

EDITORIAL	2
NOTICIÁRIO SPQ	
Medalhas na XVII Olimpíada Ibero-Americana de Química	3
11.º Encontro de Química dos Alimentos	4
XXIV IUPAC Symposium on Photochemistry	6
International Symposium on Metal Complexes (ISMEC2012)	7
Simpósio de Homenagem ao Prof. Doutor Fernando Ramôa Ribeiro	9
3 rd ITQB PhD Students' Meeting	10
Encontros de RMN em Aveiro	11
4 th EuCheMS Chemistry Congress	12
4 th EuCheMS Career Days	14
Robert Lefkowitz e Brian Kobilka são os Laureados com o Prémio Nobel da Química 2012 pelos "Estudos Sobre os Recetores Acoplados à Proteína G"	14
1 ^{er} METROCOL - Apadrinhamento do Laboratório de Química e Biomedicina do Instituto Nacional de Metrologia da Colômbia	16
Falecimento do Professor Manuel Ribeiro da Silva	16
ANO INTERNACIONAL DA QUÍMICA	
Ano Internacional da Química no Brasil	17
LIVROS E MULTIMÉDIA	
Life on the Edge. Peter Danckwerts GC MBE FRS brave, shy, brilliant <i>Sebastião J. Formosinho</i>	21
Ensino Experimental das Ciências. Um Guia para Professores do Ensino Secundário. Física e Química <i>Maria Helena Caldeira</i>	22
Histórias com Química <i>João Paiva</i>	23
ENTREVISTA	
José Empis – Vencedor do Prémio EuCheMS Award for Service 2012 Entrevista conduzida por Aída Moreira da Silva	25
Livia Sarkadi – Presidente da Divisão de Química Alimentar da EuCheMS Entrevista conduzida por Joana Amaral	29
ARTIGOS	
Alergénios Alimentares: o que São, o que Provocam e como Detetá-los? <i>Joana Costa, Maria Beatriz P.P. Oliveira e Isabel Mafra</i>	33
Desenvolvimento de Metodologias para a Produção de Vinho sem Adição de Anidrido Sulfuroso <i>Cláudia Nunes, Ângela Cunha, Élia Maricato, Mickael C. Santos, José A. Lopes da Silva, Sónia Mendo, Sílvia M. Rocha, Jorge A. Saraiva e Manuel A. Coimbra</i>	39
Desenvolvimento de um Ingrediente Alimentar Funcional: Caracterização por Aniquilação do Positrão <i>M.F. Ferreira Marques, C.I.C. Galhano e A. Moreira da Silva</i>	45
Novas Formas para Velhos Fármacos <i>Vânia André</i>	51
As Conversas de Jane <i>João Paulo André</i>	57
QUÍMICA E ENSINO	
Identificação de "Pós Brancos" usando "Produtos Químicos Domésticos": Uma Atividade para Motivar o Interesse pela Química <i>Regina M.S. Sousa, Paulo Ribeiro Claro e Brian J. Goodfellow</i>	65
Ensinar Química com Telemóveis Inteligentes: a Tabela Periódica em Código QR <i>Vasco D.B. Bonifácio</i>	71
MÓDULOS INQUIRY	
Módulos <i>Inquiry</i> . Desenvolvimento e Utilização de Recursos Educativos para a Potenciação do <i>Inquiry Based-Learning</i> no Ensino da Química <i>Carla Morais, João Paiva e Nuno Francisco</i>	73
"Precisas de Química para Seres um Bom Cirurgião Ortopedista?" módulo <i>inquiry</i> para o estudo do equilíbrio químico de oxidação-redução <i>Carla Morais, Nuno Francisco e João Paiva</i>	78
QUÍMICA PARA OS MAIS NOVOS	81
<i>Marta C. Corvo</i>	
DESTAQUES	85
AGENDA	88

Entrevista 25

Entrevista ao Prof. José Empis, vencedor do EuCheMS Award for Service 2012, pela sua contribuição para a EuCheMS.



Artigo 33

Os alérgenos alimentares como um problema emergente de saúde pública: o que são, o que provocam e como detetá-los?



Química e Ensino 71

A Tabela Periódica em código QR: uma nova metodologia de ensino para todos os alunos, em especial cegos e amblíopes.





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

O final de ano é tradicionalmente a altura propícia para a realização de balanços sobre o passado e de reflexões sobre o futuro. A nível social, o ano de 2012 ficará certamente marcado pelo aumento do desemprego, pela diminuição das disponibilidades financeiras das famílias e pelo aumento de tensões em vários setores da atividade económica. Neste contexto, 2013 surge ameaçador, exigindo flexibilização de políticas e sinais notórios de inversão da situação económica do país, sob pena de rutura social. Em particular, os cortes previstos no orçamento de estado do ensino superior para 2013, em discussão na Assembleia da República no momento em que escrevo estas linhas, cuja proposta inicial rondavam em média 9,4%, continuam a ameaçar o funcionamento das instituições, a sustentabilidade do sistema de ensino superior e a capacidade de inovação e de desenvolvimento tecnológico do país. Por outro lado, em tónica positiva, a Química e a Sociedade Portuguesa de Química deixam na memória várias boas notícias em 2012. Pela primeira vez na história da participação de equipas portuguesas na Olimpíada Ibero-americana de Química, os nossos representantes trouxeram para casa quatro medalhas, uma de prata e três de bronze. Tal feito mereceu destaque na primeira página de um jornal de grande circulação nacional e referência num popular espaço de comentário político na televisão, realçando a importância do esforço dos jovens na obtenção de bons resultados e que deles depende também o sucesso do país. 2012 fica também marcado pela comemoração oficial do centenário da SPQ, que teve como seu ponto alto uma Assembleia Geral Extraordinária no *Amphiteatro de Chimica da Escola Polytechnica*, no dia 9 de fevereiro, o mesmo local onde foi realizada a primeira reunião da SPQ. Muitas outras boas notícias marcaram o ano, como podem ser recordadas nas páginas do QUÍMICA. Esperamos que 2013 seja também um bom ano para a Química, uma ciência central para o desenvolvimento sustentável da humanidade. Sem ela não seria possível vencer os desafios globais que o mundo enfrenta, como a necessidade de garantir alimentação em quantidade e qualidade para uma população mundial em grande crescimento.

O presente fascículo foi idealizado e preparado para dar precisamente destaque à Química dos Alimentos. São vários os desafios identificados e incentivados pela União Europeia, entre os quais no domínio da produção de alimentos, de doenças relacionadas com a dieta, segurança, etc. No sentido de melhor compreendermos a importância destes desafios, tivemos o prazer de entrevistar a Dr. Livia Sarkadi, Presidente da Divisão de Química Alimentar da EuCheMS, que nos falou do papel da Divisão e dos Químicos Alimentares em geral, entre outros assuntos, no desenvolvimento desta importante área do conhecimento. Publicamos também uma entrevista ao Prof. José Empis, recentemente galardoado com o Prémio "EuCheMS Award for Service", como reconhecimento da sua contribuição na EuCheMS. A aludir ao tema deste fascículo poderá ainda encontrar três artigos completos. O primeiro aborda a questão das alergias alimentares, que tem vindo a aumentar nos últimos anos, apresentando-se atualmente como um problema emergente de saúde pública. Saiba o que são alergénios alimentares, o que provocam e como detetá-los. Os sulfitos, presentes no vinho devido a aditivos sulfurados que tem como objetivo garantir ao produto propriedades antissépticas e antioxidantes, são exemplos de compostos alérgicos para um crescente número de consumidores. No segundo artigo são apresentadas várias metodologias, nomeadamente a utilização de filmes à base de quitosana reticulados com genipina e a tecnologia de alta pressão hidrostática, que permitem conferir as desejadas propriedades ao vinho sem necessidade de recorrer a aditivos sulfurados. No terceiro artigo é abordada a definição de ingrediente alimentar funcional e a utilização de técnicas avançadas para a sua caracterização. Encontrará ainda todas as outras seções a que habituamos os nossos leitores.

Em pleno período de festas, aproveite a oportunidade para vos desejar um 2013 cheio de boas notícias!

Boa leitura!

ERRATA

No artigo *Afinidade Eletiva: Antoine-Laurent e Mme Lavoisier*, da autoria do Professor Jorge Calado (QUÍMICA 126 (2012) 13-19), o endereço de correio eletrónico saiu errado. Aqui fica o endereço correto (jcalado@ist.utl.pt) e um pedido de desculpas ao autor.

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 127, out – dez 2012

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

Editor
Helder Gomes

Editores-Adjuntos
Carlos 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
1655 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 do 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

MEDALHAS NA XVII OLIMPÍADA IBERO-AMERICANA DE QUÍMICA

Desta vez a química teve honras de primeira página num jornal diário de difusão nacional. Os quatro representantes de Portugal na XVII Olimpíada Ibero-Americana de Química, que decorreu, de 22 a 30 de setembro de 2012, na cidade de Santa Fé, Argentina, obtiveram uma medalha de prata e três de bronze. A chegada da equipa portuguesa, no aeroporto de Francisco Sá Carneiro, Porto, foi saudada com palmas entusiásticas dos familiares e amigos dos premiados, ramos de flores, e entrevistas e fotografias dos jornalistas.

Como os jornalistas referiram na notícia do Jornal de Notícias do dia 2 de outubro de 2012, “não consta que estas atividades atraíam multidões”, mas é importante que sejam divulgadas nos órgãos de comunicação social e que os jornalistas e diretores de jornais reconheçam, que à semelhança dos jogos desportivos, outras iniciativas devem ser notícia de primeira página para servir de incentivo aos jovens. É cada vez mais importante mostrar que o esforço intelectual também vale a pena.

Foi a primeira vez que a equipa portuguesa trouxe quatro medalhas. Não devemos esquecer que já no ano de 2011 toda a equipa portuguesa tinha sido medalhada, mas devido a vicissitudes várias foi só constituída por três estudantes.

Este ano os medalhados foram o Ricardo Jorge Pereira Rodrigues, com a medalha de prata, que estudou na Escola Secundária Emídio Garcia de Bragança, e, com medalhas de bronze, o João Pimenta Pereira, que estudou na Escola Secundária D. Inês de Castro em Alcobaça, a Catarina da Cunha e Silva Martins Costa, que estudou na Escola Secundária Soares de Basto em Oliveira de Azeméis e a Maria Carolina Amoedo Gonçalves, da Escola Secundária Infanta D. Maria em Coimbra. De referir que a Maria Carolina Amoedo Gonçalves ganhou a medalha de bronze na Olimpíada de Química+ deste ano de 2012, cuja



Os alunos portugueses participantes na XVII Olimpíada Ibero-Americana de Química após a atribuição das medalhas: João Pereira, Catarina Martins Costa, Carolina Gonçalves e Ricardo Rodrigues

final se realizou em maio na Universidade de Aveiro, e que foi noticiado no número 126 deste Boletim.

Nunca será demais reconhecer que o mérito é dos estudantes. É óbvio que todos os envolvidos na sua formação, pais e professores, contribuíram para o seu sucesso. Os pais apoiaram-nos e incentivaram-nos a saber cada vez mais e melhor, e os professores deram-lhes as bases científicas de que precisavam, para além de muitos outros incentivos. Contudo, se não fosse o esforço e dedicação individual de cada estudante, qualquer empenho dos pais e professores não teria dado os resultados que aqui se celebram.

As Olimpíadas de Química constam de duas provas, uma prática, com a duração de quatro horas, e uma teórica, com a duração de cinco horas. Se as compararmos com os jogos olímpicos tratam-se de duas provas de fundo onde os alunos têm que mostrar que dominam muito bem os conhecimentos científicos para conseguir responder a todas as questões dentro do tempo previsto. É sempre com muito orgulho que ouvimos os corretores das provas do país organizador elogiarem os estudantes portugueses

por mostrarem que sabem pensar. Esta é uma mais-valia para a sua vida futura e não somente serem um recetáculo de conhecimentos que com o tempo poderão esquecer. Este facto é reconhecido pelos próprios alunos que nos enviam cartas de agradecimento onde podemos ler:

“Tudo o que eu aprendi nas olimpíadas tem-me sido muito útil, não tanto pelas matérias em si, mas sim pelas capacidades de conseguir resolver problemas que fogem da normalidade do que estamos habituados a resolver, ou, dito de outra forma, as olimpíadas deram-me capacidade de, quando empanco nalgum problema nos exames, conseguir olhar para eles de outra perspetiva, e, às vezes, conseguir resolvê-los, e por isso, estou muito grato por tudo o que as Doutoradas fizeram por mim.”

Mais do que as medalhas são estes dizeres dos alunos, que têm participado nestas provas, que nos incentivam a todos a continuar.

Clara Magalhães e Diana Pinto
(mclara@ua.pt)
Mentoras da equipa portuguesa



De 16 a 19 de setembro, decorreu, em Bragança, mais um encontro da série “Química dos Alimentos”. A 1.ª edição destes encontros ocorreu em 1993 e desde aí têm sido realizados, sempre que possível, com uma frequência bienal, tendo passado já por diversas cidades do país, nomeadamente Santarém, Aveiro, Faro, Coimbra, Porto, Lisboa, Viseu, Beja, Angra do Heroísmo e Braga (integrado no XXII Encontro Nacional da SPQ). Em 2012 coube ao Instituto Politécnico de Bragança, juntamente com o CIMO (Centro de Investigação de Montanha) e a Sociedade Portuguesa de Química, o prazer de organizar, com o apoio da EuCheMS, mais uma edição destes encontros que constituem já uma referência no domínio da Química e da Ciência de Alimentos em Portugal.

Os Encontros de Química dos Alimentos pretendem ser uma plataforma de discussão, divulgação e partilha de conhecimentos entre os participantes. Pretende-se proporcionar, aos investigadores, académicos e profissionais da área, uma oportunidade para partilhar e discutir os desenvolvimentos mais recentes da investigação na área da Química Alimentar e da Ciência e Tecnologia de Alimentos, com ênfase em novas ideias e abordagens inovadoras para a saúde, qualidade e segurança alimentar. O 11.º Encontro

11.º ENCONTRO DE QUÍMICA DOS ALIMENTOS

de Química dos Alimentos (11EQA) teve como temática principal “*Qualidade dos alimentos: novos desafios*”, incluindo no seu programa científico sessões plenárias com oradores convidados, comunicações orais selecionadas e comunicações em formato de poster. O 11EQA foi um encontro muito participado, com mais de 200 participantes, tendo sido apresentadas 31 comunicações orais e 290 comunicações em painel. Entre as comunicações apresentadas, destaca-se a elevada participação de jovens investigadores, que demonstraram um elevado interesse e contribuíram indubitavelmente para o sucesso desta reunião científica. Apesar do encontro ser nacional, estiveram presentes participantes de outros países, nomeadamente de Espanha, Brasil, Eslováquia, Japão, Bulgária, Áustria e Irlanda. Dada a presença destes participantes, apesar da língua oficial do encontro ser o português, foi solicitado aos autores das comunicações orais que os seus diapositivos fossem elaborados em inglês, para que também estes participantes pudessem acompanhar as apresentações do encontro.

O 11EQA teve início no domingo ao final do dia. Após a viagem, os participantes puderam desde logo levantar a documentação do congresso na receção do hotel, tendo sido de seguida convidados para uma receção que decorreu no Museu Abade de Baçal. No final, seguiu-se um pequeno passeio, já noturno, a pé, até ao Castelo de

Bragança, onde se encontra a Igreja de Santa Maria e a Domus Municipalis. Os participantes puderam disfrutar da vista sobre a cidade e da bonita imagem que se tem à noite do castelo com as suas ameias iluminadas. Seguidamente, demos entrada na igreja de Santa Maria onde decorreu um apontamento musical de Guitarra Clássica, brilhantemente executado por Mário Rego Cardoso e João Nuno Teixeira.

Na segunda-feira decorreu a sessão de abertura, destacando-se a presença do Exmo. Sr. Presidente do Instituto Politécnico de Bragança e do Exmo. Sr. Presidente da Câmara Municipal de Bragança. Neste dia decorreram as sessões “Qualidade, Nutrição e Comportamento do consumidor”, cuja plenária sobre as tendências do consumo alimentar a nível mundial ficou a cargo da Dra. Ondina Afonso (PortugalFoods) e “Inovação e Alimentos tradicionais” cuja plenária foi proferida pelo Dr. Jorge Ruiz Carrascal, da Universidade da Extremadura, Espanha. No final da tarde, o encontro integrou ainda um workshop realizado com o apoio do projeto SIAC AgroAli@EU intitulado “Necessidades e oportunidades no setor agroalimentar: o papel do sistema científico e tecnológico nacional”, o qual decorreu no Núcleo Empresarial da Região de Bragança (NERBA). No mesmo local, e com colaboração do NERBA, foi organizada uma mostra de produtos regionais “Mostra Sabores de Origem Transmontana”, na qual não faltaram os produtos mais emblemáticos do Nordeste Transmontano, tais como os enchidos, com as Alheiras em destaque, o azeite, o mel, o folar, os queijos, a castanha, entre outros produtos deliciosos. A cooperação das empresas participantes na mostra permitiu que os participantes no encontro pudessem degustar vários destes produtos, pelo que se dirige um agradecimento especial a todas elas, assim como à colaboração preciosa do NERBA.

Os trabalhos prosseguiram na manhã do dia seguinte com a sessão



Sessão de abertura (da esquerda para direita: Diretor da ESA-IPB, Presidente da Câmara Municipal de Bragança, Presidente do IPB, Vice-diretor do CIMO e Presidente da Divisão de Química Alimentar da SPQ)

temática, extremamente participada, dedicada aos Alimentos funcionais e Nutracêuticos. O número de comunicações submetidas para apresentação oral nesta temática, bem como o número de apresentações em poster, denotou o elevado interesse da comunidade científica neste tema. A sessão deu início com a plenária proferida pelo Dr. Jose M. Garcia Fernandez, da Universidade de Sevilha, Espanha, seguindo-se a apresentação de 7 comunicações orais. Durante a tarde foram realizadas diferentes visitas técnicas, as quais procuraram também aliar uma vertente lúdica na tentativa de dar a conhecer aos participantes um pouco da região. Dado o elevado número de participantes, mediante inscrição prévia, estes foram distribuídos em 4 visitas: um grupo visitou as instalações da salsicharia tradicional Bísaro, localizada em Gimonde, Bragança, seguida de visita à aldeia de Rio de Onor, atravessada pela fronteira entre Portugal e Espanha e que subsiste ainda como aldeia comunitária; outro grupo dirigiu-se a Vinhais, onde decorreu a visita à indústria transformadora de carne suína com certificação, Vifumeiro, seguida de uma visita ao Parque Biológico e ao Centro Interpretativo de Raças Autóctones; um terceiro grupo, visitou a Indústria de processamento alimentar Sortegel, localizada em Sortes, Bragança, seguindo depois para um passeio livre na albufeira do Azibo, recentemente eleita como uma das 7



Vista geral do auditório, sessão plenária (Jose Garcia Fernandez) e debate com os moderadores e oradores (comunicações orais) no final de diferentes sessões

maravilhas – Praias de Portugal. Por último, ao quarto grupo foi proposta uma visita apenas de carácter lúdico e cultural, fazendo um percurso guiado por alguns museus e monumentos da cidade de Bragança. No final do dia, decorreu o jantar do congresso animado pelo som de gaita-de-foles e pela dança das Pauliteiras de Miranda.

No último dia decorreu, na parte da manhã, a sessão dedicada à temática “Segurança, Rastreabilidade e Autenticidade”, introduzida pela pales-

tra intitulada *International monitoring and control systems for food safety*, na qual o Dr. Roland Poms (MoniQa Association, Viena, Áustria) expôs os diversos aspetos prementes e atuais relativamente à agenda Europeia no que concerne a este tema. Da parte da tarde decorreu a 5.ª e última sessão dedicada ao tema “Tecnologias de processamento e conservação”. Para esta última sessão, foi convidada a compartilhar o seu conhecimento com os participantes sobre *Quality by Design for packaging and shelf life*



Visita à Salsicharia Bísaro, Quinta das Covas e à Aldeia de Rio de Onor

of *Fresh products*, a Dra. Maria José Sousa-Gallagher, portuguesa, mas residente na Irlanda, onde trabalha no University College Cork. De referir ainda que, no decorrer do encontro, teve lugar a reunião da Divisão de Química Alimentar da SPQ, onde se decidiu que o encontro seguinte decorrerá em 2014 em Lisboa e será organizado pelo Centro de Engenharia

dos Biosistemas, Instituto Superior de Agronomia (CEER-ISA).

Para o sucesso do 11EQA muito contribuíram os participantes com o seu dinamismo, bem como com a diversidade e número de trabalhos de elevada qualidade científica apresentados, que deixaram bem patente o interesse e relevância dos temas que centrali-

zaram as atividades deste encontro. Os patrocínios e apoios concedidos pelas mais diversas entidades e empresas, a quem a Comissão Organizadora dirige um sincero agradecimento, foram igualmente determinantes para o sucesso do encontro! Não podemos deixar de dirigir uma palavra especial de agradecimento ao apoio concedido pela Câmara Municipal de Bragança, NERBA e Fundação Calouste Gulbenkian, bem como para todas as empresas agroalimentares que de diversas formas apoiaram a realização do encontro, todas as empresas de equipamentos e reagentes de laboratório, com especial destaque para as que estiveram presentes com *stands*, e todas as demais instituições que nos deram o seu apoio.

