as reivindicações para uma regulação pública da ciência não decorrem tanto dos conflitos de uma partilha de poder, mas são geralmente provenientes de insatisfações que se verificam na sociedade. Insatisfações perante os resultados tecnológicos alcançados por meio da ciência quando confrontados com anseios sociais, ou por medos que se suscitam na mesma sociedade [2, 3].

Como afirmou Helge Kragh, a Química é indubitavelmente uma ciência

européia [4]. Se em comparação com a Física e a Astronomia, a química foi uma ciência de nascimento tardio como uma ciência moderna e independente, a verdade é que foi no seu seio que se fundou a primeira “sociedade científica” para esta área disciplinar a um nível nacional: a *Chemical Society* fundada na Grã-Bretanha em 1841 [5]. Confronte-se com a data da fundação da primeira sociedade de química na Alemanha, o país europeu que superou a Inglaterra no desenvolvimento da química a um nível industrial: *Deutsche Chemische Gesellschaft*, em 1867.

Mas a *Chemical Society* foi antecedida pela *London Chemical Society* que teve uma vida muito curta, 1824 e 1825, e lançou uma revista semanal para o cidadão comum, *The Chemist*, que só sobreviveu à sociedade que a lançou por cerca de meio ano. No seu corpo dirigente (vice-presidente) encontrava-se um português, António Joaquim Ferreira Marreco (1835-1882). Um dos seus filhos Algernon Freire Marreco foi o primeiro professor de química do “Colégio Armstrong” da Universidade de Newcastle [6]. O presidente da *London Chemical Society* foi o ocupadíssimo médico G. Birbeck, que se encontrava, ao tempo, no auge da sua fama. No dizer do historiador W. H. Brock, para além de dificuldades financeiras e desacordos entre os seus membros, a sociedade carecia

* Departamento de Química, Universidade de Coimbra, Rua Larga, 3004-535 Coimbra
E-mail: sformosinho@qui.uc.pt

de membros competentes no domínio: «*The blind were leading the blind. Either through ignorance, or intellectual arrogance London chemists like Brande, Davy, Faraday, Phillips, Prout and Wollaston, failed to rub shoulders with the Society's rude, would-be chemical philosophers*» [7]. E a sua revista também fracassou como empreendimento editorial.

«Durante a maior parte do século XIX, a Grã-Bretanha dispunha da maior e da mais dinâmica economia industrial do mundo. O volume da economia britânica no contexto de um vasto Império criou muitas oportunidades de emprego para os químicos. Não causa surpresa que tenha sido a Grã-Bretanha uma das primeiras nações a desenvolver quer uma comunidade de químicos profissionais quer de sociedades de química. Acresce que os “clubes sociais” e as sociedades de autogoverno, quer fossem clubes e sociedades de conhecimento, profissionais, de intervenção social e cívica, sempre desempenharam um papel proeminente na sociedade britânica, nomeadamente entre a classe média. Por alturas da 1ª Grande Guerra, os químicos britânicos operavam numa muita densa rede institucional: em 1912, [...] o diretório das colocações disponibilizadas pelas associações profissionais de químicos, o *Institute of Chemistry*, listava 24 “sociedades e instituições destinadas a promover o avanço da ciência e da tecnologia químicas”. A complexidade do mundo social e profissional implica que faz pouco sentido procurar uma demarcação da comunidade química Britânica em termos de uma única organização. [Robin Mackie] apresenta-nos, de facto, três das mais relevantes destas sociedades paralelas: a [já referida] *Chemical Society* fundada em 1841, o *Institute of Chemistry* em 1877, a *Society for Chemical Industry*, em 1881» [8].

A *Chemical Society* tinha por objetivo congrega todos os interessados no avanço da química e de áreas afins, na sua vertente científica. A admissão era por eleição entre os seus membros e não requeria por parte dos nomeados qualquer qualificação formal. O seu primeiro presidente foi Thomas Graham, professor no *University College*. Mas entre 1860 e 1870 começou

a ser debatida, entre uma minoria dos membros da *Chemical Society*, a necessidade de haver uma qualificação formal; o interesse no avanço da química parecia não bastar. O debate foi suscitado por uma alteração da legislação que estabelecia a necessidade de uma certificação de competência química, e o receio de que o título de *Fellow of the Chemical Society* (FCS) se degradasse pela entrada nos mercados industriais e nos negócios de *Fellows* com um treino insuficiente. Deste debate resultou a criação do *Institute of Chemistry*. O seu primeiro presidente foi Edward Frankland, professor da Escola de Minas. A *Society for Chemical Industry* veio a congrega muitos membros de indústrias químicas instaladas fora de Londres, nomeadamente no *Tyneside* e no *Lancashire*. Enquanto a *Chemical Society* permaneceu uma sociedade erudita de químicos e a sua revista se focalizou na química pura, a revista da *Society for Chemical Industry* veio a ser uma revista proeminente para a química aplicada [9].

Os anos da fundação das sociedades de química correspondem, em larga medida, ao grau de evolução da ciência química nos diferentes países europeus [10]. Com uma entrada tardia no ensino das ciências experimentais a nível universitário no nosso país, que vem com a Reforma Pombalina de 1772, e sem termos sofrido um significativo processo de industrialização, não causa surpresa que a criação da “*Sociedade Chimica Portuguesa*” surja já tardiamente, em confrontação com os 19 países europeus que Anita Kildebaek Nielsen e Soňa Štrbáňová registam. Os mais tardios são: 1907 Hungria, 1911 Portugal e 1917 Polónia [11].

O LABORATORIO CHIMICO DA UNIVERSIDADE DE COIMBRA E O ENSINO PRÁTICO DA QUÍMICA

«Os Museus de História Natural, de que fazem parte os Museus Mineralógicos e Geológicos das três Universidades Clássicas Portuguesas, têm origem próxima nos Gabinetes de Curiosidades do Renascimento e do Período Iluminista. Estes Gabinetes que tinham inicialmente por objetivo reunir objetos que pudessem de

algum modo causar o espanto dos amigos e visitas dos seus donos (e que incluíam desde objetos de arte até exemplares de animais e plantas exóticos ou mesmo de malformações de embriões de animais domésticos), foram-se tornando progressivamente mais organizados e mais especializados. [...] Mas, enquanto as famílias nobres aderiam de forma bastante entusiástica ao gosto pelo colecionismo, que a partir do Renascimento começou a intensificar-se um pouco por toda a Europa, a Universidade portuguesa assemelhou-se, durante os primeiros séculos da sua existência, ao *Museion* dos antigos gregos, com as suas longas dissertações, mas sem nenhum estudo com componente prática, a não ser no caso da Medicina. As estruturas que eventualmente haveriam de dar origem aos Museus universitários só começariam a surgir no final do século XVII assumindo maior expressão durante o século XVIII. Tal foi o caso da denominada Academia dos Generosos, e de uma outra que abriu em Lisboa, em 1725, dirigida por um inglês, L. Baden, onde se professavam Cursos de Ciências [...]. Nestas academias privilegiava-se o ensino das Ciências com uma forte componente prática, sendo as lições teóricas acompanhadas por atividades experimentais, uma vez que, particularmente no caso da academia de Baden, o equipamento de laboratório era bastante avançado para a época. Para além destas instituições de caráter particular, tinham os padres oratorianos sido encarregados pelo rei D. João V de ensinar disciplinas em que se incluíam a Filosofia e a Física, possuindo uma vasta biblioteca e um Gabinete de Física Experimental [...]. Seria, aliás, no reinado de D. João V que começaria a divisar-se a evolução na mentalidade dos governantes portugueses que viria a culminar com as reformas levadas a cabo no reinado seguinte (de D. José) por iniciativa do Marquês de Pombal» [12].

No que diz respeito à Química, Portugal usufrui de uma situação relativamente ímpar. O primeiro edifício construído em exclusivo para o ensino da química a nível universitário foi o *Laboratorio Chimico* em Coimbra. Trata-se do edifício neoclássico português mais importante, em forma de L, onde

o braço mais curto se reconheceu, no restauro do edifício para a instalação do Museu da Ciência, ter aproveitado o Refeitório dos jesuítas, concluído em 1596. O Laboratório foi construído para o ensino da Química entre 1773 e 1777, durante a reforma da Universidade de Coimbra iniciada pelo Marquês de Pombal, com uma estrutura vocacionada para a prática da química em «ponto grande». Trata-se do primeiro laboratório universitário em Portugal e um raro sobrevivente do século XVIII com a estrutura quase intacta.

«As dificuldades de um impacto da ciência moderna na cultura portuguesa são também de índole social e vieram ao de cima após o período de florescimento da Reforma Pombalina. O século XIX português foi um clima bem pernicioso para o desenvolvimento do ensino. Não obstante, a Faculdade de Filosofia da Universidade de Coimbra tentou manter-se atenta a alguns ventos que sopravam da Alemanha, da França e da Inglaterra a respeito da necessidade do ensino experimental no domínio da química. Digamos que a Faculdade patenteava alguma confiança na capacidade de poder acompanhar o que de melhor se fazia lá fora. E em química, o grande modelo era a Alemanha. A decadência científica foi-se instalando no país durante o século XIX, mas a partir de meados deste século o “Laboratório Chymico” procurou recuperar mediante a aquisição de novo equipamento laboratorial, na organização da biblioteca e na ligação a centros estrangeiros, tudo em busca de uma maior exigência. Na Alemanha pacífica e prestigiada do século XIX, para além de Justus Liebig, houve grandes mestres em química, como Friedrich Wohler, em Göttingen, que atraiu mais de 1200 estudantes americanos e de outros países europeus [13]. Igualmente, Bernhard Tollens, com a sua escola de química agrícola também em Göttingen, merece referência como um dos líderes mais importantes destes “laboratórios universitários menores” [14]. Atraída pelo impacto que o jovem Tollens havia conseguido em Paris, como assistente de Wurtz, com o seu contributo para a síntese do álcool alílico, é perante o novo clima de ensino universitário iniciado por Liebig que a

“Faculdade de Philosophia” da Universidade de Coimbra decide contratar o Dr. Bernhard Tollens “para dirigir os trabalhos práticos do Laboratorio Chimico”» [15]. Em suma, a solução que os professores da Universidade de Coimbra encontraram para “profissionalizar” o ensino prático da química na universidade.

Tollens esteve em Coimbra como «encarregado de trabalhos» cerca de 11 meses, entre 1868 e 1869, tendo depois abandonado esta posição para ocupar uma posição académica na Universidade de Göttingen na Alemanha. Atendamos ao seu extenso relatório enviado de Göttingen e datado de 7 de janeiro de 1873, cerca de quatro anos depois de ter deixado Coimbra. Na ortografia de hoje, escreveu Tollens: «Um domínio muito importante e muito dispendioso é o das coleções e laboratórios da Faculdade de Filosofia. Estes estabelecimentos são para o estudante de Filosofia o que a anatomia e os hospitais são para o médico. É claro que estes estabelecimentos são absolutamente indispensáveis, e com efeito desde muito tempo são objeto de especial cuidado. É principalmente a química a que em nossos dias é a mais exigente, e sumptuosos edifícios testemunham o cuidado dos governos para auxiliar os progressos d’esta ciência. [...] Antes de fazer a descrição dos estabelecimentos notemos que eles apresentam entre outras vantagens para o professor e para os estudantes a de estabelecerem um contacto diário entre eles. Criam-se deste modo relações mais íntimas entre o sábio e o aluno, e o primeiro sabe de um modo seguro o que falta aos conhecimentos do segundo, e modifica as suas lições no sentido de suprir essa falta. [...] Por estas razões se agregam ao professor um ou mais preparadores ou assistentes (*Assistent*), que lhe preparam as demonstrações práticas das curvas, ou lhe servem para o auxiliar na instrução prática dos alunos. São os *chefes dos laboratórios práticos*» [16].

«É a química a que exige mais em relação a estabelecimentos espaçosos. Na maior parte das universidades alemãs existem sumptuosos laboratórios que permitem que um grande número de alunos se ocupem dos trabalhos

necessários para adquirir a prática indispensável para empreender investigações teóricas e práticas. [...] Junto à mesa das demonstrações estão as tinas de mercúrio e água; os fornos e chaminés, etc. estão ao alcance do experimentador, e os gases irrespiráveis têm saída pelos condutores que se abrem na chaminé de aspiração. As salas de alunos são espaçosas e bem ventiladas; e em Gotinga, por exemplo, têm 100 lugares para 100 alunos; em Berlim para o mesmo número; em Bona para perto de 130; e assim noutras. [...] Quando uma ciência exige coleções e edifícios próprios, é muito útil que o diretor resida no próprio estabelecimento; e pelo que toca à química é isso indispensável» [16].

Muito destes requisitos vêm-se a encontrar no *Laboratorio Chimico* da Universidade de Coimbra, mas com menos disponibilidades para o ensino prático de um elevado número de alunos. O que está de acordo com o facto de o *Laboratório Chimico* ter sido planeado segundo o modelo de um laboratório de química de Viena pelo engenheiro militar Guilherme Elsdén. Joaquim dos Santos e Silva, ainda a frequentar os preparatórios do Liceu, serve desde 1 de novembro de 1864 como «ajudante interino do guarda e preparador do *Laboratorio Chimico*», tarefa que cumpriu até 18 de outubro de 1868. Nos começos do ano letivo 1868-69 chega a Coimbra Tollens, e Santos e Silva teve a concessão especial de trabalhar no seu laboratório e receber instruções deste químico alemão. Como refere Ferreira da Silva, «por tal forma se acentuou a capacidade de [Santos e Silva] e se revelaram as suas aptidões para os trabalhos de laboratório, que alguns professores influentes da Faculdade pensaram em aproveitá-lo para ocupar um dia uma posição regular no laboratório», a de Chefe dos trabalhos práticos do *Laboratorio Chimico* da Universidade de Coimbra.

Como referido, Tollens esteve em Coimbra durante um ano letivo, tendo rescindido o seu contrato em março de 1870 para ir para Göttingen, como assistente de Wöhler, tendo, decorrido dois meses, obtido a sua *habilitation* e passado a ocupar a posição de *privatdozent*. A saída de Tollens

deixa o Laboratório Químico sem chefe dos trabalhos práticos e as diligências para a sua substituição, apesar de envolver diretamente o Reitor da Universidade, Júlio Máximo de Oliveira Pimentel (Visconde de Vila Maior), foram um pouco tormentosas. Mas a Universidade, perante algumas recusas, acabou por convidar Santos e Silva [17]. Foi inicialmente para Göttingen, e desde outubro de 1871 até agosto de 1872 seguiu cursos de química mineral, química orgânica e química aplicada, ministrados respectivamente por Wöhler, Hübner e Tollens. Depois, seguiu para Bonn para trabalhar com August Kekulé, durante mais um ano letivo, durante o qual realizou investigação original e publicou um artigo científico com a permissão deste eminente químico [18].

Não obstante dispor de um laboratório para os estudos de química, foi limitada a investigação em Química na Universidade de Coimbra durante os finais do século XVIII e mesmo no século XIX, apesar dos esforços de certos químicos, como Thomé Rodrigues Sobral e Vicente Seabra. Este último escreveu um compêndio de química, *Elementos de Química*, dividido em duas partes; a primeira publicada em 1788, e a segunda dois anos depois. Trata-se de uma obra que ficou na história da química portuguesa como a primeira publicação que no nosso país adotou as ideias de R. Kirwan e de Lavoisier, usando já a nova nomenclatura e a nova linguagem do oxigénio [19]. “Uma linguagem é uma álgebra do pensamento”, mas a obra de Seabra teve pouco impacto pois não foi adotada como manual para o ensino da química na Universidade de Coimbra. Se antes da Reforma Pombalina os estudos universitários não implicavam nenhum estudo prático, a não ser no caso da Medicina, com esta reforma as dificuldades não foram de todo ultrapassadas, mesmo no caso da Química.

Nos finais do século XVIII, como refere Amorim da Costa, não havia viabilidade para o funcionamento de um Laboratório Químico em grande [20]. Domingos Vandelli tinha a tarefa impossível de simultaneamente pôr em funcionamento o Jardim Botânico e o Laboratório Chimico, tendo acabado

por se dedicar mais à História Natural do que à Química, sem contudo descurar a formação de discípulos [21]. Criticou-se-lhe o não ter cumprido a tarefa de escrever um manual universitário para os alunos de química. Contudo, apesar de outras dificuldades já apontadas, ter-se-ia apercebido que esta ciência, com Lavoisier, estava a passar por um período de transição; a pior ocasião para escrever qualquer livro de ensino, ainda por cima para um adepto do flogisto como sempre foi.

E o tempo veio-lhe dar razão, pois a química era já ao tempo a ciência de maior progresso. «Berthollet e Fourcroy, considerando os imensos serviços que ella pôde prestar á humanidade, diziam com entusiasmo, filho de uma profunda convicção, que nenhuma sciencia merecia mais o titulo de universal do que a Chimica». Ou ainda em Simões de Carvalho: «É por tanto uma necessidade considerar a química, como farol das ciências, da indústria e da civilização» [22].

Só em 1791, com a jubilação de Vandelli, um dos discípulos, Thomé Rodrigues Sobral, assume a direção do Laboratório Chimico, com uma dedicação de exclusividade à química. Mas a verdade é que os discípulos químicos de Vandelli já haviam alcançado alguns progressos assinaláveis de uma presença que acompanha de muito perto os marcos dos progressos da química no seu tempo, nomeadamente em estudos para a análise e a síntese da água, que incluem o lançamento de uma «machina aerostatica» cheia com hidrogénio em junho de 1784 [23, 24]. Após os irmãos Montgolfier terem feito subir o seu balão cheio de ar quente em Annonay, próximo de Lyon, em junho de 1783, o professor de física Jacques Charles fez subir em Paris um balão cheio de hidrogénio em agosto do mesmo ano [25].

Já sob a direção de Rodrigues Sobral, tem lugar no *Chimico* o fabrico da pólvora para combater as tropas napoleónicas e as ações de química sanitária para combater o contágio da epidemia que se havia declarado em Coimbra em agosto de 1809.

«Apesar das condições favoráveis criadas pela reforma da Universidade

de Coimbra (1772) e das contribuições deste químico [Vicente Seabra], o facto é que em Portugal não se gerou uma comunidade de químicos capazes de produzir investigações originais e de competir no contexto internacional da época» [26].

As dificuldades para um ensino prático de química parecerem ter permanecido quando se dá voz ao Diretor do *Laboratorio Chimico* Miguel Leite Ferreira Leão, no seu relatório de 5 de maio de 1870: «Os diretores deste estabelecimento têm lutado com graves dificuldades, para desenvolver o ensino prático, em harmonia com a índole da química moderna. A pequena dotação annual, a falta de demonstradores e substitutos privativos d'esta sciencia e de outros empregados technicos e muitas outras causas têm concorrido para mallograr os esforços que se têm feito para conseguir aquele fim. [...] Ha mesmo uma classe de alumnos, os que se destinam ao estudo da pharmacia, que segundo a legislação academica não têm no laboratorio outro ensino que não seja meramente practico, e que pelos Estatutos é mandado fazer pelo guarda; alem d'isto faço eu mesmo na aula sobre a mesa todas as preparações que por sua natureza a isso melhor se prestam, e podem ser observadas por todo o curso, bem como todas as reações caracteristicas, quer dos acidos, quer das bases» [27].

Uma conclusão emerge: não obstante as dificuldades existentes, os alunos de Farmácia tinham um ensino prático de química muito mais intenso do que os outros alunos, mesmo os de «Filosofia Natural». Tal não significa que não tenha havido investigação com algum relevo nacional, mas a emergência de profissionais de química dá-se através da Farmácia.

António Leonardo apresenta na sua dissertação de doutoramento [28] uma compilação dos artigos de química publicados n' *O Instituto* entre 1852 e 1952 (Tabela 1). Trata-se da revista científica do “Instituto de Coimbra”, que foi a sociedade científica e literária nascida, em 1852, no seio da Universidade de Coimbra.

Tabela 1 – Compilação dos artigos de química publicados n.º O Instituto entre 1852 e 1952 [28]

Temas de química	Artigos	Fração (%)
Análítica	26	29,5
Forense	19	21,6
Orgânica e Bioquímica	19	21,6
Indústria e Metalurgia	14	15,9
Química-Física e Inorgânica	10	11,4

Como se infere dos dados coligidos, um pouco mais de metade dos temas tratados pelos membros do *Instituto de Coimbra* em Química diz respeito a análise químicas, em larga medida de águas e de toxicologia. Este panorama traduz bem o que se passava no país e vai-se refletir nos modos de profissionalização da química portuguesa. Como bem enfatiza o autor citado, «o reconhecimento social desta área da química [análise química de águas] foi obtido graças a crescentes preocupações com a higiene e a saúde públicas, a rentabilização de processos agrícolas e industriais, a investigação forense e a hidrologia, entendida como o estudo das diferentes espécies de águas e das suas propriedades, assim como a respetiva distribuição geográfica. Em particular, a questão da salubridade da água para consumo humano desencadeou numerosos estudos sobre águas de fontes, rios, nascentes e lagos. A classificação destas diferentes águas foi determinante não só para a seleção de fontes para o abastecimento público, mas também para a valorização de águas com características benéficas para a saúde» [29]. Para ainda, citando Acciaoli [30], acrescentar: «O ato solene da iniciação de uma água mineral, realiza-se pela Química. É ela que dá foros de nobreza a uma nascente» [31]. «Em 1892 iniciou-se um novo ciclo no tocante às águas minerais portuguesas. Finalmente, o governo regulamentou toda esta atividade, o que levou os agentes que comercializavam este produto a solicitar novas análises químicas, preferindo os analistas mais conceituados. O nome do autor da análise tornou-se uma garantia das virtudes publicitadas, autenticando o valor de uma água mineral. Três nomes se destacaram no número de análises e na fama científica que granjearam:

Santos e Silva, Ferreira da Silva e Lepierre» [32].

A exposição que a Fundação Luso inaugurou em 22 de junho de 2011, “Luso: água puríssima – Charles Lepierre”, é uma excelente materialização desta perspetiva de Luís de Meneses Acciaiuoli, pois «a exposição centra-se na vida de Charles Lepierre, que foi um precursor em Portugal na área de investigação científica e que contribuiu para o desenvolvimento da aplicação química aos recursos naturais, medicina e indústria» [33].

OS LABORATÓRIOS DE QUÍMICA DE LISBOA E DO PORTO E A PROFISSIONALIZAÇÃO DOS QUÍMICOS PORTUGUESES

Em 1864, o centro demográfico de Portugal encontrava-se ligeiramente a leste de S. Miguel de Poiares [34]. Depois move-se para sul e para oeste. Precisamente, no início do século XX, encontrava-se muito próximo da vila da Lousã, e em 2001 no concelho de Soure, muito perto da fronteira entre o distrito de Coimbra e o de Leiria. Um tal centro demográfico parece ser quase o centro de um “halter”. Duas grandes massas demográficas, uma concentrada em Lisboa e cercanias, alcançando já os 35% do total da população nacional, e outra a norte, mais dispersa, no Porto e no Minho. O Centro do país é menos populoso, e o Algarve tem uma demografia própria.

Contudo, nos começos do século XX, a *Revista de Chimica Pura e Applicada* e as forças motrizes que levaram à criação da *Sociedade Chimica Portuguesa* estão localizadas na cidade do Porto, e não em Lisboa, a capital do Reino, como bem enfatiza Vanda Leitão *et al.* [35]. Ao tempo, a cidade do Porto congregava ao seu redor uma mais dinâmica atividade comercial, agrícola e industrial.

Em 1837, fruto das reformas do ensino introduzidas por Passos Manuel, foram criadas a Escola Politécnica de Lisboa e a Academia Politécnica do Porto. Ambas vieram a ser dotadas de laboratórios químicos no século XIX em Lisboa e, já em inícios do século XX (1915), no Porto, que merecem destaque e dão alguma expressão à importância que esta disciplina vai ter

futuramente no país. Ao laboratório da Universidade do Porto, em 1922, foi atribuído muito justamente o nome “Laboratório Ferreira da Silva”.

Em Lisboa, nomeadamente entre 1860 e 1890, houve investigação relevante em química orgânica graças a Agostinho Lourenço, António Augusto d’Aguiar e aos seus coautores germanófonos que permaneceram durante alguns anos no nosso país. Aguiar e Lautemann estudaram a nitração do naftaleno seguida da redução dos dois produtos isolados às duas naftalenodiaminas isoméricas correspondentes, atualmente designadas 1,5 e 1,8-diaminonaftaleno. Merece especial destaque Aguiar, que foi dos primeiros a aventurar-se no estudo da isomeria nos naftalenos dissustituídos, muito mais difícil do que os vários isómeros de benzenos dissustituídos e dos antracenos substituídos, ao tempo já conhecidos [36]. Todavia, não houve sucesso na passagem de testemunho para as gerações seguintes e uma química com maior dinamismo vai emergir bem mais a norte.

No Porto, as atividades de química surgem com notoriedade com a tomada de posse de António Joaquim Ferreira da Silva no lugar de lente de *Chimica* na *Academia Polytechnica*, em 1877. «Em 1888, iniciam-se, no Laboratorio Municipal, os estudos sobre vinhos (composição elementar, falsificações, etc.), estudos esses que se prolongaram até 1904, muito embora tivessem sido extintos, em 1902, os serviços de análises químicas no Laboratorio Municipal» [38]. E durante cerca de 25 anos este Laboratorio Municipal desempenhou um papel de defesa do consumidor no combate à fraude, com métodos analíticos de igual qualidade a laboratórios franceses de referência. Criaram-se assim novas necessidades e meios de financiamento, provenientes de análises de vinho, leite, águas minerais, óleos, bem como de ligações a higiene e toxicologia. Como referem Leitão *et al.*, o Laboratorio Municipal do Porto funcionou como um «centro de propaganda científica» para usos da química [35].

«Em 1881, por proposta do Presidente da Câmara Municipal do Porto, Con-

selheiro Dr. J. A. Correia de Barros, foi deliberado criar-se um *Laboratorio Chimico Municipal*, tendo Ferreira da Silva sido convidado a encarregar-se da sua instalação» [37]. A “*Sociedade Chimica Portuguesa*” surge já como fruto da criação do “*Laboratorio de Chimico Municipal do Porto*”, que foi aberto ao público em 1884, e da vinda a lume da “*Revista de Chimica Pura e Applicada*”, em 1905, sob a ação de Ferreira da Silva e dos seus colaboradores Alberto d’Aguiar e José Pereira Salgado (Figura 1). A redação e administração da revista é na Rua do Laranjal, 41, morada do Laboratório Municipal, facto que desagradou à Câmara Municipal do Porto. O facto da Sociedade ter sido fundada já após a criação de uma revista nacional de química contrasta com o que se verificou em outros países europeus [35].

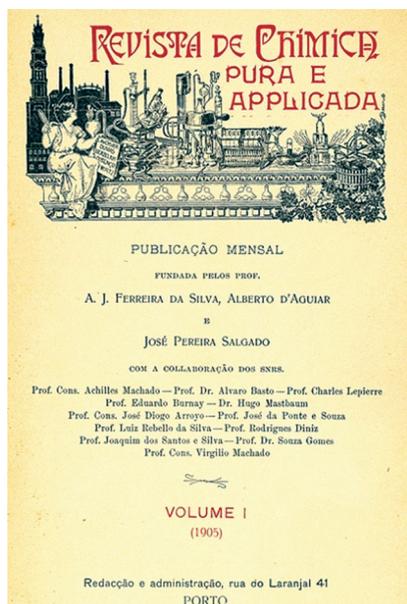


Figura 1 – Capa do 1º volume da *Revista de Chimica Pura e Applicada*, fundada por Ferreira da Silva, Alberto d’Aguiar e Pereira Salgado, tirada a lume em 1905, com a morada de Rua do Laranjal 41, Porto

O primeiro número da “*Revista de Chimica Pura e Applicada*” surge com a data de janeiro de 1905 e do programa apresentado realçamos: «A publicação periódica e regular d’uma revista portuguesa de química tornou-se uma necessidade urgente. A remodelação que entre nós sofreram ultimamente os estudos de química nos nossos estabelecimentos de ensino superior, a criação das novas cadeiras de química pharmaceutica, de química bromatologica e toxicologica nas Escolas de Pharmacia, a instituição dos cursos de química sanitaria pelas

recentes reformas do ensino da hygiene, a organização e melhoramento dos laboratorios medicos junto das Escolas medicas de Lisboa, Coimbra e Porto, justificam bem tal necessidade.

Mas ha mais: possuímos laboratorios agricolas, de hygiene, clinicos e technicos, uns mantidos pelo estado, outros pelas municipalidades, e, finalmente, outros por particulares; existe organizado um pequeno nucleo de industrias chimicas, representadas por fabricas de sulfureto de carbono, acidos sulfurico e chlorhydrico, velas estearicas, sabões, oleina, adubos chimicos, etc., e, acima de tudo, temos na fertilidade do nosso solo agrícola um caudal de applicações e estudos chimicos, que aproveitam muito directamente a riqueza e prosperidade do paiz.

Já ha chimica sufficiente para que nos abalancemos a esta empreza, procurando recolher os trabalhos sahidos d’estas varias origens, e que difficilmente, e só por generosidade, encontram acolhida em publicações diversas – medicas, pharmaceuticas, agricolas, etc. [...] A nossa missão será, pois, archivar o que já produz nos nossos laboratorios, orientar os que trabalham nos progressos incessantemente realizados e de que dão conta as publicações congeneres estrangeiras, publicar artigos de explanação scientifica doutrinaria ou experimental, que possam ser d’utilidade aos alumnos que frequentam as nossas cadeiras de chimica geral e especial, e aos que desejam ficar ao corrente dos progressos mais notaveis das sciencias chimicas.

A litteratura e historia da sciencia chimica honrarão a nossa revista; e, para isso, escolheremos de preferencia os assumptos versados pelos nossos homens de sciencia mais eminentes, tornando assim conhecidas algumas preciosas joias litterarias; e, quando a oportunidade se nos deparar, procuraremos tambem traçar a obra dos nossos mais notaveis chimicos. Por esta dupla fôrma prestaremos á sua maioria o nosso preito de veneração. As questoes de chimica pura terão aqui acolhimento e cabimento; é, porém, de crer que, por conveniencia de meio, tenhamos de dar preferencia a assumptos de chimica applicada à

hygiene, á agricultura, á medicina, á pharmacia, á medicina legal, etc.» [42].

Com efeito, com a criação da disciplina de “química farmacêutica” em moldes científicos nos currículos do ensino superior, a reforma legislativa de Hintze Ribeiro havia concedido maior autonomia a farmacêuticos em relação aos médicos, no campo das análises. Como refere o nosso saudoso colega Prof. João Cabral, «Ferreira da Silva foi praticamente um autodidacta em Química Analítica. É neste período, 1877 a 1884, que ele dedica o melhor do seu esforço na aquisição dos conhecimentos e das técnicas experimentais em Química Analítica, o que, no futuro, lhe grangearia bem merecida fama». Os seus sucessos de maior impacto internacional foram sobre estudos analíticos de alcalóides: duas reações novas para a identificação da cocaína e da eserina e um reagente para alcalóides, o “reagente Ferreira da Silva” [37].

Ferreira da Silva obteve o grau de Bacharel em Filosofia Natural pela Universidade de Coimbra, em 11 de junho de 1876. A necessidade de Ferreira da Silva ter de ser um autodidacta em química analítica é também, de algum modo, reflexo de um ensino experimental débil na Universidade de Coimbra para os alunos de “Filosofia Natural”. Mas é também expressão de ser pequena a massa de profissionais com práticas de química em Portugal, quer no campo da medicina e da farmácia, quer na indústria alimentar. Com efeito, o número de membros da Sociedade de Chimica Portuguesa em 1912, pouco após a sua fundação, era de 76, para subir para praticamente o dobro, 146, em 1915; em 1928 o número de membros alcançou o valor de 214 [35]. Mas neste último ano a Sociedade, dada a carência de uma massa crítica, já se havia convertido, em 1926, na *Sociedade Portuguesa de Química e de Física*.

No contexto nacional nunca se colocou a necessidade de uma demarcação profissional dos praticantes da química como noutros países europeus. Iguamente, como reflexo de uma investigação ainda incipiente, realizada a nível individual, raríssimos são os artigos na *Revista de Chimica Pura*

e *Applicada*, mesmo já sob os auspícios da *Sociedade de Chimica Portuguesa*, com mais do que um autor.

Em 25 de Abril de 1907 foi proposta a extinção do *Laboratorio Chimico Municipal do Porto* (LQMP), que Ferreira da Silva procurou impedir. Análises de vinhos e de outros alimentos, de minérios ou de matérias para a indústria, eram realizadas em Paris ou noutros laboratórios europeus antes da criação deste laboratório químico municipal. Em editorial publicado na *Revista de Chimica Pura e Applicada*, em janeiro de 1909, lastimando a extinção do LQMP, Ferreira da Silva afirma seguidamente: «E n'esta situação, que justifica o apregoado divorcio entre o pensar do governo e o dos seus governantes, vamos assistindo indifferentes aos progressos incessantes da sciencia, sem attender a que, pela penuria verdadeiramente vergonhosa das nossas instituições laboratorias, nem os nossos productos conhecemos, deixando ao estrangeiro o interesse de esclarecer muitos pontos da sua curiosa composição. É assim que os vinhos do Porto foram analysados por Bertholet, Bossingault, em França; por Fresenius, na Allemanha; ..., etc.». E novamente, após 25 anos de bons serviços à região, se regressou ao passado, dada a onda de obscurantismo das autoridades municipais invocando gastos excessivos.

É na sequência da extinção do LQMP que Ferreira da Silva vem propor a criação de uma “sociedade científica” de química, como um novo modo de fomentar a investigação desta ciência em Portugal e também combater, entre nós, o hiato entre a química pura e aplicada [35].

Em 28 de dezembro de 1911, os membros fundadores da “Sociedade Chimica Portuguesa” reuniram-se no Laboratório de Química da Escola Politécnica de Lisboa. Para além de Ferreira da Silva, estiveram presentes Álvaro Basto, José Pereira Salgado, Carl von Bonhorst (professor na Escola Marquês de Pombal), César Lima Alves (professor no Instituto Superior de Agricultura), Armando Artur de Seabra, Artur Cardoso Pereira (professor da Faculdade de Medicina) e Hugo Mastbaum, tendo ficado incumbidos

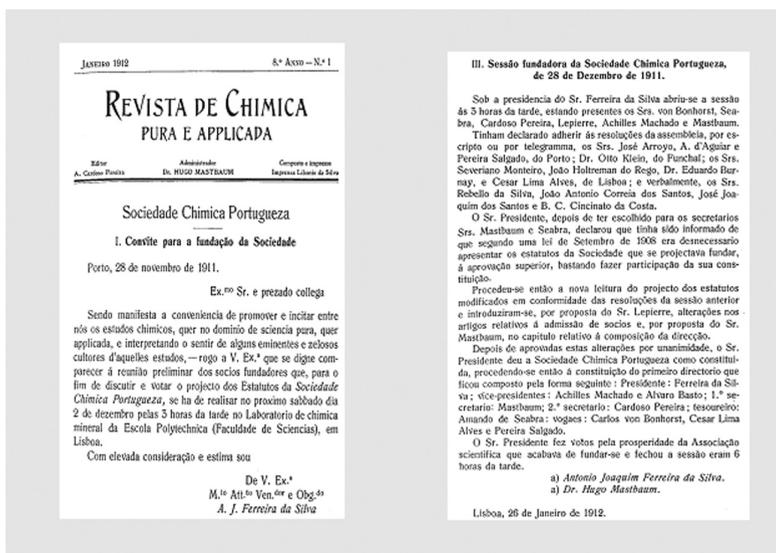


Figura 2 – Convite para a fundação da Sociedade Chimica Portuguesa e ata da fundação

de fazer o lançamento da Sociedade (Figura 2).

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Prof. Augusto Correia Cardoso as valiosas discussões sobre os temas de história da química abordados neste trabalho e a disponibilização de alguns documentos, bem como agradeço o apoio financeiro da Fundação para a Ciência e a Tecnologia.

REFERÊNCIAS

- [1] A.K. Nielsen e S. Štrbáňová (ed.), *Creating Networks in Chemistry. The Founding and Early History of Chemical Societies in Europe*, RSCPublishing, Cambridge, 2008.
- [2] T. Gieryn, *American Sociological Review*, **48** (1983) 781-795.
- [3] J. Calado, *Haja Luz! Uma história da química através de tudo*, IST Press, Lisboa, (2011), p. 54, 162, 163, 269, 302, 320.
- [4] D. Knigh, H. Kragh (eds.), *The Making of the Chemist: The Social History of Chemistry in Europe*, 1789-1914, Cambridge University Press, 1998.
- [5] Kildebaek, Štrbáňová, *ob. cit.*, p. 329.
- [6] M.F. Camões, *Química, Boletim SPQ*, **120** (2011) 55-56.
- [7] W.H. Brock, *Ambix*, **14** (1967) 133-139.
- [8] R. Mackie, “Great Britain: Chemical Societies and the demarcation of the British Chemical Community, 1870-1914”, in *Creating Networks in Chemistry*, RSCPublishing, Cambridge (2008) 139-160.
- [9] *Id.*, pp. 140-143.

- [10] A.K. Nielsen e S. Štrbáňová, “Creating Networks in Chemistry – some lessons learned”, in *Creating Networks in Chemistry*, RSCPublishing, Cambridge (2008) 330.
- [11] *Id.*, Tabela 15.1, p. 330.
- [12] Maria Fernanda Gomes, “Os Museus Mineralógicos e Geológicos de três Universidades Portuguesas (Lisboa, Coimbra e Porto)”, em *Coleções e Museus de Geologia: missão e gestão*, J. M. Brandão, Pedro M. Callapez, Octávio Mateus e Paulo Castro (eds.), Museu Mineralógico e Geológico da Universidade de Coimbra e Centro de Estudos de História e Filosofia da Ciência, Figueira da Foz (2010) 69-74.
- [13] H. S. van Klooster, “Friedrich Wöhler and his american pupils”, *J. Chem. Educ.*, **21** (1944) 158.
- [14] C. A. Browne, “Bernhard Tollens (1841-1918) and some american students of his school of Agricultural Chemistry”, *J. Chem. Educ.*, **19**, 253 (1942).
- [15] S. Formosinho, *Nos Bastidores da Ciência. 20 Anos Depois*, Imprensa da Universidade de Coimbra, Coimbra (2007) 90, 91.
- [16] B. Tollens, “Bosquejo ou exposição sumária da organização das Faculdades de Filosofia nas Universidade de Alemanha”, *O Instituto*, **20**, (1875) 49-56, 100-105, 145-151, 193-198.
- [17] A.C. Cardoso, B.J. Herold, S.J. Formosinho, “Joaquim dos Santos e Silva: um pioneiro português da química moderna”, *Actas do Congresso Luso-Brasileiro de História das Ciências*, Carlos Fiolhais, Car-

- Iota Simões, Décio Martins (coords.), Universidade de Coimbra, 26 a 29 de outubro de 2011, pp. 279-296.
- [18] A.J. Ferreira da Silva, "Joaquim dos Santos Silva. Necrologia", *Rev. de Chim. Pura e Apl.*, 2º ano, nº 4 (1906) 117.
- [19] A.M. Alfonso-Goldfarb, J.L. Goldfarb, M. Ferraz, "O papel das fontes para o estudo das ciências portuguesa e brasileira", *Actas do Congresso Luso-Brasileiro de História das Ciências*, pp. 1417-1431.
- [20] A. M. Amorim da Costa, *Primórdios da Ciência Química em Portugal*, Biblioteca Breve, vol. 92, Instituto de Cultura e Língua Portuguesa, Lisboa, 1984, 40-45.
- [21] S. Formosinho, "A química em Domingos Vandelli: uma arte ou uma ciência?", em *Gabinete Transnatural de Domingos Vandelli*, Paulo Bernaschina (ed.), Artez (2008) 149-167.
- [22] J.A. Simões de Carvalho, *Lições de Philosophia Chimica*, Imprensa da Universidade, 2ª ed., Coimbra (1859) 13, 17.
- [23] J.S. Redinha, Bosquejo Histórico da Química na Universidade de Coimbra", *Rev. Port. Quim.*, **29** (1987) 140-150.
- [24] Amorim da Costa, *Primórdios da Ciência Química em Portugal*, 102-105.
- [25] J. Calado, ob. cit., 246.
- [26] António Amorim da Costa, Vicente Coelho de Seabra Silva Telles (c.1764-1804), in <http://www.spq.pt/docs/Biografias/Vicente%20Coelho%20de%20Seabra%20%20port.pdf> (acedido 22-05-2011).
- [27] J.A. Simões de Carvalho, *Memória Histórica da Faculdade de Filosofia*, Imprensa da Universidade, Coimbra (1872) 180, 181, 187.
- [28] A.J.F. Leonardo, "O Instituto de Coimbra e a evolução da Física e da Química em Portugal de 1852 a 1952", dissertação de doutoramento, Universidade de Coimbra, 2011, p. 180.
- [29] *Id.*, p. 208.
- [30] L.M. Acciaiuoli, *História da Química na Hidrologia Portuguesa*, Academia das Ciências de Lisboa, 1949, p. 3.
- [31] Leonardo, ob. cit., p. 212.
- [32] *Id.*, p. 236.
- [33] Em <http://www.sociedadeagualuso.pt/default.asp?s=54> (acedido em 24-06-2011).
- [34] J.F. Queiró, "A Demanda do Centro de Portugal", *Gazeta de Matemática*, 157 (2009) 7-12.
- [35] V. Leitão, A. Carneiro e A. Simões, "Portugal: Tackling a Complex Chemical Equation: The Portuguese Society of Chemistry, 1911-1926", in A.K. Nielsen e S. Štrbáňová (ed.), *Creating Networks in Chemistry. The Founding and Early History of Chemical Societies in Europe*, RSCPublishing, Cambridge (2008) 257-280.
- [36] B.J. Herold e A. Carneiro, "Portuguese organic chemists in the 19th century. The failure to develop a school in Portugal in spite of international links", in *Proceedings of the 4th International Conference on History of Chemistry, Communication in Chemistry in Europe across Borders and across Generations*, É. Vámos (ed.), Budapest, vol. 1, (2005) 25-48.
- [37] João O. Cabral, "Ferreira da Silva e a Química Analítica no Porto", *Colóquio/Ciências*, Fundação Calouste Gulbenkian, **22** (1998) 71-86.
- [38] *Revista de Chimica Pura e Aplicada*, 1º ano (1905) 1, 2.

ATUALIDADE CIENTÍFICA

MEMBRANAS POROSAS DE GRAFENO NA PRODUÇÃO DE COMBUSTÍVEIS LIMPOS

Desde as primeiras evidências da existência do óxido de grafite em 1859, pelo químico britânico Benjamin Collins Brodie, até às pesquisas produzidas pelo vencedor do prémio Nobel da Física em 2010, o holandês nascido na Rússia Andre Geim, que o grafeno, um composto alotrópico de carbono de estrutura planar com empacotamento em rede cristalina (uma monocamada de grafite), conquistou um espaço na física e química atuais, nomeadamente no que respeita às suas múltiplas aplicações nas indústrias da eletrónica e nanotecnologia. Até recentemente, uma das propriedades conhecidas do grafeno era a sua impermeabilidade a líquidos e gases, devido à sua estrutura em rede hexagonal densamente povoada por nuvens eletrónicas.

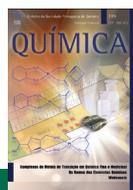
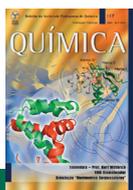
Agora, o mesmo Andre Geim, colegas da Universidade de Manchester (Reino Unido) e ainda cientistas da Universidade de Ciência e Tecnologia da China (Anhui, China), desenvolveram uma membrana de óxido de grafeno que é cerca de 10 mil milhões de vezes mais permeável à água do que ao hélio. As membranas sintetizadas de óxido de grafeno, de aparência similar ao nácar (material que reveste algumas conchas, também designado por madrepérola), demonstraram impermeabilidade aos gases e à maior parte dos líquidos (etanol, hexano e propanol, por exemplo), mas mostraram-se altamente permeáveis à água. Esta descoberta permite antecipar um conjunto de aplicações, não só em processos separativos, mas principalmente na possibilidade (ainda teórica) de separação do hidrogénio de líquidos e misturas gasosas para a produção de combustíveis.

(adaptado de <http://www.rsc.org/chemistryworld/News/2012/January/graphene-oxide-membrane.asp>)

João Almeida Lopes

(joalopes@ff.up.pt)

Faculdade de Farmácia da Universidade do Porto



Construa a sua biblioteca connosco



ALTA EXATIDÃO EM ESPECTROMETRIA DE MASSA: DA COMPOSIÇÃO ELEMENTAR À ANOTAÇÃO EM METABOLÓMICA

ANTÓNIO E. N. FERREIRA*

A alta exatidão de massa associada à alta resolução em espectrometria de massa permite o cálculo da composição elementar dos compostos detetados em misturas complexas. O conhecimento da composição elementar restringe o número de resultados nas buscas em bibliotecas de compostos conhecidos, para efeitos de identificação de pequenas moléculas orgânicas. Em relação a compostos desconhecidos, a composição elementar é frequentemente a primeira anotação possível em bases de dados de pequenas moléculas e é o ponto de partida para a elucidação estrutural. Neste artigo é feita uma revisão dos principais passos envolvidos na determinação da composição elementar de pequenas moléculas a partir de valores de massa obtidos em instrumentos de alta exatidão.

INTRODUÇÃO

Durante a última década, o desenvolvimento técnico em espectrometria de massa (MS) resultou num aumento dramático de duas “figures de merit” instrumental: a resolução e a exatidão de massa. A resolução a um dado valor de massa m é geralmente expressa por $m/\Delta m$, em que Δm é a largura a meia altura de um pico e a exatidão de massa é geralmente expressa em ppm , segundo a definição:

$$ppm = \frac{(m_{\text{experimental}} - m_{\text{calculada}})}{m_{\text{experimental}}} 10^6$$

No mercado atual, os espectrómetros do tipo Ressonância Ciclotrónica de Ião com Transformada de Fourier (FT-ICR) conseguem atingir 0,1 a 1 ppm de exatidão de massa e resoluções acima de 1 000 000 [1]. Espectrómetros do tipo Orbitrap conseguem atingir 0,5 a 1 ppm de exatidão de massa e 100 000 de resolução. Embora a alta exatidão de massa seja importante na análise de macromoléculas biológicas e agregados supramoleculares, ela é essencial no campo da identificação sistemática e em larga escala de espécies de baixa massa molecular. Partindo de uma situação em que há um total desconhecimento sobre a estrutura do ião que deu origem a um determinado pico num espectro de MS, a alta exatidão permite restringir

a atribuição de identidade baseada numa busca sistemática realizada sobre uma base de dados de compostos possíveis: regra geral, quanto mais restrito for o intervalo de massa da busca, menor o número de compostos candidatos encontrados.

Uma área de aplicação particularmente importante e de elevado interesse é a metabolómica: a identificação em larga escala de compostos orgânicos de baixa massa molecular com interesse funcional em amostras biológicas complexas. Sob o ponto de vista analítico, em metabolómica, o problema é a necessidade de identificar uma mistura complexa de compostos orgânicos em quantidades quase vestigiais, alguns relativamente instáveis e sob a imposição de um ciclo de trabalho relativamente curto, dada a necessidade de proceder à análise de muitas amostras em tempo útil.

Em geral, a identificação inequívoca de um composto passa pela sua caracterização estrutural, combinando técnicas de espectrometria de massa *tandem* (MS^n) com a informação obtida a partir de outras metodologias (NMR 1D e 2D, espectroscopia de infravermelho, cristalografia de raios X, estudos de reatividade). No entanto, num cenário de identificação em larga escala, é impossível aplicar sistematicamente metodologias complementares para cada um dos compostos presentes num espectro de MS. Por outro lado, a utilização de MS^n pode não ser viável, seja pela lentidão do ciclo de trabalho, seja pelo facto de

não existir uma estratégia universal de elucidação estrutural por MS^n para pequenas moléculas, uma vez que estas não têm a regularidade de repetição de resíduos característica das macromoléculas biológicas (proteínas e ácidos nucleicos). É, por isso, de todo o interesse obter o máximo de informação possível a partir da utilização de apenas um nível de MS.

Neste contexto, a alta exatidão no valor de massa fornece um primeiro nível de restrição no universo da busca para identificação de compostos: ela permite o cálculo da composição elementar de compostos com a consequente possibilidade de pesquisar bibliotecas de compostos a partir de fórmulas elementares. Idealmente, a partir do espectro de massa de uma mistura complexa obteríamos uma única fórmula de composição elementar para cada composto detetado. Na realidade, mesmo em alta exatidão, obtemos um conjunto de composições elementares compatíveis com o valor de massa de cada um dos compostos detetados dentro de um intervalo de exatidão de massa especificado. Este cálculo é feito em vários passos, compreendendo a obtenção da massa monoisotópica de cada espécie, a remoção dos valores de massa de aductos, o cálculo combinatório das fórmulas possíveis e a aplicação de filtros ortogonais de restrição do número de fórmulas calculadas.

Em seguida é apresentado um resumo de cada um desses passos.

* Centro de Química e Bioquímica, Departamento de Química e Bioquímica, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa
E-mail: aeferreira@fc.ul.pt

REMOÇÃO VIRTUAL DE ADUCTOS

Especialmente em LC/MS é frequente que grande parte dos iões subjacentes a um espectro sejam o resultado de aductos e que poucos picos possam ser associados a iões moleculares. Em modo positivo, por exemplo, são particularmente vulgares os aductos com H^+ , Na^+ e K^+ . Assim, na análise de um espectro de MS, devem ser identificadas ou calculadas as espécies sem aductos, de preferência calculando a massa da espécie molecular neutra. A um aducto com H^+ , por exemplo, deve ser subtraído o valor de $1,007276 Da$ para obter a espécie neutra. Na interpretação de um espectro de massa é geralmente possível atribuir séries isotópicas à presença destes aductos. Por outro lado, o processo pode ser semiautomatizado recorrendo a “calculadores de aductos”, ferramentas que se podem encontrar no software associado a equipamentos de MS.

CÁLCULO DA MASSA MONOISOTÓPICA

Embora teoricamente o cálculo de fórmulas de composição elementar compatível com uma dada massa possa ser realizado a partir de massas de iões em qualquer estado de carga e qualquer composição isotópica, o procedimento está uniformizado para a utilização da massa monoisotópica da espécie neutra. A determinação de uma massa monoisotópica envolve, em primeiro lugar, a desconvolução do conjunto dos iões polivalentes no caso da ionização química ou por *electrospray*. Daqui resulta a identificação, num espectro de MS, da série isotópica correspondente ao ião monovalente de cada um dos compostos detetados. É essencial poder contar

com um instrumento de alta resolução, com o objetivo de resolver os picos da série isotópica junto à linha de base. Por via computacional é feito um ajuste à distribuição estatística das intensidades dos picos da série isotópica e a massa contendo apenas átomos de isótopos mais baixos para cada elemento, a massa monoisotópica, é assim calculada. O processo está, uma vez mais, frequentemente implementado no *software* de apoio ao equipamento de MS, sendo os algoritmos de cálculo de massa monoisotópica algo sofisticados. Na verdade, estes algoritmos têm de lidar com o facto da distribuição isotópica poder ser muito variada consoante a natureza e o número dos elementos presentes no ião, como está ilustrado na Figura 1.

CÁLCULO DE FÓRMULAS DE COMPOSIÇÃO ELEMENTAR COMPATÍVEIS

A partir da massa monoisotópica do composto neutro, são calculadas fórmulas de composição elementar compatíveis dentro de um intervalo de exatidão de massa. Trata-se de um problema simples de química combinatória. Podem aqui ser usados de uma forma eficiente algoritmos de busca exaustiva (“força bruta”), dada a simplicidade do problema e a grande rapidez de cálculo, característica dos meios computacionais atualmente ao dispor. O processo pode ser realizado num computador pessoal utilizando, por exemplo, o programa MWTWIN [2], ou ferramentas do tipo *Formula generators*, incluídas no software associado aos espectrómetros. Na busca de composições elementares tem de ser especificada uma lista de elementos que podem entrar na constituição das fórmulas,

a massa monoisotópica de referência e um intervalo de exatidão de massa, geralmente especificado em ppm. Na Tabela 1 são apresentadas as contagens resultantes do cálculo de fórmulas matematicamente possíveis em torno de dois valores de massa de referência, para diferentes valores de exatidão de massa. Como se pode observar, o efeito da exatidão de massa é muito significativo. É também interessante observar a distribuição das massas de todas as composições elementares para um dado conjunto de elementos tipicamente encontrados em compostos biológicos. Na Figura 2 estão indicadas as contagens das fórmulas possíveis ao longo do intervalo de 50 a 500 Da. São evidentes duas características: o número de composições calculadas tem um crescimento aproximadamente exponencialmente com o aumento de massa (Figura 2 A) e a maior das fórmulas tende a distribuir-se em torno dos valores unitários de massa (Figura 2 B).