Joana Amaral
(jamaral@ipb.pt)
Comissão Organizadora



XXIV IUPAC SYMPOSIUM ON PHOTOCHEMISTRY

Realizou-se, nos dias 15 a 20 de julho de 2012, na Universidade de Coimbra, o *XXIV IUPAC Symposium on Photochemistry*, um evento que teve o apoio da Sociedade Portuguesa de Química. À semelhança dos Simpósios precedentes, o *IUPAC Symposium* foi um êxito consubstanciado nos 640 participantes, provenientes de 53 países. As maiores delegações presentes no evento foram a portuguesa, a japonesa e a espanhola, com 94, 93 e 72 participantes, respetivamente. Há ainda a destacar que metade da delegação portuguesa foi constituída por alunos de pós-graduação. Estes fac-

tos são representativos do impacto da comunidade portuguesa de fotoquímicos e fotofísicos no desenvolvimento atual e futuro da Ciência em Portugal. O Simpósio iniciou-se no dia 15 de julho com uma recepção de boas vindas no Museu da Ciência, em que todos os participantes puderam disfrutar não apenas do espólio do Museu, mas também do ambiente único proporcionado pelo edifício Pombalino. A abertura oficial decorreu no dia 16 de julho (Figura 1), tendo sido precedida por uma lição proferida por Gregory Scholes (Toronto, Canadá) sobre mecanismos quânticos para

aproveitamento de luz na fotossíntese; as restantes lições plenárias foram proferidas por: Vivian Yam (Hong Kong, China), sobre organometálicos fotofuncionais; Guillermo Bazan (Santa Bárbara, Califórnia, E.U.A.), sobre aplicações de polieletrólitos e oligoeletrólitos conjugados em optoeletrónica e bioeletrónica; Anthony Harriman (Newcastle, Inglaterra), sobre antenas artificiais para captação de luz; Franco Scandola (Ferrara, Itália) abordou as estratégias supramoleculares para unidades funcionais em fotossíntese artificial; Ben Feringa (Gröningen, Holanda) proferiu uma lição onde reviu como controlar a agregação e o movimento através da luz; a lição proferida por Sebastião Formosinho e Luís Arnaut tratou da relevância do estudo de reações elementares na compreensão de processos fotoquímicos para o desenvolvimento de novas moléculas para a terapia fotodinâmica. O programa científico foi complementado com 22 lições convidadas, 111 comunicações orais, organizadas em 3 sessões paralelas, e cerca de 400 comunicações em painel. Os trabalhos apresentados focaram as mais diferentes áreas da fotoquímica, des-



Figura 1 – Cerimónia de abertura, com a presença dos Profs. Sílvia Braslavsky (IUPAC), João Gabriel (Reitor da UC), Hugh Burrows (Chairman), Luís Neves (Diretor da FCTUC) e Joaquim Faria (SPQ) (da esquerda para a direita)

de o desenvolvimento de novos materiais para aplicações médicas, células solares, fotorremediação de águas residuais, terapia fotodinâmica, manipulação de nanoestruturas, mimetização de biofuncionalidades e recuperação de objetos de arte. Todas as sessões, orais e em painel, tiveram uma elevada participação, o que permitiu uma discussão aprofundada e participada dos temas apresentados.

Nesta edição do *IUPAC Symposium on Photochemistry* foram vários os prémios atribuídos, sendo de salientar: a *medalha Porter*, a Thomas Meyer (Figura 2), da Universidade da Carolina do Norte (E.U.A.); o *prémio EPA*, a Karl Borjesson, da Universidade de Chalmers (Suécia); o *prémio Langmuir* (ACS), para a melhor apresentação oral de jovens fotoquímicos, atribuído a Danielle Wilson (Canadá); a melhor apresentação em painel (*prémio IUPAC*), atribuída a Waheed Saban (África do Sul) e a Joanna Malicka (Bélgica); e a melhor apresentação em painel de estudantes de doutoramento, atribuída a Karel



Figura 2 – Aspeto do convívio informal que precedeu o banquete do Simpósio. Profs. Hugh Burrows (UC), Thomas Meyer (Universidade da Carolina do Norte e galardoado com a medalha Lord George Porter) e Sebastião Formosinho (UC)

Goossens (Bélgica) e a Giorgio Pariani (Itália).

A Organização do Simpósio contou ainda com o apoio dos seguintes patrocinadores: Bluepharma, Caixa Geral de Depósitos, Edinburgh Instruments, Elsevier, FCT, Gildden Photonics, Hamamatsu, Langmuir, M.T.

Brandão, Paralab, Photochemical & Photobiological Sciences, PicoQuant e Springer.

O *XXV IUPAC Symposium on Photochemistry* será em Bordéus em 2014.

Hugh Burrows e Artur Valente
(burrows@ci.uc.pt, avalente@ci.uc.pt)
Comissão Organizadora

INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON METAL COMPLEXES (ISMEC2012)

A edição de 2012 do *International Symposium on Metal Complexes* (ISMEC2012) realizou-se em Lisboa, de 18 a 22 de junho de 2012, na Fundação Calouste Gulbenkian, e teve como objetivo principal a apresentação e a discussão dos mais recentes e importantes desenvolvimentos e inovações nas diversas áreas relacionadas com os complexos metálicos. A presente edição deste simpósio é também o XXIII Italian-Spanish Meeting Thermodynamics of Metal Complexes. Contudo, como ao longo dos últimos anos este formato de encontro anual tem assistido a um enorme incremento no interesse e número de participações de cientistas a nível mundial, na edição de 2010, o Grupo Italiano-Espanhol de termodinâmica de complexos metálicos decidiu a sua internacionalização e abertura a novas áreas. Assim, foi decidido estabelecer o “*European Group of Thermodynamics of Metal complexes*”, assim como o acrónimo ISMEC para *International Symposium on Metal Complexes*.

A realização do ISMEC2012 em Lisboa surge como a primeira edição do simpósio realizada fora de Espanha ou Itália. Esta edição emerge como um marco e um passo em frente na internacionalização do ISMEC, tendo resultado num aumento de cerca de 100% relativamente ao número usual de participantes. A conferência contou com a participação ativa de mais de 200 participantes (Professores, Investigadores e Estudantes) originários de 27 países, a maior parte deles Europeus (Alemanha, Áustria, Bélgica, Bulgária, França, Espanha, Hungria, Itália, Letónia, Polónia, Portugal, Reino Unido, República Checa, Roménia, Rússia, Suíça e Turquia) e 10 países não Europeus (África do Sul, Argélia, Argentina, Austrália, Brasil, Canadá, China, Estados Unidos da América, Japão e Uruguai).

Esta opção estratégica na evolução do simpósio ISMEC teve por objetivo fomentar o intercâmbio de novas ideias e o aumento de projetos de

colaboração em novas áreas de ponta relacionadas com a termodinâmica de complexos metálicos, tendo sido dada especial ênfase à ligação entre a investigação científica fundamental e a sua inovação associada à larga gama de aplicações, especialmente orientadas para fins ambientais e biomédicos.

Assim, no âmbito do ISMEC2012, foram aceites e discutidas apresentações que se incluíram nos vários tópicos abaixo descritos, embora especialmente focados na química dos complexos em solução e suas aplicações:

- *Solution equilibrium and coordination chemistry*
- *Metal complexes of biological and environmental interest*
- *Supramolecular chemistry*
- *Metal-complex interactions with biomolecules*
- *Chemistry and cultural heritage*
- *Nanostructured metal complexes*



Cerimónia de abertura



Vista parcial da audiência (A3-FCB)



Chris Orvig (UBC, Canadá)



Carlos Geraldès (UC, Portugal)



E. García España (UV, Espanha)


 Entrega do Prémio Pullidori
(J. González García)

- *Metals in diseases: transport, homeostasis and toxicity*
- *Metal-based drugs: therapy and diagnosis*
- *Metalloenzymes: metal binding and models*
- *Analytical methods and sensors based on metal complexes*
- *Computational modeling*

A agenda da conferência incluiu 5 Lições Plenárias, 10 Lições Orais Convidadas (*Keynotes*), 51 Comunicações Orais (selecionadas pela organização e apresentadas em 2 sessões paralelas) e 114 apresentações em Painel, um Prémio Pullidori, e ainda uma Mesa Redonda com o Grupo ISMEC.

O Comité Organizador do ISMEC2012 convidou 15 reputados investigadores e cientistas internacionais para as lições plenárias e convidadas, cujos temas exibiram uma resposta perfeita ao desafio colocado pela organização, além de promoverem debates e discussões de elevado nível científico. Descrevem-se a seguir os títulos das 5 Lições Plenárias:

- “Redox metals in neurodegenerative diseases, and therapeutic perspectives”, Robert R. Crichton, University Catholique de Louvain, Bélgica
- “Metal ion selective sequestering agents, with selective properties”, Kenneth N. Raymond, University of California, Berkeley, E.U.A.
- “Medicinal inorganic chemistry”, Chris Orvig, University of British Columbia, Vancouver, Canadá
- “Metal-based chelates and nanosystems for multimodal molecular imaging applications”, Carlos F.G.C. Geraldès, Universidade de Coimbra, Portugal
- “Luminescent silica nanoparticles: extending the frontiers of brightness”, Luca Prodi, University of Bologna, Itália

Foram ainda apresentadas as seguintes Lições *Keynote*:

- “The chemistry behind the use of bioassays to assess metal toxicity: pH influence, complexation equilibria”, Isabel Villaescusa, University of Girona, Espanha

- “Structural and thermodynamic aspects of thiol binding to metal ions in excentric proteins”, Henryk Kozłowski, University of Wrocław, Polónia
- “Metal complexes defining aluminium’s exposome”, Christopher Exley, University of Keele, Reino Unido
- “Modelling of molecular properties. Fundamental principles and case studies with transition metal complexes”, Peter Comba, University of Heidelberg, Alemanha
- “Cation, anion and ion-pair binding with branched polyamines”, Antonio Bianchi, University of Florence, Itália
- “Macrocyclic architectures for recognition of anions and metal ions”, Rita Delgado, ITQB/Universidade Nova de Lisboa, Portugal
- “Metal ion and anion coordination chemistry of pyrazole azamacrocycles”, Enrique García-España, University of Valencia, Espanha
- “Interaction of hydroxamic acids with metal ions: from simple complexes to metallacrowns”, Fernando Secco, University of Pisa, Itália
- “Mechanistic modelling of actinides and lanthanides extraction by ionic liquids: a first step towards a general model”, Isabelle Billard, IPHC/DRS, Strasbourg, France
- “Chemical speciation in environment and biomedicine: examples to technological development”, Manuel Valiente, University Autònoma of Barcelona, Espanha

É de salientar que todos os *resumos* aceites para apresentação no ISMEC2012 estão publicados *online* num livro da série “Acta of ISMEC Symposia, Vol 2 (ISSN 2239-2459, <http://mat520.unime.it/ismecacta>), permitindo assim uma rápida divulgação dos mais recentes desenvolvimentos de investigação científica apresentados e discutidos no simpósio. Por outro lado, reconhecendo a grande importância da internacionalização do ISMEC, concretizada na presente edição, o prestigiado jornal internacional Dalton Transactions (RSC) associou-se a este evento científico, tendo oferecido a publicação de um volume especial temático dedicado a este

simpósio e intitulado “The chemistry and applications of metal complexes”, o qual incluirá uma seleção dos artigos mais relevantes apresentados no âmbito deste congresso.

A presente edição do ISMEC (ISMEC2012), foi organizada pelo *Instituto Superior Técnico* da Universidade Técnica de Lisboa, em cooperação com a Sociedade Portuguesa de Química, tendo como Presidente da Comissão Organizadora a Prof. Maria Amélia Santos. O Comité Científico Internacional (CCI) do ISMEC2012 foi incumbido de selecionar o recipiente

do Prémio Pulidori (5th Edition), de entre 30 concorrentes, jovens investigadores participante no ISMEC2012 e autores de um artigo original publicado no período 2010-2012. O premiado deste ano foi Jorge González García, da Universidade de Valencia, com um artigo intitulado “Kinetics of Zn²⁺ complexation by a ditopic phenanthroline-azamacrocyclic scorpionand-like receptor”, *Chem. Commun.* 2012, 48, 1994-1996. Um *resumo* alargado deste trabalho será também publicado na revista “La Chimica e L’industria”, o jornal oficial da Sociedade Italiana de Química.

A próxima Edição do ISMEC (ISMEC2013) realizar-se-á em Burgos (Espanha), em junho de 2013. O ISMEC2012 contou com o apoio institucional do IST, SPQ, CQE, FCG, a colaboração das empresas CGD, BPI, HOVIONE, ILC, TAP, Labor Spirit, Cruz-Porto, Hotel Açores e ainda dos departamentos de turismo das CM Lisboa e CM Sintra.

Maria Amélia Santos

(masantos@ist.utl.pt)

Presidente da Comissão Organizadora do ISMEC2012



Jantar social (CCB)



Visita a Sintra (grupo parcial)



Comissão Organizadora

SIMPÓSIO DE HOMENAGEM AO PROF. DOUTOR FERNANDO RAMÔA RIBEIRO



Decorreu, nos passados dias 8 e 9 de outubro, no Salão Nobre do Instituto Superior Técnico, o Simpósio de Homenagem ao Prof. Fernando Ramôa Ribeiro, subordinado ao tema “From the Active Site to the Process”, um evento que teve o apoio da Sociedade Portuguesa de Química.

Fernando Ramôa Ribeiro, falecido em 29 de agosto de 2011, dedicou toda a sua vida científica à catálise, e em particular à catálise por zeólitos, domínio em que criou um grupo de investigação dinâmico, com uma elevada produtividade, quer a nível de formação de recursos humanos, em particular ao nível de doutoramentos, quer ao nível de publicações e de organização de encontros internacionais. Foi este gru-

po de investigadores que decidiu organizar este Simpósio como forma de homenagear a memória deste Professor e Cientista recentemente falecido.

A atividade científica de Fernando Ramôa Ribeiro deu origem a uma vasta rede de contactos que, de certa forma, se reuniu neste simpósio em sua memória. A sessão de abertura contou com a presença, entre outras personalidades, do Ministro da Educação e Ciência, do Presidente do Conselho Geral e do Reitor da UTL, e do Presidente do IST que, para além da representação institucional, trouxeram os seus testemunhos do relacionamento com o Prof. Ramôa Ribeiro ao longo da sua carreira na área do Ensino Superior e da Ciência em Portugal. A ses-

são contou ainda com a presença do Embaixador de França em Portugal, num reconhecimento ao trabalho desenvolvido por Ramôa Ribeiro em prol da colaboração científica e académica entre Portugal e França.

No plano científico, os trabalhos dividiram-se entre um conjunto de comunicações por destacados membros da comunidade científica ligada à catálise a nível Europeu e de Portugal, e um conjunto de apresentações ligadas a empresas da área da química que em Portugal e em França colaboraram com o Prof. Ramôa Ribeiro e a sua equipa.

As apresentações científicas contaram com personalidades como Michel

Guisnet, orientador do doutoramento do Prof. Ramôa Ribeiro, Michel Che (Universidade Pierre et Marie Curie), Johan Martens (Universidade Católica de Louvain), Jean-Pierre Gilcon (Universidade de Caen) e os nossos colegas José Luís Figueiredo (FEUP), Mariette Pereira (Universidade de Coimbra) e Armando Pombeiro (IST/UTL) e cobriram temas desde a síntese e caracterização de novos materiais até às aplicações em processos industriais, de acordo com o tema geral do Simpósio.



Intervenção do Ministro da Educação e Ciência na cerimónia de abertura do simpósio

Entre as empresas participantes, destacam-se empresas como a GALP Energia, a CUF e o Instituto Francês dos Petróleos e a Petrobras. Nas comunicações dos representantes destas empresas ficou bem patente a necessidade do desenvolvimento da colaboração entre a academia e o tecido Industrial, sempre incentivado por Ramôa Ribeiro, e que deu origem

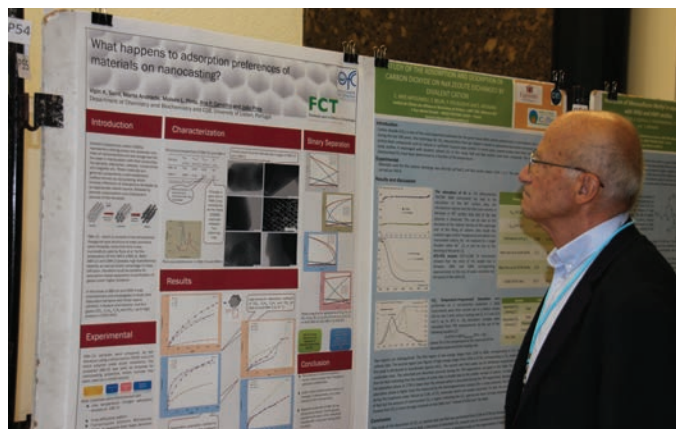
recentemente à criação, pela GALP Energia, na refinaria de Sines, de um polo de investigação, precisamente dedicado ao Prof. Ramôa Ribeiro.

Os trabalhos contaram ainda com a apresentação de cerca de meia centena de posters originários de grupos de investigação de vários países, com particular incidência para os jovens

investigadores que, de alguma forma, estiveram ligados aos trabalhos de investigação do homenageado.

Mais informações sobre o simpósio encontram-se disponíveis em: <http://scrr.ist.utl.pt>.

Francisco Lemos
(francisco.lemos@ist.utl.pt)
Comissão Organizadora



Jacques Védrine, um dos colaboradores de longa data de Ramôa Ribeiro, numa sessão de posters do simpósio



Esquema de uma estrutura de um zeólito em primeiro plano na mesa do simpósio e Vicente Córtez que se prepara para moderar uma das sessões

3RD ITQB PHD STUDENTS' MEETING

O 3rd ITQB PhD Students' Meeting decorreu, de 10 a 12 de outubro de 2012, no Instituto de Tecnologia Química e Biológica da Universidade Nova de Lisboa (ITQB-UNL), um evento apoiado pela Sociedade Portuguesa de Química. Organizado pelos estudantes de doutoramento do ITQB, este encontro anual pretende ser um palco onde, num ambiente descontraído, mas profissional, os alunos mostram e discutem os seus trabalhos com os seus pares. Nesta edição, foram

apresentados 45 trabalhos (23 apresentações orais e 22 apresentações em poster), abrangendo áreas como a Química, Ciências Biológicas e Biotecnologias. Todos os alunos viram o seu trabalho ser discutido de forma bastante entusiástica pelo auditório, o que enriquece e motiva ainda mais o jovem cientista.

O encontro esteve aberto a toda a comunidade científica (entrada livre), tendo sido registadas 243 inscrições

entre estudantes, investigadores, professores e oradores convidados.

Este ano tivemos o prazer de ouvir o Doutor Francisco Dionísio (FCUL) e a Doutora Luísa Figueiredo (IMM-FMUL) falarem sobre "Genetic conflicts" e "Chromatin dynamics in African Trypanosoma", respetivamente, mostrando a boa investigação em Ciências da Vida que se faz em Portugal. Numa vertente mais aplicada, o Doutor Arsénio Fialho (IST) falou-nos

sobre “Bacterial proteins, a new class of multi-functional anti-cancer drugs”.

No último dia do encontro tivemos uma sessão interativa com Miguel Gonçalves, um criativo com uma imaginação sem limites que ao longo dos últimos anos tem vindo a transformar ideias em projetos “out of the box”. Miguel Gonçalves é o fundador da Spark Agency, uma agência criativa especializada em desenvolver ideias e criar plataformas que têm como principal objetivo formar uma interface entre pessoas e empresas. Após 1 hora e meia de conversas interativas a um ritmo alucinante, a “take-home message” para a maioria dos participantes foi “Bater punho e nunca desistir”.

O encontro terminou com um jantar convívio, onde foram premiados os autores das melhores apresentações, e com a promessa de o próximo encontro ser ainda melhor.

**Carla Baltazar, Débora Tavares,
Filipe Almeida, Joana Rolo,
Lia Domingues, Liliana Ferreira, Neuza
Teixeira, Pedro Silva, Sónia Mendes e
Sowmiah Subbiah**
(phds@itqb.unl.pt)
Comissão Organizadora do 3rd ITQB
PhD Students’ Meeting



Sessão interativa com Miguel Gonçalves



Auditório do ITQB durante a palestra de um dos oradores convidados

ENCONTROS DE RMN EM AVEIRO



O 4.º Encontro Ibero-Americano de RMN, juntamente com o 6.º Encontro Bienal do GERMN e o 3.º Encontro Ibérico de RMN, decorreu, de 25 a 28 de setembro de 2012, na Universidade de Aveiro e foi organizado pelo grupo de RMN da SPQ (Luís Mafra e Eurico Cabrita – *Chairs* do evento).

Este triplo evento contou com 200 participantes especialistas em RMN oriundos de várias regiões do planeta, principalmente da Península Ibérica e

da América do Sul (Argentina, Brasil, Colômbia e Uruguai), mas também de França, Alemanha, Itália, Bélgica, República Checa, Holanda, Suécia, Canadá, Reino Unido e Estados Unidos da América.

O programa científico consistiu de 6 comunicações plenárias, 4 comunicações orais convidadas e 9 comunicações orais keynote, 25 comunicações orais e 124 comunicações em poster. Cinzia Guzzi (Espanha), María Mayo-

ral (Espanha), Tiago Ferreira (Suécia) e Victor Munhoz (Brasil) foram os autores apresentadores galardoados com o prémio para melhor poster.

O programa social consistiu na visita às Caves Ferreira seguida de passeio de barco no Rio Douro (Porto) com jantar a bordo.