CRITÉRIOS DE EXCLUSÃO

Finalmente, são aplicados critérios de exclusão de fórmulas de modo a reduzir o número de composições elementares calculadas. A necessidade deste refinamento decorre do elevado número de fórmulas que são geralmente obtidas levando em conta exclusivamente o cálculo combinatório de elementos. O crescimento exponencial do número de fórmulas leva a que, por exemplo, se considerarmos os elementos C, H, N, O, S e P, existam 3 572 670 fórmulas de composição elementar no intervalo de massa entre 50 e 500 Da. A alta exatidão pode não ser suficiente para reduzir o número de fórmulas para um valor viável para se realizar uma bus-

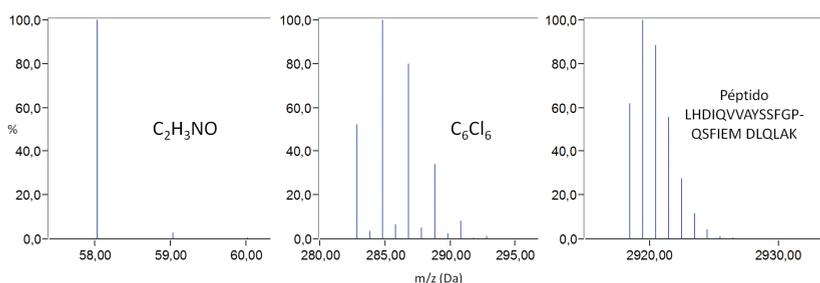


Figura 1 – Distribuição isotópica prevista para diversos compostos puros. Distribuições calculadas com o auxílio do programa MWTWIN [2], ferramenta *Isotopic Distribution Modelling*, para iões do tipo $[M+H]^+$ normalizadas à forma isotópica mais abundante (100 %)

Tabela 1 – Número de fórmulas de composição elementar matematicamente possíveis para diferentes valores de exatidão de massa. Consideraram-se combinações dos elementos C, H, N, O, S e P. Valores calculados com o auxílio do programa MWTWIN [2], ferramenta *Formula Finder*

Massa (Da)	Exatidão de massa (ppm)				
	10	5	1	0,5	0,1
400,002635	347	179	34	18	4
600,001757	2168	1086	218	103	23

ca em bases de dados de compostos de baixa massa molecular [3]. Assim, por exemplo, a uma exatidão de 0,1 ppm, já no limiar do limite que é hoje tecnologicamente possível com os espectrómetros de massa mais poderosos, ainda encontramos 23 fórmulas em torno da massa 600,001757 Da (Tabela 1). Idealmente, obteríamos apenas uma única fórmula de composição elementar para cada valor de massa monoisotópica em alta exatidão.

Os critérios adicionais de exclusão decorrem, por um lado, de considerações teóricas sobre a capacidade de se gerar uma fórmula molecular de um composto orgânico a partir de uma dada composição elementar, e, por outro lado, de regras empíricas que são verificadas pela grande maioria das entradas existentes em bibliotecas de compostos conhecidos.

Kind e Fiehn [4] estudaram a aplicação de alguns destes critérios, avaliando o seu impacto na redução do número de fórmulas candidatas após o cálculo combinatório. Neste estudo, estes autores enunciaram “sete regras de ouro” a aplicar como critérios de seleção. Alguns exemplos destas regras são:

- Número de átomos de cada elemento numa fórmula: o recenseamento da composição elementar dos milhões de entradas em bibliotecas de compostos revela que existem máximos naturais quanto ao número de átomos de cada elemento. Por exemplo, na biblioteca Dictionary of Natural Products, para compostos de massa inferior a 1000 Da, o número de átomos de N não excede 27 [4].

- Regras de LEWIS e SENIOR: estas regras impõem, respetivamente, a obediência à regra do octeto (com a consideração de valências múltiplas) e restrições quanto ao número de átomos e número de valências totais no composto para que possa existir um “grafo” molecular. Estas são regras de natureza teórica, para as quais existem exceções (espécies radicalares no caso da regra de LEWIS), mas que são verificadas pela quase totalidade dos compostos biológicos conhecidos.

- Quocientes H/C e N,O,P,S/C: uma análise à distribuição dos valores destes quocientes em bibliotecas de compostos conhecidos permite definir balizas que contêm quase todos os compostos conhecidos. Este é um filtro de simples implementação, embora não seja dos mais eficazes na exclusão de fórmulas [4].

- Padrões isotópicos: Embora este seja um critério muito poderoso na exclusão de fórmulas, requer informação espectral adicional: a relação entre a intensidade da espécie monoisotópica (no estado de carga monovalente) e a intensidade dos dois picos seguintes na série isotópica. Especificamente, designando por M a massa monoisotópica, é necessário fornecer a proporção entre M+1 e M+2 (consideram-se geralmente as intensidades normalizadas à massa monoisotópica). Os valores experimentais das intensidades destes dois picos de uma série isotópica estão sujeitos a erro experimental, dependendo da sensibilidade e resolução instrumental. Neste critério de exclusão é necessário

especificar, por isso, um desvio padrão para os valores de intensidade do sinal. O critério atribui uma pontuação a cada fórmula, sendo comparado o padrão isotópico previsto com o padrão isotópico experimental. Fórmulas com pontuação muito baixa são eliminadas. Este “filtro ortogonal” é dos mais eficazes na exclusão de fórmulas candidatas, sendo muitas vezes suficiente um valor de 5% no erro das intensidades para se conseguir uma redução de centenas de candidatos a menos de uma dezena [3, 4].

CONCLUSÃO

A possibilidade do cálculo da composição elementar a partir de um valor de massa de alta exatidão já tinha sido antecipada por altura do desenvolvimento de espectrómetros do tipo FT-ICR [5]. No entanto, a sua utilização como elemento informativo capaz de levar à identificação de um composto num espectro de MS complexo só foi possível com o desenvolvimento dos métodos computacionais capazes de automatizar o procedimento e com a disponibilização de bibliotecas de compostos de baixa massa molecular com interesse em determinadas áreas científicas. Embora a explosão combinatória do número de fórmulas possíveis seja o principal obstáculo à identificação em larga escala, sobretudo para massas a partir dos 600 Da, a construção de regras de exclusão e o aproveitamento das características de alto desempenho dos espectrómetros de gama alta atualmente disponíveis aproximam-nos do objetivo de obter uma única composição elementar por cada massa monoisotópica. É de salientar que o conhecimento da composição elementar é útil, não só numa perspectiva de restrição da pesquisa em bibliotecas de compostos, mas também como informação primária a ser atribuída na anotação de compostos desconhecidos. Finalmente, embora não seja possível distinguir isómeros ou compostos isobáricos (compostos com diferentes composições elementares, mas com uma diferença entre massas monoisotópicas não detetável experimentalmente), o conhecimento da composição elementar é um bom

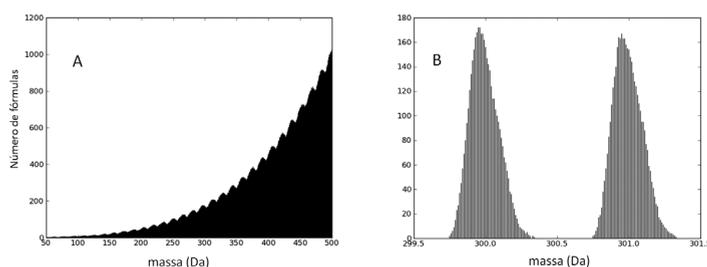


Figura 2 – Número de fórmulas de composição elementar matematicamente possíveis para diferentes valores de massa de referência. Consideraram-se as contagens das combinações dos elementos C, H, N, O, S e P, em intervalos de comprimento 0,01 Da. A: todo o intervalo de 50 a 500 Da. B: detalhe junto ao valor de massa 300 Da. Fórmulas calculados com o auxílio do programa MWTWIN [2], ferramenta Formula Finder

ponto de partida para as metodologias de elucidação estrutural.

NOTA

¹ Neste texto é usado o símbolo Da (dalton) em vez do símbolo u para designar a unidade de massa atómica unificada, prática corrente em espectrometria de massa aplicada à

metabolómica e proteómica. Ambos os símbolos são atualmente aceites pela IUPAC.

REFERÊNCIAS

[1] M. Scigelova, M. Hornshaw, A. Giannakopoulos, A. Makarov, *Molecular and Cellular Proteomics* (2011) **10**: M111.009431

[2] Monroe M: Molecular Weight Calculator. MWTWIN v6.35 <http://www.chemismatt.com>. Acedido em 19-01-2012
 [3] T. Kind, O. Fiehn, *BMC Bioinformatics* 7 (2006) 234
 [4] T. Kind, O. Fiehn, *BMC Bioinformatics* 8 (2007) 105
 [5] D.G. Schmid, P. Grosche, H. Bandel, G. Jung, *Biotechnology and Bioengineering* 71 (2000) 149

ATUALIDADE CIENTÍFICA

TESTANDO A PUREZA DE ENANTIÓMEROS

Moléculas que são imagens especulares entre si podem originar efeitos biológicos claramente distintos. Por exemplo, um enantiómero específico pode aliviar sintomas de uma determinada doença, enquanto que o correspondente à sua imagem especular pode ser completamente inativo ou mesmo desencadear efeitos secundários nefastos. Deste modo, os químicos de síntese desenvolvem métodos para produzir seletivamente apenas o enantiómero que lhes interessa. No entanto, estes investigadores podem agora avaliar mais facilmente a eficácia dos seus processos através do recurso a uma nova técnica que possibilita a quantificação rápida da proporção relativa de cada enantiómero presente numa mistura racémica (J. Am. Chem. Soc., DOI: 10.1021/ja205775g).

Para estimar a composição de uma mistura racémica, os especialistas recorrem ao cálculo do excesso enantiomérico. Por exemplo, se uma amostra contém 80% de um enantiómero e, conseqüentemente, 20% do outro, o excesso enantiomérico é de 60%. Para avaliar com rigor este parâmetro, os químicos utilizam técnicas como cromatografia líquida (HPLC). No entanto, “estes métodos são lentos e não possibilitam uma análise em tempo útil das centenas ou milhares de reações que a indústria farmacêutica ou os investigadores académicos necessitam avaliar durante o desenvolvimento de novos métodos de síntese”, afirma Eric Anslyn, um químico da Universidade do Texas, em Austin.

Anslyn e os seus colaboradores pretendiam desenvolver um meio expedito para a quantificação do excesso enantiomérico de ácidos carboxílicos, que são componentes comuns em medicamentos e polímeros. Em colaboração com James Canary, da Universidade de Nova Iorque, a equipa sintetizou uma molécula aquiral contendo cobre. O átomo de cobre possui um centro de coordenação desocupado e, deste modo, a molécula pode acomodar ácidos carboxílicos quirais. Quando este substrato quiral se liga ao átomo de cobre, os ligandos de quinolona organizam-se em forma de hélice. Esta hélice gira num sentido específico consoante a estereoquímica do substrato.

Quando os investigadores analisaram os complexos através de uma técnica designada por “exciton-coupled circular dichroism”, verificaram que os dois movimentos da hélice absorviam luz polarizada de uma forma diferente. Tal como os enantiómeros, os espectros de cada molécula representavam imagens especulares entre si, produzindo sinais simétricos a um comprimento de onda característico. Assim, os investigadores recolheram espectros de misturas conhecidas de enantiómeros de forma a construir uma curva de calibração, que posteriormente foi usada para estimar o excesso enantiomérico de um conjunto separado de misturas racémicas.

Através da comparação dos valores de excesso enantiomérico reais de cada mistura com os valores estimados a partir da curva de calibração, os investigadores concluíram que a técnica apresenta erros médios de aproximadamente 3%. Assim, Anslyn afirma “a nossa abordagem não é tão exata como HPLC, mas é 100 vezes mais rápida”. De facto, a equipa pode analisar aproximadamente 100 amostras em duas horas.

(adaptado do artigo de 01/08/2011 de Laura Cassiday: Probing Enantiomer Purity
 Chemical & Engineering News –
<http://pubs.acs.org/cen/news/89/i31/8931scene4.html>)

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

..... Visite-nos em www.spq.pt

NEUROPROTEÓMICA: À PROCURA DO (DES)CONHECIDO!

BRUNO MANADAS*

A neuroproteômica é uma área de investigação que integra o conhecimento gerado a partir de expedições de procura de informação (proteínas) em tecidos do sistema nervoso com o papel que essa informação representa e desempenha. A grande maioria do conhecimento alcançado nesta área passa pela utilização da espectrometria de massa enquanto recurso para a obtenção de informação estrutural de proteínas e/ou péptidos. O desenvolvimento observado nos últimos anos na preparação das amostras, análise por espectrometria de massa e a integração da enorme quantidade de dados gerados com os mecanismos fisiológicos e patofisiológicos, representam um salto quantitativo e qualitativo significativo no nosso conhecimento. A espectrometria de massa é hoje uma ferramenta não só essencial, mas imprescindível para o conhecimento do cérebro e de todo o sistema nervoso.

O cérebro é um órgão fascinante pelo seu nível de complexidade e capacidade. É constituído por diversos tecidos e tipos de células. Entre estas contam-se mais de 10 mil milhões de neurónios que comunicam entre si por mais de 100 biliões de sinapses. Cada sinapse é um elemento chave no fluxo contínuo de informação e assume uma identidade única com subdomínios de especialização (Figura 1A-E). Este nível de especialização é sem dúvida fascinante, mas dificulta a caracterização destes domínios pelo seu reduzido conteúdo proteico. O estudo da composição proteica do cérebro, de tecidos, de células, ou mesmo de compartimentos específicos, envolve a decisão da escolha do método de fracionamento com potencial de gerar mais e melhores resultados. Do ponto de vista de diminuição da complexidade proteica, a escolha do melhor método não será certamente consensual. Os diversos métodos disponíveis apresentarão as suas vantagens e desvantagens, possivelmente com o fracionamento por gel de SDS (1D-SDS-PAGE) como exemplo de um método simples e rápido de executar. Técnicas mais elaboradas como os géis bidimensionais (2D-SDS-PAGE) podem demorar vários dias a concluir, possuindo no entanto um maior poder de resolução. Para além destas, são atualmente utilizadas múltiplas separações cromatográficas (Figura 2),

diferentes técnicas de centrifugação, filtração, isolamento de organelos, hidrofobicidade, entre outras.

O fracionamento proteico permite assim diminuir a complexidade da amostra inicial antes do processo de digestão, normalmente com recurso à enzima tripsina. Uma mistura complexa de péptidos é posteriormente analisada, quer diretamente por espectrometria de massa, quer por cromatografia líquida acoplada a espectrometria de massa (LC-MS). Os espectros obtidos são posteriormente relacionados com

bases de dados que permitem a identificação do complemento proteico do genoma (Figura 1F-I). Este processo poderá assim ser indicado como o fluxo de trabalho na área da neuroproteômica, cujo principal objetivo é o da identificação do proteoma em tecidos do sistema nervoso. No entanto, esta definição “simplista” encontra-se longe de fazer jus à complexidade dos estudos envolvidos.

Independentemente das técnicas usadas para o fracionamento das proteínas, a espectrometria de massa é

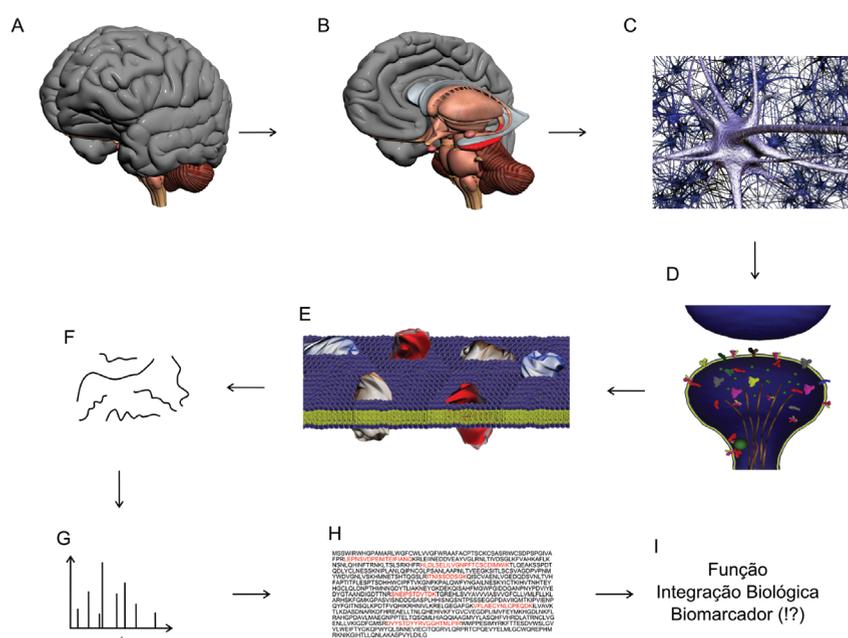


Figura 1 – Fluxo de trabalho em neuroproteômica. Seleção ou isolamento do órgão, tecido, células ou domínios: cérebro (A), hipocampo indicado a vermelho (B), rede neuronal (C), sinapse (D), “lipid-rafts” (E). Os péptidos resultantes da digestão das proteínas (F), são analisados por MS (G), e relacionados com a base de dados para identificação das proteínas (H). Por fim processa-se a análise e integração dos resultados (I)

* Unidade de Proteômica do Centro de Neurociências e Biologia Celular da Universidade de Coimbra Biocant, Centro de Inovação em Biotecnologia, Coimbra E-mail: bmanadas@gmail.com

cada vez mais a ferramenta imprescindível em projetos de neuroproteômica. É possível no entanto encontrar alguns grupos de investigação que desenvolvem projetos de neuroproteômica apenas com recurso a anticorpos (possuindo uma biblioteca com mais de 15.000 anticorpos e os custos daí inerentes).

A espectrometria de massa começou por ser uma ferramenta que permitia obter um espectro de massa ao fim de algumas horas de mestria do operador em frente a um conjunto complexo de botões, e como produto final de uma mescla de muito conhecimento, intuição e uma boa dose de sorte. A evolução da tecnologia permitiu, num curto espaço de tempo, aumentar consideravelmente a capacidade de aquisição de dados, sendo atualmente possível adquirir de forma automática dezenas de espectros de fragmentação por segundo. No caso de amostras complexas analisadas por LC-MS, poderão ser adquiridos numa única análise dezenas de milhares de espectros. Esta quantidade de informação torna incontornável a utilização de programas informáticos que permitam a análise dos dados e sobre a qual é limitada, ou mesmo inexistente, a validação por parte do utilizador.

A automação do processo de identificação de proteínas por espectrometria de massa passou a estar ao alcance de investigadores que não compreendem, nem precisam de compreender na maioria dos casos, conceitos de ionização ou radiofrequências. A simpli-

ficação da identificação de proteínas foi certamente benéfica e abriu portas a uma investigação mais interdisciplinar, havendo agora contacto íntimo entre as áreas da biologia fundamental, química, informática e consequente interpretação e integração do conhecimento.

Assim, um dos maiores avanços da ciência nas últimas décadas talvez não tenha sido a descoberta de novos conceitos e noções fundamentais, ou mesmo do genoma humano, mas sim a quebra das barreiras entre as áreas do conhecimento. Nunca como hoje houve equipas de investigação tão interdisciplinares e onde a variedade de conhecimento dos diversos elementos é uma mais valia ou mesmo uma necessidade.

HBPP – PROJETO DO PROTEOMA DO CÉREBRO HUMANO

Os projetos de larga escala na área da proteômica necessitam de um conjunto de parâmetros de padronização, cujo consenso é normalmente alcançado sob a orientação de organizações científicas, como é o caso da “Human Proteome Organization” (HUPO – www.hupo.org). O projeto do proteoma do cérebro (BPP – www.hbpp.org) pretende assim juntar grupos de investigação que partilham formas de trabalhar semelhantes, com o objetivo de caracterizar o proteoma do cérebro humano e do ratinho. O proteoma do cérebro do ratinho é sem dúvida uma mais valia, considerando os inúmeros modelos de ratinhos para as

diversas doenças humanas. No entanto, como o próprio consórcio indica, “o melhor modelo humano é o Homem”. Mais do que uma simples compilação das proteínas expressas no cérebro num dado momento, é também necessário haver uma integração extensa desta informação com a interação entre as proteínas, sua localização e modificações pós-traducionais, o estágio de desenvolvimento, fenótipo, patologia, entre outros. A integração de todo este conhecimento, ou o potencial que esta integração apresenta, permite sonhar com a compreensão dos fenómenos fisiológicos e fisiopatológicos através da caracterização proteica, incluindo a identificação de modificações pós-traducionais.

Este conhecimento terá o potencial de levantar o véu para a identificação de possíveis marcadores que inequivocamente permitam o diagnóstico precoce, como por exemplo de algumas doenças neurodegenerativas e neurológicas. A ausência destes biomarcadores deve-se em parte ao reduzido número de estudos desenvolvidos em amostras provenientes de doentes ainda numa fase inicial da doença. Nestes estudos, a matéria prima conteria a origem da doença e não as consequências e/ou sintomas da doença. É neste sentido que um dos objetivos propostos na missão do BPP é o da extensa caracterização de amostras provenientes de doentes com patologias neurodegenerativas e neurológicas que permita a identificação de biomarcadores de prognóstico e diagnóstico. Para além da necessidade de diagnosticar estas doenças precocemente, estes projetos pretendem ir mais além com a identificação de um conjunto de biomarcadores que possibilitem a avaliação da resposta do doente à terapia.

IMPACTO SOCIOECONÓMICO

O início do projeto do genoma humano colocou a fasquia do conhecimento que se pretendia alcançar num patamar bastante elevado. Por exemplo, a sociedade esperava que este estudo resultasse em progressos enormes no sentido da cura do cancro. Quando cedo se percebeu que o resultado do projeto era conhecimento e não uma terapia, as proteínas passaram a ser

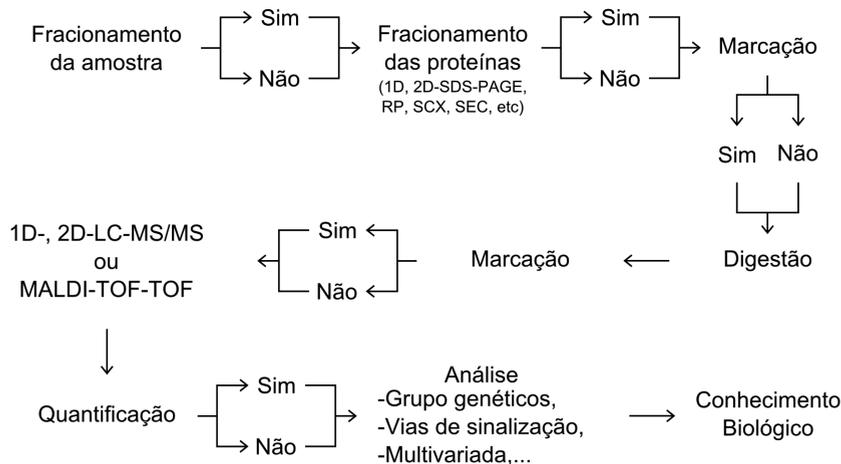


Figura 2 – Diagrama de decisão numa análise proteômica incluindo fracionamento da amostra, fracionamento proteico e decisão do ponto de vista quantitativo com marcação por isótopos

alvos interessantes de análise e apontadas como potenciais alvos terapêuticos, uma vez mais colocando a fasquia num ponto mais elevado do que a capacidade atual de resposta. Fazer parte destes projetos, onde o resultado se traduz num benefício direto para a sociedade, será certamente apetecível para muitos investigadores. No entanto, a dimensão destes projetos coloca um peso enorme sobre o investimento necessário. Nos dias de hoje, o resultado destes projetos terá de ser avaliado não apenas com a perspetiva do conhecimento que será gerado, mas também do potencial económico. Com o devido financiamento, um projeto de neuroproteómica poderá ter o potencial de gerar fundos suficientes para sustentar futuros projetos de igual ou maior envergadura.

O paradigma da investigação foi assim alterado nos últimos anos, dado que o crescimento observado na quantidade de investigadores não foi acompanhado pelo correspondente aumento de financiamento público. Por outro lado, a investigação e desenvolvimento representam hoje um enorme potencial económico, levando a que alguns resultados científicos sejam divulgados na forma de patentes, produtos ou serviços disponibilizados ao público. Assim, um projeto de investigação com o objetivo de identificar biomarcadores de diagnóstico, prognóstico ou preditivo de doenças neurodegenerativas ou neurológicas terá um enorme potencial comercial e necessitará do investimento que atualmente está para além das capacidades de investimento público em Portugal.

DESAFIOS

O sistema nervoso resulta de um processo de diferenciação complexo e é também nele que ocorre uma longa lista de doenças (por exemplo: Alzheimer, Parkinson, Esclerose Múltipla, Huntington, Esquizofrenia, Epilepsia, entre outras). A neuroproteómica será certamente uma das disciplinas mais complexas, considerando que se pretende compreender as alterações que ocorrem no proteoma das diversas células que constituem o sistema nervoso.

Os desafios que são colocados à neuroproteómica passam primeiro por uma alteração da matéria prima em estudo. A análise do cérebro como um todo deixa de fazer sentido e é necessário uma análise ao nível dos tecidos, células, compartimentos, ou mesmo regiões específicas, como os "lipid rafts". Neste campo, os desafios ao nível da espectrometria de massa estão, não só no aumento da sensibilidade (para que seja possível dar resposta com a reduzida quantidade de matéria prima normalmente disponível), como também no aumento do intervalo dinâmico (possibilitando na mesma amostra detetar a imensa quantidade de actina e/ou tubulina e as proteínas presentes em apenas algumas cópias por célula). A diminuição dos passos de pré-processamento das amostras é crucial para evitar perdas da amostra e tentar colocá-la o quanto antes no sistema LC-MS. Na presença de grandes quantidades de amostra é possível dar largas à imaginação com diversos passos de fracionamento, como por exemplo isolar organelos ou densidades pós-sinápticas, entre outros. Este tipo de análise encontra-se no entanto longe de poder ser utilizada no "último grito" da proteómica: a "single-cell proteomics", onde cada célula é uma entidade funcional única e possui um proteoma distinto da célula adjacente (como por exemplo, a primeira célula a sofrer um mutação que resultará no desenvolvimento de um tumor).