O próximo encontro Ibero-Americano de RMN será o 5.º e decorrerá em 2013 no Rio de Janeiro, conjuntamente com o 18.º ISMAR (International Society of Magnetic Resonance – <http://www.ismar.org>).

Paula Santos
(iberoanmr2012@ua.pt)
Comissão organizadora



Momentos vividos durante o 4.º Encontro Ibero-Americano de RMN

4th EUChEMS CHEMISTRY CONGRESS



O 4th EuCheMS Chemistry Congress teve lugar em Praga, na República Checa, entre os dias 26 e 30 de agosto de 2012, tendo sido um evento animado e muito participado, no qual foram apresentados quase 1700 trabalhos, entre comunicações orais e em painel. Sem dúvida, este foi um dos maiores congressos de química organizados no país nas últimas décadas!

O congresso integrou 10 sessões principais, de encontro aos tópicos 1) Química Analítica e Eletroquímica, 2) Educação e História, 3) Química Alimentar, 4) Ambiente e Química Verde, 5) Química Inorgânica, 6) Ciências da Vida, 7) Nanoquímica e Nanotecnologia, 8) Química Orgânica e Polímeros, 9) Química Física, Teórica e Computacional e 10) Química do Estado Sólido. Cada uma das sessões científicas principais integrou vários simpósios, o que no seu todo permitiu que os participantes pudessem

ter uma visão compreensiva da química nas suas diferentes vertentes, tendo como tema unificador “Química para um mundo sustentável”. Decorreram ainda simpósios especiais em tópicos como “Química e Ética”.

O congresso teve início na tarde de domingo, dia 26 de agosto, com uma cerimónia, cuja abertura esteve a cargo do Professor Pavel Drasar, presidente da comissão organizadora local. Nesta cerimónia foram entregues o prémio “Química Europeia Sustentável”, atribuído ao Professor Marc Taillefer (Institut Charles Gerhardt, França), e a medalha de ouro “August Wilhelm von Hofmann”, que foi partilhada pelos Professores Sason Shaik (The Hebrew University, Israel) e Martin Quack (ETH Zurich, Suíça).

Seguiu-se uma sessão plenária proferida pelo Professor Jean-Marie Lehn (University of Strasbourg, France), laureado com o prémio Nobel da Química. No final seguiu-se um concerto pelo “Czech Collegium”, que incluiu excertos de musicais conhecidos, como West Side Story, My Fair Lady e o Fantasma da Ópera.

Na segunda feira os trabalhos deram início com a sessão plenária proferida pelo Professor Gerhard Ertl (Fritz Haber Institute of the Max-Planck-Gesellschaft, Alemanha), após a qual o programa de trabalhos se ramificou em diversas sessões que incluíram áreas diversas. No final deste dia, vários conferencistas participaram na receção oferecida pela Sociedade Americana de Química (ACS) e pela Sociedade Germânica de Química (GDCh), Wiley-VCH, ACS Publications e Chemical Abstract Service.

Na segunda e terça feiras decorreram as duas sessões de posters do encontro, onde diversos jovens investigadores apresentaram os seus trabalhos e tiveram oportunidade de discutir resultados com os seus colegas. No final do dia de terça feira, os participantes inscritos para o jantar do congresso disfrutaram a sua refeição no “Grand Monastery restaurant”.

Na quarta feira o dia decorreu com as diferentes sessões de trabalho e culminou com a peça baseada em ciência, “Insufficiency”, do Professor Carl Djerassi (Stanford University, E.U.A.).

Na quinta feira, último dia do congresso, os trabalhos deram início com a apresentação levada a cabo pelo Professor David Milstein (Weizmann Institute of Science, Israel), a quem este ano foi atribuída a honra de proferir a “palestra EuCheMS”, juntamente com o Professor Nazario Martín (Universidad Complutense de Madrid, Espanha). O tópico escolhido para esta palestra foi “A descoberta das reações catalisadas por metais para uma química sustentável”.

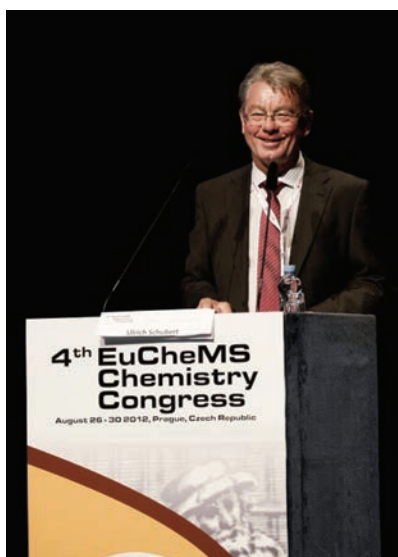
A sessão de encerramento do 4th EuCheMS Chemistry Congress decorreu na tarde de quinta feira, com a palestra do Professor Robert Grubbs (Californian Institute of Technology (Caltech), E.U.A.) sobre o desenho e aplicações de reações seletivas de olefinas. Na cerimónia de encerramento foram anunciados os vencedores do prémio “Jovem Químico Europeu” (European Young Chemist Award, EYCA), que pretende reconhecer a excelência da investigação levada a cabo por jovens investigadores na área das ciências químicas.

Os finalistas deste ano tiveram a oportunidade de apresentar o seu trabalho perante um júri, tendo havido a possibilidade de responderem a questões levantadas, quer pelo júri, quer pela audiência do encontro. Foram atribuídas 2 medalhas de prata e uma de ouro em duas categorias: pós-graduação e graduação. As vencedoras das medalhas de ouro foram Elisabetta Collini, da Universidade de Pádua, Itália, e Shan Jiang, da Universidade de Liverpool, Reino Unido, em cada uma das categorias, respetivamente. A lista completa dos finalistas pode ser consultada em <http://www.eyca2012.org/finalists-2012>, e mais detalhes em <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/chem.201203310/pdf>.

Por último, todos os presentes foram convidados a participar no 5th EuCheMS Chemistry Congress, que irá decorrer em Istambul, Turquia, entre 31 de agosto e 4 de setembro de 2014.

(adaptado de ChemistryViews, doi: 10.1002/chemv.201200104)

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



Ulrich Schubert, Presidente da EuCheMS, na sessão de abertura do congresso



Visão global do auditório



Sessão de posters



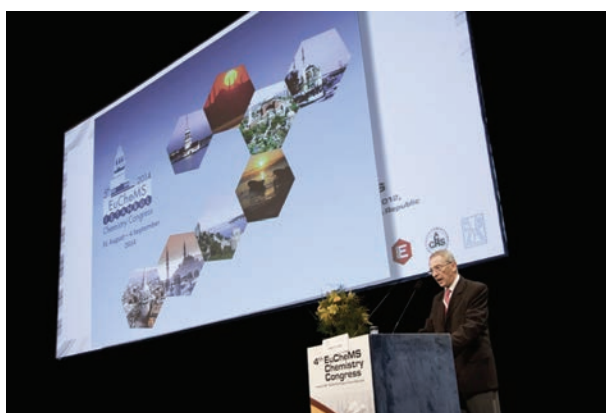
Expositores



Entrega da medalha de ouro (European Young Chemist Award) a Elisabetta Collini, da Universidade de Pádua, Itália



Sessão de encerramento: vencedores do European Young Chemist Award com os representantes da Rede Europeia de Jovens Químicos (EYCN) e os representantes de diversas Sociedades Químicas Europeias



Sessão de encerramento: apresentação da data e local de realização do 5th EuCheMS Chemistry Congress

4TH EUChEMs CAREER DAYS

O Grupo de Químicos Jovens (GQJ) organizou duas sessões temáticas inseridas no evento *Career Days*, promovido pela EYCN (*European Young Chemists Network*) no decorrer do último 4th EuCheMS Congress em Praga, de 26 a 30 de agosto de 2012.

Foram várias as atividades direcionadas a jovens químicos no âmbito desta iniciativa, todas com o objetivo de contribuir para a construção e consolidação de uma carreira científica sólida

em qualquer área da Química: *The art of writing (scientific papers and proposals)*, *Putting your degree to work*, *Chemethics and eCV*, EYCA (*European Young Chemists Award*), *Making chemistry work for you*, *Science Speed Date* e *CV Clinic*. Várias empresas associaram-se a este evento, não só através de apoio financeiro para a deslocação de palestrantes, como também na divulgação de ofertas de emprego e participação ativa no *Science Speed Date*: Evonik, BASF, Bayer, Royal Society of Chemistry, American Chemical Society, Contact Singapore e German Research Foundation.

A organização e coordenação das sessões *Chemethics* e *eCV-optimizing social media* ficou a cargo do GQJ e contou com o patrocínio das empresas Umicore e Boston Scientific. Os oradores convidados para cada sessão foram o Prof. Alexandre Quintanilha e a Dr.^a Marta Agostinho, respetivamente. O Prof. Alexandre Quintanilha

falou em questões tão atuais como a ética em Ciência e a procura da verdade, fornecendo uma visão histórica de grandes acontecimentos que marcaram o desenvolvimento da Ciência tal como hoje a conhecemos. Para o tópico das redes sociais e da forma como um jovem cientista poderá utilizar estas ferramentas para promover a sua carreira, a Dra. Marta Agostinho referiu a importância de estabelecer uma reputação digital na qual o jovem químico deverá demonstrar características de comunicação, trabalho de equipa e responsabilidade, promovendo a interação com colegas na mesma área e possíveis perspetivas de carreira. Todas as atividades promovidas pela EYCN e organizadas pelos representantes das diversas sociedades membro receberam o apoio entusiástico de uma vasta audiência, permitindo o alargamento da rede de contactos e a consolidação da posição da EYCN junto da EuCheMS.

O GQJ gostaria, mais uma vez, de agradecer o apoio por parte da direção da SPQ a mais uma atividade dinamizada pelo GQJ e também às empresas Boston Scientific e Umicore pelo patrocínio financeiro que tornou possível a deslocação dos oradores convidados.



Professor Alexandre Quintanilha e Dr.^a Marta Agostinho durante as sessões "Chemethics" e "eCV", respetivamente

Vânia Calisto, Sérgio Santos
e Mariana Sardo
(gqjovens@spq.pt)
Grupo de Químicos Jovens

ROBERT LEFKOWITZ E BRIAN KOBILKA SÃO OS LAUREADOS COM O PRÉMIO NOBEL DA QUÍMICA 2012 PELOS "ESTUDOS SOBRE OS RECETORES ACOPLADOS À PROTEÍNA G"



Brian Kobilka



Robert Lefkowitz

No organismo humano existem milhares de milhões de células, muitas das quais desempenham papéis específicos e distintos, e que interagem umas com as outras. No comunicado em que anuncia os nomes dos laureados com o Prémio Nobel da Química, a Real Academia Sueca de Ciências explica que cada uma dos milhões de células que compõem o corpo humano tem pequenos recetores que lhe

permite sentir o meio envolvente e adaptar-se a novas situações. Robert Lefkowitz e Brian Kobilka foram distinguidos pelas “descobertas que revelam o funcionamento interno de uma importante família destes recetores: os recetores acoplados à proteína G (GPCRs)”. Desta família de recetores fazem parte os recetores da adrenalina, dopamina, serotonina, da luz, do odor e do aroma. Sabe-se igualmente que cerca de metade de todos os medicamentos utilizados atuam através deste tipo de recetores, pelo que o conhecimento sobre GPCRs e o seu funcionamento é de grande interesse para benefício da Humanidade.

Durante muito tempo foi um mistério como é que as células conseguem sentir o ambiente que as rodeava. Sabia-se que hormonas como a adrenalina tinham efeitos nas células e suspeitava-se que a superfície destas deveria conter recetores para essas moléculas, mas em que consistiam e como seriam esses recetores, como conseguiam transmitir sinais para a célula?

A resposta a estas questões permaneceu um mistério até que, na década de 60, um jovem estudante de medicina que almejava ser cardiologista faz serviço militar no National Institutes of Health, onde lhe é proposto um grande desafio: encontrar os recetores! Lefkowitz começa a trabalhar com a hormona adrenocorticotrópica, que estimula a produção de adrenalina, utilizando hormonas marcadas com iodo radioativo para detetar os recetores celulares. No segundo ano do projeto, Lefkowitz finalmente come-

ça a fazer progressos e, em 1970, publica em dois prestigiados jornais, *Proceedings of the National Academy of Sciences (PNAS)* e *Science*. Mais tarde, Lefkowitz aceita uma proposta da Duke University, na Carolina do Norte, onde, com laboratórios novos, forma a sua equipa de investigação. Apesar de parecer que afinal não iria efetivamente ser cardiologista, Lefkowitz ainda quer trabalhar com doenças cardíacas, pelo que decide focar a sua investigação nos recetores adrenérgicos. Utilizando substâncias marcadas radioativamente, incluindo betabloqueadores, começa a investigar como funcionam estes recetores, conseguindo extrair uma série de recetores de tecidos biológicos e obtendo uma primeira compreensão de como funcionam. Foi já na década de 1980 que a equipa deu o próximo salto neste estudo, quando o recém-recrutado jovem Dr. Kobilka aceitou o desafio de isolar o gene que codifica aquele recetor. Contudo, naquela época, tentar encontrar um gene no gigantesco genoma humano seria algo similar a encontrar “uma agulha num palheiro”.

No entanto, Kobilka tem uma ideia engenhosa que lhes permitiria isolar o gene. Os investigadores constatam então que o recetor consistia em sete longas regiões hidrofóbicas em α -hélice (Figura 1), o que lhes indica que provavelmente o recetor atravessaria a membrana celular 7 vezes, o que lhes faz lembrar um recetor que já era conhecido noutra região do corpo humano: a rodopsina, um recetor de luz que existe na retina do olho. Surge então uma ideia, que mais tarde é descrita por Robert Lefkowitz como

um “verdadeiro momento eureka!”, estariam estes dois recetores relacionados, apesar de terem funções completamente diferentes? Lefkowitz sabia que ambos os recetores interagiam com a proteína G no interior da célula, e igualmente sabia que tal acontecia em cerca de outros 30 recetores diferentes. Os investigadores concluíram assim que haveria uma família de recetores, hoje designados de “recetores acoplados à proteína G”, que funcionavam de forma similar.

Em 2011, Kobilka alcançou um novo progresso nesta jornada: o cientista e a sua equipa conseguiram capturar a imagem de um recetor da adrenalina, no momento exato em que era ativado por uma hormona e enviava um sinal à célula. A imagem, publicada na revista *Nature*, revela novos detalhes sobre GPCRs, que poderão no futuro ser úteis para o desenvolvimento de novos fármacos. Essa imagem, sublinha o comité Nobel, “é uma obra-prima molecular e o resultado de décadas de investigação”.

Robert J. Lefkowitz nasceu em Nova Iorque em 1943, licenciou-se em medicina em 1966 na Universidade de Columbia, e é hoje investigador do Howard Hughes Medical Institute e professor de medicina e de bioquímica no Duke University Medical Center, nos E.U.A..

Brian K. Kobilka nasceu em 1955 em Little Falls, E.U.A., licenciou-se em medicina em 1981 pela Universidade de Yale, e é hoje professor de medicina e de Fisiologia molecular e celular na Universidade de Stanford.

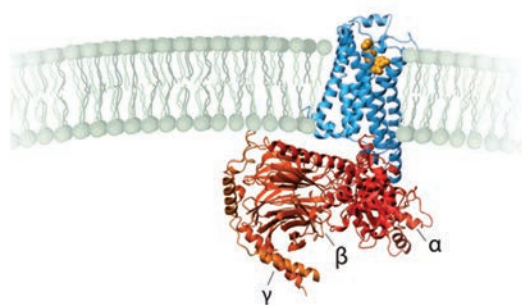


Figura 1 – Ilustração da estrutura obtida por Kobilka de um recetor β -adrenérgico (azul) quando ativado por uma hormona (laranja). A hormona liga-se na parte exterior enquanto a proteína G (vermelho) se liga ao recetor no interior da célula

(Fonte: “The Nobel Prize in Chemistry 2012 - Press release” e “The Nobel Prize in Chemistry 2012 – Popular information”, Nobelprize.org, 7 Nov 2012, Real Academia Sueca de Ciências)

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



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



1^{ER} METROCOL - APADRINHAMENTO DO LABORATÓRIO DE QUÍMICA E BIOMEDICINA DO INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA DA COLÔMBIA



A Metrologia é Fundamental para a Inovação

Diretora do Departamento Nacional Colombiano de Planeamento

A convite da Comissão Organizadora do Primeiro Encontro Internacional de Metrologia da Colômbia, 1^{er} METROCOL, que teve lugar em Bogotá, de 13 a 15 de agosto de 2012, e que contou com a presença do Secretário de Estado para o Desenvolvimento Industrial, do Ministério de Comércio, Indústria e Turismo do país, bem como de representantes ao mais alto nível das infraestruturas metrológicas regionais e mundiais, coube-me a honra de proferir a Lição de Abertura, “Impacto da Metrologia Química na

Investigação Académica e no Desenvolvimento Industrial”.

Sob o mote “Prosperidade para todos”, o evento assinalou a recente criação do Instituto Nacional de Metrologia (INM), fruto de uma estrutura anterior de Laboratórios de Metrologia, versando as vertentes de Metrologia Científica e Metrologia Industrial. Além de áreas clássicas de Metrologia Física, há também um investimento arrojado na área da Química e Biomedicina, desde já equipada com um laboratório primário e secundário de medidas de condutibilidade elétrica e de pH para a produção e certificação de soluções tampão de pH, de que assinalamos a inauguração. Com equipamento adquirido com financiamento do Projeto DCI-ALA/2007/19-005, de Assistência Técnica da Comissão Europeia na perspetiva da promoção e expansão das trocas comerciais, o Laboratório, dirigido por Luis Alfredo Chavarro, conta com o contributo de dois jovens investigadores, em fase de formação, empenhados no sucesso da missão de que são atores. Após várias horas de uma produtiva sessão

de trabalho conjunto estava-me reservada a agradável surpresa de ser convidada para Madrinha do Laboratório. Ciente das responsabilidades, assumi o compromisso com gosto.

Além da constituição de competências centralizadas no INM, o Programa Nacional de Desenvolvimento da Metrologia compreende também o estabelecimento de uma Rede Nacional de Metrologia assente no levantamento das capacidades nacionais de laboratórios.

A Coordenadora e grande impulsora do Projeto é a eminente metrologista brasileira, Vera Ponçano, com quem tenho o prazer de partilhar experiências e conhecimentos desde a altura da minha presidência da EURACHEM, coincidente com a sua presidência do CITAC.

Maria Filomena Camões

(mfcamoes@fc.ul.pt)

Coordenadora do Mestrado Europeu em Ciência da Medição em Química
Presidente da Divisão de Química Analítica da IUPAC

FALECIMENTO DO PROFESSOR MANUEL RIBEIRO DA SILVA



Foi com grande pesar que a comunidade de químicos portugueses soube do falecimento do Professor Manuel Ribeiro da Silva, no dia 29 de novembro de 2012.

Manuel Ribeiro da Silva, nascido a 30 de setembro de 1940, distinto sócio

da SPQ, onde desempenhou vários cargos, incluindo o de Presidente, era atualmente Professor Emérito da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto. O Professor Ribeiro da Silva dedicou a sua vida inteiramente ao ensino e à investigação, sendo autor de um vasto conjunto de publicações científicas nas mais conceituadas revistas internacionais de Química.

Licenciou-se em Engenharia Químico-Industrial (FEUP) em 1964/65 e doutorou-se em Química na Universidade de Surrey, Inglaterra, em janeiro de 1974, após ter cumprido o Serviço Militar na Marinha. De regresso à Universidade do Porto, iniciou uma frutuosa atividade de investigação no domínio da Termoquímica, no Depar-

tamento de Química da Faculdade de Ciências, onde conseguiu estabelecer condições de trabalho assinaláveis para um novo grupo de investigação, numeroso e de assinalável produtividade. Este grupo publicou até hoje mais de quatro centenas de artigos de elevada qualidade.

Recebeu várias distinções nacionais e internacionais, sendo de realçar o Prémio Ferreira da Silva em 2002. A Química nacional perdeu um dos seus expoentes, que se destacou, não só pela investigação, mas também pela dedicação ao ensino e à comunidade científica.

bquimica@ipb.pt
www.spq.pt

ANO INTERNACIONAL DA QUÍMICA NO BRASIL



O Ano Internacional da Química-2011 (AIQ) no Brasil foi um projeto de sucesso. Foram realizadas em todo o país inúmeras ações e atividades comemorativas. A Sociedade Brasileira de Química (SBQ) coordenou as ações e, juntamente com a Associação Brasileira de Química-ABIQUIM, os Conselhos Regionais de Química, os museus de ciência, as universidades e escolas de ensino fundamental e médio, realizaram em torno de 150 projetos ao longo de 2011 e em todo o território brasileiro.

O Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), órgão governamental responsável pela formulação e implementação da política nacional de ciência e tecnologia, patrocinou 2 grandes projetos nacionais, que permitiram a realização de exposições, feiras de ciências, atividades artísticas e publicação de material de divulgação de ciência, entre outras ações, com a participação direta da SBQ.

A primeira ação da SBQ/AIQ, ainda em 2010, foi um concurso para gerar um selo comemorativo do AIQ em língua portuguesa. O selo vencedor foi reunido ao selo internacional, e passou a ser usado por universidades, escolas, órgãos públicos e indústrias privadas.

Foi criado um portal brasileiro comemorativo do AIQ, coordenado pela SBQ, www.quimica2011.org.br. Em 2011 o portal teve 520 mil visitas, um marco para um portal de ciências brasileiro.

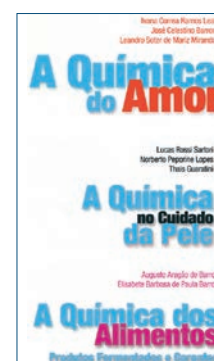
Entre as várias sessões do portal, cabe destacar o projeto Química no Cotidiano, no qual foram publicados oito livros de divulgação de ciência, dois livros sobre experiências de química,

um deles para os mais miúdos e uma exposição de painéis acompanhada de experiências. Na tabela 1 podem ser vistos os projetos que tiveram maior sucesso no portal e o número de acessos diretamente relacionados.

Em seguida são descritos alguns destes materiais.

Livros "A Química no Cotidiano"

Estes livros, juntamente com o periódico Química Nova na Escola, uma publicação da SBQ para professores e alunos do ensino médio e graduação, foram reunidos num DVD e foram distribuídas 80 mil cópias no Brasil para as escolas públicas.



Coleção de livros "Química no Cotidiano"



Portal www.quimica2011.org.br

Tabela 1 – Projetos que tiveram maior sucesso no portal www.quimica2011.org.br

Sessão	Número de visitas/downloads (2011)
365 dias de química	68 524
Download da coleção de livros Química no Cotidiano	23 504
AIQ nas escolas (projetos)	20 196
Eventos pelo Brasil	13 497
Download do livro de experiências para miúdos	13 010
Download da exposição de painéis	11 990

Exposição de painéis “A Química no Cotidiano”

No primeiro semestre de 2011, esta exposição, cujo objetivo foi apresentar a química em vários contextos, como na energia, agricultura, alimentação, saúde e comunicação, foi divulgada pelos museus de ciência em todo país, numa parceria com a SBQ. Em alguns estados houve uma intensa itinerância da exposição para as cidades do interior, com destaque em TVs e jornais. A partir de agosto de 2011, a exposição foi disponibilizada para acesso livre na rede, especialmente para escolas cadastradas e professores (11 990 downloads).



Painéis “A Química no Cotidiano”

Outro projeto de sucesso no portal foi o 365 Dias de Química, que contou com entrevistas de profissionais da química e moléculas contextualizadas com manipulação de imagem. Como o nome do projeto reflete, foram adicionados ao portal, em cada dia, uma entrevista e uma molécula, um verdadeiro esforço conjunto de alunos e professores universitários.

O Brasil teve a oportunidade de receber vários cientistas agraciados com o prêmio Nobel, como Ei-ichi Negishi (2010), Ada Yonath (2009), Richard R. Schrock (2005) and Kurt Wüthrich (2002), que abrilhantaram as ações brasileiras. Entre as inúmeras conferências e eventos científicos, destacou-se o ciclo de seminários da Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo – FAPESP, com transmissão ao vivo para todo país e que contou com a presença da ex-presidente da IUPAC, Nicole Moreau.



Dr. Martin Chalfie no Complexo do Alemão, Rio de Janeiro (outubro de 2011)

A química também foi cantada, dançada e ergueu as velas das jangadas do estado de Alagoas, durante o carnaval de 2011. No Rio de Janeiro, subiu os morros cariocas, onde o prêmio Nobel de 2008, Martin Chalfie, abriu a Semana Nacional de Ciência e Tecnologia – SNCT, medindo o pH das águas cariocas com alunos do Complexo do Alemão. E em todos os estados brasileiros houve comemorações criativas, como teatros, oficinas, concursos e exposições. Através da profícua parceria entre a SBQ, a Semana Nacional de Ciência e Tecnolo-



Projeto “365 Dias de Química”



Carnaval de 2011 no estado de Alagoas

gia (SNCT) e os Institutos Nacionais de Ciência e Tecnologia (INCT) de Energia e Meio Ambiente e de Materiais Nanoestruturados, a experiência global da água – pH do planeta, tornou-se a maior experiência até hoje já realizada nas escolas brasileiras. Esta ação, proposta pela Unesco e pela IUPAC, e lançada em janeiro de 2011 na abertura do AIQ – Paris, permitiu que jovens de todo mundo avaliassem a qualidade das águas de rios, lagos, nascentes e poços. No Brasil foram distribuídos cerca de 35 000 kits, percorrendo inúmeras localidades brasileiras, a exemplo da aldeia Indígena Desana, no Rio Negro, Amazônia. No portal da Química Nova Interativa – QNINT, da SBQ (www.qnint.s bq.org.br), é possível acompanhar o registro das experiências e quem as realizou, desbravando o território brasileiro com esta belíssima ação.

Foram apresentadas no país três grandes exposições sobre a química: *Elementar*, que abriu os trabalhos do AIQ, *Cadê a Química* e *Química no Cotidiano*. A primeira delas foi exposta na região sudeste e na Amazônia, e teve a sua tabela periódica interativa premiada no concurso International Awards-2012.

De realçar ainda a 34.^a Reunião da SBQ – RASBQ-2011, que contou com a presença de 4500 associados e com os Presidentes da IUPAC, ACS e RSC, que participaram ativamente em debates e proferiram palestras. A aproximação das sociedades coirmãs é uma meta que vem sendo trabalhada, pela SBQ, há alguns anos e que muito avançou no último biênio.

O projeto do AIQ no Brasil permaneceu ativo em 2012. Entre várias ações, de realçar a participação na Conferência da Rio + 20, onde escolas e famílias discutiram e fizeram ensaios sobre a qualidade da água.

Só nos resta agradecer a todos os parceiros desta empreitada, cujos sonhos em torno de uma química mais consciente, bela e instigante puderam ser concretizados pelo esforço comunitário, num país onde a educação está muito aquém do que seu povo merece.

Cláudia Moraes de Rezende
(claudia.rezendeufrj@gmail.com)
Vice-presidente da SBQ e coordenadora das atividades do AIQ/SBQ/Brasil



A experiência global da água - pH do planeta



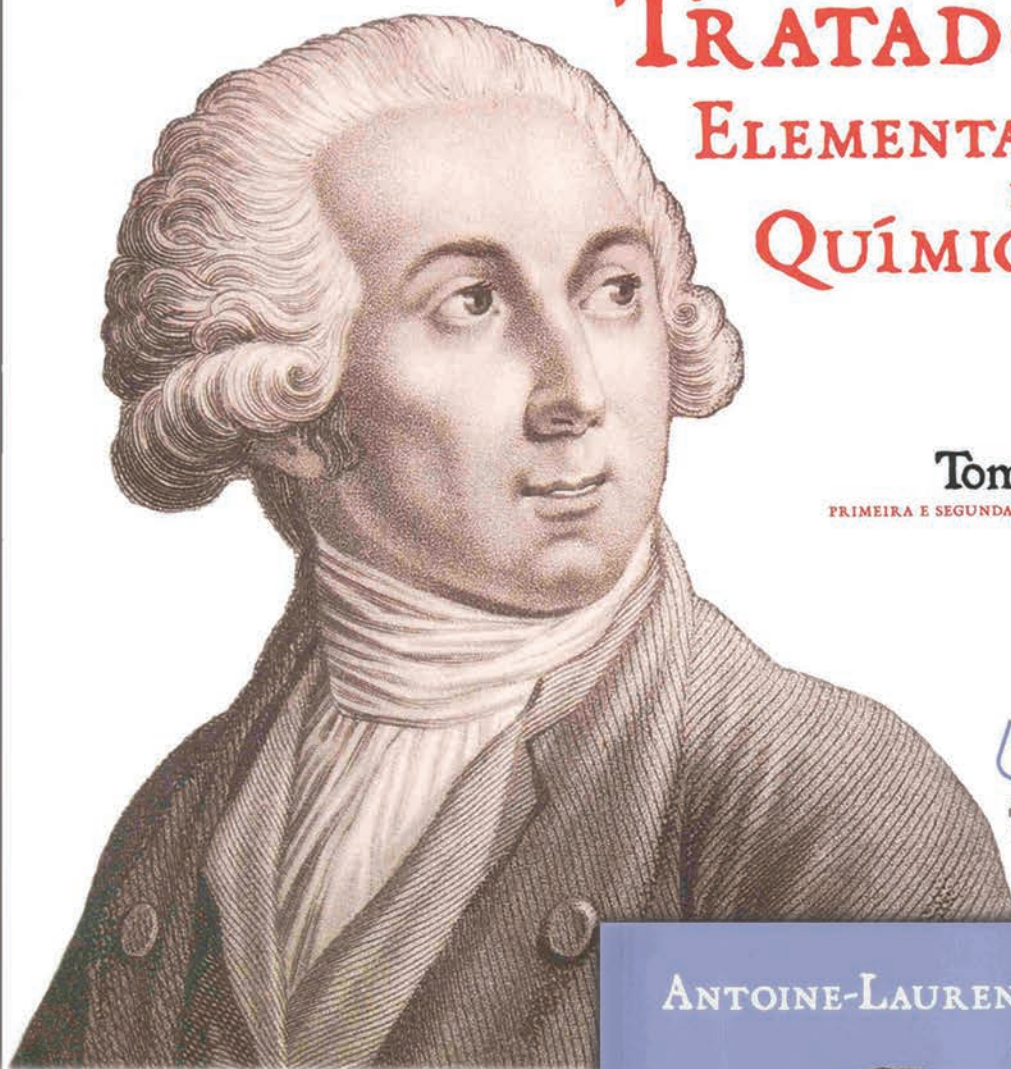
Tabela periódica interativa



AIQ/Brasil na Conferência da Rio + 20

ANTOINE-LAURENT LAVOISIER

TRATADO
ELEMENTAR
DE
QUÍMICA



Tomo I

PRIMEIRA E SEGUNDA PARTES

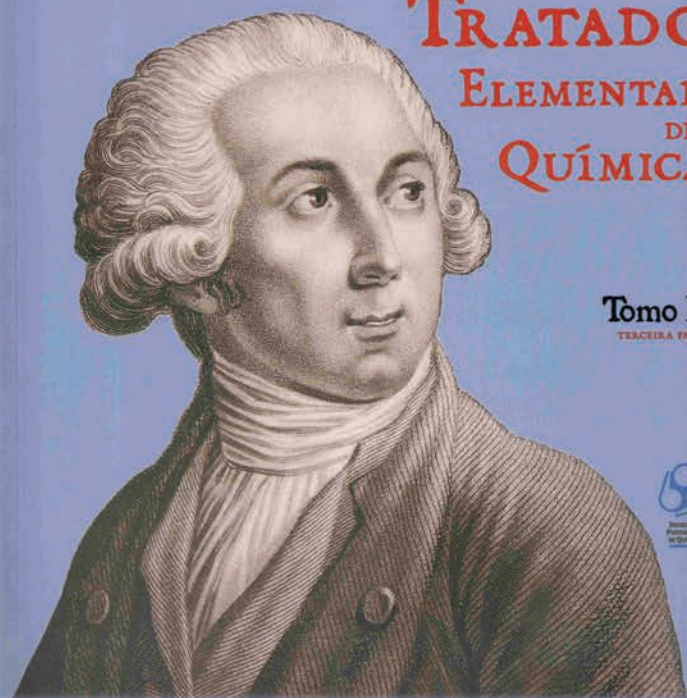


O «Tratado Elementar de Química» de Antoine-Laurent Lavoisier (1743-1794), publicado em Paris em 1789, é um dos grandes clássicos da Química. Escrito na nova nomenclatura proposta também por Lavoisier, em conjunto com Morveau, Berthollet e Fourcroy, é a primeira obra de química moderna, abandonando-se as inadequadas designações de raízes alquímicas e a desacreditada teoria do flogisto. No tratado, ilustrado pela mulher do autor, Marie-Anne-Pierrette Paulze Lavoisier, formula-se de forma clara a conservação da matéria e define-se elemento químico de forma operacional.

No centenário da fundação da Sociedade Portuguesa de Química, publica-se finalmente uma cuidada tradução portuguesa do «Traité», modernizada e anotada.

ANTOINE-LAURENT LAVOISIER

TRATADO
ELEMENTAR
DE
QUÍMICA



Tomo II

TERCEIRA PARTE



TOMO I e II

P.V.P.: 32 euros

Sócios da SPQ: 20 euros

ENCOMENDAS À SPQ

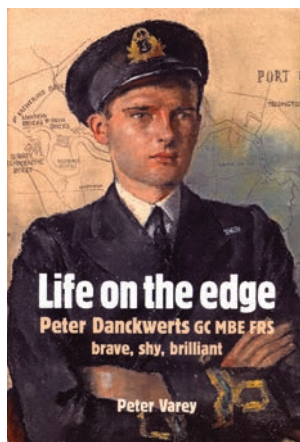
Av. da República 45, 3º esq - 1050-187 Lisboa

Telefone: 21 793 46 37

email: sede@spq.pt

LIFE ON THE EDGE. PETER DANCKWERTS GC MBE FRS

BRAVE, SHY, BRILLIANT



SEBASTIÃO J. FORMOSINHO*

Autor: Peter Varey

Editora: PVF Publications

N.º páginas: 378

ISBN: 978-0-95384420-2-9

O ano de 2012 fez vir a lume uma biografia de Peter Danckwerts: “*Life on the Edge. Peter Danckwerts GC MBE FRS brave, shy, brilliant*”, da autoria de Peter Varey. Em 1940, Peter era um jovem graduado em Química no *Balliol College* da Universidade de Oxford. Ao tempo, a Química oxfordiana era demasiado descritiva e desprovida de matemática e física. Dizia-se que se o estudante de química encontrasse num livro de texto uma diferencial virava a página e se encontrasse um sinal de integral fechava o livro.

A obra inicia-se com um Danckwerts de 23 anos a oferecer-se à *Royal Navy* para participar no esforço de guerra. Foi colocado no serviço de minas e armadilhas, onde teve formação para a desativação de bombas provenientes dos bombardeamentos da aviação alemã na Grã-Bretanha. A sua ação foi tão meritória e corajosa que lhe valeu ser condecorado com a *George Cross* e, posteriormente, recebeu a *Order of the British Empire* (MBE). A biografia faz-nos percorrer o ambiente da guerra em Inglaterra e depois vê-o mobilizado para Gibraltar e posteriormente para a Sicília, onde ficou ferido e teve uma lenta recuperação da sua perda de consciência. A perspetiva de Peter é que na sua atividade tinha ocasionalmente momentos de apreensão e medo, mas nada se comparava com quem estivesse nas frentes de combate, onde um tal ambiente era quase

permanente. Como refere, as bombas alemãs eram letais, mas desenhadas com uma lógica perfeita, que uma vez compreendida permitia lidar com elas sem perigo de maior. Já as italianas tinham *designs* um pouco lunáticos, o que as tornavam mais imprevisíveis, mas não eram letais.

Aos 27 anos encontra-se desmobilizado à procura de um emprego industrial, passado seis anos da sua estadia numa empresa de argilas e barros. Todavia, conseguiu uma bolsa de estudos para ir estudar para o MIT num curso de dois anos de engenharia química. Regressado a Inglaterra, e ante a dificuldade de regressar a um emprego industrial, entrou em contacto com o Diretor do recém-criado Departamento de Engenharia Química da Universidade de Cambridge, Terence Fox. O Departamento foi fruto do empenho de John Oriel, executivo da Shell, e Ronald Norrish, professor de química em Cambridge. Ao tempo, o Departamento ainda não dispunha de instalações. Aliás, Departamento que era visto com apreensão pelos outros Departamentos mais antigos, “não fosse emitir fumos corrosivos”.

Na “boémia de Cambridge” vamos cruzar com nomes como George Porter, Francis Crick, James Watson, Kenneth Denbigh e tantos outros, dentro e fora de Cambridge, como Dainton, Peter Gray, Fred Hoyle, Alexander Todd e Alfred Ubbelohde. Mas também os trabalhos de alguns dos seus estudantes de doutoramento, entre eles Armando

Tavares da Silva, hoje professor jubilado da Universidade de Coimbra, e de uma seleção de colaboradores. Para a comunidade de académicos portugueses da década de 60 e 70, que fez a sua formação doutoral ou pós-doutoral em universidades britânicas, o livro traz inúmeras memórias, historietas académicas, pormenores de bastidores e da ribalta da ciência.

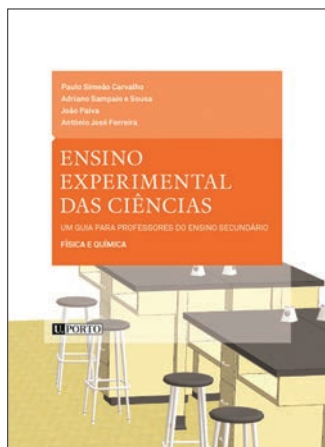
Em apêndice, a obra traz um bônus, precisamente dedicado a Tavares da Silva, “*Sadi Carnot, precocious polymath*”, um desafio a historiadores e filósofos da Termodinâmica. Quiçá o mais relevante fruto das investigações de Danckwerts, em “*neglected corners of science*”, após aposentação. Deixou um escrito sobre os estudos de Carnot, pois entendia não haver ele recolhido todo o crédito que merecia. Não o conseguiu publicar em vida, mas o autor da presente obra dá-o a lume. Ainda bem que os caminhos da ciência não são os de uma dogmática insuperável.

O jovem e ainda desconhecido Sadi Carnot teve de assumir a linguagem do calórico, se bem que nele não acreditasse. Mas alcançou uma formulação da 1.ª lei da termodinâmica, apesar de ao tempo ainda não ter sido formulado o conceito de energia. Alcançou uma estimativa para o “equivalente mecânico do calor (calórico)” pelo menos uns 10 anos antes das experiências de Joule.

A obra dispõe ainda de um índice temático e onomástico muito abrangente.

* Departamento de Química
Universidade de Coimbra
E-mail: sformosinho@uiuc.pt

ENSINO EXPERIMENTAL DAS CIÊNCIAS. UM GUIA PARA PROFESSORES DO ENSINO SECUNDÁRIO. FÍSICA E QUÍMICA



MARIA HELENA CALDEIRA*

Autores: Paulo Simeão Carvalho, Adriano Sampaio e Sousa, João Paiva e António José Ferreira

Editora: U.Porto Editorial

N.º páginas: 253

ISBN: 978-989-8265-95-1

UM LIVRO INDISPENSÁVEL A UM PROFESSOR DE FÍSICA E QUÍMICA

Não tenho qualquer dúvida de que o livro “Ensino Experimental das Ciências – Um Guia para Professores do Ensino Secundário”, de Paulo Simeão Carvalho, Adriano Sampaio e Sousa, João Paiva e António José Ferreira, recentemente editado pela Universidade do Porto, será uma obra de referência no campo da Didática das Ciências Experimentais.

Corolário da experiência acumulada pelos autores em largos anos de docência e de formação inicial e contínua de professores, tem como principal objetivo “ajudar a desenvolver um conjunto de competências que levem os professores a valorizar mais o trabalho prático e experimental e a implementá-lo de uma forma adequada à visão atual da Epistemologia e da Didática das Ciências”. Esta preocupação indicia uma perspetiva profundamente moderna da Educação em Ciência. Revela também que esta obra proporcionará aos professores sobejas oportunidades de reflexão sobre como facultar aos jovens experiências de aprendizagem que lhes permitam apreciar as razões pelas quais é importante aprender Ciências. Porque é nesta perspetiva didática que se preconiza uma Educação em Ciência, sobre a Ciência e pela Ciência.

O presente volume (o primeiro de dois) – que aborda temas específicos de Física e de Química - está organizado em 5 capítulos. Os dois capítulos iniciais são dedicados às bases subjacentes ao significado da Ciência, da sua natureza e das implicações do seu ensino, nomeadamente à prática laboratorial e experimental.

No Capítulo 1 é feita uma introdução à natureza e processos da Ciência e, no Capítulo 2, apresenta-se uma visão geral, atualizada, das principais conclusões da investigação em Didática do Ensino Experimental das Ciências. No Capítulo 3 é tratado um assunto que geralmente cria muitas dificuldades e até controvérsias entre os docentes: a análise e o tratamento de dados experimentais. Grandezas e unidades, erros e incertezas na medição de grandezas, algarismos significativos, análise gráfica... tudo com exemplos práticos, respeitando sempre as normas e as recomendações atuais.

Os Capítulos 4 e 5 do livro abordam temas específicos do ensino experimental, respetivamente em Física e Química. É dedicada bastante atenção à organização do laboratório, aspeto que os autores reiteram como essencial para garantir que o trabalho experimental seja realizado com sucesso e em segurança. Porém, sobressai conjuntamente uma reflexão sobre conceitos científicos, uma opção que me apraz registar, pois não se dissocia, assim, a prática processual

da conceptual: em vez de se limitarem à enumeração de orientações técnicas divorciadas da aprendizagem a que se destinam, os autores, a propósito da medição de grandezas físicas, a par com instruções e recomendações, aproveitam para aprofundar os conceitos com elas relacionados.

É ainda abordado o papel das atividades experimentais virtuais, como complemento ou alternativa aos trabalhos práticos tradicionais.

Outro pormenor importante nestes capítulos é o espaço dedicado à planificação e à execução experimental. O professor é ajudado a desenhar a atividade experimental e, depois, a executá-la: desde as decisões preliminares à montagem experimental, às normas de segurança, ao registo e análise de resultados ...

A comunicação de resultados mereceu um destaque especial, dada a sua importância em Ciência.