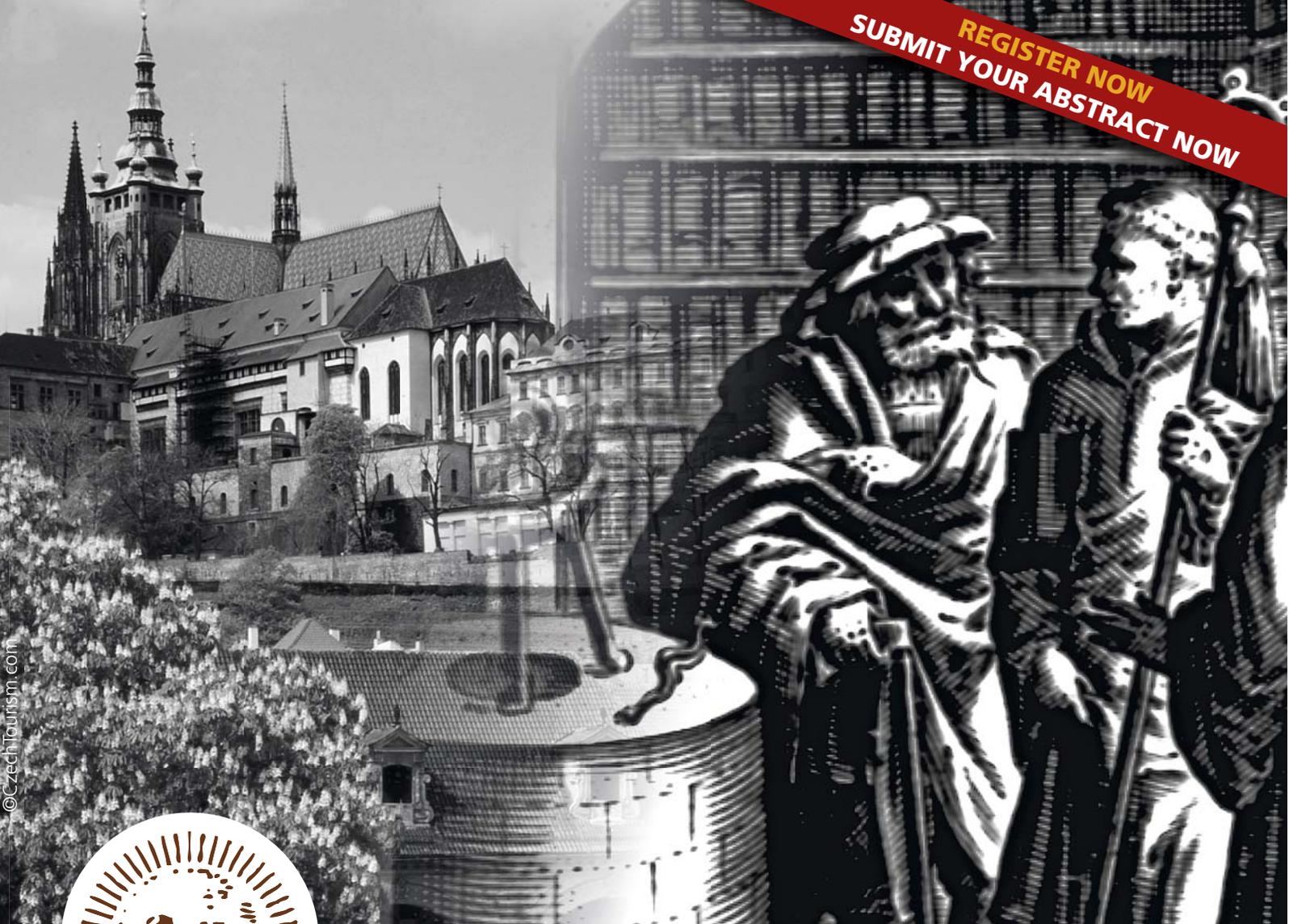
De acordo com algumas definições iniciais, o proteoma de uma dada célula é representado pelo conjunto de proteínas que essa célula contém. Este encontra-se em constante alteração: ao longo do processo de desenvolvimento, no ciclo celular, em condições de stress, ou mesmo em diferentes momentos ao longo do dia. Atualmente, estudar toda esta dinâmica ao nível de um único neurónio é impossível. É impossível com as técnicas atuais recolher todas as proteínas de uma única célula neuronal e proceder à sua completa caracterização proteica. As técnicas atuais não possuem um intervalo dinâmico tão vasto, encontrando-se algumas proteínas abaixo do limite de deteção dos

instrumentos. Algo que poderá tornar uma análise de neuroproteómica ainda mais complexa passa pela identificação da isoforma e/ou modificação pós-traducional da proteína. Esta questão poderá no entanto levantar uma discussão interessante: o que é na verdade a identificação de uma proteína? A resposta poderá ser dada de acordo com uma das definições de proteoma, onde as proteínas são identificadas como o complemento proteico do genoma. Sendo o genoma conhecido, as proteínas seriam apenas a identificação do "produto proteico do gene X". No entanto, uma isoforma ou modificação pós-traducional transforma essa proteína numa nova identidade. Assim, a identificação da proteína teria de ser "produto proteico do gene X com as modificações A, B e C nos resíduos X, Y e Z". Na ausência desta informação, os projetos de proteómica permitem a identificação de proteínas que na verdade são ainda identidades desconhecidas, mesmo depois de identificadas.

Os desafios colocados à proteómica no passado são ainda atuais: maior sensibilidade, maior velocidade, maior resolução, maior cobertura do proteoma, maior intervalo dinâmico, melhores algoritmos para a identificação de proteínas, análise de ontologias e de vias de sinalização. Um dos maiores desafios talvez passe pela maior capacidade de análise dos dados gerados pelos espectrómetros de massa, que ultrapassa a capacidade de processamento dos utilizadores. Neste campo é necessário questionar: porque razão uma dada amostra processada por LC-MS gera milhares de espectros sem no entanto haver uma correspondência com a base de dados (até agora!)?

No futuro, esperamos que a proteómica possa contribuir com mais e melhor conhecimento ao nível da dinâmica do proteoma e interatoma, apresentar mais biomarcadores e apoiar a medicina personalizada. É necessário aumentar o conhecimento com os dados que foram, são e serão adquiridos. É ainda necessário haver mais e melhor ligação entre o proteoma detetado e o fenótipo.

**REGISTER NOW
SUBMIT YOUR ABSTRACT NOW**

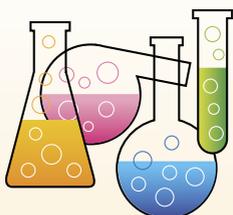


©CzechTourism.com



4th EuCheMS Chemistry Congress

**August 26–30, 2012
Prague, Czech Republic**



3rd Announcement CALL FOR ABSTRACTS

www.euchems-prague2012.cz



LIPIDÓMICA NA SAÚDE - À PROCURA DE BIOMARCADORES

BÁRBARA M. MACEDO*

Nas últimas décadas, a procura de biomarcadores de suporte à medicina translacional conduziu ao avanço científico das chamadas “ômicas”. O estudo do perfil metabólico de um organismo, a metabolómica, surge como a inovação mais recente depois da genómica, da transcriptómica e da proteómica. A lipidómica, a análise quantitativa e qualitativa dos lípidos no organismo, tem despertado o interesse da comunidade científica devido à sua íntima ligação com inúmeras patologias humanas (tais como diabetes, obesidade, aterosclerose, doença de Alzheimer), a distúrbios lipídicos, levando a que se questione cada vez mais o papel destes metabolitos na homeostase celular. A Unidade de Metabolómica do Instituto de Biologia Molecular e Celular do Porto especializou-se nos últimos anos na identificação e quantificação de esfingolípidos, tendo sido desenvolvidos esforços para se tornar um centro de referência para o diagnóstico da doença de Fabry. A variedade estrutural e funcional dos metabolitos lipídicos, sejam esfingolípidos, glicolípidos, ou outros, tornam bastante complexa a sua abordagem analítica. O trabalho aqui apresentado aborda a análise de uma mistura de lípidos, desde a purificação e fracionamento prévio da matriz até à deteção por espectrometria de massa, assim como um resumo da aplicação de um espectrómetro de massas triplo quadrupolo na esfingolipidómica.

Nas últimas décadas, a procura de biomarcadores de suporte à medicina translacional conduziu ao avanço científico das chamadas “ômicas” [1]. O estudo do perfil metabólico de um organismo, a metabolómica, surge como a inovação mais recente depois da genómica, da transcriptómica e da proteómica. As mais-valias deste novo campo de estudo refletem-se a vários níveis. Por um lado, sabendo que o fenótipo de um determinado organismo depende dos metabolitos secundários expressos por este, podemos observar num determinado contexto biológico os resultados analíticos de interações celulares, tanto no tempo, como no espaço. Além disso, o facto de esta análise poder ser trabalhada quantitativamente, facilita o enquadramento das alterações, por vezes subtis, dos níveis basais para níveis patológicos, ou permite visualizar uma resposta adaptativa a uma agressão externa ou a uma intervenção terapêutica.

De entre as várias componentes da metabolómica, pode destacar-se a lipidómica, que mais recentemente tem despertado o interesse da comunidade científica. Tal interesse fica a dever-se à íntima ligação de inúmeras

patologias humanas (tais como diabetes, obesidade, aterosclerose, doença de Alzheimer), a distúrbios lipídicos, levando a que se questione cada vez mais o papel destes metabolitos na homeostase celular.

Por sua vez, a lipidómica está subdividida em diferentes áreas de estudo, dentro das quais a esfingolipidómica. A ceramida e as esfingosina-1-fosfato (S1P) são esfingolipídios bioativos essenciais em inúmeras cascatas de sinalização molecular [2]. A ceramida tem um papel fundamental nos processos de apoptose celular, reagindo a estímulos extracelulares, tal como stress oxidativo, radiação, oxidações lipoproteicas, etc. [3]. A ceramida induz a apoptose regulando proteínas alvo às quais se liga, atuando como um segundo mensageiro típico. Por outro lado, a ligação da ceramida à bicamada lipídica das membranas celulares origina a formação dos chamados “lipid rafts” ou micro-domínios de sinalização, contribuindo também desta forma para a regulação apoptótica.

Finalmente, a ceramida pode também atuar diretamente a nível mitocondrial, formando canais de transporte para o citocromo C, cuja libertação irá ativar as cascatas apoptóticas mediada pelas caspases [3]. Por seu lado, também a S1P pode atuar como mensageiro

primário ou secundário. Como mensageiro primário, a S1P regula processos como a angiogénese, o desenvolvimento embrionário, a migração celular, etc. Como mensageiro secundário, a sua atuação ocorre a nível da homeostase do cálcio, do crescimento celular e da supressão da apoptose. A S1P parece ter um papel oposto ao da ceramida em muitos dos processos em que estes dois compostos estão simultaneamente envolvidos. Tal observação é especialmente válida para os processos relacionados com sobrevivência e crescimento celular, em que a ceramida está envolvida na inibição do crescimento e em efeitos pró-apoptóticos, enquanto a S1P promove o crescimento celular, logo contrariando o efeito apoptótico da ceramida [3]. Resumindo, o resultado entre a sobrevivência e a morte celular está dependente de um equilíbrio constante entre estas duas moléculas e para que tal possa ser analisado num dado contexto biológico, temos de ter ao nosso dispor ferramentas técnicas de grande rigor e sensibilidade para a quantificação dos seus níveis celulares.

A variedade estrutural e funcional dos metabolitos lipídicos, sejam esfingolípidos, glicolípidos, ou outros, tornam bastante complexa a sua abordagem analítica. Como exemplo, encontra-

* Unidade de Metabolómica do Instituto de Biologia Molecular e Celular do Porto
Rua do Campo Alegre, 823, 4150-180 Porto
E-mail: barbaramacedo@gmail.com

mos desde lípidos apolares (ex. ésteres de esteróis) a lípidos polares (ex. fosfolípidos), passando pelos lípidos neutros (ex. triacilglicerídeos) numa mesma matriz.

A estratégia mais comum para a análise de uma mistura de lípidos passa pela purificação e fracionamento prévio da matriz antes da detecção propriamente dita [4]. Às técnicas preparativas como a cromatografia em camada fina (TLC) e/ou a extração em fase sólida (SPE) segue-se a separação e detecção de diferentes classes lipídicas como lípidos neutros, ácidos gordos, fosfolípidos, entre outros, por cromatografia analítica associada a detetores (por exemplo cromatografia líquida de alta resolução (HPLC)). No entanto, a pouca sensibilidade de métodos de detecção mais comuns, como a espectrofotometria na zona do ultravioleta (UV), o grande volume de amostra requerido e os múltiplos passos de purificação necessários, tornaram imperativo o desenvolvimento de metodologias mais eficazes.

Finalmente, o acoplamento da detecção por espectrometria de massa às técnicas de separação cromatográfica correspondeu a significativo “salto” qualitativo no conhecimento estrutural, na identificação e na quantificação dos analitos lipídicos. Com esta metodologia, foi possível fazer a identificação de um maior número de subespécies de lípidos, através da manipulação na mesma amostra de moléculas com diferentes propriedades físico-químicas (polares ou apolares, neutras ou com carga) permitindo assim a detecção e quantificação de diferentes espécies de lípidos em concentrações distintas.

Em relação aos esfingolipídios, a aplicação da espectrometria de massa por *electrospray* com equipamentos de utilização mais acessível ao analista biomédico tornou-se uma ferramenta universal para a monitorização simultânea de vários compostos lipídicos, entre os quais se destacam os esfingóides base, ceramidas, S1P, e a esfingomielina, entre outros [4]. De acordo com este pressuposto, passou a ser prática corrente a utilização das metodologias acima descritas na Unidade de Metabolómica do IBMC, um instituto dedicado às

ciências biológicas e sem tradição na área da química. O trabalho desenvolvido recorreu a um espectrómetro de massas Quattro Premier XE triplo quadrupolo (Waters Corporation, Milford, MA), equipado com uma sonda de ionização por *electrospray* (ESI) híbrido com um sistema de separação Acquity UltraPerformance LC (UPLC). Os equipamentos de espectrometria de massa são, de uma forma geral, constituídos por quatro módulos: a fonte de ionização, o analisador, o detetor e a estação de controlo de tratamento e aquisição de dados. Particularizando a fonte de ionização, a metodologia em causa assenta principalmente na ESI ou ionização por “*electrospray*”; ocorre à pressão atmosférica e consegue-se através de um *spray* da amostra que sofre uma descarga elétrica, formando um feixe de gotas eletricamente carregadas que se vão tornando cada vez mais pequenas devido às forças de repulsão electroestáticas, até que se vaporizam. Apenas os analitos com carga oposta à do analisador serão atraídos para este. Quanto ao analisador, a utilização do quadrupolo nas dissociações por colisão induzida (CID) de baixa energia mostrou-se eficiente e reprodutível na conversão do ião precursor para o produto. Este analisador de massa funciona como um filtro de massa, combinando corrente contínua com potenciais aplicados a uma dada frequência, de tal forma que se selecionam os iões ou os valores massa/carga que entram no analisador e atingem a saída, encaminhando-se posteriormente para o detetor, que os regista e sinaliza no espectro de massa. O analisador do tipo quadrupolo é o mais robusto dos analisadores, com vantagens na identificação e quantificação de compostos em matrizes complexas do tipo plasma, urina, sangue total, tecidos biológicos, etc. Permite, além disso, alguma elucidação estrutural quando utilizado em série, como no caso do triplo quadrupolo, em que se efetua uma leitura em MS/MS no espaço, com ou sem fragmentação na fonte de ionização. Quando utilizado em série, como no caso do triplo quadrupolo, efetua-se uma leitura em MS/MS no espaço sem fragmentação no primeiro quadrupolo e com fragmentação no segundo, em que a molécula é “quebrada” em gru-

pos químicos específicos, permitindo alguma elucidação estrutural.

Os trabalhos realizados na Unidade de Metabolómica ao longo destes últimos anos permitiram a exploração das matrizes mais distintas, desde linhas celulares a tecidos humanos e de roedores passando por fluidos biológicos, como plasma e urina. Estas amostras foram fortificadas com padrão interno, extraídas com um sistema de solventes neutros em fase orgânica e analisadas por LC-MS/MS. A análise qualitativa dos esfingolipídios utiliza como método a seleção do ião precursor de um determinado fragmento, que seja comum a uma classe de esfingolipídios (Parent Scan) [5].

No trabalho realizado por Dória L. e colaboradores em linhas celulares de cancro da mama, o perfil fosfolipídico destas matrizes é explorado com base nas diferenças entre as subclasses de cada espécie [6]. Como exemplo, a comparação das subespécies pertencentes à classe da esfingomielina por seleção ião precursor m/z 184 comum a todas (Figura 1).

Por seu lado, a análise quantitativa é baseada na extrapolação de curvas de calibração. Estas são construídas a partir de quantificações realizadas a uma matriz isenta do analito em questão, à qual foram adicionadas concentrações crescentes de padrão externo. O padrão interno manter-se-á numa concentração fixa, equivalente à adicionada às amostras a analisar [5]. Estas curvas são obtidas com um modelo de regressão linear que têm por base a razão das áreas dos picos cromatográficos *versus* a concentração do padrão que mimetiza o analito (padrão externo). Diferentes subespécies de analitos em causa terão diferentes declives de reta, sendo estas otimizadas para o máximo de subespécies possíveis. Este procedimento analítico revela-se bastante robusto e fiável para a determinação de quantidades basais de esfingolipídios endógenos em variadas matrizes, podendo atingir os limites de detecção ao nível de picomole ou mesmo inferiores. Para além dos esfingolipídios, a Unidade de Metabolómica tem desenvolvido esforços para se tornar um centro de referência para o diagnóstico da doença de Fabry. A acumulação

do lípido globotriaosilceramida (GB3) nos lisossomas do endotélio vascular, devido à deficiência da enzima alfa-galactosidase A, torna este lípido um biomarcador periférico de excelência [7]. No caso de fluidos biológicos, como a urina, foram otimizados procedimentos que permitem num curto período de tempo de análise a determinação simultânea das várias subespécies de GB3 e de esfingomielina, sendo esta última usada para normalização da amostragem, uma vez que não varia em caso de doença. Do ponto de vista académico, têm sido desenvolvidos vários projetos envolvendo esta doença metabólica rara, nomeadamente a caracterização do modelo animal quanto ao seu perfil lipídico, a quantificação de GB3 em diferentes órgãos e a resposta destes à terapia de substituição enzimática. Os resultados obtidos por espectrometria de massa estão de acordo com a semiquantificação por TLC (ainda usada como método de referência), tendo como mais valia ser um método quantitativo de extrema sensibilidade

que fornece mais informação, nomeadamente no que diz respeito às subespécies identificadas. A quantificação das espécies individuais de Gb3 (C16, C18, C20, C22, C24, C24:1, C24-OH, C24:1-OH, C24:2-OH) nas amostras é realizada usando a monitorização de reação-múltipla (MRM). Neste método, um ião específico (ião precursor) é selecionado entre os vários gerados na fonte de ionização, sendo de seguida cindido na célula de colisão. Dos fragmentos resultantes, um único ião (ião filho) será detetado. Podem ser configurados múltiplos canais numa única medição, permitindo para além de uma elevada sensibilidade, a quantificação de múltiplos analitos numa só corrida.

São aplicadas curvas de calibração para as diferentes espécies variando de 5 ppb a 1 ppm. O Gb3 total é calculado através da soma das espécies individuais.

Um longo caminho terá ainda de ser percorrido até que a espectrometria

de massa seja vista como uma ferramenta essencial na prática biomédica nacional. A nós foi-nos concedido o privilégio de, através deste sofisticado equipamento que aqui descrevemos, contribuir de alguma forma para aproximar a investigação em lipidómica da clínica e dos seus doentes.

REFERÊNCIAS

- [1] Wenk MR. (2010) Lipidomics: new tools and applications. *Cell*. 143(6):888-95.
- [2] Bartke N, Hannun YA. (2009) Bioactive sphingolipids: metabolism and function. *J Lipid Res* 50 Suppl:S91-6.
- [3] Lahiri S, Futerman AH. (2007) The metabolism and function of sphingolipids and glycosphingolipids. *Cell Mol Life Sci*;64(17):2270-84.
- [4] Haynes CA, Allegood JC, Park H, Sullards MC. (2008) Sphingolipidomics: methods for the comprehensive analysis of sphingolipids. *J Chromatogr B Analyt Technol Biomed Life Sci*;877(26):2696-708.
- [5] Bielawski J, Szulc ZM, Hannun YA, Bielawska A. (2006) Simultaneous quantitative analysis of bioactive sphingolipids by high-performance liquid chromatography-tandem mass spectrometry. *Methods*; 39(2):82-91.
- [6] Dória ML, Cotrim Z, Macedo B, Simões C, Domingues P, Helguero L, Domingues MR. (2011) Lipidomic approach to identify patterns in phospholipid profiles and define class differences in mammary epithelial and breast cancer cells. *Breast Cancer Res Treat*. 2011 Oct 25. [Epub ahead of print]
- [7] Pinto R, Caseiro C, Lemos M, Lopes L, Fontes A, Ribeiro H, Pinto E, Silva E, Rocha S, Marcão A, Ribeiro I, Lacerda L, Ribeiro G, Amaral O, Sá Miranda MC. (2004) Prevalence of lysosomal storage diseases in Portugal. *Eur J Hum Genet*; 12(2):87-92.

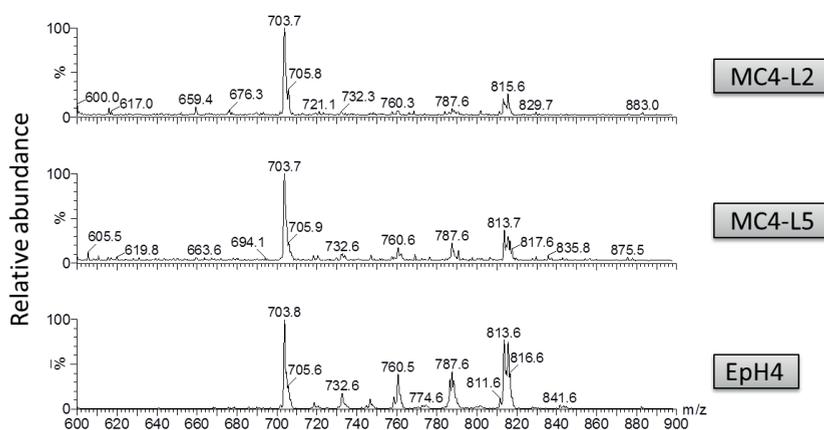


Figura 1 – Espectro de massa da esfingomielina obtido por ionização por “electrospray” (ESI_MS) nas diferentes linhas celulares. A seleção das subespécies de esfingomielina foi feita por base ião precursor comum de m/z 184, em modo positivo



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

Sociedade Portuguesa de Química

A ESPECTROMETRIA DE MASSA NA *WORLD WIDE WEB*

COMPILADO POR MARTA SOUSA SILVA E CARLOS CORDEIRO*

A espectrometria de massa tem uma projeção global expressa através de diversas organizações e sociedades científicas internacionais, algumas das quais com várias décadas de existência. Através dos portais destas organizações, é possível obter informações sobre conferências, bolsas, empregos, cursos e contactos de laboratórios de grande prestígio. Fazem parte desta lista as sociedades mais ativas. Incluem-se também algumas organizações internacionais no âmbito da proteómica, na medida em que envolvem também a espectrometria de massa. Finalmente, alguns portais disponibilizam ferramentas informáticas para análise e interpretação de dados, essenciais em espectrometria de massa e proteómica.

SOCIEDADES, ORGANIZAÇÕES E GRUPOS DE INTERESSE

Rede Nacional de Espectrometria de Massa (RNEM)
O portal da rede portuguesa de espectrometria de massa, criada em 2008
<http://rmem.fc.ul.pt/>

Grupo de Espectrometria de Massa da Sociedade Portuguesa de Química
O portal de espectrometria de massa na SPQ
<http://ptms.fc.ul.pt/>

American Society for Mass Spectrometry (ASMS)
<http://www.asms.org/>

British Mass Spectrometry Society (BMSS)
<http://www.bmss.org.uk/>

International Mass Spectrometry Foundation
<http://www.imss.nl/>

Dutch Society for Mass Spectrometry
<https://sites.google.com/site/denvms2/>

Swiss Group for Mass Spectrometry (SGMS)
<http://www.sgms.ch/>

European Proteomics Association (EuPA)
<http://www.eupa.org/>

Human Proteome Organisation (HUPO)
<http://www.hupo.org/>

British Society for Proteome Research
<http://www.bspr.org/>

Proteomics Interest Group
<http://proteome.nih.gov/>

SharedProteomics
Um fórum on-line de recursos, com

protocolos, tutoriais e membros muito experientes
<http://www.sharedproteomics.com/>

Association of Biomolecular Resource Facilities (ABRF)
<http://www.abrf.org/>

BASES DE DADOS E FERRAMENTAS ON-LINE

NIST Chemistry Webbook
<http://webbook.nist.gov/chemistry/>

Ion Source
<http://www.ionsource.com/>

mMass
<http://www.mmass.org/>

Sheffield ChemPuter
<http://winter.group.shef.ac.uk/chemputer/>

ChemBioFinder
<http://www.chemfinder.com/chembiofinder/default.aspx>

Atomic Weights and Isotopic Compositions
<http://www.nist.gov/pml/data/comp.cfm>

ChemCalc
<http://www.chemcalc.org/>

PubChem
<http://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/>

Mass Spec Tools
<http://www.sisweb.com/mstools.htm>

Mascot
A referência em identificação de proteínas
<http://www.matrixscience.com/>

Proteome Cluster
<http://www.proteomecluster.com/>

ExpASy – Bioinformatics Resource Portal

O portal mais importante em bioinformática
<http://www.expasy.ch/>

Protein Prospector
<http://prospector.ucsf.edu/prospector/mshome.htm>

The Global Proteome Machine
<http://www.thegpm.org/>

PepNovo
<http://proteomics.ucsd.edu/LiveSearch/>

Proteomic Tools from the Institute for Systems Biology
<http://db.systemsbiology.net:8080/proteomicsToolkit/index.html>

Unimod – Protein Modifications for Mass Spectrometry
<http://www.unimod.org/>

Delta Mass
Base de dados de modificações pós-traducionais
<http://www.abrf.org/index.cfm/dm.home>

MaxQuant
Software de análise quantitativa de dados de LC-MS/MS e identificação de proteínas usando o motor de busca Andrómeda. Apenas para dados de alta resolução (Orbitrap e FTICR)
<http://maxquant.org/>

ProSight PTM
A principal ferramenta de análise top-down de proteínas. Disponibiliza ainda um útil calculador de fragmentos b, y, c e z, essencial na análise de sequências de péptidos e proteínas por MS/MS
<https://prosigthptm.northwestern.edu/>

Metabolomics
<http://www.metabolomics.net/>

* E-mail: (cacordeiro@fc.ul.pt)

EXTRAÇÃO E PURIFICAÇÃO DA CAFEÍNA NUMA AMOSTRA DE CHÁ

MARIA JOÃO FERREIRA^{1,*}, ANA FERNANDES¹, PAULA GAIO²,
PAULO ROSA¹, NUNO VIEIRA¹

Propõe-se a extração sólido-líquido da cafeína de uma amostra de 5 g de folhas de chá finamente cortadas, através do cozimento em água durante sete minutos, e posterior extração líquido-líquido com o solvente diclorometano. A cafeína extraída pode ser purificada por sublimação. Este procedimento permite obter um teor de cafeína suficiente para análise do seu grau de pureza por determinação do seu ponto de fusão. A solução aquosa é mantida alcalina, por adição de carbonato de cálcio, que hidrolisa o sal cafeína-tanino, permitindo aumentar o rendimento na fase de extração líquido-líquido. Estas adaptações aos procedimentos tradicionais permitem otimizar o tempo de execução de modo a ser aplicável nos tempos letivos vigentes no ensino secundário.