Neste livro nada foi descurado, nenhum detalhe foi esquecido. Sempre que possível, procedeu-se à ilustração com exemplos concretos e executáveis, quer do ponto de vista das teorias que suportam a aprendizagem das ciências, quer na execução de atividades experimentais, quer ainda na sua exploração didática e no tratamento de resultados.

É de realçar a opção feita de o conteúdo do livro não se cingir aos pro-

* Faculdade de Ciências e Tecnologia
Universidade de Coimbra
E-mail: helena@fis.uc.pt

gramas atuais. Estamos perante uma obra útil no presente, mas também no futuro, independentemente das alterações programáticas que vierem a ocorrer.

Como os autores referem, “mais importante do que discutir se o trabalho prático *deve ou não deve* ser realizado no ensino das ciências é discutir *como* utilizá-lo de modo *eficaz*”. De facto, parece consensual que o ensino prático e experimental desempenha um papel fundamental na Educação em Ciência. No entanto, apesar da prática laboratorial ser consignada como obrigatória nos programas atualmente em vigor, a realidade mostra que per-

siste ainda uma percentagem elevada de professores de Ciências que dedica um tempo muitíssimo reduzido ao ensino experimental. As razões que eventualmente originam este comportamento são, talvez, medos e insegurança, decorrentes de uma provável formação inicial deficiente. Além disso, muitos docentes que valorizam e não descuram o trabalho laboratorial/experimental não o fazem de maneira profícua. É dada primazia a demonstrações e verificações experimentais, bem como a metodologias reveladoras de fraca atualização didática no que diz respeito ao modo como devem ser realizadas com eficácia as atividades práticas de laboratório.

A preocupação constante que ressalta da leitura deste livro é a de ser útil e de poder contribuir eficazmente para um ensino melhor. Contém todo um saber adquirido e consolidado na experiência, na utilização no terreno, no cuidado com a formação, na utilização didática proveniente da investigação.

Elaborado com grande rigor, profundidade e cuidado, constitui, de facto, não só um excelente meio de atualização, como um grande apoio à resolução de dificuldades e um forte estímulo à realização adequada e eficaz da prática experimental-laboratorial no Ensino da Física e da Química.

HISTÓRIAS COM QUÍMICA



JOÃO PAIVA*

Autores: Carla Morais e Pedro Mota Teixeira

Editora: QuidNovi

N.º páginas: 96

ISBN: 978-989-554-910-8

Este livro surge do reconhecimento de que o ensino das ciências nos primeiros anos de escolaridade pode contribuir de forma decisiva para a promoção da literacia científica, potenciando o desenvolvimento de competências necessárias ao exercício de uma cidadania interveniente e informada e à posterior inserção numa vida profissional qualificada e ligada a áreas científicas.

Contando histórias - nas quais os valores e o conteúdo informativo podem ser apresentados, principalmente, por meio de aspetos lúdicos, distribuindo informações científicas ao longo de

uma narrativa ficcional, onde há lugar para coloridas naves espaciais e viagens no interior das estrelas, ou ainda para conversas com um mocho sobre densidade e elementos químicos – poderá contribuir-se para despertar a curiosidade e preparar o cérebro dos mais jovens para o processamento de conhecimentos mais intrincados.

Ao longo das histórias, e sempre que oportuno, sublinha-se o caráter eminentemente experimental da ciência química. É também na aproximação entre a química e a pasta de dentes rica em flúor que se desenha uma via de sensibilização para a importância da higiene oral ou ainda para a necessidade de ter uma prática desportiva

regular, bem como uma alimentação saudável e equilibrada. O jogo tradicional do anelzinho surge como pretexto para se conhecer a alquimia e o desejo de transmutação dos metais, bem como o enxofre, o azoto, o fósforo e o potássio na aproximação às dinâmicas da vida rural nas vinhas do Douro.

Neste livro, onde as informações precisas e complexas do meio científico são condensadas em linguagem acessível e histórias que se deseja sejam atraentes, bem como em propostas práticas e experiências científicas simples, o convite é desafiante: experienciar o território das histórias e do lúdico para nele aprender, com fascínio, o grande fascínio da química.

* Faculdade de Ciências da Universidade do Porto
E-mail: jcpaiva@fc.up.pt

O QUÍMICA DESEJA-LHE BOAS FESTAS

Made in Europe for the World

- Full Papers
- Short Communications
- Microreviews

European Journal of Inorganic Chemistry

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

www.eurjic.org

European Journal of Organic Chemistry

- Synthetic Organic ● Bioorganic
- Physical-organic chemistry

www.eurjoc.org

ChemPubSoc
Europe

A consortium of 16 European Chemical Societies



*2010 Journal Citation Reports® (Thomson Reuters, 2011)

SUBSCRIBE NOW!

To subscribe or to order a free sample copy,
please send an email to:

- cs-journals@wiley.com
(Americas, Europe/Middle East/Africa/Asia Pacific)
- cs-journals@wiley.com (Germany/Austria/Switzerland)
- cs-japan@wiley.com (Japan)

 **WILEY-VCH**

PSI-12-39204_EU

JOSÉ EMPIS

VENCEDOR DO PRÉMIO EUChEMS AWARD FOR SERVICE 2012

ENTREVISTA CONDUZIDA POR
AIDA MOREIRA DA SILVA*



O Professor Doutor José Empis foi recentemente galardoado com o Prémio EuCheMS Award for Service 2012, da European Association for Chemical and Molecular Sciences, na qual foi durante vários anos representante da SPQ na Food Chemistry Division. Aproveitámos a disponibilidade do Prof. José Empis para conhecermos melhor o seu percurso académico e científico.

AMS: Quando e porquê decidiu ser Químico?

JE: Não sei exatamente, mas acho que terá sido aos 10 ou 11 anos, por causa de um estorjo de experiências que me foi dado como presente.

AMS: Fazendo um balanço dos tempos de estudante, quais foram os professores que o marcaram na sua vida?

JE: Dos 12 aos 17 fui aluno do Dr. Rómulo de Carvalho, que obviamente preferia a Física à Química, ensinando-me ambas com aquele seu toque especial. Dos meus professores do Liceu Pedro Nunes destaco também o Dr. José Gonçalves Calado, professor de Matemática. No IST destaco entre os meus professores, evidentemente sem desprimor para os restantes, o Prof. Luís Aires Barros e o Eng.º Nuno Grossman (Mineralogia e Geologia), o então Eng.º João Furtado Coelho, que foi meu assistente em Matemáticas Gerais e mais tarde veio a ser Professor Catedrático de Matemática na Universidade de Lisboa, e os meus professores de Química, em particular o Prof. Fraústo da Silva e o Prof. Bernardo Herold, e a Doutora Maria Cândida Barrinha Lóia. Destaco também

o Prof. Manuel Alves Marques, meu professor de Física.

AMS: Em 1970 licenciou-se em Engenharia Químico-Industrial, no IST, tendo-se doutorado em 1982, na mesma instituição, em Química-Física Orgânica. Quando e como iniciou a sua carreira no IST?

JE: Depois de dois anos como bolseiro (no segundo dos quais recebi uma bolsa da Soda Póvoa), fui assistente eventual, depois assistente, professor auxiliar e professor associado, entre 1970 e 1986, enquanto prestava serviço na então secção de Química Orgânica do IST.

AMS: Como surgiu a Química de Alimentos nos planos de estudos de cursos ministrados no IST?

JE: Em 1986 fui abordado pelo professor Júlio Novais, no sentido de passar a integrar a secção de Biotecnologia nascente no IST, nomeadamente para lecionar Química de Alimentos e (Bio)Tecnologia Alimentar, e integrei a partir do ano de 1986-7 a então Secção de Biotecnologia. Havia subjacente uma estratégia do DEQ do IST de desenvolvimento de uma área de Engenharia Alimentar, na medida em que na UTL esse domínio estava meio esquecido no ISA (Instituto Superior de Agronomia), aonde funcionava apenas uma Secção Autónoma que englobava tópicos de Engenharia

Agroindustrial, estratégia esta que mais tarde não logrou apoio a nível do Senado da UTL.

AMS: Desde 1970 que é sócio da SPQ, e desde 2002 que pertence à Divisão de Química Alimentar. Tendo recebido muito recentemente a Menção Honrosa da EuCheMS, pode-nos elucidar como começou e decorreu a ligação a esta organização?

JE: No final de 1986 fui abordado pelo Professor Alberto Romão Dias, que creio seria ao tempo Presidente da SPQ ou Secretário de Estado. A SPQ tinha sido contactada pelo Prof. Peter B. Czedik-Eysenberg para nomear um delegado dessa Sociedade ao "Working Party on Food Chemistry" da FECS (Federation of European Chemical Societies), uma organização que funcionava como uma federação europeia das sociedades de química, nomeadamente através de divisões ou grupos de trabalho em subdomínios especializados. Peter Czedik-Eysenberg havia criado este grupo de trabalho, creio que em 1979-1980. Ele era professor universitário em Viena, e quadro superior da Unilever. Para entender melhor a sua iniciativa, é útil levar em conta que na FECS se haviam criado outras entidades especializadas, nomeadamente em Química Analítica; por outro lado, é preciso relembrar que naquela altura existia ainda a 'cortina de ferro', mas transacionavam-se muitos produtos

* Escola Superior Agrária do Instituto Politécnico de Coimbra
Unidade de Investigação Química-Física Molecular,
Universidade de Coimbra
E-mail: aidams@esac.pt

alimentares entre os seus dois lados. A localização geográfica de Viena, e alguns apoios pecuniários a que o Prof. Czedik-Eysenberg lograva aceder permitiram que rapidamente este grupo de trabalho contasse com um número elevado de representantes das sociedades de química europeias. Os representantes das sociedades de química eram um conjunto equilibrado de químicos de alimentos com atividade científica, funcionários de empresas da área alimentar, e membros das autoridades reguladoras. Este grupo preparou uma proposta de Currículo Europeu em química de alimentos¹, publicado na Zeitschrift fuer Lebensmittel Untersuchung und Forschung (mais tarde European Food Research and Technology), publicação que ainda hoje é o órgão oficial desta Divisão. Procurava também estabelecer colaborações com grupos de trabalho afins, promovendo congressos ou sessões de trabalho conjuntas, e iniciou uma série destes acontecimentos científicos, tentando que os tópicos destas reuniões não se sobrepusessem, mantendo-se ainda hoje estas reuniões já com números de série razoavelmente elevados. Isto para além do encontro Europeu bienal de química de alimentos, EUROFOODCHEM, cuja primeira edição foi em Viena em 1981, continuou bienalmente, estando prevista a versão XVII em Istambul em 2013. São alguns exemplos de congressos recentes/futuros organizados pela Food Chemistry Division, a série Chemical Reactions in Foods², a série Pigments in Food³, a série In Vino Analytica Scientia, entre outras.



Prof. José Empis no seu gabinete de trabalho

Este grupo de trabalho reunia-se anualmente em Viena, no Outono, durante o mandato do Prof. Czedik-Eysenberg como seu Presidente, e mais tarde reunia-se na altura e no local do congresso de Outono organizado pela Division of Food Chemistry.

AMS: Desde quando Portugal esteve representado através da SPQ na FECS?

JE: Não sei exatamente desde quando a SPQ esteve representada na FECS. Sei que a Prof^a Maria José Calhorda foi eleita para a Direção da FECS antes de eu ter passado por lá, mas não sei quais os anos, e de qualquer modo estas eleições são a título individual. No que toca à Química de Alimentos, fui delegado nacional da SPQ no Working Party on Food Chemistry, mais tarde Division of Food Chemistry, entre 1987 e 2009, tendo sido seu secretário durante quatro anos. Organizei um Congresso Internacional sobre Acreditação e Boas Práticas Laboratoriais em Química de Alimentos (no INETI, creio que em 1996). Contribuí também para a criação da série de Congressos sobre Pigmentos em Alimentos, anteriormente referida. O sucessor do Prof. Czedik-Eysenberg como Presidente da Food Chemistry Division foi o Dr. Reto Battaglia, ao tempo Diretor do Laboratório de Controlo de Qualidade da Migros, em Zurique. Em tempo sucedeu-lhe o Dr. Roger Fenwick do IFR em Norwich, que secretariei. Entretanto, o Dr. Battaglia havia sido eleito Presidente da FECS e iniciado a sua transformação na organização com existência real (a designação FECS pertence a Federation of European Cancer Societies), a EuCheMS – European Association of Molecular Sciences⁴, é hoje em dia uma associação sem fins lucrativos, constituída e registada em Bruxelas. Lembro-me aliás que, tendo sido eleito membro da Direção da EuCheMS (em formação) durante um triénio e em seguida cumprido dois mandatos como Tesoureiro daquela Direção, se me deparou um problema curioso relativo a uma deslocação a uma reunião da Direção, ocorrida antes da constituição efetiva em novembro de 2005⁵. Eu era ao tempo Presidente do INIAP (Instituto Nacional de Investigação Agrária

e das Pescas) e, portanto, necessitava, para me deslocar ao estrangeiro, de uma autorização do Secretário de Estado, que obtinha, mas chegou a ser focado que, num contacto com os serviços da Secretaria de Estado, na altura, a entidade referente à reunião à qual eu pretendia deslocar-me pura e simplesmente não existia...

AMS: Conte-nos o seu envolvimento com a área da Química de Alimentos, no país.

JE: Cumpre-me registar que graças a uma iniciativa do Professor António Simões Lopes, Reitor da UTL (1987/99), foi criado na UTL um Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos, com a participação de quatro escolas, FMV, ISA, ISEG e IST, no qual colaborei desde a primeira edição. Cumpre por último salientar a organização de Encontros de Química de Alimentos (EQA), a partir de 1993, ao tempo também catalisada pelo Prof. Romão Dias, que convenceu o Prof. Jorge Justino e eu próprio de que se deveriam organizar encontros neste domínio. A 12.^a edição destes encontros está prevista para 2014 em Lisboa, e eles contam em geral com níveis de participação bastante elevados, e têm em minha opinião bastante interesse, tendo sido fulcrais no desenvolvimento de colaborações entre entidades de diversos pontos do país, e contado com participações significativas de investigadores estrangeiros convidados.

AMS: Para além da docência teve, e tem, múltiplas atividades, incluindo a de consultor em assuntos de propriedade intelectual. Pode-nos falar sobre essas atividades?

JE: Ainda enquanto assistente do Prof. Herold, fui por diversas vezes chamado a intervir como testemunha em pleitos de patentes, no tribunal cível. Desde essa altura interessei-me por propriedade industrial, nomeadamente porque o meu melhor amigo e ex-colega de Liceu, Carlos Olavo, tinha entretanto obtido uma licenciatura em Direito, era Agente Oficial da Propriedade Industrial e autor de diversas obras nessa área. Mais tarde, enquanto Diretor do IBQTA do INETI (em 1993, provavelmente) integrei um grupo de trabalho que, sob a dire-

ção do Prof. Oliveira Ascensão, tinha como missão preparar um novo Código da Propriedade Industrial, tendo preparado e apresentado um trabalho acerca de Modelos de Utilidade. Esta minha atividade liga-se sobremaneira a aspetos de química e biotecnologia farmacêuticas.

AMS: Nas suas atividades de investigação e desenvolvimento, que sectores privilegiou?

JE: No decurso dos anos 1986/2009, e mesmo um pouco depois, tive ocasião do orientar e/ou coorientar onze atuais Doutores, cujas dissertações doutorais incluíam diversos temas alimentares, parte deles referindo-se expressamente a química de alimentos, embora temas como a biotecnologia microalgal, a física de alimentos e também a microbiologia de alimentos tenham sido parte integrante do leque de disciplinas centrais. A todos eles a devida vénia por me terem “aturado” com sucesso.

AMS: Finalizando, diga-nos qual dessas áreas acha que tem uma obra mais relevante e na qual se sente mais feliz.

JE: Pois, acho que a esta pergunta não sou capaz de responder. Tive a sorte da minha atividade ser em geral lúdica. Gostei sempre muito dos diversos temas que fui investigando ao longo da minha carreira, desde os problemas em química física orgânica, aos aspetos ligados à biotecnologia microalgal, à descontaminação microbiana, à química supramolecular, para mencionar apenas alguns. Tive a sorte de ter ajudado a definir alguns problemas que colaboradores meus tentaram experimentalmente resolver. Um aspeto que me dá bas-

tante prazer é ver pessoas que sob a minha orientação ou coorientação terminaram os seus doutoramentos em áreas distintas, colaborarem hoje em dia entre si em tarefas de investigação por elas definidas e que, de alguma forma, mantêm e diversificam aquelas em que trabalharam comigo.

NOTAS

- 1 Veja-se por exemplo http://www.euchems.eu/fileadmin/user_upload/binaries/higheredfoodchem_tcm23-28617.pdf
- 2 [http://www.chemistry-conferences.com/2012/11/14/%20-%2016%20Chemical%20Reactions%20in%20Foods%20\(Prague%20-%20CZ\).htm](http://www.chemistry-conferences.com/2012/11/14/%20-%2016%20Chemical%20Reactions%20in%20Foods%20(Prague%20-%20CZ).htm)
- 3 www.foodpigments2010.mke.org.hu
- 4 <http://www.euchems.org/>
- 5 http://www.euchems.eu/fileadmin/user_upload/about/EuCheMS_constitution_and_amendments_2012.pdf

NOTA BIOGRÁFICA DO PROFESSOR JOSÉ EMPIS

José Empis é casado com três filhos e três netos. Possui Licenciatura em Engenharia Químico-Industrial no Instituto Superior Técnico (1970), Doutoramento em Química (Q. Orgânica Física) no Instituto Superior Técnico (B.J. Herold, 1982) e Agregação no Instituto Superior Técnico (1996). As áreas em que concentrou as suas atividades de I&D são as das propriedades e conservação de alimentos ou ingredientes para alimentos. Os trabalhos englobaram temas nas seguintes subáreas:

- produção de biomassa microalgal e sua utilização na cadeia alimentar/cosmética
- desenvolvimento e utilização de ingredientes alimentares utilizan-

do proteína vegetal e outros componentes funcionais

- antioxidantes naturais e estabilidade oxidativa de lípidos
- deteção de irradiação em produtos
- processamento de pescado
- inclusões moleculares, aspetos texturais de alimentos e sistemas polidispersos; caracterização e propriedades físico-químicas e funcionais
- processamento mínimo e qualidade de frutos e hortícolas

Trabalhou, entre 1985 e 1991, em representação do IST, como consultor para a área do desenvolvimento, num grupo empresarial ligado aos sectores de alimentação animal e humana, detergentes e produtos de higiene e beleza. Atuou como perito em propriedade industrial em assuntos de química orgânica e de ciência e tecnologia de alimentos. Foi Diretor do “Instituto de Biotecnologia, Química Fina e Tecnologias Alimentares” (IBQTA), do INETI, entre 1993 e 1999; coordenador do Colégio de Engenharia Química-Região Sul, no biénio 1999-2001; presidente do DEQ-IST no ano letivo de 2001-2002; presidente do INIAP-Instituto Nacional de Investigação Agrária e das Pescas, entre julho de 2002 e dezembro de 2006; Professor Convidado do Instituto Superior de Agronomia desde 1997; eleito membro do Conselho Executivo da Federação Europeia de Sociedades de Química, em outubro de 2002, sendo o seu tesoureiro eleito até outubro de 2008, e representou a Sociedade Portuguesa de Química na Food Chemistry Division da EuCheMS.

Encontra-se aposentado da carreira docente do ensino superior universitário desde 2009.



Em 2012 foi assim ...

Em 2013 torne-se sócio da SPQ e ficará também atualizado sobre as últimas novidades e avanços no mundo da Química

Análise de Imagem “in Vivo”

Biospace Lab, SkyScan, iThera Medical, Xray Precision

Biologia Molecular e Análise Genética

Qiagen, Beckman Coulter, Cepheid, Pyrosequencing, Corbett, NanoString, Advanced Analytical, Syngene

Análise de Proteínas

Biotek, Shimadzu, Beckman Coulter, ALuminex

Biologia Celular – Citometria de Fluxo

Beckman Coulter, Fluid Imaging, Amnis, Seahorse, Nikon, Biospherix, Huron

Centrifugação / Ultra Centrifugação

Beckman Coulter

Instrumentação para

Microplacas

Biotek

Robótica

Beckman Coulter

Coagulação

IL

Microdissecção Láser

Arcturus

Fisiologia de Plantas

ADC, Delta T, Conviron

Criopreservação

Taylor-Warton, Sy-Lab

Análise de Imagem

Nikon

Microscopia Óptica

Nikon

Imagem Científica

Andor

Raios X (Difração e Fluorescência)

Rigaku

Microscopia Electrónica

Jeol

Espectrometria

Shimadzu, Oxford Instruments

Cromatografia

Shimadzu, Camag

Espectrometria de Massas

Shimadzu, Jeol

Alimentação

Perten

Análises de Cor

Hunterlab

Análises de Oxigénio

OxiSense

Mecânica de Flúidos

Dantec

Tecnologia de Partículas

Beckman Coulter

Reactores de Fluxo Contínuo

Uniqsys

Microbiologia Rápida

Celsis

Tª: Estufas, Incubadores, CO₂, etc

Memmert

Análise de águas

Lovibond

Armários de Segurança

Düperthal

Rotavapores e Agitadores

Heidolph

Congeladores -86°C

Haier

Geradores de Gases

Peak Scientific

Mobiliário de Laboratório

Análise de águas Lab

Shimadzu, TFS (auto-analisadores)

Analisadores águas on-line

S::can, Shimadzu, Chemtrac, Hf Sci., Process Instruments

Toxicidade águas on-line

Microlan

Metrologia

Mahr, Nikon

Materialografia

Struers, Clara Vision

Ensaio de Materiais

Shimadzu, Espec, Dynisco

Ensaio não Destructivos

Foerster, Tiede, Yxlon,

Oxford, karl Deutsch

LIVIA SARKADI

PRESIDENTE DA DIVISÃO DE QUÍMICA ALIMENTAR DA EUChEMS

ENTREVISTA CONDUZIDA POR
JOANA AMARAL



A Professora Doutora Livia Simon Sarkadi é a atual presidente da Divisão de Química Alimentar da Associação Europeia de Química e Ciências Moleculares (EuCheMS). Aproveitando a sua presença no 4.º Congresso de Química da EuCheMS, que teve lugar em Praga, entre 26 e 30 de agosto de 2012, a Prof^a. Dr^a. Livia Simon Sarkadi aceitou realizar uma entrevista exclusiva para o QUÍMICA.

BQ: A Divisão de Química Alimentar é provavelmente uma das maiores, ou talvez mesmo a maior, de entre as várias Divisões da Sociedade Portuguesa de Química (SPQ), uma das sociedades membro da EuCheMS, o que denota o interesse de muitos investigadores nesta área temática. Pode por favor informar-nos sobre a importância e os objetivos principais da Food Chemistry Division da EuCheMS (FCD-EuCheMS)?

LSS: A Associação Europeia de Química e Ciências Moleculares (EuCheMS) é uma organização sem fins lucrativos fundada em 1970. A EuCheMS incorpora o papel e as responsabilidades da antiga Federação de Sociedades Europeias de Química e Instituições Profissionais (FECS), que adotou o nome EuCheMS em 2004. A EuCheMS representa cerca de 160000 químicos da academia, da indústria e de instituições governamentais de mais de 30 países de toda a Europa. A EuCheMS tem atualmente 40 sociedades como membros e suporta 17 divisões e grupos de trabalho que abrangem as principais áreas da química. O principal objetivo da EuCheMS é promover a cooperação na Europa entre sociedades científicas e técnicas não-lucrativas nas áreas das ciências químicas e moleculares. Dentro da EuCheMS, a Divisão de Química Alimentar é uma das Divisões mais antigas, tendo

sido fundada em 1977 no âmbito da antiga FECS como Grupo de Trabalho em Química Alimentar (Working Party on Food Chemistry) com Peter Czedik-Eysenberg, nosso presidente austríaco de longo tempo e "pai". Dos vários objetivos da Divisão de Química Alimentar (FCD), um dos mais importantes é a organização de reuniões científicas, individualmente ou em cooperação com outras organizações e Divisões da EuCheMS, que permitam reunir colegas mais experientes juntamente com jovens que tenham um interesse geral na área da ciência e da química dos alimentos. Pela atuação da FCD-EuCheMS foram estabelecidas uma série de conferências, por exemplo *EuroFoodChem*, *Chemical Reactions in Food*, *Pigments in Food* e, mais recentemente, *CoCoTea*. Já a série de conferências *In Vino Analytica Scientia* são organizadas conjuntamente pela Divisão de Química Alimentar e Divisão de Química Analítica da EuCheMS.

BQ: Quantas sociedades europeias estão representadas na FCD-EuCheMS? Acha que essas sociedades se encontram suficientemente envolvidas com a EuCheMS? Relativamente à Sociedade Portuguesa de Química, pode dizer-nos algo?

LSS: Com base em dados recentes, posso dizer-lhe que a FCD inclui 58

delegados de sociedades membro da EuCheMS de 35 países. Este é um número bastante bom, mas infelizmente nem todos os representantes são membros ativos. É por isso que decidimos durante o meu segundo mandato como Presidente da FCD renovar os nossos membros e tentar encontrar representantes capazes de contribuir para o trabalho da FCD. Posso dizer que os representantes da Sociedade Portuguesa de Química são sempre membros muito ativos da FCD. Estou muito contente por poder anunciar aos leitores do Boletim da Sociedade Portuguesa de Química que o Prof. José Empis recebeu o Prémio EuCheMS Award for Service 2012, em reconhecimento da sua extensa contribuição para a EuCheMS. José Empis foi membro do Conselho Executivo da Federação Europeia de Sociedades de Química (FECS), desempenhando um papel ativo na transformação da FECS em EuCheMS. Foi ainda o primeiro tesoureiro da EuCheMS, tendo organizado de forma eficiente esta atividade. Durante muitos anos ele foi também delegado português para o Grupo de Trabalho sobre Química Alimentar (mais tarde Divisão de Química Alimentar), e atuou como secretário por vários anos.

BQ: Durante o 4.º Congresso de Química da EuCheMS foram realizadas cinco sessões paralelas em diferentes temas/tópicos relacionados com a

Química Alimentar, a qual foi também uma das áreas temáticas incluídas nas 14 sessões de posters realizadas. Agora que o congresso acabou, qual é a avaliação global que faz sobre a participação e envolvimento dos “Químicos Alimentares” neste evento?

LSS: No âmbito do 4.º Congresso de Química da EuCheMS, a Divisão de Química Alimentar (FCD) teve um simpósio de dois dias, que considero ter sido muito bem sucedido. Os principais temas foram: Nanotecnologia, Alimentos e Processamento; Produção sustentável de alimentos; Química analítica como suporte/apoio à produção sustentável de alimentos; Microconstituintes e análise; Água, Contaminantes e Resíduos de alimentos. O programa incluiu também apresentações com duração de 5 minutos realizadas por autores de apresentações em painel. A sessão foi bem recebida pelos nossos representantes na FCD. Alguns dos representantes na FCD desempenharam o papel de oradores, incluindo eu própria, bem como de moderadores ou comoderadores de sessões.

BQ: Durante a conferência os participantes tiveram acesso ao documento “QUÍMICA - Desenvolvimento de soluções num mundo em mudança” (“CHEMISTRY – Developing solutions in a changing world”), que foi lançado recentemente pela EuCheMS (e também está disponível para download no site da Associação). Este documento tem como objetivo destacar a importância central da química na resolução de uma série de desafios que enfrentamos atualmente num mundo em mudança. Neste documento, uma das áreas identificadas e considerada como uma prioridade no futuro foi a área dos “Alimentos”. Pode dizer-nos algo a respeito da participação da FCD-EuCheMS na redação deste documento, bem como a sua opinião sobre os futuros desafios que se põem aos químicos alimentares?

LSS: O documento que refere é uma contribuição para a consulta sobre o futuro do programa da União Europeia para a investigação, Horizonte 2020, que vai cobrir o período de 2014-2020. O programa Horizonte 2020 vai abordar os desafios globais, incluindo

“a produção de alimentos seguros e sustentáveis”, e “dieta e saúde”. Um dos representantes na FCD, Keith W. Waldron, juntamente com Hutchinson James, desenvolveu a parte relacionada com a temática “alimentos” deste documento. Na área da química alimentar existem muitos desafios, como por exemplo proporcionar uma quantidade suficiente de alimentos de elevada qualidade e nutritivos para uma população rapidamente crescente a nível mundial; existe igualmente a necessidade de se promover a sustentabilidade em toda a cadeia de produção alimentar; existem problemas globais de doenças relacionadas com a dieta, como por exemplo a obesidade, que é um fator de risco significativo para muitas condições adversas de saúde. Para resolver cada um desses problemas globais, é necessário levar a cabo investigações interdisciplinares, bem como realizar de forma efetiva a transferência de conhecimento para os consumidores, indústrias e legisladores.

BQ: Em 2013, o congresso EuroFoodChem XVII será realizado na Turquia. O que nos pode dizer sobre este congresso?

LSS: A série de conferências EuroFoodChem é “a bandeira” da Divisão de Química Alimentar da EuCheMS. O Euro Food Chem XVII terá lugar em Istambul, na Turquia, nos dias 7 a 10 de maio de 2013. Todos os interessados podem obter informações em www.eurofoodchemxvii.org. É a primeira vez que esta série de conferências é organizada fora da Europa. O local escolhido reflete o papel de Istambul como um ponto de encontro entre o Oriente e o Ocidente, como o cruzamento de diferentes continentes e culturas. Aproveito para lembrar que o prazo para submissão de resumos é janeiro de 2013.

BQ: Pode dizer-nos quais serão os principais temas científicos focados no congresso EuroFoodChem XVII e quais são as suas expectativas no que concerne à discussão dos mesmos?

LSS: Nesta conferência tentar-se-á oferecer uma ampla gama de temas

científicos para discussão. Alguns exemplos são: Novos desenvolvimentos em processamento de alimentos e novos alimentos; Micro e macronutrientes: Biodisponibilidade e estratégias de medição; Efeitos dos constituintes alimentares na textura e sabor; Substâncias tóxicas resultantes do processamento (ex: acrilamida, 3-MCPD, etc.); Nanomateriais em alimentos; Food “omics”; Métodos analíticos rápidos. O congresso EuroFoodChem XVII será certamente um excelente fórum para a discussão sobre a integração da química alimentar a nível europeu e mundial, investigação em qualidade e segurança alimentar, e troca de conhecimentos e boas práticas para desenvolver estratégias comuns para a avaliação da qualidade e segurança alimentar.

BQ: Acha que o congresso EuroFoodChem XVII também irá atrair a participação de químicos da indústria alimentar?

LSS: Como pode verificar a partir dos tópicos apresentados, o EuroFoodChem XVII aborda questões-chave relevantes também para a indústria, para além da comunidade académica e de órgãos reguladores/legisladores nacionais e internacionais, bem como organizações de consumidores.

BQ: De entre os trabalhos apresentados durante o EuroFoodChem XVII, prevê-se que exista alguma seleção para posterior publicação em revistas internacionais?

LSS: Como habitual, os resumos das apresentações orais e apresentações em painel serão incluídos no “Livro de Resumos da Conferência”. Para além disso, proceder-se-á à seleção de alguns trabalhos apresentados no congresso para serem publicados em versão de artigo completo num número especial da revista “Quality Assurance and Safety of Crops and Foods” (SCI-Expanded), após revisão por pares.

BQ: Que mensagem pode transmitir aos jovens investigadores portugueses na área da Química Alimentar com vista a estimular a sua participação no EuroFoodChem XVII?

LSS: Estou certa de que esta conferência vai proporcionar a todos os participantes um fórum para troca de ideias científicas, inspirar novas pesquisas, renovar amizades e estabelecer novos contatos para uma cooperação mais estreita. Dirijo uma palavra especial a exortar todos aqueles que estão no início das suas carreiras na ciência de alimentos para aproveitar esta oportunidade e participarem nesta conferência.

BQ: Pode indicar-nos alguns outros congressos ou atividades em que a FCD-EuCheMS esteja atualmente envolvida?

LSS: Gostaria de chamar a atenção para algumas conferências em 2013 organizadas pela FCD-EuCheMS, pelos seus membros ou com a colaboração destes:

- Euro Food Chem XVII, 7-10 de maio de 2013, em Istambul, Turquia (www.eurofoodchemxvii.org)
- 7.º Congresso Internacional sobre Pigmentos em Alimentos, 18-21 de junho de 2013, Novara, Itália (www.pif2013.org)
- CoCotea 2013, 9-11 de outubro de 2013, em Nápoles, Itália (www.cocotea2013.org)

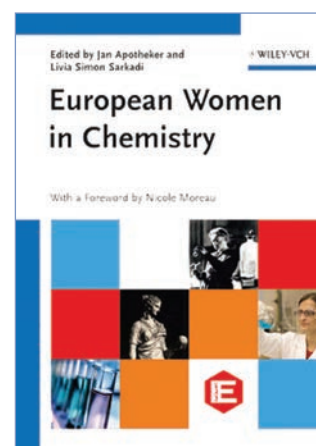
BQ: Mudando de assunto, 2011 foi o Ano Internacional da Química (AIQ 2011). Qual é a sua perceção da influência do AIQ 2011 para a noção que a sociedade tem sobre os químicos alimentares?

LSS: Como parte do Ano Internacional da Química foram organizadas em todo o mundo, com sucesso, uma série de atividades nacionais e internacionais. Uma das principais atividades da Divisão de Química de Alimentos foi a organização da EuroFoodChem XVI, que foi realizada na Polónia, em Gdansk. Alguns de vocês sabem que a celebração do Ano Internacional da Química em 2011 foi o resultado de este ano ter sido o 100.º aniversário

do Prémio Nobel que foi atribuído a Maria Sklodowska-Curie, sem dúvida, um dos mais reconhecidos investigadores polacos de sempre. Eu acredito que os químicos de alimentos têm as habilidades e conhecimentos para fazer uma contribuição significativa para a resolução de muitos problemas graves que o mundo enfrenta na área de nutrição através do desenvolvimento de alimentos saudáveis e nutritivos.

BQ: Sabemos que a Dra. Livia é uma das autoras do livro oficial da EuCheMS para o Ano Internacional da Química "Mulheres Europeias em Química" (European Women in Chemistry). Pode-nos falar um pouco a respeito dessa experiência e como se tornou parte integrante dela?

LSS: Esta publicação foi uma das contribuições da EuCheMS para o Ano Internacional da Química. O objetivo deste livro foi celebrar o papel das mulheres na química, refletindo um dos principais temas do Ano Internacional da Química. Como tal, considero que o livro se traduz numa homenagem a todas as mulheres europeias que foram, ou são, ativas em áreas diversas da Química. Como membro da Comissão Executiva da EuCheMS fiquei muito feliz por aceitar o convite para presidir o Painel Editorial e editar o livro juntamente com Jan Apotheke da Real Sociedade Holandesa de Química. O Painel Editorial foi composto por 22 pessoas propostas pelo Presidente do Grupo de Trabalho da EuCheMS sobre a História da Química. O livro incidiu numa série de retratos de químicas europeias proeminentes, do sexo feminino, ao longo dos séculos, cuja seleção foi feita com base nas sugestões dos presidentes das diversas Sociedades Membros da EuCheMS e dos editores. A nossa ideia era de que os capítulos deveriam ser mais do que apenas currículos das mulheres selecionadas ou revisões versando as suas conquistas científicas. Assim, procurámos produzir uma coleção de histórias in-



Livro oficial da EuCheMS para o Ano Internacional da Química, editado pela Dr.ª Livia Sarkadi

teressantes que atráissem um público amplo - incluindo químicos e não-químicos, jovens e idosos, homens e mulheres. Espero que gostem de ler o livro!

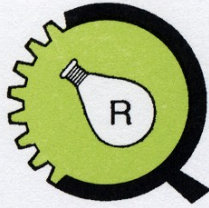
BQ: Como mulher, acha que os cientistas do sexo feminino hoje em dia ainda enfrentam dificuldades e têm de vencer desafios relacionados com o género ou, pelo contrário, existe igualdade de oportunidades dadas aos homens e mulheres em Química?

LSS: Atualmente as mulheres têm certamente mais oportunidades de estudar do que em épocas anteriores e assim o desenvolvimento das suas carreiras, com sucesso, já não é incomum. Mas ainda se espera que as mulheres cumpram os seus deveres no trabalho e, em seguida, cuidem igualmente da casa e da educação dos seus filhos. Não é surpreendente que, para muitas mulheres, a sua carreira acabe por "perder enfase" em detrimento de outras necessidades para o seu tempo. Embora tenha havido progressos, as mulheres químicas na academia e na indústria ainda não estão suficientemente bem representadas nos níveis superiores. Há, portanto, uma necessidade premente de se continuar a promover, apoiar e incentivar as mulheres químicas e mulheres cientistas e tecnólogas, especialmente aquelas no início de suas carreiras.

Sociedade Portuguesa
de Química

Visite-nos em www.spq.pt

Colabore connosco!



ROTOQUIMICA

EQUIPAMENTO CIENTIFICO DE LABORATÓRIO, LDA.



huber

BUCHI

Lenz
Laborglas GmbH & Co KG

büchiglasuster
Pilot Plant and Reactor Systems



www.rotoquimica.pt

rotoq@rotoquimica.pt Rua dos Verdes, 131-1º – 4470-658 MOREIRA-MAIA PORTUGAL Tel. 351.229388811 / 4 Fax 351.229388814

rotol@rotoquimica.pt Rua de Faro, Lote 36 B – 2755-281 ALCABIDECHE PORTUGAL Tel. 351.214866851 / 7 Fax 351.214866857

ALERGÉNIOS ALIMENTARES: O QUE SÃO, O QUE PROVOCAM E COMO DETETÁ-LOS?

JOANA COSTA, MARIA BEATRIZ P.P. OLIVEIRA E ISABEL MAFRA*

A prevalência das alergias alimentares tem vindo a aumentar nos últimos anos, constituindo um problema de saúde pública, com expressão mais relevante nas sociedades ocidentais. Atualmente estima-se que cerca de 2 a 4% da população adulta e 6 a 8% da população jovem possa padecer de algum tipo de alergia alimentar. A inexistência de terapêuticas efetivas para este tipo de patologia tem levado a uma crescente preocupação da população alérgica quanto aos alimentos disponíveis no mercado, dado que a única forma de se protegerem contra possíveis reações alérgicas consiste na eliminação dos alimentos alergénicos da sua dieta. A proteção destes indivíduos é apenas assegurada pela legislação que obriga a rotulagem de todos os ingredientes considerados potencialmente alergénicos nos alimentos pré-embalados. Para a verificação do cumprimento da rotulagem, é de extrema importância o desenvolvimento de metodologias analíticas adequadas para a sua monitorização. Dada a crescente necessidade de métodos analíticos com elevados níveis de sensibilidade e seletividade para a deteção e quantificação dos alergénios alimentares, têm sido propostas várias técnicas com base nas proteínas ou no ADN. No entanto, deverá ainda ser desenvolvido muito trabalho para que se possa responder à necessidade de estabelecer metodologias oficiais e materiais de referência adequados para a gestão de alergénios em alimentos.

ALERGIAS ALIMENTARES: O QUE SÃO?

Nos últimos anos, as alergias alimentares têm sido consideradas um problema emergente de saúde pública, com especial ênfase nas sociedades ocidentais. Estas definem-se como reações adversas do sistema imunitário em indivíduos sensibilizados à presença de proteínas (geralmente glicoproteínas) que ocorrem naturalmente nos alimentos.

As alergias alimentares podem ser divididas em duas categorias, de acordo com o tipo de resposta imune desencadeado. Um dos grupos corresponde às reações de hipersensibilidade imediata, quando a resposta adversa é mediada pelos anticorpos específicos da imunoglobulina E (IgE) para um dado alergénio. Estas reações devem a sua designação ao facto dos sintomas aparecerem dentro de poucos minutos até algumas horas após a ingestão do alimento alergénico. A segunda categoria corresponde às reações de hipersensibilidade retardada por serem mediadas pelas células T do sistema imunitário, pelo que os sintomas aparecem 24 a 48 horas após o consumo do alimento alergénico [1].

PREVALÊNCIA DAS ALERGIAS ALIMENTARES

Estudos recentes estimam que a prevalência das alergias alimentares tem vindo a aumentar e que possa afetar cerca de 2 a 4% da população mundial, atingindo um número superior entre a população jovem (8% de crianças e adolescentes). Só na Europa avalia-se que o número de pacientes alérgicos possa ascender aos 20 milhões de indivíduos. As alergias alimentares podem ser induzidas por uma grande variedade de alimentos, no entanto, cerca de 90% das reações alérgicas são atribuídas a classes res-

tritas de alimentos. Estes estão reunidos em oito grupos e são vulgarmente conhecidos como *the big-8* (Figura 1): ovos, leite, soja, trigo (glúten), crustáceos (marisco), peixe, amendoim e frutos de casca rija (amêndoa, noz, avelã, noz-pecã, noz de macadâmia, pistácios, caju e noz do Brasil). Embora qualquer um destes alimentos possa desencadear reações alérgicas, alguns deles, nomeadamente os amendoins e os frutos de casca rija, estão entre aqueles que podem causar reações adversas graves ou mesmo fatais. Atualmente, as alergias induzidas pela ingestão de frutos de casca rija são a principal causa



Figura 1 – Representação dos 8 grupos de alimentos (*big-8*) responsáveis por desencadear cerca de 90% das reações alérgicas

* REQUIMTE, Departamento de Ciências Químicas, Faculdade de Farmácia, Universidade do Porto, Porto
E-mail: isabel.mafra@ff.up.pt

de anafilaxia, levando todos os anos um elevado número de indivíduos em todo o mundo a recorrer às urgências dos hospitais. A anafilaxia desencadeada pelo consumo de alimentos pode ocorrer em indivíduos de qualquer idade e como consequência da ingestão de qualquer alimento. Contudo, as fatalidades provocadas por choques anafiláticos têm maior incidência entre os adolescentes e os jovens adultos, sendo frequentemente relacionadas com consumo de amendoins e frutos de casca rija (avelã, amêndoa e noz). Pacientes com diagnóstico duplo de alergias mediadas pela IgE associadas à asma e a alimentos revelam um risco acrescido de episódios de anafilaxia despoletados pela ingestão destes alimentos. Nestes casos, o atraso na administração de injeção de epinefrina como medida retificativa a uma exposição acidental ao ingrediente alergénico resulta, geralmente, em fatalidade [2].