INTRODUÇÃO

A cafeína (3,7-dihidro-1,3,7-trimetil-1H-purina-2,6-diona) apresenta-se como a substância constituinte do chá e do café, que os torna bebidas tão apetecidas pelos homens e pelas mulheres nas mais diversas culturas. A cafeína é um composto natural pertencente à família das metilxantinas [1], da classe dos alcaloides, com propriedades básicas. A ingestão destas, extraídas das plantas, é possivelmente uma das práticas mais antigas para estimular o organismo humano. A cafeína, mais especificamente, tem um efeito vasodilatador e diurético, com uma forte capacidade de aumentar a vigilância, inibir o sono e potenciar as capacidades cognitivas, uma vez que reduz a fadiga e estimula o sistema nervoso central [2]. Algumas das fontes vegetais de cafeína mais conhecidas são os grãos de café e de cacau, as folhas de chá e as sementes de cola e guaraná [1]. Mais especificamente, no que respeita às folhas de chá, estas contêm um teor de cafeína entre 2 % e 4 % (Tabela 1), variando consoante a espécie, a localização da folha na planta, o local de cultivo ou mesmo as granulações da amostra [2]. O chá é proveniente das folhas da *Camellia sinensis*, uma espécie da família Theaceae, originária das florestas húmidas da Ásia e Indonésia. As variedades botânicas, a idade das folhas, o tipo de secagem, a origem

geográfica, a preparação e acondicionamento das folhas, originam os diferentes tipos de chás comerciais. No entanto, todos estes produtos podem ser divididos em quatro categorias distintas: chá branco (não fermentado, produzido a partir das folhas mais tenras), chá verde (levemente fermentado), chá oolong (com fermentação mediana) e chá preto (bem fermentado e forte) [2].

A ingestão de cafeína pode ocorrer a partir da sua dissolução em água, por infusão das folhas do chá. Estas são constituídas principalmente por celulose e, além da cafeína, contêm pigmentos, clorofilas e taninos. Estes últimos são compostos polihidroxifenólicos de elevada massa molecular, constituídos por polifenóis e glúcidos, entre outros, e com propriedades químicas comuns à cafeína. Dentro deste grupo salientam-se os taninos hidrolisáveis, com uma estrutura que é caracterizada por um poliálcool com um núcleo central (usualmente a D-glucose), cujos grupos hidroxilos se encontram parcial ou totalmente esterificados por grupos fenólicos [3-5]. Os taninos, e outros agentes aromatizantes dissolvidos, são os responsá-

veis pelo sabor característico do chá, enquanto bebida. Note-se, a título de curiosidade, que o café e o chá são rotulados como descafeinados quando é removida 97 % da sua cafeína.

Num processo em laboratório, a cafeína pode ser extraída facilmente do chá por um mecanismo idêntico ao ritual de preparação de uma chávena de chá, levando as folhas à ebulição em água, durante cerca de 7 min. Um período de ebulição superior apenas permitirá que outras substâncias venham a ser dissolvidas, contribuindo para um incremento do teor final de impurezas [3]. Atendendo a que a cafeína é um sólido cristalino, branco e inodoro, a simples observação da solução resultante da ebulição permite inferir que, para além desta, outras substâncias foram dissolvidas.

A cafeína é um alcalóide de fórmula molecular $C_8H_{10}N_4O_2$, com a estrutura química que se apresenta na Figura 1. Os alcalóides apresentam um sabor amargo, natural dos compostos azotados encontrados em plantas. A propriedade básica destes elementos

Tabela 1 – Concentração de cafeína em diversas bebidas comerciais [3]

Bebida	Cafeína (mg/mL)
Café	80 – 125
Café descafeinado	2 – 4
Chá	30 – 75
Leite com cacau	3 – 30

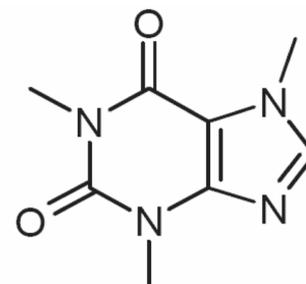


Figura 1 - Estrutura molecular da cafeína

¹ Escola Secundária da Amadora, Amadora

² Escola Secundária Fernando Namora, Brandoa

* E-mail: mariaruferreira@sapo.pt

resulta do par de elétrons não ligantes presente em pelo menos um átomo de azoto, apresentando, frequentemente, uma forte atividade fisiológica sobre o Homem [1], como foi referido. Entre estes elementos podemos encontrar a morfina, a heroína, o ácido lisérgico (LSD), a cocaína, a estricnina, a quinina ou a nicotina.

O azoto básico presente na estrutura molecular destes compostos, e particularmente da cafeína, pode ser usado para aumentar ou diminuir a sua solubilidade em água. Em meio ácido, a cafeína apresenta-se na forma catiónica, dando-se a formação de um sal do ácido conjugado, que lhe confere uma elevada solubilidade em água. Por outro lado, quando a cafeína está presente em meio básico, assume a forma neutra com uma baixa polaridade.

Qualquer processo de extração tem o seu resultado potenciado quando é maximizada a diferença de solubilidade entre as substâncias a separar e os seus interferentes.

Na extração da cafeína das folhas de chá através do cozimento em água, durante 7 minutos, verifica-se a existência de outros compostos igualmente solúveis em água, nomeadamente taninos, clorofilas e flavonoides. Os taninos, compostos polihidroxifenólicos com caráter ácido, de polaridade intermédia, dissolvem-se bem na água a quente e são razoavelmente solúveis em diclorometano (solvente extrator a utilizar na etapa seguinte, extração líquido-líquido), a par da clorofila não decomposta e de outros compostos aromáticos presentes no chá. A adição de carbonato de cálcio (base) à solução aquosa tem um duplo efeito, por um lado permite que a cafeína possa estar presente na sua forma básica, livre, mas apresenta também um efeito adicional. De facto, aumentando o pH diminui-se a solubilidade em água dos sais de taninos entretanto formados o que permite a sua remoção parcial, por filtração a vácuo, ainda antes da cafeína ser posteriormente extraída com diclorometano na segunda etapa do processo.

Assim, a separação da cafeína dos taninos só é possível por dissolução seletiva, diminuindo a sua solubilida-

de em diclorometano. Este efeito consegue-se convertendo os taninos em compostos mais polares, por hidrólise básica da sua função poliéster, por tratamento em carbonato de cálcio. É expectável, atendendo à estrutura química dos taninos, que sob estas condições reacionais se obtenha o respetivo ácido carboxílico na forma de sal e que com este procedimento os taninos sejam transformados em sais insolúveis em água, os quais irão precipitar, mantendo a cafeína em solução.

Em conclusão, apesar da cafeína permanecer solúvel em água, ao manter-se a solução alcalina minimizam-se as perdas da cafeína e maximiza-se a remoção das impurezas [7], o que irá permitir melhorar a eficiência da posterior extração líquido-líquido.

A solubilidade da cafeína em água é de 2,2 mg/mL a 25°C, 180 mg/mL a 80°C, e 670 mg/mL a 100°C sendo, também, bastante solúvel em diclorometano. Quando se procede à extração da solução aquosa acastanhada, resultante da ebulição, com este solvente, extrai-se maioritariamente a cafeína. O extrato diclorometânico daqui resultante contém cafeína com pequenas quantidades de impurezas. A posterior evaporação do solvente permite obter crude de cafeína, de onde, por sublimação, se pode obter cafeína com um grau de pureza relativamente elevado [3].

PROCEDIMENTO E RESULTADOS

Pesaram-se 5,005 g de folhas de chá Earl Grey, para um gobelé de 250 mL, ao qual se adicionaram 3,000 g de carbonato de cálcio e 100 mL de água destilada. Levou-se à ebulição com agitação durante 7 minutos.

Esta mistura foi transferida para uma ampola de decantação, após arrefecimento à temperatura ambiente e filtração a vácuo. Adicionaram-se-lhe 25 mL de diclorometano e, com agitação suave, extraiu-se a cafeína por recolha da fase orgânica (Figura 2). Repetiu-se este procedimento três vezes. É de notar que neste processo de extração com diclorometano, formam-se facilmente emulsões, em resultado da presença de substâncias

no chá que geram gotículas (de uma camada orgânica) em suspensão na camada aquosa. Assim, deve-se proceder com o maior cuidado para que esta emulsão não se forme, agitando muito lentamente a solução a ser extraída até se observar a diferenciação das fases, de modo a ser possível separá-las. O aparecimento de uma pequena quantidade de emulsão pode ser solucionado, deixando a mistura repousar tempo suficiente. Ou, alternativamente, pode-se adicionar cloreto de sódio até quase à saturação, com agitação suave, dado que, como é sabido, facilita-se a separação se a camada aquosa for altamente iónica. No caso de se estarem a tratar pequenas quantidades de mistura, pode-se recorrer a uma centrífuga.

A fase orgânica foi posteriormente lavada com cerca de 20 mL de água destilada, seguida de nova decantação. Removeu-se toda a água da fase orgânica com recurso a sulfato de magnésio anidro. Após se ter filtrado por gravidade e lavado o resíduo com cerca de 2 mL de diclorometano, procedeu-se a evaporação do solvente, em evaporador rotativo.

Este procedimento permitiu obter uma massa de crude suficiente para posterior purificação por sublimação, preferencialmente em supressão (Figura 3). Pode-se, ainda, analisar o grau de pureza da cafeína por determinação do seu ponto de fusão. Salienta-se que este método de extração não permite obter um analito puro, mas é suficiente para obter um sólido branco



Figura 2 – Extração da cafeína com o solvente diclorometano, sendo visível a existência de uma emulsão

cristalino com um elevado teor de cafeína (Figura 4), com um ponto de fusão superior a 215°C, contra os 237°C tabelados para a cafeína pura.

DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

Ao longo das últimas três décadas têm sido propostas metodologias para a extração da cafeína das folhas do chá [6], envolvendo a extração deste composto com água a ferver, durante 15 a 20 minutos, e posterior remoção da fase aquosa com recurso a um solvente orgânico, de baixo ponto de ebulição, imiscível em água e que permita a extração seletiva da cafeína, para minimizar o arrastamento simultâneo de interferentes. O solvente eleito é, habitualmente, o clorofórmio. O crude obtido exige sempre uma purificação por sublimação ou por recristalização.

A metodologia apresentada neste artigo não difere substancialmente das demais apresentadas na literatura; pretende, sobretudo, otimizar o processo de modo a torná-lo exequível em atividade escolar do ensino secundário, tendo-se particular atenção ao tempo de execução e à segurança dos operadores. Para isso, otimizar-se parâmetros, como o tempo de ebulição da amostra, a quantidade de amostra e a opção pelo diclorometano como solvente extrator, de menor toxicidade que o tradicionalmente proposto, mas igualmente eficiente e seletivo na extração. A cafeína assim obtida apresenta um elevado grau de pureza, sem pôr em risco o rendimento do processo, com um acréscimo da segurança e com redução dos custos ambientais.



Figura 3 – Purificação do crude por sublimação em supressão

Considerando que o recurso ao diclorometano, no processo de extração líquido-líquido, conduz à formação de emulsões (uma desvantagem relativamente ao clorofórmio), propõe-se uma primeira extração muito suave, girando apenas a ampola de decantação para que a interface entre as fases orgânica e aquosa se apresente bem definida, sendo posteriormente efetuadas mais três extrações, com agitação progressivamente mais vigorosa. Os principais desafios experimentais no isolamento da cafeína prendem-se com dois fatores: a baixa solubilidade da cafeína em água fria, que aumenta significativamente com o aumento da temperatura de extração, e a transferência de outros compostos durante o processo de extração, nomeadamente taninos, flavonoides e clorofilas, os quais, com exceção da celulose, são solúveis em água. A eficácia da separação é melhorada com o tratamento com carbonato de cálcio que, sem alteração significativa da solubilidade da cafeína, baixa significativamente a solubilidade dos interferentes em água tornando-os, conseqüentemente, removíveis por filtração.

A utilização de diclorometano como solvente extrator permite a remoção de pigmentos flavonóicos, os quais são insolúveis neste solvente, e a conseqüente obtenção da cafeína na fase orgânica relativamente pura, com uma coloração ligeiramente esverdeada devido a presença de impurezas, como a clorofila. A evaporação do solvente faz-se com recurso a um evaporador rotativo, obtendo-se o crude sólido, ainda de cor esverdeada.

A purificação da cafeína por sublimação, que em subpressão ocorre a aproximadamente 80°C, permite a obtenção de um produto branco, cristalino, relativamente puro. O ensaio da metodologia aqui proposta permite obter



Figura 4 – Obtenção da cafeína pura

uma massa de cafeína suficiente para deteção e análise do grau de pureza, por determinação do ponto de fusão.

No processo educativo, o fator tempo é fundamental, decorrente das limitações impostas pelo horário escolar. De facto, apesar da extração da cafeína não constar dos programas curriculares das Ciências de Física e Química, nas diversas vertentes e modalidades de ensino, os processos de separação são objeto de estudo, tanto no ensino regular, como no ensino profissional (sendo, neste último, abordados com algum pormenor na disciplina de Análises Químicas). Neste contexto, optou-se pela sublimação para a purificação da cafeína, uma vez que permite utilizar pequenas quantidades de amostra e é relativamente rápida, preterindo-se outras técnicas alternativas de purificação, como por exemplo a recristalização, por um lado, devido à sua maior morosidade e às perdas inerentes às respetivas etapas, por outro, a um maior número de passos e de material envolvido.

Opções como a redução do tempo de ebulição para 5 a 7 minutos, a utilização de uma pequena quantidade de folhas de chá finamente divididas, 5 g, e a purificação do crude por sublimação, permitem estabelecer uma metodologia viável para ser aplicada em disciplinas do ensino secundário, cujo tempo letivo se estende a 90 + 45 min no ensino regular e a 180 min, no ensino profissional.

Esta atividade experimental apresenta, ainda, a vantagem de permitir desenvolver competências atitudinais de concentração e atenção, uma vez que exige o controlo de diferentes variáveis durante todo o processo, permitindo também desenvolver competências de observação e consolidar técnicas de registo organizado de dados e de resultados.

É de referir, ainda, que atividades experimentais como esta se enquadram preferencialmente numa fase de consolidação de conhecimentos, uma vez que envolvem várias técnicas distintas, obrigando a alguma capacidade de organização do trabalho e destreza no manuseamento do material e equipamento.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao CEEQ - Centro de Estudos de Engenharia Química, do Instituto Superior de Engenharia de Lisboa (ISEL), pela cedência das instalações e por todo o apoio técnico e humano disponibilizado.

REFERÊNCIAS

- [1] A. P. Cunha, *Farmacognosia e Fitoquímica*, Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa, 2005.
- [2] A. P. Cunha, A. P. Silva, O. R. Roque, *Plantas e Produtos Vegetais em Fito-terapia*, 2ª ed., Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa, 2006.
- [3] Portland Community College, *Extraction of Caffeine from Tea Leaves*, <http://spot.pcc.edu/~chandy/241/Caffeine-ExtractionCH2CCI2.pdf>, acedido em 22-11-2010, 2010.
- [4] Faculdade de Ciências de Lisboa, DQB, *Química dos Produtos Naturais*, old.dqb.fc.ul.pt/cup/44361/aulas%202010_11/(11)QPN_Taninos_10_11.pdf, Mª Eduarda M. Araújo, acedido em 31-03-2011.
- [5] C. Pintá, *Emprego de Coagulantes Orgânicos Naturais como Alternativa ao Uso de Sulfato de Alumínio no Tratamento de Água*, Tese de Projeto, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brasil, 2008.
- [6] Departamento de Ciências Naturais, ECBS/UNIRIO, *Extração da cafeína*, http://www.unirio.br/laqam/Quimica_aplicada/pratica3.pdf, acedido em 22-11-2010, s.d.
- [7] S. D. Murray, P. J. Hansen, *J. Chem. Ed.* **72** (1995) 851-852.

ATUALIDADE CIENTÍFICA

“FITA COLA” QUÍMICA PARA SEPARAR NANOTUBOS

De acordo com uma equipa internacional de cientistas, é possível separar misturas de nanotubos metálicos e nanotubos semicondutores usando “fita cola” química. Esta técnica simples e barata pode levar a desenvolvimentos futuros em dispositivos nanoeletrónicos.

As características elétricas dos nanotubos de carbono de paredes simples (SWNTs) tornam-nos úteis em nanoeletrónica. No entanto, as tecnologias atuais produzem misturas de SWNTs metálicos (m-SWNTs) e SWNTs semicondutores (s-SWNTs), levando a uma diminuição da performance dos dispositivos.

Recentemente, uma equipa liderada por Jin Zhang da Universidade de Peking, em Pequim, China, desenvolveram equivalentes químicos de fitas cola, que podem aderir a amostras de SWNTs e depois serem descoladas, trazendo com elas m-SWNTs ou s-SWNTs, deixando na amostra o outro tipo de SWNTs.

“O mecanismo de separação é baseado na diferença de interação entre os compostos químicos e os SWNTs com diferentes propriedades elétricas”, explica Zhang. Podem ser usados grupos funcionais diferentes para atrair os diferentes SWNTs, separando assim a mistura.

A equipa usou polidimetilsiloxano (PDMS) como material de base para as fitas cola. A este ligaram 3-aminopropil-trietoxisilano para produzir a fita cola A ou trietoxifenilsilano para produzir a fita cola P, introduzindo grupos funcionais amina e fenil, respetivamente. Testando cada fita cola em misturas de s- e m-SWNTs a equipa foi capaz de separar os dois tipos de SWNTs.

“Enquanto a fita cola A remove seletivamente s-SWNTs, a fita cola P adere a m-SWNTs”, diz Zhang. “A separação de s- e m-SWNTs usando esta técnica é fácil e barata”, acrescenta. Adicionalmente, é possível separar sistemas de SWNTs longos e curtos, sem danificar os nanotubos, o que é um avanço relativamente a outras técnicas.

Andre Geim, da Universidade de Manchester, Reino Unido, que recebeu em 2010 o prémio Nobel da Física pela separação de grafeno – folhas de carbono com a espessura de um átomo – da grafite, usando fita cola convencional, diz: “A abordagem proposta parece não só engraçada, mas também potencialmente muito importante”.

“A técnica é significativa, uma vez que a separação ocorre a seco sem destruir os nanotubos”, explica Esko Kauppinen, um especialista em nanomateriais da Universidade de Tecnologia de Helsínquia, Finlândia. “No entanto, está ainda por saber se o método funciona com novelos de nanotubos – esta questão é importante, uma vez que os SWNTs formam novelos com facilidade”, acrescenta.

Zhang concorda que existe ainda trabalho para ser realizado, mas afirma que o seu método pode ser reproduzido em qualquer laboratório de investigação. “Acredito que a técnica pode promover a separação de SWNTs a uma escala industrial, o que é uma boa notícia para o sector da nanoeletrónica baseada em SWNTs”. Kauppinen concorda que o método “pode encontrar aplicações a curto prazo, por exemplo, na produção de sensores baseados em transístores de efeito de campo”.

No futuro, a equipa de Zhang espera otimizar a produção das “fitas cola” e testar outros materiais para tornar o processo ainda mais barato.

(adaptado de <http://www.rsc.org/chemistryworld/News/2011/June/09061103.asp>)

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

UMA ANÁLISE SWOT DO CONTEXTO CTSS DAS ATIVIDADES LABORATORIAIS DO ENSINO SECUNDÁRIO

DOMINIQUE A. COSTA¹, M. GABRIELA T. C. RIBEIRO^{1,*}
E ADÉLIO A. S. C. MACHADO²

Apresenta-se uma metodologia, baseada na análise SWOT, para avaliar atividades laboratoriais com vista a aferir o seu enquadramento na perspetiva Ciência-Tecnologia-Sociedade-Sustentabilidade (CTSS). A ferramenta foi usada na avaliação das atividades laboratoriais propostas nos programas em vigor dos 10^o e 11^o anos, tendo-se concluído que a adoção de um enquadramento CTSS, como presentemente se impõe para os laboratórios de ensino, exigirá a elaboração e desenho de novas experiências e profundas alterações dos programas atuais.

O movimento CTS, “Ciência-Tecnologia-Sociedade”, prescreve que o ensino da ciência e tecnologia deva atender ao contexto cultural, social, económico e político em que as atividades de ciência e tecnologia são desenvolvidas, com vista a proporcionar aos estudantes formação que lhes permita compreender o impacto da ciência e tecnologia no mundo real, na vida diária e na sociedade, e serem capazes de tomar decisões responsáveis sobre as variadas questões que, como cidadãos e/ou profissionais, lhes serão postas ao longo da vida nestes campos [1].

O conhecimento científico e tecnológico permitiu à Sociedade desenvolver, a partir dos anos sessenta do século XX, com a emergência do moderno Ambientalismo, uma atitude a favor da conservação do Ambiente. Neste contexto, o movimento CTS incorporou uma componente ambiental quase logo desde o seu lançamento e, ocasionalmente, mas nem sempre, foi-lhe acrescentado o A de “Ambiente” e passou a CTSA, “Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente”, pelo que as duas designações e siglas tendem a ser usadas indiferenciadamente, como referido numa recente revisão da respetiva literatura [2].

Na situação atual, em que decorre a década da Educação para o De-

envolvimento Sustentável (EDS) da UNESCO (2004-2015) [3] e é cada vez mais importante que a Tecnologia evolua no sentido de contribuir para este [4], do qual é um ingrediente fulcral, a postura CTS/CTSA deve adquirir explicitamente esta componente e evoluir para Ciência-Tecnologia-Sociedade-Sustentabilidade – o que pede uma sigla alternativa mais adequada, CTSS ou, em estilo de fórmula química, CTS₂. Esta perspetiva para o ensino científico-tecnológico dá adequada relevância à Sustentabilidade, que tem de ser conquistada mediante contribuições inovatórias de dois tipos: por um lado resultantes, quer da Ciência, quer da Tecnologia, que permitam a implementação da Engenharia da Sustentabilidade; por outro, de reorganização da Sociedade, mediante alterações do comportamento humano, individual e coletivo, a que os cientistas e tecnólogos devem estar atentos porque podem ser potenciados pelo progresso tecnológico. Em suma, o enquadramento do ensino científico-tecnológico no paradigma da Sustentabilidade pressiona que passe a ser feito na postura CTSS.

No caso particular da Química, como os produtos químicos são imprescindíveis para obter qualidade de vida e a sua produção tem de aumentar para eliminar a pobreza química [5], tem de evoluir no sentido de a Química Industrial se integrar no Desenvolvimento Sustentável e poder contribuir para este. A evolução requerida significa produzir maiores quantidades de produtos químicos, mas simultaneamente propiciar menos poluição, resíduos,

etc., e consumir menos recursos naturais (energia e materiais) – este é o objetivo da Química Verde. Para que o ensino desta possibilite aos alunos uma melhor integração no paradigma da Sustentabilidade, em face do que foi dito acima, parece natural que seja feito no quadro da CTSS.

Os atuais programas para o ensino da Física e da Química no ensino Secundário referem, na sua apresentação, a opção pela “educação CTS” [6]. Por outro lado, uma análise da veracidade das atividades laboratoriais propostas nos programas de Química do ensino secundário realizada anteriormente [7, 8], evidenciou que a maior parte das respetivas experiências apresentavam uma veracidade limitada e que uma fração considerável delas apresentava riscos elevados devido ao uso de substâncias perigosas (cerca de 30% das substâncias usadas). Estes factos levantam a questão de averiguar até que ponto os programas se integram na postura CTSS, um contexto mais atual que CTS. Assim, na sequência do trabalho anterior sobre as atividades laboratoriais nos currículos do secundário [7, 8], decidi fazer-se incidir esta avaliação sobre estas atividades. A análise deste objetivo permitiu identificar desde logo duas questões fundamentais sobre a avaliação (e o desenho) de experiências laboratoriais: (i) que critérios devem estas atividades cumprir para serem adequadas a um ensino CTSS?; e (ii) que metodologia pode ser usada para proceder a essa avaliação? Note-se que estas questões são gerais e não apenas válidas para atividades experimentais.