A quantidade exata de um alergénio capaz de induzir uma resposta alérgica depende de vários fatores, ou seja, varia de indivíduo para indivíduo, da altura do dia, da existência de infeções, da prática de exercício físico e/ou de situações de stress. Os indivíduos alérgicos podem ainda apresentar diferentes graus de sensibilidade a um alimento alergénico específico, pelo que as quantidades mínimas capazes de incitar uma resposta alérgica ainda estão por definir. No entanto, estudos revelam que quantidades tão baixas quanto 1 mg de alergénio podem ser suficientes para induzir uma reação adversa em alguns indivíduos alérgicos [1]. No caso específico da avelã, as doses de alergénio capazes de despoletar sintomas adversos observáveis em indivíduos sensibilizados podem variar de 1 a 100 mg, o que equivale ao consumo de 6,4 a 640 mg de avelã numa refeição.

Os estudos populacionais baseados na prevalência das alergias alimentares são ainda muito escassos, evidenciando a enorme falta de informação acerca deste tópico. Apesar de ser classificado pela Organização Mundial de Saúde (OMS) como o quarto principal problema de saúde pública, ainda não existem tratamentos efetivos para este tipo de patologia. Em

consequência, os indivíduos alérgicos são aconselhados a retirar da sua dieta todos os alimentos que possam eventualmente conter os ingredientes alergénicos. Adicionalmente, estes pacientes são ainda aconselhados a evitar alimentos suscetíveis de provocar eventual reatividade cruzada com o ingrediente alergénico, uma vez que a frequência de reações alérgicas desencadeadas por alimentos da mesma família é muito comum. No caso particular de alergia a um fruto de casca rija, como a amêndoa, o paciente é fortemente aconselhado a eliminar da sua dieta o consumo de outros frutos de casca rija e de frutos da mesma família da amêndoa, como as maçãs, as cerejas, os pêssegos, de entre outros [3]. Sabe-se que algumas reações imunológicas adversas a certos alimentos podem ser minimizadas ao longo do tempo. Um exemplo de alergias que podem diminuir de intensidade com o avanço para a idade adulta é o caso da ingestão de leite. No entanto, outras alergias alimentares, como as provocadas pelos frutos de casca rija, são normalmente persistentes e sem tendência a desaparecerem. Apesar de todas as precauções, a total supressão destes produtos da alimentação é muito difícil de manter. Estima-se que cerca de 50% das crianças com histórico de alergia alimentar mediada pela IgE possa sofrer uma exposição acidental ao alergénio em questão nos primeiros 5 anos após o diagnóstico, subindo este número para os 75% nos primeiros 10 anos depois do diagnóstico [1].

ENQUADRAMENTO LEGAL

O alerta para a existência de moléculas naturais presentes nos alimentos e que induziam reações alérgicas num número significativo de indivíduos levou, em 1985, a que a Comissão do *Codex Alimentarius* publicasse uma lista contendo um conjunto de alimentos considerados responsáveis por induzir hipersensibilidade em indivíduos sensibilizados e aconselhando a rotulagem obrigatória destes. Desde então, tem vindo a ser dedicada uma especial atenção ao estabelecimento de diretivas claras com respeito à rotulagem de alimentos alergénicos, o que levou a União Europeia (UE), pela primeira vez, a incluir os alimen-

tos potencialmente alergénicos no anexo IIIa da Diretiva 2000/13/EC. De acordo com esta, a indústria alimentar era obrigada a declarar no rótulo todos os ingredientes utilizados na preparação de alimentos pré-embalados sujeitos a comercialização dentro da UE, com muito poucas exceções. Das alterações que têm surgido à referida diretiva, destaca-se a presente lista contendo um total de 14 grupos de alimentos (ovos, leite, soja, trigo (glúten), crustáceos, peixe, amendoim, frutos de casca rija, aipo, mostarda, sésamo, tremoço, moluscos e sulfitos) suscetíveis de induzir reações alérgicas em indivíduos sensibilizados, com a obrigatoriedade da sua rotulagem, independentemente da sua quantidade (Diretiva 2007/68/CE). A rotulagem correta dos alimentos pré-embalados constitui uma das formas mais efetivas para a proteção dos indivíduos alérgicos, visando essencialmente possibilitar uma escolha informada acerca dos produtos que adquirem. No entanto, de forma a obedecer à diretiva vigente da UE e a proteger-se de possíveis processos, a indústria alimentar tem feito um uso excessivo da rotulagem de precaução com a alegação “pode conter vestígios de...”, o que condiciona a escolha dos produtos alimentares a consumir e a qualidade de vida dos indivíduos sensibilizados/alérgicos. Como exemplo, para um paciente alérgico à avelã, a escolha de um simples chocolate de leite pode ser tarefa impossível, dado que praticamente todos os chocolates possuem no seu rótulo a declaração “pode conter vestígios de frutos de casca rija”. Sem limites legais estabelecidos que restrinjam a rotulagem de precaução, os pacientes não têm outra alternativa, a não ser evitar na totalidade o consumo dos referidos alimentos.

O QUE SÃO ALERGÉNIOS ALIMENTARES?

Os alergénios são antígenos com capacidade de desencadear uma resposta imunitária adversa em indivíduos sensibilizados. Bioquimicamente, os alergénios são maioritariamente glicoproteínas, solúveis em água e resistentes à digestão. São reconhecidos pelo sistema imunitário, levando à produção de anticorpos específicos do tipo IgE. Normalmente apresentam

pesos moleculares que podem variar entre os 3-160 kDa, mas os alergênicos mais comuns tem pesos moleculares entre 20 a 40 kDa. Muitas destas moléculas evidenciam atividade enzimática, o que lhes faculta a capacidade de atravessar a barreira da membrana mucosa. Na superfície tridimensional destas proteínas existem os chamados epítomos, que permitem a ligação destas moléculas aos centros ativos da IgE (Figura 2). No caso de existir uma sensibilização prévia a um dado alergénio, o sistema imunitário desenvolve anticorpos específicos para as moléculas alvo. Contudo, qualquer

molécula que apresente epítomos semelhantes pode ser responsável por desencadear reações adversas do mesmo tipo (reatividade cruzada). A resposta alérgica inicia-se com a ativação dos mastócitos, levando à libertação de histamina, citocinas, prostaglandinas, entre outras. Este processo desencadeia o aparecimento dos sintomas cuja intensidade varia em função do grau de exposição ao alergénio em questão.

As proteínas que induzem respostas imunitárias adversas pertencem a diferentes grupos ou famílias (Tabela 1).

No caso dos alergénios de origem animal, estes são essencialmente proteínas de transporte (albuminas, globulinas e caseínas) ou de regulação/estrutural (tropomiosinas e parvalbuminas). Os alergénios de origem vegetal são na sua grande maioria proteínas de reserva como as vicilinas, 2S albuminas e leguminas, mas também existem vários que desempenham funções de transporte (*Lipid Transfer Proteins* - LTP), estruturais (profilinas) e de defesa (*Pathogen-Related Protein* - PR-10).

MOLÉCULAS ALVO: PROTEÍNAS OU ADN?

O desenvolvimento de metodologias analíticas que possam verificar a veracidade da rotulagem e, mais importante, ajudar a indústria alimentar a controlar a presença de ingredientes potencialmente alergénicos, como forma de prevenir a ocorrência de contaminações cruzadas, é de extrema importância [3]. Presentemente, apesar de existirem vários métodos analíticos disponíveis na literatura visando a deteção e quantificação de alergénios alimentares, nenhum deles é ainda



Figura 2 – Representação da resposta alérgica desencadeada pela presença de alergénio alimentar. Ligação do alergénio às IgE, que leva à desgranulação dos mastócitos e consequente libertação de histamina, citocinas e prostaglandinas

Tabela 1 – Representação das oito classes de alimentos potencialmente alergénicos com a respetiva classificação das proteínas, função bioquímica de cada grupo e exemplos de alergénios conhecidos

Classe de alimentos	Classes de proteínas	Função bioquímica	Exemplo de alergénios
Ovos	Albuminas	Transporte	Gal d 2
Peixe	Parvalbuminas	Regulação	Gad c 1 (bacalhau do atlântico, comum à maioria dos peixes)
Leite	Globulinas Caseínas Albuminas	Transporte Transporte Transporte/regulação	Bos d 8 Bos d 4 Bos d 5
Crustáceos	Tropomiosinas	Regulação/estrutural	Pen i 1 (camarão) Cha f 1 (caranguejo)
Soja	Leguminas Vicilinas Profilinas PR-10	Reserva Reserva Estrutural Defesa	Gly m 6 Gly m 5 Gly m 3 Gly m 4
Frutos de casca rija (amêndoa, noz, avelã, caju, pistácio, noz pécan, noz de macadâmia e noz do Brasil)	PR-10 LTP Profilinas Vicilinas Leguminas 2S albuminas	Defesa Transporte Estrutural Reserva Reserva Reserva	Cor a 1 (avelã), Pru du 1 (amêndoa) Pru du 3 (amêndoa), Cor a 8 (avelã) Pru du 4 (amêndoa), Jug r 5 (noz) Cor a 11 (avelã), Jug r 2 (noz) Car i 4 (noz pécan), Ana o 2 (caju) Pis v 1 (pistácio), Ber e 1 (noz do Brasil)
Amendoins	Vicilinas 2S albuminas Leguminas Profilinas Oleosinas PR-10 LTP	Reserva Reserva Reserva Estrutural Estrutural Defesa Transporte	Ara h 1 Ara h 6/Ara h 7 Ara h 3 Ara h 5 Ara h 10/Ara h 11 Ara h 8 Ara h 9
Trigo	Profilinas LTP Tiorredoxinas Gliadinas Gluteninas	Estrutural Transporte Transporte Reserva Reserva	Tri a 12 Tri a 14 Tri a 25 Tri a 19/Tri a 21 Tri a 26

oficial. Os requisitos necessários para responder às exigências impostas pela legislação envolvem parâmetros de elevada sensibilidade e especificidade para rastrear quantidades vestigiais de alergénios e/ou respetivos marcadores em matrizes complexas, tais como os alimentos processados. Para tal, a definição dos limites superiores permitidos para a presença de componentes alergénicos como não-ingredientes seria um importante progresso para a proteção dos consumidores alérgicos. Contudo, estes limites só têm significado se existirem metodologias disponíveis capazes de verificarem o cumprimento dos mesmos. Atualmente, pensa-se que os limites de deteção dos métodos usados na deteção de alergénios em alimentos deverão rondar os 1-100 mg/kg, o que constitui uma gama de concentrações bastante baixa para a maioria das técnicas disponíveis. Aliada à problemática do desenvolvimento de técnicas específicas e sensíveis para a deteção de ingredientes alergénicos em alimentos, acresce a falta de materiais de referência que permitam a sua otimização e validação [3].

As metodologias mais utilizadas baseiam-se em protocolos imunológicos ou imunoquímicos, como os ensaios ELISA (*Enzyme-Linked Immunosorbent Assay*), Figura 3, e as tiras de fluxo lateral, cujo mecanismo se fundamenta na deteção direta de proteínas alergénicas/marcadoras, mediante uma reação imunológica anticorpo-proteína. A aplicação de anticorpos poli- ou monoclonais para a deteção de ingredientes alergénicos nos alimentos processados tem sido amplamente explorada com sucesso. No caso específico do amendoim e dos frutos de casca rija (caso da amêndoa, noz, avelã, noz de macadâmia, pistácio e caju), encontram-se

disponíveis comercialmente vários kits de tiras de fluxo lateral e de testes ELISA que permitem a deteção/quantificação dos alergénios alvo. Estes kits indicam a possibilidade de detetar e quantificar o ingrediente alergénico até um limite de 2,5 mg/kg, revelando elevada sensibilidade. Este tipo de testes é o mais usado pela indústria alimentar, uma vez que é de fácil execução e não requer equipamento específico. Alternativamente aos testes ELISA, surgiram os biossensores, que são considerados métodos imunológicos muito atrativos por permitirem a deteção múltipla de diferentes alergénios em alimentos, baseando o seu funcionamento na interação anticorpo-proteína. Têm revelado uma vasta aplicação nesta área, nomeadamente na identificação de avelã e amendoim, com limites de deteção comparáveis aos ensaios ELISA mais sensíveis (1-10 mg/kg). No entanto, a elevada suscetibilidade dos ensaios imunoquímicos à reatividade cruzada com proteínas não alvo, tornam a sua fiabilidade limitada. Acresce ainda o facto dos referidos ensaios terem como alvo a deteção direta de proteínas, que são moléculas com baixa resistência a variações de pH e/ou temperatura, condições essas que são frequentemente utilizadas durante o processamento dos alimentos. Como consequência, as estruturas das proteínas podem sofrer alterações conformacionais (desnaturação), o que pode invalidar a sua deteção. Deste modo, embora os ensaios imunológicos sejam ferramentas valiosas na avaliação de alimentos crus ou pouco processados, a sua aplicação em produtos processados deverá ser criteriosa.

Ainda com base na deteção direta das proteínas alergénicas/marcadoras, mas visando a eliminação da utilização de anticorpos e os problemas associados às alterações tridimensio-

nais das proteínas, surgiu nos últimos anos a abordagem por espetrometria de massa (MS) acoplada com análise bioinformática. Estas técnicas permitem efetuar, em simultâneo, a deteção, a quantificação e a identificação de péptidos alergénicos e/ou péptidos marcadores da espécie alvo. A aplicação da análise por espetrometria de massa acoplada a técnicas de cromatografia líquida com ionização por *electrospray* com a capacidade da deteção de múltiplos péptidos-alvo numa única corrida, torna esta metodologia numa estratégia muito promissora para a análise de alergénios alimentares. Trabalhos recentes revelam o sucesso na aplicação da análise por MS para o rastreio de frutos de casca rija em alimentos com limites de deteção de 3 mg/kg. Porém, o elevado custo do equipamento e da sua manutenção, e a exigência de pessoal com elevado grau de especialização para manter a plataforma MS, condiciona o amplo desenvolvimento e aplicação destes métodos em análises de rotina [3].

Como metodologias alternativas à deteção direta das moléculas alergénicas (proteínas), surgiram as técnicas de análise indireta baseadas no ADN. Durante a sua preparação, os alimentos processados são comumente sujeitos a tratamentos térmicos, o que pode levar à desnaturação das proteínas presentes, tornando-as "invisíveis" para os métodos imunológicos utilizados na sua deteção. Ainda que muitas destas moléculas percam a atividade alergénica, a sua desnaturação pode também levar ao aparecimento de novos epítomos capazes de desencadear respostas imunitárias anormais, representando um potencial risco para os indivíduos alérgicos. As moléculas de ADN evidenciam maior estabilidade do que as proteí-

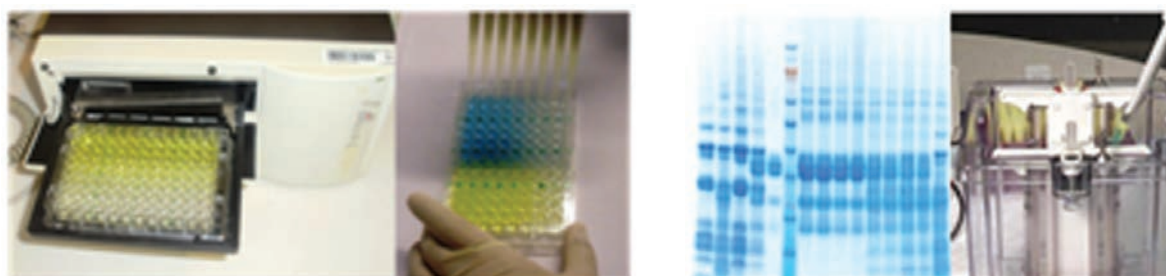


Figura 3 – Sistemas ELISA usados na deteção e quantificação de ingredientes alergénicos em alimentos processados

nas, além de estarem disponíveis na maioria dos tecidos biológicos, o que as transforma em alvos preferenciais para a diferenciação e identificação de alérgenos ou ingredientes alérgenos em alimentos com elevado grau de processamento [3, 4]. As técnicas baseadas na detecção do ADN consistem na amplificação de uma região alvo que codifica a proteína alérgica ou de um gene marcador de espécie com recurso à reação em cadeia da polimerase (PCR). Na PCR, as cadeias duplas do ADN são separadas por desnaturação a elevada temperatura (94-96°C), seguindo-se a hibridação dos *primers* que se ligam aos locais complementares de cada uma das cadeias alvo (50-65°C) e respetiva amplificação por ação de uma polimerase termorresistente a 72°C, obtendo-se no final de 30 ciclos de amplificação mais de 10⁹ fragmentos de ADN. A especificidade e seletividade do método baseiam-se na escolha das sequências dos oligonucleótidos designados por *primers* com complementaridade para a região do ADN alvo e nas condições de hibridação dos mesmos. A elevada sensibilidade e especificidade associadas à relativa simplicidade e rapidez tornam a técnica de PCR adequada para análises de rotina e também como ferramenta de confirmação. Apesar das vantagens óbvias dos métodos de ADN, o facto de ser uma abordagem indireta, isto é, não baseada na detecção de moléculas capazes de desencadear as reações adversas, fazem com que sejam contestados por vários autores.

No entanto, o mesmo acontece com a maioria dos testes ELISA, uma vez que estes frequentemente não detetam as proteínas alérgicas, mas sim proteínas marcadoras da espécie. Não obstante a divergência de opiniões, as técnicas baseadas na PCR têm vindo a ser extensivamente utilizadas na detecção e quantificação de alérgenos em alimentos processados. Neste sentido, as técnicas de PCR qualitativa ou convencional e de PCR em tempo real têm sido largamente aplicadas na detecção de alérgenos nos alimentos, sendo a última adequada à quantificação. No caso específico da identificação e quantificação de frutos de casca rija como ingredientes potencialmente alérgi-

cos, existem alguns kits disponíveis comercialmente para a amêndoa, a avelã, a noz, o caju, o pistácio e o amendoim. Os referidos kits permitem atingir limites de deteção relativos e absolutos de 0,4 a 4 mg/kg e 5 cópias de ADN do respetivo ingrediente alérgico. No entanto, nenhum deles disponibiliza qualquer informação sobre a performance de ensaios de reatividade com outras espécies vegetais, nomeadamente com outros frutos de casca rija.

A literatura também disponibiliza um conjunto de metodologias baseadas no ADN para a deteção de frutos de casca rija em alimentos. Com limites de deteção ligeiramente superiores aos registados pelos métodos imunológicos, as técnicas de PCR em tempo real revelam maior especificidade e seletividade com menores ocorrências de reatividades cruzadas. Neste contexto, e visando a obtenção de limites de deteção e quantificação mais baixos, têm vindo a ser desenvolvidos alguns trabalhos com recurso à PCR em tempo real. Esta técnica permite a monitorização da produção do ADN alvo ao longo da amplificação através da aquisição de sinal de fluorescência por adição de corantes específicos ou sondas marcadas para o efeito. Para além da sensibilidade e especificidade acrescidas, comparativamente à PCR convencional, a vantagem adicional da quantificação é uma mais-valia na análise de alimentos.

Neste sentido, para a deteção de alérgenos da amêndoa foi muito recentemente desenvolvido um método de PCR em tempo real com análise por *high resolution melting* (HRM) [5]. A análise por HRM emergiu dos avan-

ços recentes nos equipamentos de elevada resolução e do aparecimento de corantes mais especializados para intercalar as cadeias duplas dos ácidos nucleicos (ex. EvaGreen).

Esta abordagem tem sido largamente utilizada nas áreas da saúde, nomeadamente para a genotipagem, estudos de despistagem de mutações genéticas, descodificação do ADN e edição de ARN, dado que permite distinguir pequenas alterações (substituições/deleções/inserções nucleotídicas) em fragmentos de PCR com tamanho e composição semelhantes. Atendendo às inúmeras potencialidades e vantagens da análise por HRM, a sua aplicação foi proposta com sucesso na identificação de alérgenos da amêndoa em alimentos processados, tendo atingido um limite de deteção relativo de 50 mg/kg. A análise por HRM permitiu também diferenciar a amêndoa de outros frutos do género *Prunus* (pêssego e alperce) [5], o que atesta a sua aplicabilidade para a identificação e diferenciação de espécies. Ainda visando o aperfeiçoamento de métodos moleculares de elevada especificidade e sensibilidade, foi desenvolvida outra nova estratégia combinando as vantagens de duas técnicas moleculares, nomeadamente a PCR *nested* e a PCR em tempo real, num novo sistema designado por *single-tube nested real-time PCR*. A nova técnica foi aplicada para a deteção e quantificação relativa de alérgenos da amêndoa e da avelã revelando uma elevada performance em ambos os sistemas (Figura 4) [6, 7]. Permitiu baixar o limite de deteção e quantificação relativo da avelã e da amêndoa para 50 mg/kg, sendo este limite duas vezes inferior ao obtido com os res-

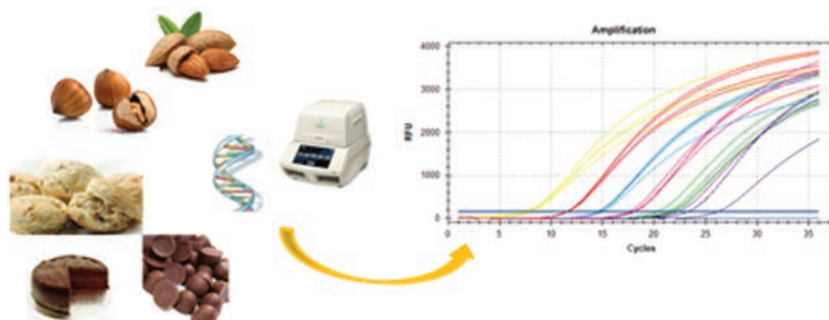


Figura 4 – Sistemas baseados na PCR em tempo real para a deteção e quantificação de alérgenos de frutos de casca rija em alimentos processados

petivos sistemas convencionais de PCR em tempo real. Em termos absolutos possibilitou a amplificação até 0,5 pg de avelã, o que corresponde a uma cópia de ADN, sendo este valor o mais baixo reportado na literatura [6]. No caso da amêndoa, o novo sistema permitiu a deteção absoluta de aproximadamente 4 cópias de ADN (1,28 pg), sendo de igual forma o valor mais baixo atingido [7].