¹ REQUIMTE, Departamento de Química e Bioquímica da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, R. Campo Alegre, 687, 4169-007 Porto

² Departamento de Química e Bioquímica da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, R. Campo Alegre, 687, 4169-007 Porto

* E-mail: gribeiro@fc.up.pt

Tabela 1 – Critérios para a contabilização dos pontos fortes e fracos

Dimensões de análise		Ponto Forte	Ponto Fraco
Riscos para a saúde (devido às substâncias envolvidas)	1. Riscos para a saúde devido a todas as substâncias envolvidas: reagentes, produtos, resíduos, solventes, substâncias auxiliares (como por ex. as utilizadas nos banhos de aquecimento e na instrumentação)	No caso de substâncias (Xi, Xn ou sem indicação de riscos)	No caso de substâncias (T, T*, C)
Riscos para o ambiente (devido às substâncias envolvidas)	2. Riscos para o ambiente devido a todas as substâncias envolvidas: reagentes, produtos, resíduos, solventes, substâncias auxiliares (como por ex. as utilizadas nos banhos de aquecimento e na instrumentação)	No caso de substâncias sem indicação de riscos para o ambiente	No caso de substâncias (N)
Riscos de acidente (devido às substâncias envolvidas, equipamentos, instrumentação, montagens e outros materiais vulgares de laboratório)	3. Riscos de acidente devido às substâncias envolvidas	No caso de substâncias (Xi, Xn ou sem indicação de riscos)	No caso de substâncias (T, T*, C, O, F, F*)
	4. Riscos de acidente devido ao equipamento ¹	Com riscos baixos ou moderados	Com riscos elevados
	5. Riscos de acidente devido à instrumentação ¹	Com riscos baixos ou moderados	Com riscos elevados
	6. Riscos de acidente devido a montagens ¹	Com riscos baixos ou moderados	Com riscos elevados
Consumo de água como solvente ou reagente e como facilidade	7. Riscos de acidente devido a outros materiais vulgares de laboratório ^{1,2}	Com riscos baixos ou moderados	Com riscos elevados
	8. Consumo de água como solvente ou reagente	Com consumo baixo (V ≤ 50 mL)	Com consumo elevado (V > 50 mL)
Consumo de outros solventes	9. Consumo de água como facilidade (ex. água de refrigeração, de banhos, etc.)	Com consumo baixo (V ≤ 200 mL)	Com consumo elevado (V > 200 mL)
	10. Consumo de solventes para além da água	Com consumo baixo (V ≤ 50 mL)	Com consumo elevado (V > 50 mL)
Utilização de substâncias renováveis e/ou degradáveis a produtos inócuos	11. Utilização de substâncias renováveis (a água não é contabilizada)	Utilizam-se	Não se utilizam
	12. Utilização de substâncias degradáveis a produtos inócuos (a água não é contabilizada)	Utilizam-se	Não se utilizam
Consumo energético	13. Consumo energético	Se a experiência se realiza à temperatura ambiente	Se é necessário aquecer ou arrefecer
Custos de reagentes e de tratamento ou remoção de resíduos	14. Custo dos reagentes	Custo baixo por reagente (≤ 0,05 €/g ou ≤ 0,05 €/mL)	Custo elevado por reagente (> 0,05 €/g ou > 0,05 €/mL)
	15. Custos de tratamento ou remoção de resíduos	Não existem para resíduos sem indicação de riscos para o ambiente	Existem para resíduos com riscos para o ambiente (N)
Utilização de materiais do quotidiano	16. Utilização de materiais do quotidiano (a água não é contabilizada)	Utilizam-se	Não se utilizam
Relação com a química do mundo real, química industrial e/ou com outras situações	17. Relação com a química industrial	Relacionada	Não relacionada
	18. Relação com outras situações da química do mundo real (ex. saúde, agricultura, transportes, etc.)	Relacionada	Não relacionada
Utilização de equipamentos e instrumentação	19. Utilização de equipamentos	Utilizam-se	Não se utilizam
	20. Utilização de instrumentação	Utilizam-se	Não se utilizam

¹ Só se consideram se existem equipamentos e/ou instrumentação e/ou montagens e/ou outros materiais vulgares de laboratório

² Considera-se que a utilização de material de vidro envolve riscos baixos e que os banhos de aquecimento ou fogões "camping gás" envolvem riscos elevados

considerados materiais vulgares (não são contabilizados na rubrica “equipamento”) – os respetivos riscos são contabilizados na dimensão 7. Classificam-se numa nova rubrica, “instrumentação”, os equipamentos de medição e análise, tais como: espectrofotómetro, medidor de pH, aparelhos de determinação dos pontos de fusão e de ebulição, espectroscópio, etc. (riscos contabilizados na dimensão 5). Por “montagens” entende-se material de vidro e/ou equipamentos e/ou instrumentação quando acoplados (riscos contabilizados na dimensão 6). Só se contabilizam aqui os riscos devido às condições em que as experiências se desenvolvem (por exemplo riscos de implosão ou explosão), já que os riscos devido à utilização de equipamentos ou instrumentação que envolvam riscos ou de outros equipamentos e materiais vulgares no laboratório, não contabilizados em “equipamentos”, e que também envolvam riscos, são contabilizados em 4, 5 e 7, respetivamente. Considera-se que a utilização, por si só, de material de vidro, como balões, gobelés, matrizes, pipetas, termómetros, etc., envolve riscos baixos. A química do mundo real engloba a indústria química e variadas áreas de utilização de pro-

duto químicos ou onde a química é relevante, como a saúde, a agricultura, os transportes, etc. A indústria química é aqui considerada independentemente das outras situações da química do mundo real, atendendo à sua relevância para a química. Não são consideradas outras facilidades para além da água (porque são usadas em menores quantidades), a não ser que envolvam riscos e, nesse caso, são contempladas como substâncias.

Quando as experiências não envolvem reações químicas, os critérios podem requerer adaptação.

Análise externa. Para o estabelecimento das dimensões, no que se refere às oportunidades, tomaram-se em consideração aspetos que podem levar ao melhoramento das atividades, diminuindo o impacto dos pontos fracos atrás referidos; no que se refere às ameaças, condicionamentos externos que possam criar dificuldades à sua utilização e impliquem o redesenho das atividades ou o seu abandono. Assim, foram definidas cinco dimensões de análise relativamente às oportunidades e quatro relativamente às ameaças que se colocam à sua realização, apresentadas na Tabela 2.

Construção da ferramenta e análise SWOT. A análise SWOT foi aplicada à totalidade das atividades experimentais propostas nos programas de química em vigor, dos 10^o e 11^o anos do ensino secundário, constituídas por oitenta e seis experiências, no conjunto dos dois anos (Tabela 3).

Na construção da ferramenta SWOT para esta finalidade, as dimensões de análise (Tabela 1) não estavam todas definidas à partida, mas resultaram do processo de análise que decorreu da seguinte forma: (1) para cada experiência foram identificados os pontos fortes e fracos, oportunidades e ameaças relativas às dimensões de análise definidas à partida e construída a respetiva matriz SWOT; (2) para cada dimensão de análise foram identificadas as experiências com os mesmos pontos fortes, constituindo uma mesma categoria de análise (o mesmo para os pontos fracos, ameaças e oportunidades); (3) à medida que a análise decorria, as experiências, agrupadas numa mesma categoria, eram constantemente comparadas entre si, com o objetivo de conseguir consistência interna dentro de cada categoria, o que implicou, por vezes, a criação de novas dimensões de análise.

Tabela 2 – Oportunidades e ameaças – aspetos a considerar nas dimensões de análise

OPORTUNIDADES	
Dimensões de análise	Implicações
Realização à microescala	Redução dos riscos e custo dos reagentes, bem como tratamento ou remoção de resíduos, pois são em menor quantidade
Reutilização e reciclagem de materiais	Utilização de materiais reciclados ou produtos de outras atividades
Redução ou reutilização de água	Alteração de procedimentos de modo a baixar o consumo de água e/ou reutilizar a água, nomeadamente a água de refrigeração nas destilações
Substituição de reagentes ou solventes por outros mais vantajosos	Substituição por reagentes com riscos mais baixos, renováveis, degradáveis em produtos de baixo risco para o ambiente, de baixo custo e do quotidiano
Possibilidade de baixar a intensidade de energia	Alteração de procedimentos de modo a aumentar a eficiência energética
AMEAÇAS	
Dimensões de análise	Implicações
Imposição externa de mais segurança	Aumento dos custos de tratamento ou remoção de resíduos, ou de melhoramento das condições dos laboratórios, ou de abandono das experiências
Hotes insuficientes nas escolas	Aumento de custos para melhorar condições do laboratório
Verbas limitadas	Dificuldades se a experiência implicar custos elevados (reagentes, equipamentos, instrumentação, tratamento ou remoção de resíduos, melhoramento das condições dos laboratórios)
Imposição externa para reduzir consumos de água e/ou de energia	Reutilização da água e experiências a pressão e temperatura ambientais

se que permitissem discriminar as experiências (por exemplo, a criação de diversas dimensões relativas aos riscos de acidente, 3-7); (4) finalmente, quando a análise deixou de fornecer novas informações relevantes para a análise, considerou-se a categoria saturada e o processo terminado [12].

Após a análise terminada verificou-se que as dimensões de análise 4-6 e 10 apareciam nos pontos fortes, mas não nos pontos fracos. A dimensão 4 (risco de acidente devido ao equipamento) aparece só como ponto forte, porque se usa um único equipamento (manta) que foi considerado de baixo risco; o mesmo sucede para a dimensão 5

(risco devido à instrumentação), onde só se utiliza o medidor de pH eletrónico e o espectroscópio, ambos considerados de baixo risco, para a dimensão 6 (riscos devido à montagem), só presente nas destilações consideradas também de baixo risco, e para a dimensão 10 (consumo de solventes para além da água), em que os solventes utilizados são o etanol e hexano, ambos com consumos considerados baixos. Estas dimensões poderiam ser eliminadas na análise, atendendo a que não existem riscos efetivos, mas optou-se por mantê-las para permitir estabelecer um instrumento de aplicação mais geral, que permita maior discriminação na análise.

Para ilustrar a utilização de diversas dimensões de análise e o formato do resultado da análise para cada experiência, apresentam-se as análises de quatro experiências dos 10º e 11º anos (duas de cada ano) nas Tabelas 4 e 5 (matrizes SWOT), respetivamente. Para estes exemplos foram escolhidas experiências que exemplificassem vários tipos de situações encontradas, pertencessem a ambos os anos avaliados e que, no seu conjunto, apresentassem pontos fortes para quase todas as dimensões de análise. São discutidas brevemente duas destas matrizes, uma de cada ano, para exemplificação do procedimento.

Tabela 3 – Experiências avaliadas

Experiência	Designação das experiências 10º ano
1	Separar os componentes de uma mistura de água, sal e solo
2	Separar uma mistura de óleo ou azeite e água
3	Separar uma mistura de hexano e água
4	Dessalinizar água do mar ou água salgada
5	Separar água e acetona de uma mistura
6	Análise elementar do cloreto de sódio por via seca
7	Análise elementar do cloreto de bário por via seca
8	Análise elementar do cloreto de cálcio por via seca
9	Análise elementar do cloreto de sódio por via seca
10	Análise elementar do cloreto de cobre(I) por via seca
11	Análise elementar do cloreto de cobre(II) por via seca
12	Análise elementar do cloreto de lítio por via seca
13	Análise elementar do cloreto de estrôncio por via seca
14	Determinação da densidade e da densidade relativa de um sólido
15	Determinação da densidade e da densidade relativa da água
16	Determinação da densidade e da densidade relativa do etanol
17	Determinação do ponto de ebulição da água
18	Determinação do ponto de ebulição do etanol
19	Determinação do ponto de fusão do enxofre
20	Determinação do ponto de fusão do naftaleno
21	Determinação do ponto de fusão do ácido salicílico
22	Preparação de soluções
23	Preparação de colóides por adição de uma solução saturada de acetato de cálcio a etanol absoluto
24	Preparação de colóides por reação entre ácido clorídrico (concentrado) e solução diluída de tiosulfato de sódio.
11º ano	
1-4	Identificar a presença de amoníaco e de compostos de amónio em materiais de uso comum – Teste A a D
5	Síntese do sulfato de tetraaminocobre(II) monoidratado
6-9	Efeito da temperatura e da concentração na progressão global de uma reação
10-16	Classificação de águas em ácidas, neutras ou alcalinas, utilizando como indicadores solução alcoólica de fenolftaleína, azul de bromofenol, tornesol, carmim de índigo, universal, alaranjado de metilo e vermelho de metilo
17	Classificação de águas em ácidas, neutras ou alcalinas, utilizando um medidor de pH eletrónico ou um sensor
18	Apreciação do efeito da temperatura no pH de uma solução

- continua -

- continuação -

11º ano	
19	Verificar a variação do pH da água quando se faz borbulhar CO ₂
20	Verificar a variação do pH da água quando se faz borbulhar SO ₂
21	Força relativa do ácido clorídrico e concentração das soluções respetivas
22	Força relativa do ácido nítrico e concentração das soluções respetivas
23	Força relativa do ácido acético e concentração das soluções respetivas
24	Titulação ácido forte – base forte utilizando solução alcoólica de fenolftaleína como indicador
25	Titulação ácido forte – base forte utilizando vermelho de metilo como indicador
26	Titulação ácido forte – base forte utilizando um medidor de pH eletrónico ou um sensor
27-38	Série eletroquímica Cu/Zn(NO ₃) ₂ (aq); Al/Zn(NO ₃) ₂ (aq); Mg/Zn(NO ₃) ₂ (aq); Zn/Cu(NO ₃) ₂ (aq); Al/Cu(NO ₃) ₂ (aq); Mg/Cu(NO ₃) ₂ (aq); Mg/Al(NO ₃) ₃ (aq); Cu/Al(NO ₃) ₃ (aq); Zn/Al(NO ₃) ₃ (aq); Cu/Mg(NO ₃) ₂ (aq); Zn/Mg(NO ₃) ₂ (aq); Al/Mg(NO ₃) ₂ (aq)
39-45	Solubilidade do cloreto de sódio, cloreto de cálcio, carbonato de cálcio, iodo, heptano, hexano e etanol em água
46-51	Solubilidade do cloreto de sódio, cloreto de cálcio, carbonato de cálcio, iodo, heptano e hexano em etanol
52-56	Solubilidade do cloreto de sódio, cloreto de cálcio, carbonato de cálcio, iodo e heptano em hexano
57	Influência da temperatura na solubilidade do nitrato de potássio em água
58	Avaliação da dureza de água dura preparada juntando cloreto de cálcio a água destilada
59	Avaliação da dureza de água dura preparada juntando sulfato de magnésio a água destilada
60	Avaliação da dureza de água destilada, usada como água macia
61	Avaliação da dureza de água amaciada com carbonato de sódio (água dura preparada juntando cloreto de cálcio a água destilada)
62	Avaliação da dureza da água amaciada com carbonato de sódio (água dura preparada juntando sulfato de magnésio a água destilada)

Tabela 4 – Matrizes SWOT para experiências 4, 10 e 11 do 10º ano

Experiência 4 - Dessalinizar água do mar ou água salgada	
Pontos Fortes 1 - Risco baixo para a saúde devido às substâncias envolvidas 2 - Risco baixo para o ambiente devido às substâncias envolvidas 3 - Risco baixo de acidente devido às substâncias envolvidas 4 - Risco baixo de acidente devido ao equipamento 6 - Risco baixo de acidente devido à montagem 7 - Risco baixo de acidente devido a outros materiais vulgares de laboratório 10 - Não há utilização de outros solventes para além da água 11 - Utilização de materiais renováveis 12 - Utilização de materiais degradáveis a produtos inócuos 14 - Sem custos para os reagentes 15 - Sem custos de tratamento ou remoção de resíduos 16 - Só se utilizam materiais do quotidiano 18 - Relação com a química do mundo real 19 - Utilização de equipamentos (manta)	Pontos Fracos 8 - Consumo elevado de água como solvente 9 - Consumo elevado de água como facilidade (refrigeração) 13 - É necessário aquecer (destilação) 17 - Sem relação com a química industrial 20 - Não se utiliza instrumentação
Oportunidades - Pode ser realizada à microescala e utilizar-se uma coluna de ar para a refrigeração - Pode reutilizar-se a água de refrigeração	Ameaças - Imposição externa para reduzir consumos de água e de energia
Experiências 10 e 11 - Análise elementar do CuCl e do CuCl ₂ por via seca	
Pontos Fortes 1 - Risco moderado para a saúde devido às substâncias envolvidas (cloreto de cobre (I) e (II) - Xn) 3 - Risco moderado de acidente devido às substâncias envolvidas (cloreto de cobre (I) e (II) - Xn) 5 - Risco baixo de acidente devido à instrumentação 8 - Sem consumo de água como solvente 9 - Sem consumo de água como facilidade 10 - Sem consumo de outros solventes 20 - Utiliza-se instrumentação (espectroscópio)	Pontos Fracos 2 - Riscos elevados para o ambiente (cloreto de cobre (I) e (II) - N) 7 - Risco elevado de acidente devido a outros materiais vulgares de laboratório (utilização de gás) 11 - Não se utilizam materiais renováveis 12 - Não se utilizam materiais degradáveis a produtos inócuos 13 - É necessário aquecer 14 - Custo elevado de reagentes 15 - Custos de tratamento ou remoção de resíduos (cloreto de cobre (I) e (II) - N) 16 - Não se utilizam materiais do quotidiano 17 - Sem relação com a química industrial 18 - Sem relação com outras situações da química do mundo real 19 - Não se utilizam equipamentos

- continua -

- continuação -

Experiências 10 e 11 - Análise elementar do CuCl e do CuCl ₂ por via seca	
Oportunidades	Ameaças - Imposição externa de maior segurança (bico de bunsen ou fogão "camping gás" e cloreto de cobre (I) e (II) - N) - Ausência de hottes suficientes nas escolas - Verbas limitadas (para remoção de resíduos) - Imposição externa para reduzir consumos de energia

Tabela 5 – Matrizes SWOT para experiências 1-4, 40 e 41 do 11º ano

Experiências 1-4 do 11º ano - Amoníaco e compostos de amónio em materiais de uso comum	
Pontos Fortes 7 - Risco baixo de acidente devido a outros materiais vulgares de laboratório 8 - Baixo consumo de água como solvente 9 - Sem consumo de água como facilidade 10 - Sem consumo de outros solventes 13 - Sem consumo energético 16 - Utilizam-se materiais do quotidiano para além da água	Pontos Fracos 1 - Risco elevado para a saúde devido às substâncias envolvidas (Amoníaco - T; reagente de Nessler - T*) 2 - Risco elevado para o ambiente devido às substâncias envolvidas (Amoníaco - N; reagente de Nessler - N) 3 - Risco elevado de acidente devido às substâncias envolvidas (Amoníaco - T; reagente de Nessler - T*) 11 - Não se utilizam materiais renováveis para além da água 12 - Não se utilizam materiais degradáveis a produtos inócuos para além da água 14 - Custo elevado de reagentes (reagente de Nessler) 15 - Custos de tratamento ou remoção de resíduos 17 - Sem relação com a química industrial 18 - Sem relação com outras situações da química do mundo real 19 - Não se utilizam equipamentos 20 - Não se utiliza instrumentação
Oportunidades - Pode ser realizada à microescala e utilizar-se uma coluna de ar para a refrigeração - Pode reutilizar-se a água de refrigeração	Ameaças - Imposição externa de maior segurança (Amoníaco - T, N; reagente de Nessler - T*, N) - Ausência de hottes suficientes nas escolas - Verbas limitadas (para remoção de resíduos)
Experiências 40 e 41 do 11º ano - Solubilidade do cloreto de cálcio e do carbonato de cálcio em água	
Pontos Fortes 1 - Risco moderado para a saúde devido às substâncias envolvidas (cloreto e carbonato de cálcio - Xi) 2 - Risco baixo para o ambiente devido às substâncias envolvidas 3 - Risco moderado de acidente devido às substâncias envolvidas (cloreto e carbonato de cálcio - Xi) 7 - Risco baixo de acidente devido a outros materiais vulgares de laboratório 8 - Baixo consumo de água como solvente 9 - Sem consumo de água como facilidade 10 - Sem consumo de outros solventes 12 - Utiliza materiais degradáveis a produtos inócuos (cloreto e carbonato de cálcio) 13 - Sem consumo energético 14 - Custo baixo de reagentes 15 - Sem custos de tratamento ou remoção de resíduos	Pontos Fracos 11 - Não se utilizam materiais renováveis, para além da água 16 - Não se utilizam materiais do quotidiano, para além da água 17 - Sem relação com a química industrial 18 - Sem relação com a química do mundo real 19 - Não se utilizam equipamentos 20 - Não se utiliza instrumentação
Oportunidades	Ameaças

Dessalinizar água do mar ou água salgada. Nesta experiência do 10º ano (experiência 4, Tabela 3), água do mar ou água salgada é desalinizada por destilação simples. O resultado da análise SWOT apresenta-se na Tabela 4. Nesta experiência só se utilizam materiais do quotidiano, de baixo custo, renováveis e degradáveis, não envolvendo riscos. Por outro lado, está relacionada com

a química do mundo real e utilizam-se equipamentos. No entanto, como se realiza uma destilação, os consumos energético e de água são elevados. Atendendo a que podem ser realizadas à microescala, esses consumos podem reduzir-se porque os tempos de realização serão menores e porque, eventualmente, será possível substituir o condensador de Liebig por uma coluna de ar, não havendo

então consumo de água. Pode também reutilizar-se a água de refrigeração, mas esta opção implica problemas operacionais que podem não ser fáceis de ultrapassar. Esta experiência apresenta 70% de pontos fortes do conjunto de pontos fortes possíveis (a dimensão de análise 5, riscos de acidente devido à instrumentação, não foi avaliada, pois não se utiliza instrumentação), mas este valor pode

aumentar se forem aproveitadas as oportunidades identificadas. Por estes resultados, esta experiência pode enquadrar-se num ensino CTSS.

Amoníaco e compostos de amónio em materiais de uso comum.

Nestas experiências do 11º ano (experiências 1-4, Tabela 3) identifica-se a presença de amoníaco e de compostos de amónio através de vários testes químicos específicos: pela formação de cloreto de amónio sólido na reação com cloreto de hidrogénio (experiência 1), pelo carácter alcalino de uma solução de amoníaco em água (experiência 2), por reação com o reagente de Nessler (experiência 3) e pela formação do ião complexo tetraaminocobre(II), de cor azul intensa (experiência 4). O resultado da análise SWOT apresenta-se na Tabela 5. Estas experiências envolvem riscos elevados para a saúde, ambiente e de acidente, não se utilizam substâncias renováveis, nem degradáveis, para além da água, apresentam custos de remoção de resíduos e o custo de um dos reagentes é elevado. Embora se utilizem alguns materiais do quotidiano, estão também envolvidos reagentes com riscos elevados e a sua realização exige a utilização de hotte, o que pode constituir uma dificuldade para a sua realização em contexto escolar. Não se utilizam equipamentos nem instrumentação e não se relacionam com a química industrial, apesar da importância da síntese do amoníaco nesta. Os consumos de água e de energia baixos são pontos fortes, mas a percentagem de pontos fortes é de 30% do conjunto de pontos fortes possíveis (as dimensões de análise 4-6, riscos de acidente devido ao equipamento, instrumentação e montagem, respetivamente, não foram avaliadas), não sendo adequadas a um ensino CTSS.

RESULTADOS

Para esta avaliação começou-se por contabilizar os pontos fortes e fracos, as ameaças e as oportunidades, e as respetivas percentagens para todas as experiências dos 10º e 11º anos. Com base nesse dados foram construídos os gráficos da Figura 2, onde se apresentam os pontos fortes e fra-

cos presentes em 60% ou mais das experiências, e a Tabela 6, onde se apresenta o resumo das oportunidades e ameaças.

Esta análise possibilita uma avaliação das experiências em três vertentes: (i) uma avaliação de cada experiência, identificando os pontos fortes e fracos e pesando as ameaças e oportunidades, o que permite tomar decisões sobre o seu melhoramento ou abandono com base no paradigma CTSS (esta avaliação não será prosseguida aqui para não alongar o artigo, mas pode ser consultada em [13], que contém informação mais detalhada e completa sobre o presente trabalho e seus resultados); (ii) uma identificação global dos pontos fortes e fracos que estão presentes na maioria das experiências, o que dá uma visão dos aspetos em que parece ter havido mais intencionalidade no desenho das experiências num paradigma CTSS

(pontos fortes) e onde houve menos intencionalidade (pontos fracos); e (iii) uma avaliação da frequência de pontos fortes e fracos presentes em cada experiência (para uma avaliação individual) ou no conjunto das experiências (para uma avaliação global), o que permite caracterizar a sua adequação individual ou global a um ensino CTSS, após definido um critério de exclusão com base em percentagens.

Identificação de pontos fortes e fracos. Numa perspetiva global, aparecem como pontos fortes, presentes em 60% ou mais das experiências: os consumos de água (dimensões 8-9) e de outros solventes (dimensão 10), em cada um dos anos; o consumo energético (dimensão 13), no 11º ano, significando a realização de mais de 60% das experiências à temperatura ambiente; e o custo de reagentes (dimensão 14), no 10º ano e no conjunto de ambos os anos.

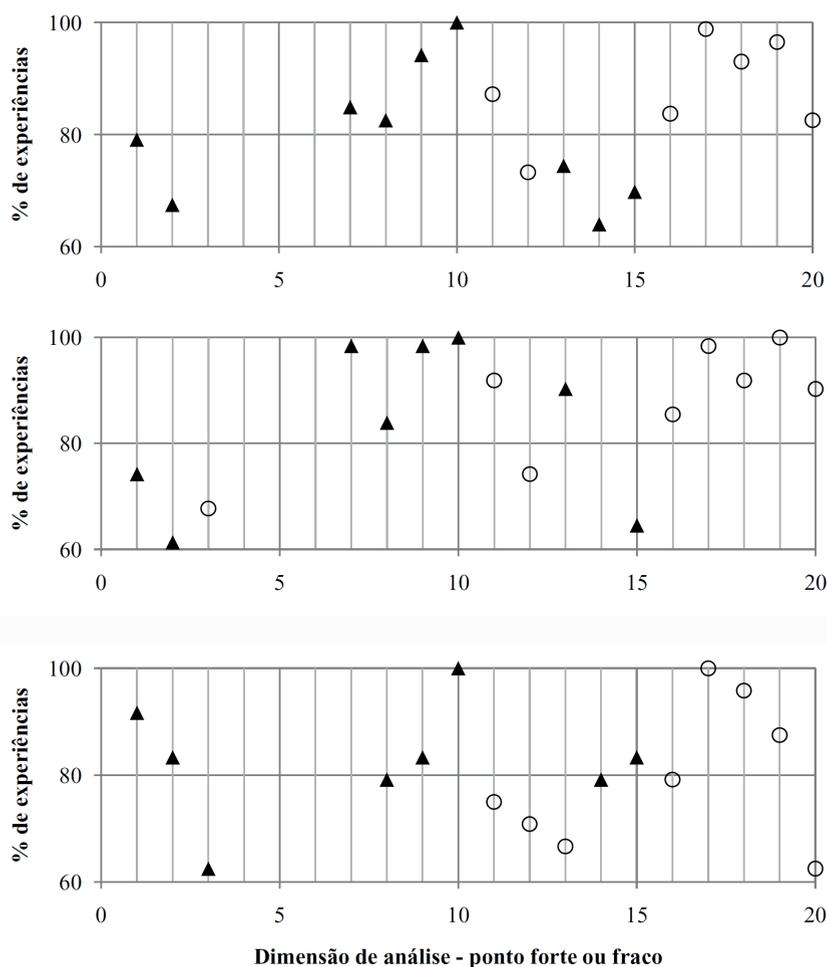


Figura 2 – Pontos fortes (▲) e pontos fracos (○) presentes em 60% ou mais das experiências dos 10º ano (em baixo), 11º ano (a meio) e 10º e 11º anos em conjunto (em cima)

Tabela 6 – Resumo das oportunidades e ameaças para as experiências dos 10º e 11º anos

Dimensões de análise	Oportunidades					
	10º ano, N=24		11º ano, N=62		10º, 11º, N=86	
	Experiências	Exp %	Experiências	Exp %	Exp Nº	Exp %
Pode ser realizada à microescala	1-5	20,8	5	1,6	6	7,0
Pode reutilizar-se a água de refrigeração	1, 4-5	12,5		0,0	3	3,5
Pode utilizar-se coluna de ar para refrigeração	1, 4	8,3		0,0	2	2,3
Dimensões de análise	Ameaças					
Imposição externa de maior segurança	2, 3, 6-13, 16, 18-20, 23, 24	66,7	1-10, 14-16, 19, 20, 24, 25, 27-38, 42-57	72,6	61	70,9
Ausência de hottes suficientes	6-13	33,3	1-9, 20	16,1	18	20,9
Verbas limitadas	3, 10, 11, 20	16,7	1-9, 28, 29, 42, 43, 45, 49-56	33,9	25	29,1
Imposição externa para reduzir consumos de água	1, 4, 5	12,5		0,0	3	3,5
Imposição externa para reduzir consumos de energia	1, 4-13, 17-21	66,7	5, 6, 18, 57, 61, 62	9,7	22	25,6

Se considerarmos todas as dimensões que dizem respeito aos riscos, no seu conjunto, e que contribuem para a segurança ou a sua ausência, o que inclui os riscos para a saúde, ambiente e de acidente, devido às substâncias, e riscos de acidente devido ao equipamentos, instrumentação, montagens ou outros materiais vulgares de laboratório (dimensões 1-7), verifica-se que 75 e 73% das experiências dos 10º e 11º anos, respetivamente, e 73% no conjunto das experiências de ambos os anos, apresentam pelo menos um desses riscos, embora alguns deles possam estar ausentes em mais de 60% das experiências, por exemplo os riscos para o ambiente (dimensão 2), que aparecem como pontos fortes.

Aparecem como pontos fracos, em mais de 60% das experiências de cada um dos anos: a utilização de substâncias renováveis e de substâncias degradáveis a produtos inócuos (a água não é contabilizada em ambos os casos) (dimensões 11 e 12, respetivamente); a utilização de materiais do quotidiano (a água não é contabilizada) (dimensão 16); a relação com a química industrial e outras situações do quotidiano (dimensões 17 e 18, respetivamente); e a utilização de equipamentos e instrumentação

(dimensões 19 e 20, respetivamente). O consumo energético (dimensão 13) aparece como um ponto fraco para o 10º ano, significando a necessidade de aquecimento em mais de 60% das experiências.

Frequência de pontos fortes e fracos. Considerando a percentagem de pontos fortes e fracos presentes, os resultados são resumidos nos gráficos da Figura 3 para o conjunto das experiências dos 10º e 11º anos. Pode concluir-se que 70% das experiências apresentam 50% ou menos de pontos fortes e 40% apresentam 50% ou mais de pontos fracos.

DISCUSSÃO

Em face do objetivo último do trabalho, a discussão que se segue será

focada em cada uma das vertentes T (Tecnologia), S (Sociedade) e S (Sustentabilidade), para tirar conclusões sobre a sua relevância nas experiências avaliadas. Os resultados indicam que as componentes Tecnologia e Sociedade, de acordo com os critérios estabelecidos, estão praticamente ausentes. No que se refere à Sustentabilidade, mais de 70% das experiências apresentam riscos, o que pode levar à necessidade de substituição de experiências, atendendo às ameaças identificadas, tais como a imposição externa de maior segurança ou a ausência de hottes suficientes nas escolas (os aspetos de segurança são importantes para a inclusão/exclusão das experiências num modelo CTSS). Pontos fortes identificados nesta vertente, tais como baixo consumo de água e de outros solventes, e a realização de

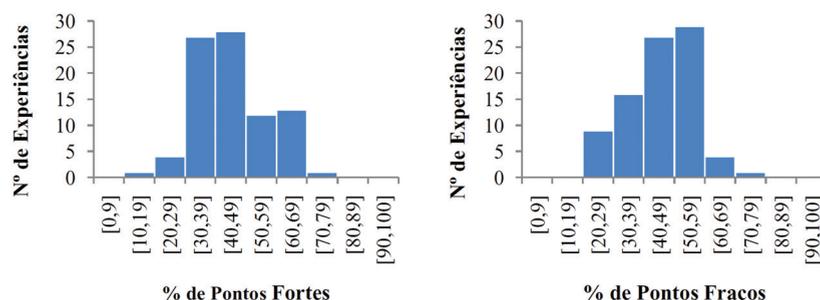


Figura 3 – Distribuição da frequência do conjunto das experiências dos 10º e 11º anos em função da % de pontos fortes e fracos. Número total de experiências: 86

experiências à temperatura ambiente, são aspetos positivos, que podem ser aumentados se forem tidas em conta as oportunidades identificadas (realização à microescala, substituição de condensadores de Liebig por colunas de ar ou reutilização da água de refrigeração utilizada nas destilações).

Em suma, poucas experiências envolvem materiais do quotidiano (para além da água), instrumentação, equipamentos, materiais renováveis e degradáveis a produtos inócuos, e se relacionam com a química do mundo real. Só uma experiência apresenta relação com a química industrial (experiência 5, do 11º ano), uma síntese em que o composto obtido tem aplicação real, aliás a única síntese proposta nos programas dos 10º e 11º anos. As experiências de síntese são adequadas a este tipo de ensino, particularmente se tiverem aplicação real na indústria, isto é, se os compostos forem produzidos industrialmente, pois colocam-se aspetos que excedem o habitual cálculo de rendimentos – aspetos químicos, tais como reação química, estequiometria, equilíbrio, cinética, energia, etc., bem como aspetos ambientalmente relevantes, como os de segurança, formação de resíduos, otimização da economia atómica e de verdura química. Pelas razões apontadas, as experiências de síntese contribuem frequentemente para uma abordagem ampla da química, num contexto industrial e societal, bem inserida numa opção CTSS para o ensino da Química – a sua quase absoluta ausência dos atuais programas do secundário [6] é extremamente lamentável. Mas, neste contexto, o desafio é propor sínteses que, ao mesmo tempo, envolvam riscos baixos, materiais renováveis, degradáveis e do quotidiano, e tenham aplicação real na indústria, o que não é fácil. Por outro lado, seria importante caracterizar o produto obtido em termos da sua pureza, por forma a utilizar-se instrumentação. É também de referir que as destilações implicam um elevado consumo de água, o que deve ser motivo de preocupação, sendo importante pensar-se na reutilização da água. A adoção de uma proposta deste tipo,

num enquadramento CTSS, como presentemente se impõe, exigirá a elaboração e desenho de novas experiências e profundas alterações dos programas atuais.

CONCLUSÕES

A utilização da análise SWOT na avaliação das atividades laboratoriais de Química do ensino secundário permitiu avaliar as atividades numa perspectiva CTSS, englobando na avaliação aspetos relacionados com a Tecnologia, Sociedade e Sustentabilidade. Num futuro, que se espera próximo, as atividades laboratoriais para o ensino da Química devem ser cuidadosamente escolhidas e desenhadas de forma a adequarem-se a um ensino CTSS e, por isso, espera-se que este artigo possa ser um contributo, ainda que modesto, para tornar essa opção mais próxima.

A análise SWOT permitirá outras avaliações, após definição de outras dimensões de análise, por exemplo, dirigidas aos objetivos definidos, às competências a desenvolver e à metodologia a utilizar na sala de aula para atingir os objetivos e promover o desenvolvimento das competências. Nestas últimas será de incluir as competências verdes, necessárias para atividades profissionais verdes, resultantes da introdução de práticas e tecnologias verdes, que merecem crescente atenção [14]. Por isso, a análise SWOT parece ser uma ferramenta com lato alcance no domínio da química e que merece continuar a ser explorada.

Em suma, o tipo de análise apresentado pode ser útil na avaliação, no desenho, ou no redesenho de atividades laboratoriais, tendo em vista a sua inserção num ensino da Química de cariz CTSS, essencial no presente contexto de luta *societal pela Sustentabilidade*, em que a *inovação da tecnologia* adquire um papel fulcral.

REFERÊNCIAS

[1] G. Aikenhead, *What is STS science teaching?*, in J. Solomon e G. Aiken-

- head (eds), *STS Education – International Perspectives on Reform*, TCP (1994), p. 47-59.
- [2] E. Pedretti, J. Nazir, *Currents in STSE education: Mapping a complex field, 40 years on*, *Sci. Educ.* **95** (2011) 601-626.
- [3] A. Wals, *Learning for a Sustainable World*, UNESCO, 2009.
- [4] L. Wong (ed), *Globalization and Education for Sustainable Development – Sustaining the future*, UNESCO, 2005.
- [5] A. A. S. C. Machado, *Da Pobreza Química à Sustentabilidade e Química Verde*, *Química - Bol. S. P. Q.* **114** (2009) 27-33.
- [6] DGIDC Web: http://sitio.dgicd.min-edu.pt/secundario/paginas/programas_es_f.aspx (Direção Geral de Inovação e Desenvolvimento Curricular, acessado em 23-02-2011).
- [7] D. A. Costa, M. G. T. C. Ribeiro, A. A. S. C. Machado, *Análise da Verdura das Atividades Laboratoriais do 10º ano do Ensino Secundário*, *Química - Bol. S. P. Q.* **115** (2009) 41-49.
- [8] D. A. Costa, M. G. T. C. Ribeiro, A. A. S. C. Machado, *Análise da Verdura das Atividades Laboratoriais do 11º ano do Ensino Secundário*, *Química - Bol. S. P. Q.* **123** (2011) 63-72.
- [9] S. E. Jackson, A. Joshi, N. L. Erhardt, *Recent Research on Team and Organizational Diversity: SWOT Analysis and Implications*, *J. Manage.* **29** (2003) 801-830.
- [10] M. Deetlefs, K. R. Seddon, *Assessing the greenness of some typical laboratory ionic liquid preparations*, *Green Chem.* **12** (2010) 17-30.
- [11] G. Sin, S. W. H. Van Hulle, D. J. W. De Pauw, A. van Griensven, P. A. Vanrolleghem, *A critical comparison of systematic calibration protocols for activated sludge models: A SWOT analysis*, *Water Res.* **39** (2005) 2459-2474.
- [12] B. S. Spector, *Qualitative Research: Data Analysis Framework Generating Grounded Theory Applicable to the Crisis in Science Education*, *J. Res. Sci. Teach.* **21** (1984) 459-467.
- [13] D. A. Costa, *Métricas de Avaliação da Química Verde – Aplicação no Ensino Secundário*, Tese de Doutoramento, Departamento de Química, Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, 2011.
- [14] European Centre for the Development of Vocational Training (CEDEFOP), *Skills for Green Jobs*, European Synthesis Report, UE, 2010.

COMPANHIA DOS MATERIAIS
ATIVIDADE ENVOLVENDO OS PAIS NA APRENDIZAGEM DA QUÍMICACARLA MORAIS¹, JOÃO PAIVA²

Apresentam-se alguns argumentos para a participação dos pais/familiares, na aprendizagem da Química e para um maior envolvimento destes nas tarefas escola-casa e, na sequência, apresenta-se uma atividade “Pais na Aprendizagem da Química” (PAQ). Tal atividade poderá contribuir para promover um envolvimento mais ativo dos alunos na Química, relembrando os principais conceitos que foram abordados em aulas prévias à realização da atividade em casa com os pais/familiares. Para os pais/familiares, esta atividade poderá constituir-se como uma possibilidade de acompanharem o(a) seu(sua) educando(a), estimulando a coparticipação no processo de aprendizagem.

A concepção do aluno como um ser social e cultural, que se desenvolve na interação com outros, coloca a tónica no paradigma do desenvolvimento em contexto marcado, entre outros, pela influência da teoria sociocultural de Vygotsky [1]. Este autor deu particular ênfase ao estudo das funções ainda em desenvolvimento, ou seja, ao desenvolvimento potencial do aluno. À diferença entre o nível de desenvolvimento real e o nível de desenvolvimento potencial, Vygotsky deu o nome de *Zona de Desenvolvimento Proximal* (ZDP). Pode definir-se a ZDP como o espaço onde, graças à interação e à ajuda de outros, uma pessoa pode trabalhar e resolver um problema ou realizar uma tarefa de uma maneira e a um nível que não seria capaz de atingir se trabalhasse individualmente. A ZDP é uma zona onde, graças aos reforços e ajudas dos outros, é possível o processo de construção, modificação, enriquecimento e diversificação dos esquemas de conhecimento, característicos da aprendizagem escolar [2]. Tal como tentamos mostrar, de forma breve, este paradigma carece de um modelo de ensino que vai além da escola. Exige envolver os pais, a família e a comunidade, dar aplicabilidade aos conteúdos, contextualizando-os e mobilizando-os em diferentes situações, permitindo a sua apropriação de uma forma individualizada e autorregulada [3].

São estes os principais pressupostos que fundamentam a utilização das atividades conhecidas pelo acrónimo TIPS (*Teachers Involving Parents in Schoolwork*), nomeadamente na aprendizagem da Química. O principal objetivo destas atividades consiste no desenvolvimento de parcerias, levando o aluno a partilhar em casa o que aprendeu em contexto escolar. Desta forma as TIPS são alavancadoras de duas importantes redefinições na medida em que os “trabalhos de casa” passam a significar, não apenas o trabalho que o aluno faz sozinho, mas também as atividades partilhadas com os pais/familiares ou outros elementos da comunidade; por outro lado, a própria ideia de “ajuda em casa” ou “ajuda dos pais” poderá significar encorajar, ouvir, responder, premiar, guiar, supervisionar e discutir sem a pretensão de “ensinar” os conteúdos escolares [3, 4].

Para as TIPS especificamente destinadas à aprendizagem da Química tem-se usado o acrónimo PAQ – Pais na Aprendizagem da Química [3]. Assim, seguindo esta terminologia, e na senda de outros artigos já publicados no boletim da SPQ [5, 6], apresenta-se uma PAQ sobre a variedade e as propriedades dos materiais que nos rodeiam, com tarefas de cariz prático, recorrendo a material não sofisticado e de tipo “caseiro”. A temática subjacente à PAQ é lecionada na disciplina de Ciências Físico-Químicas no 7º ano de escolaridade do 3º ciclo do Ensino Básico.

Apraz-nos evidenciar que se pretende progressivamente evitar o carácter

“receituário” das atividades prático-laboratoriais em Química. Contudo, não é de abandonar radicalmente o carácter prescritivo de algumas iniciativas, pelo que se considera que uma certa orientação nas PAQ – com a referência clara ao tema em estudo, material a utilizar, procedimentos essenciais, ícones para auxiliar na estruturação dos desafios propostos, espaço no qual possam ser registadas as opiniões e os resultados ao longo da realização de toda a atividade – pode conferir segurança aos intervenientes (pais/familiares e alunos) e, pelo menos numa primeira fase, tornar estas iniciativas mais populares, funcionais e democráticas.

Embora a par disto seja crucial estimular também espaços para a discussão dos resultados obtidos – que se podem constituir como um fator promotor de um maior envolvimento de toda a família na atividade – de autoconstrução e delineamento de dinâmicas com maior grau de flexibilidade.

É fundamental que ao longo de toda a PAQ seja utilizada uma linguagem acessível e que os desafios propostos tenham por base o “não elitismo”, prestando-se a ser abordados por pais/famílias de qualquer nível socio-cultural.

Espera-se que a utilização mais generalizada das PAQ possa, de alguma forma, constituir-se como uma alavanca para uma aprendizagem da Química mais participada, fascinante e significativa.

¹ Departamento de Química e Bioquímica da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto
E-mail: carlamorais@emultimedia.com.pt

² Departamento de Química e Bioquímica da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto
E-mail: jcpaiva@fc.up.pt

REFERÊNCIAS

- [1] Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Cambridge: Harvard University Press.
- [2] Coll, C., Martin, E., Mauri, T., Miras, M., Omrúbia, J., Solé, I., & Zabala, A. (2001). *O construtivismo na sala de aula*. Porto: Edições ASA.
- [3] Paiva, J., Gaspar, M. (2005). Atividades participadas pelos pais na aprendizagem da Química (PAQ). *Boletim da Sociedade Portuguesa de Química*, 97, 73-79.
- [4] Epstein, J., Sanders, M., Simon, S., Salinas, K., Jansorn, N. & Voorhis, F. (2002). *School, family, and community partnerships: Your handbook for action, Second Edition*. Thousand Oaks: Corwin Press.
- [5] Meireles, M., Paiva, J. (2005). Redox em casa. *Boletim da Sociedade Portuguesa de Química*, 97, 81-82.
- [6] Póvoa, A., Sottomayor, M. J., Paiva, J. (2006). Métodos físicos de separação 'domésticos': Uma actividade envolvendo os pais na aprendizagem da química (PAQ). *Boletim da Sociedade Portuguesa de Química*, 101, 58-59.



XXIV IUPAC

PHOTOCHEMISTRY CONFERENCE

15 - 20 JULY 2012 | COIMBRA

Dear Colleagues and Friends,

On behalf of the IUPAC Symposium Scientific Organizing Committee (SOC). I am very pleased to be able to invite you to attend the XXIVth IUPAC Symposium on Photochemistry, which will be held in Coimbra, from 15-20 July 2012.

Hugh D. Burrows (Portugal)
Chairman International Scientific Committee

SYMPOSIUM KEY DATES

Registration Online Opens	1 December 2011	Abstract Submission Online Opens	1 December 2011
Early Bird Registration Deadline	6 May 2012	Abstract Submission Deadline	16 April 2012
		Abstract Acceptance Notification	30 April 2012
		Registration Online Closes	10 July 2012
		Symposium Opening	15 July 2012

PROGRAMME TOPICS

- Organic and inorganic photochemistry from a synthetic and mechanistic point of view
- Solar energy conversion
- Photocatalysis, environmental and green photochemistry
- Materials science and engineering
- Supramolecular chemistry
- Photoactive nanoparticles and nanomaterials
- Photobiology, biophysics and skin photochemistry
- Photochemistry in medicine
- Luminescent probes, sensors and imaging
- Spectroscopy and instrumentation
- Photochromism and photoswitching
- Industrial applications of photochemistry and photophysics
- Photochemistry and cultural heritage






For General Information/ Symposium Secretariat: photoiupac2012secretariat@leading.pt

www.photoiupac2012.com

Companhia dos materiais

Atividade Envolvendo os Pais na Aprendizagem da Química

CARLA MORAIS, JOÃO PAIVA

Departamento de Química e Bioquímica
Centro de Investigação em Química da Universidade do Porto
Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, Portugal

Caros pais/familiares:

Nas aulas de Ciências Físico-Químicas temos vindo a estudar a classificação dos materiais e os tipos de misturas. Nesta atividade, composta por vários desafios, procuraremos conhecer melhor e classificar alguns dos materiais que nos rodeiam e que são indispensáveis no nosso dia-a-dia. É muito importante que, juntamente com o(a) aluno(a), façam todos os registos numa folha de papel que deve ser anexada a este documento.

Espero que gostem desta atividade!

Obrigado(a).

Ícones usados na estruturação dos desafios propostos e respetivo significado:



Registos



Dinâmicas práticas



Debate



Questão



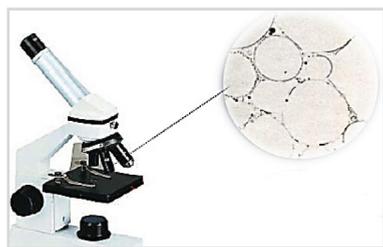
Intervenção do(a)
aluno(a)



Intervenção do(a) aluno(a)
e dos pais/familiares

Vamos aos desafios. Bom trabalho!

Desafio	Interveniente (s)	Descrição do desafio
1 		<ul style="list-style-type: none"> - Inicia esta atividade começando por recordar como se classificam os materiais atendendo à sua composição. - Por palavras tuas, faz um pequeno registo escrito sobre esse tema numa folha de papel.
2 		<ul style="list-style-type: none"> - Com a ajuda dos teus pais/familiares procura recolher os seguintes conjuntos de materiais: <p>Conjunto 1:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Copo com água da torneira - Maionese - Cubos de açúcar - Leite <p>Conjunto 2:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Prego de ferro - Pedaco de madeira - Álcool das farmácias - Azeite - Corante alimentar - Conta-gotas - Frasco de vidro - Colher da sopa
3 		<ul style="list-style-type: none"> - Conversa com os teus pais/familiares procurando explicar-lhes a diferença entre substâncias e misturas de substâncias. - Tenta certificar-te de que eles entenderam bem a tua explicação.
4 		<ul style="list-style-type: none"> - Realiza com os teus pais/familiares um exercício de aplicação, classificando os materiais presentes no conjunto 1 em substâncias ou misturas de substâncias. - Regista essa classificação na folha de papel a anexar a esta atividade.
5 		<ul style="list-style-type: none"> - Recorda como se classificam as misturas quanto à natureza de distribuição das substâncias que as constituem. - Faz um pequeno registo escrito sobre isso, usando palavras tuas.
6 		<ul style="list-style-type: none"> - Com a ajuda dos teus pais/familiares prepara uma mistura heterogénea líquido-líquido, recorrendo à água da torneira e a outro material disponível no conjunto 1. - Juntamente com os teus pais/familiares observa a mistura obtida.
7 		<ul style="list-style-type: none"> - Como pode ser classificada esta mistura quanto à natureza de distribuição das substâncias que a constituem? A - Mistura homogénea B - Mistura heterogénea C - Mistura coloidal - Regista na folha de respostas a resposta correta.
8 		<ul style="list-style-type: none"> - Solicita aos teus pais/familiares que adicionem, cuidadosamente com a ajuda de um conta-gotas, algumas gotas de corante à mistura anterior. - Juntamente com os teus pais/familiares observa o que aconteceu.
9 		<ul style="list-style-type: none"> - Debate com os teus pais/familiares por que é que se formam pequenas bolinhas junto do azeite. - Regista a tua opinião e a opinião dos teus pais/familiares.

Desafio	Interveniente (s)	Descrição do desafio						
10 		<ul style="list-style-type: none"> - Usando o cabo de uma colher da sopa solicita aos teus pais/familiares que empurrem as bolinhas de corante até à água. - Juntamente com os teus pais/familiares observa o que aconteceu. 						
11 		<ul style="list-style-type: none"> - Debate com os teus pais/familiares e procurem explicar o que acontece às bolinhas logo que elas atingem a água. 						
12 		<ul style="list-style-type: none"> - Descreve como procederias para, com base nos materiais disponíveis no conjunto 1, preparares: <ol style="list-style-type: none"> Uma solução aquosa líquida com um soluto líquido. Uma solução aquosa líquida com um soluto sólido. - Por palavras tuas, faz um pequeno registo escrito sobre isso. 						
13 		<ul style="list-style-type: none"> - Debate com os teus pais/familiares o que acontece se adicionarmos: <ol style="list-style-type: none"> Mais açúcar a um copo de água açucarada. Mais água a um copo de água açucarada. 						
14 		<ul style="list-style-type: none"> - Prepara três soluções aquosas de água com corante alimentar que deverão manifestar diferentes intensidades de cor. - Com base nelas explica aos teus pais/familiares o conceito de “concentração de uma solução”. 						
15 		<p>Considera a seguinte figura, que representa a observação duma amostra de leite ao microscópio.</p>  <p>Como se classifica esta mistura quanto à natureza de distribuição das substâncias que a constituem?</p> <p>A - Mistura homogénea B - Mistura heterogénea C - Mistura coloidal</p> <ul style="list-style-type: none"> - Regista na folha de respostas a resposta correta. 						
16 		<ul style="list-style-type: none"> - Olha à tua volta e, com a ajuda dos pais/familiares, preenche a seguinte tabela (construindo uma equivalente na tua folha de registos), indicando outras misturas heterogéneas, homogéneas e coloidais existentes em tua casa. <table border="1" data-bbox="566 1870 1388 1982"> <thead> <tr> <th>Misturas heterogéneas</th> <th>Misturas homogéneas</th> <th>Misturas coloidais</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </tbody> </table>	Misturas heterogéneas	Misturas homogéneas	Misturas coloidais			
Misturas heterogéneas	Misturas homogéneas	Misturas coloidais						

Para pensar e debater um pouco mais com os pais/familiares:



1. Quando um alimento se chama «puro», isso não quer dizer que seja uma substância única. Por exemplo, falar de «azeite puro» não significa que se trate de uma substância só.
 - a. Discute esta afirmação com os teus pais/familiares procurando explicitar as diferenças entre a linguagem científica e a linguagem do dia-a-dia.
 - b. Regista, na folha de respostas, as principais ideias resultantes deste debate.

2. Na Natureza, as substâncias raramente ocorrem no seu estado puro. Surgem normalmente como componentes de misturas.
 - a. Faz uma pesquisa em conjunto com os teus pais/familiares procurando misturas cujo processo de separação nas respetivas substâncias constituintes tenha particular importância no nosso dia-a-dia.
 - b. Regista, na folha de respostas, os principais resultados dessa pesquisa.

Comunicação Casa-Escola:

Caros pais/familiares: Expressem por favor a vossa opinião sobre o trabalho efetuado pelo(a) _____ (nome do aluno), nesta atividade, assinalando a opção que melhor corresponder a cada caso:

- O (a) aluno (a) empenhou-se no trabalho e foi capaz de o fazer.
 - Sim
 - Não
- O (a) aluno (a) e nós gostámos desta atividade e reconhecemos o seu valor pedagógico.
 - Sim
 - Não
- Esta atividade ajudou-nos a compreender o que o (a) aluno (a) está a aprender nas aulas da disciplina de Ciências Físico-Químicas.
 - Sim
 - Não

Outros comentários: _____

Assinatura dos pais/familiares: _____

Agradeço a sua colaboração.

O(A) professor(a)

Química para os mais novos

Marta C. Corvo

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



Introdução

Na primeira atividade propõe-se investigar o que são eletrólitos, substâncias que são importantes na nossa alimentação e que têm características que nos vão permitir *dar umas luzes* sobre o funcionamento das baterias. A segunda atividade procura evidenciar o comportamento de dois líquidos imiscíveis, os efeitos da sua densidade, e o que acontece quando introduzimos uma perturbação no sistema.

1- Detetor de eletrólitos - Uma ideia luminosa...

Material:

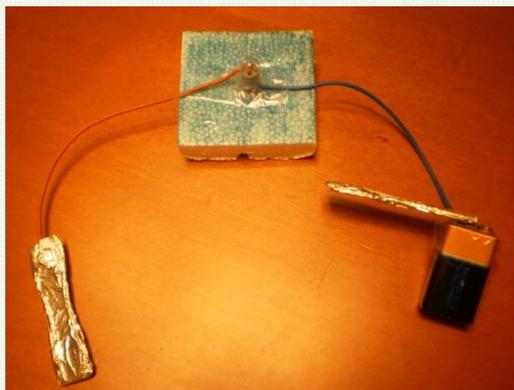
- 2 Paus de gelados
- Papel de alumínio
- 3 Copos de plástico
- Pilha de 9 V
- Lâmpada de lanterna
- Fio condutor (cobre)
- Alicate
- Fita-cola
- Papel absorvente
- Água destilada
- Sal
- Óleo vegetal
- Colher de chá
- Marcador



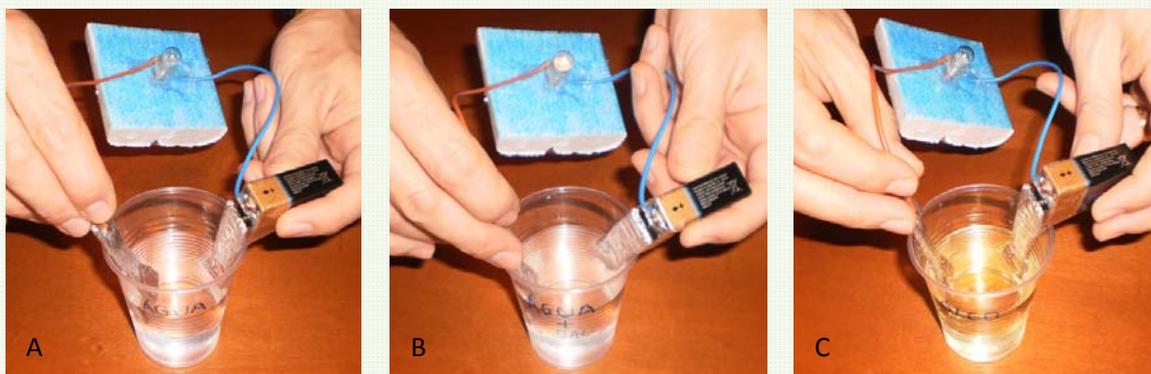
Procedimento:

1. Identificar 3 copos com um marcador - **água**; **água + sal**; e **óleo**. Encher os copos com o líquido respetivo até cerca de $\frac{3}{4}$.

2. No copo **água + sal** adicionar $\frac{1}{4}$ de colher de chá de sal e misturar.
3. Cobrir completamente cada um dos paus de gelado com papel de alumínio.
4. Com o alicate, descarnar as pontas dos fios de cobre. Prender com a fita cola uma das pontas do fio de cobre ao polo positivo da pilha. Enrolar a outra ponta na rosca da lâmpada.
5. Com o outro fio, prender uma ponta com fita cola na base da lâmpada e a outra num dos paus de gelado.
6. Prender com fita-cola o outro pau de gelado ao polo negativo da pilha. O detetor está pronto!



7. Colocar os paus dentro do copo com **água destilada** (A). O que acontece?
8. Retirar os paus e secar bem de modo a que não fique nenhum líquido.
9. Repetir os passos 7 e 8 com os copos de **água + sal** (B), e **óleo** (C).



As pilhas, ou baterias, contêm dois metais diferentes separados por uma espécie de pasta feita de outras substâncias químicas. Os metais, como todas as substâncias, são constituídos por átomos, e os átomos contêm prótons, neutrões e eletrões. Na pilha, um dos metais perde eletrões e o outro aceita-os. Quando ligámos a lâmpada à pilha através dos fios, criámos outro percurso para os eletrões passarem de um metal para o outro. A estes eletrões que se movem de um lado para o outro chamamos eletricidade. Nesta atividade, depois de completarmos o circuito constituído pelo

detetor, testámos várias soluções à procura de eletrólitos. Os eletrólitos são substâncias que conduzem a corrente elétrica. Quando colocámos o detetor em cada um dos líquidos a analisar, a eletricidade da bateria passou através do alumínio. Na presença de eletrólitos, é como se existisse um fio entre os dois paus de gelado, que conduz a eletricidade e acende a lâmpada. Foi o que aconteceu quando juntámos o sal à água. No nosso corpo, os eletrólitos têm como uma das principais funções a condução de corrente elétrica, permitindo aos nossos músculos contrair e relaxar. Na alimentação, os eletrólitos estão presentes, por exemplo, em bananas e passas, que são ricas em potássio, ou no sal de cozinha, o cloreto de sódio que usamos para temperar os alimentos.

Nota: Evitar tocar com os paus de gelado um no outro após a montagem do detetor para que a lâmpada não funda.

II- Vulcão de lava

Material:

- Óleo vegetal
- Recipiente de vidro \approx 500 mL
- Água
- Corante alimentar
- Sais de fruto (preferível em comprimido)
- Plasticina
- Colher de café



Procedimento:

1. Deitar água dentro do recipiente até estar 1/5 cheio.
2. Adicionar 5 gotas de corante alimentar e misturar.
3. Encher o resto do recipiente com óleo vegetal.
4. Com a plasticina fazer uma forma de vulcão com uma chaminé de cerca de 2 cm de diâmetro. O topo deverá ficar ligeiramente acima da água. Colocar dentro do recipiente.
5. Esperar cerca de 5 minutos para que o óleo e a água se separem completamente.

6. Deitar dentro da chaminé do vulcão, cuidadosamente, uma colher de sais de fruto (pode ser necessário ajudar com outra colher), ou o comprimido, e observar o que acontece.



Explicação:

A água e o óleo não se misturam, diz-se que são imiscíveis. Devido à sua composição, tanto a água como o óleo têm mais afinidade para si mesmos do que um com o outro. O óleo é hidrofóbico - afasta-se da água. O corante alimentar mistura-se somente com a água e não com o óleo, por isso a cor fica só na água. Como uma gota de água é mais pesada, mais densa do que uma gota de óleo, ela tem tendência a ficar no fundo do frasco. Os sais ou os comprimidos efervescentes contêm uma mistura de substâncias, entre as quais o bicarbonato de sódio e o ácido cítrico. Quando estão em contacto com o óleo nada acontece, no entanto, quando entram em contacto com a água dissolvem-se e dá-se uma reação química, libertando dióxido de carbono, um gás. Quando ocorre a libertação gasosa formam-se bolhas que arrastam gotas de água para cima, para o óleo – a nossa erupção de lava.

Bibliografia

[1] Adaptado de http://portal.acs.org/portal/PublicWebSite/education/whatischemistry/scienceforkids/yourbodynutrition/WPCP_011039, acedido em 26/10/2011.

[2] <http://www.csiro.au/Portals/Education/Programs/Do-it-yourself-science/Chemistry-experiments/lava-fizz-activity.aspx>, acedido em 11/01/2012.



16^{èmes} Journées d'Études de la Chimie sous Rayonnement
27 – 31 maio 2012 em Sines

As *Journées d'Études de Chimie sous Rayonnement* consistem num encontro internacional e francófono, com carácter bienal, consagrado ao estudo dos efeitos da radiação ionizante sobre a matéria e suas aplicações. Estas jornadas decorrerão este ano em Sines, entre os dias 27 e 31 de maio de 2012, sendo patrocinadas pela Sociedade Portuguesa de Química.

Este evento pretende proporcionar o encontro e intercâmbio de todos os investigadores e industriais que trabalham na área da Química da Radiação, sendo dada uma particular atenção aos jovens investigadores, com a finalidade de promover a apresentação dos seus primeiros trabalhos e promover o contacto com cientistas experientes.

Este evento, com duração de 5 dias, incluirá no seu programa científico a realização de conferências plenárias, comunicações orais e apresentações em formato de poster, estando as sessões divididas em temáticas que incluem as aplicações fundamentais, as aplicações biológicas e terapêuticas e ainda a utilização da radiação ionizante em diversos domínios a nível industrial.

E: jecr2012@spq.pt

URL: <http://www.spq.pt/eventos/jecr2012/>



6th SPANISH-PORTUGUESE-JAPANESE
ORGANIC CHEMISTRY SYMPOSIUM

FCUL-LISBON
18-20 JULY 2012

6th Spanish Portuguese Japanese Organic Chemistry Symposium
18 – 20 julho 2012 em Lisboa

O 6^o Simpósio espanhol-português-japonês de Química Orgânica irá realizar-se na Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, entre os dias 18 e 20 de julho de 2012. Este simpósio reunirá investigadores e industriais com interesse em Química Orgânica e áreas afins, tais como catálise homogénea e heterogénea, síntese, química dos materiais e química medicinal. O evento incluirá um total de 22 sessões plenárias, proferidas por investigadores de renome provenientes de vários países, nomeadamente, Portugal, Brasil, Japão e Espanha. Haverá ainda lugar para comunicações orais e uma sessão de posters. Serão atribuídos 3 prémios para os melhores posters, oferecidos pela *Kinsky Society of Chemistry*, Real Sociedade Espanhola de Química e pela Sociedade Portuguesa de Química/Comissão Organizadora. Informações detalhadas sobre este evento podem ser consultadas na respetiva página web.

E: aprauter@fc.ul.pt

URL: <http://www.spq.pt/eventos/6SPJOCS/>



11^º Encontro de Química dos Alimentos (11eqa)
16 – 19 setembro 2012 em Bragança

Sob os auspícios da Divisão de Química Alimentar da Sociedade Portuguesa de Química, decorrerá, entre 16 e 19 de setembro de 2012, no Instituto Politécnico de Bragança, o 11^º Encontro de Química dos Alimentos.

Estes encontros, cuja 1^a edição ocorreu em 1993, constituem já uma referência no domínio da Química e da Ciência dos Alimentos em Portugal. O tema global do 11^º Encontro de Química dos Alimentos será “Qualidade dos alimentos: novos desafios” e incluirá sessões em torno das seguintes áreas temáticas: alimentos funcionais e nutracêuticos; Inovação e alimentos tradicionais; Qualidade, nutrição e comportamento do consumidor; Segurança, rastreabilidade e autenticidade; tecnologias de processamento e conservação.

A 11^a edição deste destacado evento, será certamente uma plataforma de discussão sobre os mais recentes avanços na área da Química Alimentar, primando, uma vez mais, pela qualidade dos trabalhos apresentados.

E: eqa11@ipb.pt

URL: www.spq.pt/eventos/11eqa



IV Ibero-American NMR Meeting / VI GERMN Bienal Meeting / III Iberian NMR Meeting
25 – 28 setembro 2012 em Aveiro

O IV Encontro Ibero-Americano de Ressonância Magnética Nuclear (RMN) irá decorrer juntamente com o VI Encontro Bienal GERMN e o III Encontro Ibérico de RMN, entre os dias 25 e 28 de setembro de 2012, em Aveiro. Este evento, organizado pelo Grupo de Ressonância Magnética da Sociedade Portuguesa de química (SPQ), prevê-se muito participativo e será por isso uma oportunidade única para todos os investigadores ibero-americanos que trabalham neste campo poderem apresentar os seus resultados. Os encontros de carácter bienal do Grupo GERMN da Real Sociedade Espanhola de Química tiveram início em 2002 em Barcelona e, desde 2008, em Sevilha, têm sido organizados conjuntamente com o Grupo de Ressonância Magnética da SPQ, com a designação de Encontro Ibérico de RMN. O objetivo destes encontros consiste na promoção do intercâmbio e partilha de ideias entre colegas de ambos os países, Portugal e Espanha, versando todos os aspetos de RMN. O 1^º Encontro Ibero-Americano de RMN, organizado pela Sociedade Brasileira de RMN (AUREMN), decorreu em 2005 em Angra dos Reis, Brasil. Estes encontros, preferencialmente, são organizados alternadamente na Europa e na América, decorrendo em 2012 em Aveiro,

Portugal. Mais informações sobre o evento encontram-se disponibilizadas na página web do mesmo.

E: iberoanmr2012@ua.pt

URL: <http://www.spq.pt/eventos/iberoanmr2012/>



4th International IUPAC Conference on Green Chemistry

25 – 29 agosto 2012 em Foz do Iguaçu, Brasil

Sob os auspícios da International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC), realiza-se nos dias 25 a 29 de agosto de 2012, no Brasil, a quarta Conferência Internacional em Química Verde. A conferência será realizada em Foz do Iguaçu, numa região localizada no coração da América do Sul, na fronteira entre o Brasil, Argentina e Paraguai, de incomparável riqueza natural e considerada como um dos mais belos destinos na América Latina. A 4^a Conferência Internacional sobre Química Verde IUPAC pretende proporcionar a discussão de tópicos abrangentes e atuais, incluindo Química Verde para a energia/produção (combustíveis provenientes de biomassa; células de combustível, etc.), Produtos Químicos provenientes de fontes renováveis (biomassa, reciclagem de CO₂, uso responsável da biodiversidade, etc.), Engenharia Verde (economia de energia, separações e operações unitárias, redução da utilização de água, etc.), Educação em Química Verde, Engenharia e Política, entre outros. Este evento pretende reunir todos os interessados provenientes dos setores académico, industrial e governamental com o objetivo de promover uma discussão profunda e extensa sobre este movimento científico emergente.

E: vaniaz@ufscar.br

URL: <http://congresscentral.com.br/sbq/ufscar/icgc4/index.php>



22th International Symposium on Medicinal Chemistry (EFMC-ISM 2012)

2 – 6 setembro 2012 em Berlim, Alemanha

Sob os auspícios da European Federation for Medicinal Chemistry (EFMC), a 22^a edição do simpósio internacional em Química Medicinal irá decorrer em Berlim, Alemanha, entre os dias 2 e 6 de setembro de 2012, sendo organizada pela Divisão de Química Medicinal da Sociedade Alemã de Química (GDCh) e a Divisão de Química Medicinal/Farmacêutica da Sociedade Alemã Farmacêutica (DPHG). Este simpósio é reconhecido mundialmente como uma das principais reuniões de Química Medicinal, como comprova a presença de numerosos participantes internacionais, tradicionalmente entre 1200 a 1500 participantes de todo o mundo. Este evento atrai especialistas em diversas áreas, tais como a descoberta e desenvolvimento de fármacos, desenho de fármacos assistido por computador, biologia, farmacologia, toxicologia precoce, entre outras.

Pretende-se ainda demonstrar o impacto da “-ômica” e dos biomarcadores nas áreas de interface entre a química, informática, biologia e a medicina experimental. Para a obtenção de mais informações sobre o evento, consultar a respetiva página web.

E: secretariat@ldorganisation.com

URL: http://www.ldorganisation.com/produits.php?langue=english&cle_menus=1238915417

V Hands-on Course from “Proteomics to Proteins”

1 – 14 julho 2012 em Lisboa

A quinta edição do curso *Hands-on Course from “Proteomics to Proteins”* irá realizar-se entre os dias 1 e 14 de julho de 2012 no Departamento de Química da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa (FCT-UNL), situado na Caparica. O curso irá incidir sobre os seguintes temas relacionados com o estudo de proteínas: i) Introdução à proteómica e espectrometria de massa; ii) Expressão heteróloga e purificação de proteínas; iii) Cristalografia de raios-X de proteínas; iv) RMN biomolecular de proteínas; v) Eletroquímica de proteínas. O objetivo geral deste curso consiste em proporcionar a cada participante o conhecimento fundamental de base e a experiência prática necessária para levar a cabo trabalhos relacionados com a análise de proteínas, desde a identificação e purificação de proteínas, à informação/caracterização estrutural. Para obter mais informações ou realizar a inscrição no curso, deve consultar a página web do mesmo.

E: isabelmoura@fct.unl.pt

URL: <http://sites.google.com/site/proteinsproteomics/home>



4th EuCheMS chemistry congress

26 – 30 agosto 2012 em Praga, República Checa

O 4^o Congresso Europeu de Química irá decorrer entre os dias 26 e 30 de Agosto de 2012, em Praga, República Checa, sendo organizado pela European Association for Chemical and Molecular Sciences (EuCheMS), a qual congrega cerca de 50 sociedades, incluindo a Sociedade Portuguesa de Química, representando um total de 150000 químicos. À semelhança do sucesso das edições anteriores deste congresso (Budapeste 2006, Torino 2008 e Nuremberga 2010), a 4^a edição proporcionará a oportunidade de apresentar as investigações mais recentes em todas as áreas da química, reunindo cientistas da indústria, academia e instituições governamentais, gerando uma plataforma para a discussão das contribuições da química para a inovação na Europa e no mundo, procurando responder aos grandes desafios globais. Mais informações poderão ser obtidas na página web do evento.

E: info@euchems-prague2012.cz

URL: <http://www.euchems-prague2012.cz/>

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

16 – 20 abril 2012 em Graz, Áustria

11th World Filtration Congress (WFC11)
E: info@wfc11.at
URL: <http://www.wfc11.org>

16 – 21 abril 2012 em Corfu, Grécia

12th Eurasia Conference on Chemical Sciences
E: eurasia12@conf.uoi.gr
URL: <http://eurasia12.uoi.gr>

23 – 24 abril 2012 em Boston, EUA

Flow Chemistry Congress
E: a.woodley@selectbiosciences.com
URL: <http://www.selectbiosciences.com/conferences/FCC2012/index.aspx>

9 – 11 maio 2012 no Porto, Portugal

3rd Portuguese Young Chemistry Meeting – 3PYChem
E: 3pychem@spq.pt
URL: <http://www.spq.pt/gqj/3pychem>

23 – 24 maio 2012 no Porto, Portugal

Primeiras Jornadas de Química da FCUP – Faculdade de Ciências da Universidade do Porto
E: jqumica2012@gmail.com

20 – 25 maio 2012 em Quioto, Japão

10th International Conference on Heteroatom Chemistry
E: tokitoh@boc.kuicr.kyoto-u.ac.jp
URL: <http://oec.kuicr.kyoto-u.ac.jp/~ichac10>

27 – 31 maio 2012 em Sines, Portugal

16èmes Journées d'Études de la Chimie sous Rayonnement
E: jecr2012@spq.pt
URL: <http://www.spq.pt/eventos/jecr2012>

3 – 8 junho 2012 em Métabief, França

Conference on Coordination Chemistry, Organometallic Chemistry and Catalysis
E: gecom2012@u-bourgogne.fr
URL: <http://gecom2012.u-bourgogne.fr>

4 – 6 junho 2012 em Toulouse, França

8th International Conference on Renewable Resources and Biorefineries
E: els@medicongress.com
URL: <http://www.rrbconference.com>

17 – 20 junho 2012 no Porto, Portugal

7th European Meeting on Solar Chemistry and Photocatalysis: Environmental Applications - SPEA7
E: spea7@spq.pt
URL: <http://www.spq.pt/eventos/spea7>

18 – 22 junho 2012 em Lisboa, Portugal

International Symposium on Metal Complexes (ISMEC2012)
E: ismec2012@ist.utl.pt
URL: <http://ismec2012.ist.utl.pt>

24 – 29 junho 2012 em Blacksburg, EUA

44th International Symposium on Macromolecules - IUPAC World Polymer Congress
E: telong@vtu.edu
URL: <http://www.macro2012.org>

26 – 29 junho 2012 em Amesterdão, Holanda

13th Tetrahedron Symposium
E: customerservice-tetrahedron12@elsevier.com
URL: <http://www.tetrahedron-symposium.elsevier.com>

1 – 6 julho 2012 em Munique, Alemanha

15th International Congress on Catalysis
E: martz@dechema.de
URL: <http://events.dechema.de/en/icc2012.html>

1 – 6 julho 2012 em Melbourne, Australia

19th International Conference on Organic Synthesis
E: masr@unimelb.edu.au
URL: <http://www.icos19.com>

4 – 6 julho 2012 em Poitiers, França

RICT 2012 - Interfacing Chemical Biology and Drug Discovery and 48th International Conference on Medicinal Chemistry
E: secretariat@ldorganisation.com
URL: <http://www.rict2012.org>

15 – 20 julho 2012 em Coimbra, Portugal

XXIV IUPAC Symposium on Photochemistry
E: burrows@ci.uc.pt
URL: <http://www.photoiupac2012.com>

15 – 20 julho 2012 em Roma, Itália

22nd International Conference on Chemistry Education - "Stimulating Reflection and Catalyzing Change in Chemistry Education"
E: luigi.campanella@uniroma1.it
URL: <http://www.iccerice2012.org>

18 – 20 julho 2012 em Lisboa, Portugal

6th Spanish Portuguese Japanese Organic Chemistry Symposium
E: aprauter@fc.ul.pt
URL: <http://www.spq.pt/eventos/6SPJOCS>

22 – 27 Julho 2012 em Madrid, Espanha

XVI International Carbohydrate Symposium
E: jjbarbero@cib.csic.es
URL: <http://www.ics2012madrid.com/index.html>

5 – 11 agosto 2012 em Celtic Manor, País de Gales

EUCHEM Conference Molten Salts and Ionic Liquids
E: euchem2012@qub.ac.uk
URL: <http://www.euchem2012.org>

5 – 10 agosto 2012 em Búzios, Brasil

22nd International Conference on Chemical Thermodynamics and 67th Calorimetry Conference
E: wloh@iqm.unicamp.br
URL: <http://www.icct2012.org>

25 – 29 agosto 2012 em Foz do Iguaçu, Brasil

4th International IUPAC Conference on Green Chemistry
E: vaniaz@ufscar.br
URL: <http://congresscentral.com.br/sbq/ufscar/icgc4/index.php>

26 – 30 agosto 2012 em Praga, República Checa

4th EuCheMS Chemistry Congress
E: info@euchems-prague2012.cz
URL: <http://www.euchems-prague2012.cz>

2 – 5 setembro 2012 em Ourense, Espanha

Ourense Conference on Imaging Mass Spectrometry
E: proteomass@proteomass.org
URL: <http://www.ourcon.es>

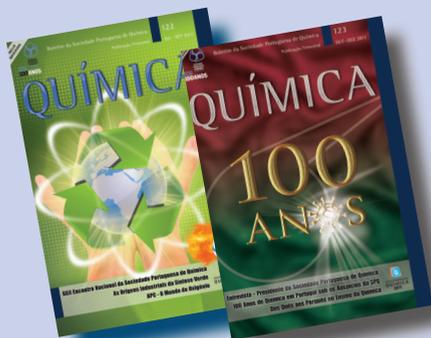
16 – 19 setembro 2012 em Bragança, Portugal

11º Encontro de Química dos Alimentos (11ºEQA)
E: eqa11@ipb.pt
URL: <http://www.spq.pt/eventos/11eqa>

25 – 28 setembro 2012 em Aveiro, Portugal

IV Ibero-American NMR Meeting/VI GERMN Biental Meeting/III Iberian NMR Meeting
E: iberoanmr2012@ua.pt
URL: <http://www.spq.pt/eventos/iberoanmr2012>

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



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

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

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

NORMAS DE COLABORAÇÃO E INSTRUÇÕES PARA OS AUTORES

- Os artigos devem ser enviados por correio eletrónico, para o endereço bquimica@ipb.pt, dirigidos ao Editor do QUÍMICA. O material submetido deverá conter o seguinte:
 - Um arquivo MS Word com as figuras e tabelas incorporadas. O texto deve ser escrito com espaçamento duplo. Tabelas, gráficos e ilustrações devem ser numerados e incorporados com as respetivas legendas descrevendo sumariamente o seu conteúdo. As citações longas devem ficar destacadas no texto; as curtas devem ser colocadas entre aspas.
 - Um arquivo adicional devidamente identificado, por cada gráfico ou ilustração, em formato JPG ou TIFF, com a resolução adequada a uma boa reprodução gráfica no tamanho original.
- Os artigos devem conter um resumo de 50 a 200 palavras com a descrição do respetivo conteúdo. Salvo casos excecionais, os textos não devem exceder cerca de 30 000 caracteres (5 a 6 páginas da revista, incluindo as figuras). As figuras deverão ter a qualidade indispensável.
- Os artigos devem seguir, tanto quanto possível, as recomendações da IUPAC quanto à nomenclatura e unidades.
- As referências devem ser numeradas consecutivamente à medida que forem citadas ao longo do texto e indicadas por um número colocado entre parênteses retos (exemplos: [1] ou [2, 3] ou [4-8]). As referências devem ser reunidas no fim do texto, obedecendo aos seguintes formatos:

LIVROS:

- [1] S.J. Formosinho, Fundamentos de Cinética Química, Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa, 1982.
- [2] R.S. Turner, 'University Reformers and Professional Scholarship in Germany, 1760-1806', in L. Stone (ed.), The University in Society, Princeton: Princeton University Press (1974) 495-531.
- [3] R.S. Turner, op. cit. 'University', 496-497.

PUBLICAÇÕES PERIÓDICAS:

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

FONTES MANUSCRITAS:

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

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

ENDEREÇOS ELETRÓNICOS:

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

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

- Os agradecimentos devem ser colocados no fim dos artigos, antes das referências.
- O corpo editorial acusará a receção das colaborações propostas e os textos serão apreciados por um ou mais avaliadores. Com base nas apreciações obtidas, será decidida a aceitação, recusa das colaborações propostas, ou eventualmente a revisão dos textos pelos autores antes de tomar uma decisão definitiva.
- Em casos especiais, sujeitos à concordância da Comissão Editorial do QUÍMICA, as contribuições poderão ser publicadas em inglês, ou noutra língua estrangeira, devendo então conter um resumo suplementar em português.
- Os artigos submetidos para publicação no QUÍMICA não podem ser submetidos a outras revistas. A reprodução de figuras já publicadas carece da devida autorização pelo detentor dos direitos. A autorização para reproduzir imagens é inteiramente da responsabilidade do autor, o que deverá ser referido nos casos em que se aplique.
- Os direitos de autor dos artigos publicados são propriedade da Sociedade Portuguesa de Química, não se autorizando a sua reprodução total ou parcial, mesmo sob a forma de tradução numa língua diferente, salvo com autorização escrita da Comissão Editorial.
- No caso dos autores desejarem corrigir as provas dos textos aceites para publicação, deverão indicá-lo expressamente aquando da submissão do manuscrito.
- As provas tipográficas dos artigos em coautoria, bem como as separatas, serão enviadas para o autor responsável, a menos que o Editor seja informado do contrário.
- A inobservância de qualquer das normas de colaboração poderá levar à devolução do texto recebido.

CONTACTOS:

Editor do Boletim da Sociedade Portuguesa de Química: **HELDER TEIXEIRA GOMES**
Departamento de Tecnologia Química e Biológica - Escola Superior de Tecnologia e Gestão - Instituto Politécnico de Bragança
Campus de Santa Apolónia - 5301-857 Bragança
Tel.: 273 303 110 - E-mail: bquimica@ipb.pt