Este sistema revelou elevada versatilidade, dado que apresenta performances melhoradas, independentemente da matriz alimentar e do respetivo alvo, quando comparado com os sistemas convencionais de PCR em tempo real. Esta metodologia de *single-tube nested real-time PCR* provou ainda ser uma ferramenta alternativa com elevado potencial para a deteção e quantificação de diversos alérgenos alimentares, tanto em matrizes cruas como em matrizes sujeitas a elevado grau de processamento.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em suma, apesar dos inúmeros avanços, há ainda muito a desenvolver relativamente à temática da deteção e quantificação de alérgenos em alimentos. As opiniões continuam a divergir e a constituírem fonte de debate

acerca da melhor metodologia para a avaliação da presença/ausência de ingredientes potencialmente alérgenos em alimentos processados. Até à data, nenhuma das metodologias apresentadas, tanto baseadas na deteção direta de proteínas alérgicas, como, de forma indireta, através do ADN, satisfaz plenamente todos os requisitos considerados adequados para a deteção de alérgenos em alimentos processados.

A inexistência de valores máximos legislados para a presença de ingredientes alérgicos em alimentos e de métodos oficiais para a sua deteção e quantificação continuam a constituir obstáculos para a melhor gestão deste problema de saúde pública. Num futuro próximo espera-se que estes requisitos de prevenção encontrem resposta, permitindo ir ao encontro das necessidades da indústria alimentar, de forma a facilitar a gestão de ingredientes alérgicos e a obter rotulagem mais efetiva e segura, num contexto de maior liberdade de escolha dos indivíduos alérgicos.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho teve o apoio da FCT, através do financiamento PEst-C/EQB/LA0006/2011 e do projeto de Co-

operação Transnacional e Tecnológica FCT/Eslováquia FCT/2489/3/6/2011/S, e da Universidade do Porto, através de "Projectos Pluridisciplinares" IJUP2011-176. Joana Costa agradece à FCT a bolsa de doutoramento (SFRH/BD/64523/2009) financiada pelo POPH-QREN (subsidiado pelo FSE e MCTES).

REFERÊNCIAS

- [1] L.M.L. Nollet and A.J. van Hengel, *Food allergens: analysis instrumentation and methods*, Boca Raton: CRC Press (2011).
- [2] E. Shah, J. Pongracic, *Pediatrics Annals*, **37** (2008) 536-541.
- [3] J. Costa, I. Mafra, I. Carrapatoso, M.B.P.P. Oliveira, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **60** (2012) 1337-1349.
- [4] I. Mafra, I.M.P.L.V.O. Ferreira, M.B.P.P. Oliveira, *European Food Research and Technology*, **227** (2008) 649-665.
- [5] J. Costa, I. Mafra, M.B.P.P. Oliveira, *Food Chemistry*, **133** (2012) 1062-1069.
- [6] J. Costa, I. Mafra, T. Kuchta, M.B.P.P. Oliveira, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **60** (2012) 8103-8110.
- [7] J. Costa, M.B.P.P. Oliveira, I. Mafra, Novel approach based on single-tube real-time PCR to detect almond allergens in foods (submitted).

ATUALIDADE CIENTÍFICA

DOIS ELEMENTOS DA TABELA PERIÓDICA RECEBEM O SEU NOME

Nos finais de maio de 2012, dois elementos químicos receberam as suas designações definitivas aprovadas pela IUPAC. A 30 de maio de 2012, o elemento de número atómico 114 adotou o nome de Fleróvio (símbolo químico Fl), enquanto que em 31 de maio de 2012, a IUPAC adotou para o elemento de número atómico 116 o nome de Livermório (símbolo químico Lv). O fleróvio é um elemento químico radioativo, e foi denominado em homenagem ao físico nuclear soviético Georgy Flyorov (também soletrado como Flerov), 1913-1990, o fundador do Joint Institute for Nuclear Research (JINR), em Dubna, Rússia, onde o elemento foi primeiramente descoberto em dezembro de 1998. Foram detetados até à data aproximadamente 80 decaimentos de átomos de fleróvio, 50 diretamente e 30 inferidos pelo decaimento dos elementos mais pesados livermório e ununóctio. Todos os decaimentos foram atribuídos a cinco isótopos vizinhos com números de massa na gama 285-289. O isótopo mais estável conhecido atualmente é o ²⁸⁹Fl, com tempo de meia vida de ~2,6 s. Estudos químicos realizados em 2007-2008 sugerem que o fleróvio é inesperadamente volátil para um elemento do grupo 14 e aparenta exibir propriedades do tipo gás nobre devido a efeitos relativísticos.

Por outro lado, o livermório é um elemento superpesado sintético colocado na tabela periódica como o elemento mais pesado do grupo 16. No entanto, de momento não é conhecido um isótopo suficientemente estável para que se possam realizar estudos que confirmem esta posição como um homólogo pesado do polónio. Foi inicialmente detetado por investigadores do JINR, em Dubna, Rússia, em julho de 2000. O nome Livermório foi adotado como reconhecimento pelo papel que o Lawrence Livermore National Laboratory, sedado na cidade de Livermore, Califórnia, teve na colaboração que conduziu à sua descoberta. Desde a deteção inicial foram produzidos aproximadamente 35 átomos de livermório, quer diretamente, como através do decaimento de ununóctio, com quatro isótopos vizinhos de números de massa na gama 290-293. O isótopo mais estável conhecido é o ²⁹³Lv, com um tempo de meia vida de ~60 ms.

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

DESENVOLVIMENTO DE METODOLOGIAS PARA A PRODUÇÃO DE VINHO SEM ADIÇÃO DE ANIDRIDO SULFUROSO

CLÁUDIA NUNES^{1,*}, ÂNGELA CUNHA¹, ÉLIA MARICATO¹, MICKAEL C. SANTOS¹, JOSÉ A. LOPES DA SILVA¹, SÓNIA MENDO², SÍLVIA M. ROCHA¹, JORGE A. SARAIVA¹ E MANUEL A. COIMBRA¹

O anidrido sulfuroso (SO₂) é um aditivo versátil e eficiente utilizado na vinificação, devido à sua capacidade antissética, inibindo o crescimento de microrganismos nocivos ao vinho, e às suas propriedades antioxidantes, impedindo a ocorrência de reações de oxidação indesejáveis. Contudo, a presença de sulfitos é uma das grandes desvantagens associadas ao consumo de vinho, dado o crescente número de consumidores intolerantes e/ou alérgicos a estes compostos. No âmbito de um projeto de investigação, uma parceria entre a Universidade de Aveiro e a empresa Dão Sul S.A., foram testadas várias metodologias que, de uma forma mais saudável, segura, simples e eficaz, permitissem produzir vinho sem a adição de SO₂. Os filmes à base de quitosana reticulados com genipina são insolúveis em soluções ácidas, mantendo as propriedades de sequestração do ferro e antimicrobianas da quitosana, sendo promissora a sua aplicação na produção de vinho branco. A alta pressão hidrostática potencia a velocidade das reações de polimerização das antocianinas e promove as reações de Maillard, dando origem a vinhos tintos com características de vinhos envelhecidos. Esta é uma tecnologia que origina vinhos com características diferentes do vinho produzido tradicionalmente, o que pode ser uma vantagem se a tradição for conciliada com a inovação.

O ANIDRIDO SULFUROSO NA VINIFICAÇÃO

O anidrido sulfuroso é um composto usado na vinificação como antisséptico e antioxidante, impedindo reações que originam defeitos nas propriedades sensoriais do vinho. Este é um aditivo versátil e eficiente, o que o torna indispensável na preservação da qualidade sensorial do vinho [1]. Este composto inibe o crescimento de microrganismos nocivos ao vinho, sendo as bactérias mais sensíveis do que as leveduras. A sua capacidade antioxidante deve-se à combinação com o oxigénio livre e à sua ação na inativação de enzimas oxidativas como a polifenoloxidase e a peroxidase. O anidrido sulfuroso também se combina com alguns compostos presentes no vinho, como o acetaldeído, açúcares e antocianinas [2]. Assim, este composto contribui para a estabilização da cor e sabor do vinho, mantendo a segurança microbiológica do produto final e favorecendo a sua preservação.

Apesar das vantagens acima descritas, os sulfitos resultantes da adição de anidrido sulfuroso aos vinhos podem provocar intolerâncias e/ou alergias aos consumidores mais sensíveis [3, 4]. Consequentemente, o

desenvolvimento de novas metodologias que possam substituir o SO₂ é importante para ir ao encontro das necessidades do mercado e do consumidor. No entanto, esta inovação no processo de vinificação e armazenamento do vinho deve manter as características organolépticas e varietais dos vinhos.

ALTERNATIVAS À ADIÇÃO DO ANIDRIDO SULFUROSO

Conscientes de que a presença de sulfitos nos vinhos pode ser prejudicial para os consumidores, os produtores de vinho têm procurado reduzir a utilização de SO₂. O processo tecnológico de produção de vinho pode ser orientado de forma a usar os níveis mais baixos possíveis de anidrido sulfuroso, nomeadamente utilizando boas práticas higienossanitárias. Os vinhos podem ser produzidos utilizando uvas sãs e mantendo os mostos e vinhos abaixo de 14°C. No entanto, este tipo de vinho é mais suscetível à degradação e portanto pouco comercializável.

Têm sido testados diferentes métodos como substitutos do SO₂ na vinifica-

ção com o intuito de desenvolver uma metodologia que permita a produção de vinhos à escala industrial. Com este propósito, tem sido proposta a adição de ácido ascórbico, dimetildicarbonato, lisozima, nisina ou compostos fenólicos e a aplicação de novos métodos físico-químicos, nomeadamente, campos elétricos pulsados, ultrassons ou radiação ultravioleta [5]. No entanto, nenhum destes métodos, isoladamente, provou ainda ser tão eficaz e completo como o anidrido sulfuroso na produção e conservação dos vinhos, já que qualquer estratégia alternativa terá de atuar simultaneamente a três níveis: como conservante, antioxidante e na manutenção das características sensoriais do vinho.

FILMES À BASE DE QUITOSANA

A quitosana é um polissacarídeo obtido a partir da quitina, um componente do exosqueleto dos crustáceos ou dos estiletos das lulas. Este polissacarídeo é constituído por resíduos de D-glucosamina e N-acetil-D-glucosamina (Figura 1), em que os resíduos de D-glucosamina são maioritários (grau de acetilação inferior a 50%).

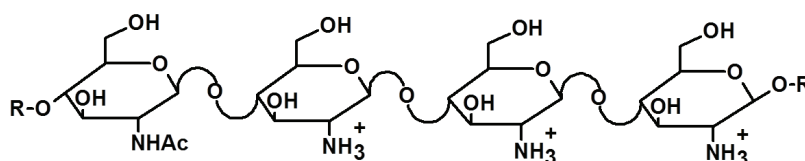


Figura 1 – Estrutura química da quitosana

¹ Departamento de Química, Universidade de Aveiro, Aveiro

² Departamento de Biologia, Universidade de Aveiro, Aveiro

* E-mail: claudianunes@ua.pt

Este polímero tem sido muito estudado devido às suas propriedades antioxidantes e antimicrobianas [6], que dependem principalmente do grau de acetilação e do tamanho das moléculas. Têm sido sugeridos dois mecanismos para explicar a inibição do crescimento das células microbianas por parte deste polissacarídeo: 1) a interação do polímero policatiônico com os grupos aniônicos na superfície de células de bactérias Gram-negativas, o que pode obstruir o transporte de substâncias essenciais para o seu interior ou provocar a ruptura celular e 2) a complexação de metais, oligoelementos ou nutrientes essenciais que ficam indisponíveis para que o microrganismo cresça [7]. A capacidade antioxidante da quitosana está também relacionada com a sua capacidade de complexar com os íons metálicos [8] como o Fe^{2+} ou o Cu^+ (participantes na reação de Fenton). Alguns estudos demonstraram que a quitosana tem também a capacidade de adsorver os compostos fenólicos do vinho branco, prevenindo o seu escurecimento [9, 10]. A quitosana tem sido descrita como tendo atividade hemostática (coagulante), efeito analgésico, efeito imunestimulador e propriedades anti-colesterolémicas e anti-tumorais [11, 12]. É ainda um polímero biodegradável e biocompatível, pois pode ser degradado *in vivo* por várias enzimas, como a lisozima e proteases

como a pepsina. A quitosana tem ainda a capacidade de formar géis e filmes. Devido às propriedades químicas e biológicas já referidas, os filmes produzidos com base neste polímero têm sido bastante estudados com o intuito de diversificar a sua aplicação, nomeadamente na área das ciências biomédicas e indústria alimentar [13]. As propriedades da quitosana sustentam a hipótese da sua utilização na substituição do SO_2 durante o processo de vinificação. No entanto, este polissacarídeo é solúvel no vinho devido ao seu pH ácido, pois a solubilização da quitosana em meios aquosos ocorre pela protonação do grupo $-\text{NH}_2$ dos resíduos de D-glucosamina, sendo solúvel em soluções com pH abaixo de 6,0 ($\text{pK}_a = 6,3$). Assim, a sua aplicação no tratamento do vinho requer que esta seja modificada para a tornar insolúvel de forma a não alterar as características sensoriais do vinho. Uma das estratégias possíveis é a reticulação do polímero por uma molécula (*cross-linker*) que ligue duas ou mais moléculas de quitosana, originando a formação de uma rede covalente tridimensional. A escolha adequada do agente reticulante e das condições de reação pode permitir obter materiais com menor solubilidade, mantendo as propriedades biológicas e permitindo aumentar a sua resistência mecânica, a estabilidade química e a capacidade de absorção de água.

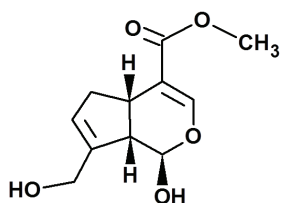


Figura 2 – Estrutura química da genipina

Produção dos filmes

Com o intuito de produzir filmes estáveis em meio ácido e com atividade antioxidante e antimicrobiana para serem usados no processo de vinificação, foi desenvolvido um processo de produção de filmes com quitosana reticulada. A quitosana é um polissac-

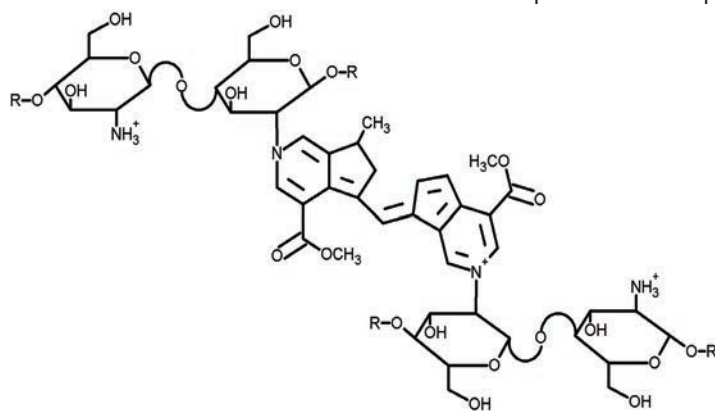


Figura 3 – Proposta da estrutura química da quitosana reticulada com genipina [15]

carídeo, disponível comercialmente, obtido a partir da desacetilação da quitina. A genipina (Figura 2), a aglicona do genipósido presente no fruto de gardénia (originária da China), foi usada como agente reticulante. Este composto tem a vantagem de reagir rapidamente com os grupos amina e ser menos citotóxico [14], cerca de 5000 a 10000 vezes menos, do que o glutaraldeído, o agente reticulante mais utilizado para a quitosana. A genipina liga-se à quitosana formando um composto heterocíclico e a ligação cruzada ocorre através da ligação entre duas moléculas de genipina que estejam ligadas à quitosana (Figura 3) [15].

O processo de produção dos filmes consiste em dissolver a quitosana numa solução de ácido acético (1%), sendo a esta solução adicionado glicerol como plastificante e genipina como reticulante. Esta solução, depois de filtrada e degaseificada, é colocada em placas (0,2 g de solução por cm^2). A genipina reage com a quitosana durante pelo menos 6 h à temperatura ambiente e o filme é obtido por evaporação do solvente a 35°C (Figura 4).

Propriedades dos filmes

O filme de quitosana com ligação covalente à genipina apresenta uma solubilidade, em meio ácido, cerca de 60% inferior em relação aos filmes produzidos com quitosana sem modificação química e preparados segundo o mesmo procedimento (Figura 5). A solubilidade dos filmes foi determinada por percentagem de perda de massa dos filmes após terem estado 7 dias mergulhados numa solução aquosa com 10% de etanol a pH 3,5, com agitação orbital, à temperatura ambiente. Os resultados para a atividade antioxidante dos filmes, determinada pelo método radicalar do ácido 2,2'-azino-bis(3-etilbenzotiazolina-6-sulfónico) (ABTS) [16], mostrou que



Figura 4 – Filme de quitosana reticulada com genipina

a reticulação não altera significativamente a atividade antioxidante dos filmes (Figura 5).

A capacidade do filme para inibir o crescimento de leveduras foi determinada para o filme preparado com quitosana modificada com genipina e para o filme preparado com quitosana não modificada, tendo sido utilizada uma cultura de leveduras *Saccharomyces cerevisiae*. Os filmes foram colocados nesta suspensão numa proporção de 4 cm² de filme por 10 mL. As suspensões de células contendo os filmes não apresentaram nenhuma unidade formadora de colónias (UFC) ao fim de 48 h de incubação a 25°C, enquanto o controlo (suspensão de células inoculadas nas mesmas condições, mas sem adição de filme) apresentou 8x10⁷ UFC/mL. Em resumo, o filme preparado com quitosana reticulada com genipina apresenta baixa solubilidade após 7 dias em meio ácido (< 20%), em comparação com um filme de quitosana não modificada, e mantém a sua capacidade antioxidante e de inibição do crescimento de *Saccharomyces cerevisiae*.

Aplicação dos filmes aos vinhos

O filme de quitosana reticulado com genipina foi utilizado, em substituição do anidrido sulfuroso, na produção de vinho branco pela empresa Dão Sul S.A. seguindo o processo de vinificação tradicional. Após a fermentação alcoólica, o filme foi colocado em contacto com o vinho (Figura 6). Vinhos sem tratamento com SO₂ e tratados com 40 mg/L de SO₂ foram também engarrafados e armazenados nas mesmas condições para servirem como controlos. O vinho que esteve em contacto com o filme manteve-se estável do ponto de vista microbiológico. As análises físico-químicas demonstraram que o vinho com filme à base de quitosana tinha um conteúdo em compostos fenólicos ligeiramente inferior em relação ao vinho tratado com SO₂. No entanto, a cor dos vinhos era diferente em comparação com o vinho sem tratamento, tendo o vinho branco que esteve em contacto com o filme uma menor intensidade da cor. Segundo os parâmetros CIELAB, este vinho apresentava uma tonalidade de

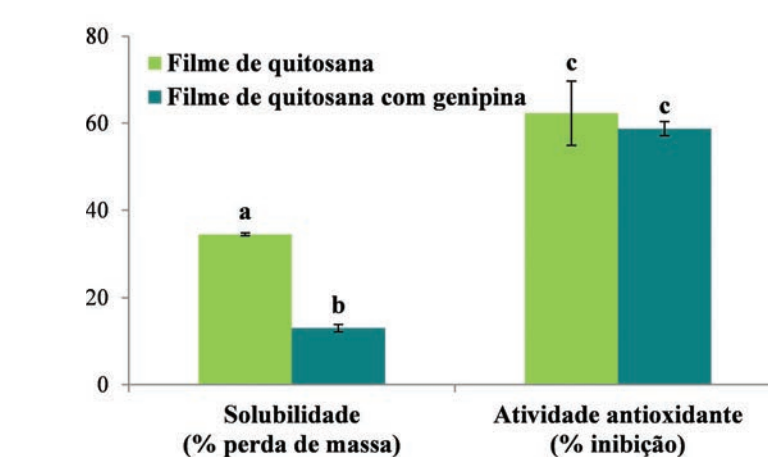


Figura 5 – Solubilidade (7 dias em meio ácido com agitação) e atividade antioxidante (método ABTS) dos filmes de quitosana e quitosana com genipina (letras diferentes representam valores significativamente diferentes)

cor mais verde (menor a*) e amarelo (maior b*). As diferenças observadas nos vinhos que estiveram em contacto com o filme podem dever-se à adsorção dos compostos fenólicos ao filme e consequente alteração na cor, o que está de acordo com a bibliografia [9, 10]. No entanto, como o vinho que esteve em contacto com o filme à base de quitosana apresentava um teor em ferro cerca de 50% inferior em relação ao vinho sem tratamento ou com adição de SO₂, é possível que a quitosana tenha promovido a inibição das reações de oxidação que ocorrem no vinho por sequestração dos iões ferro.

Na prova sensorial aos vinhos, sem que o painel de provadores soubesse a sua origem, o vinho branco que esteve em contacto com o filme à base de quitosana foi considerado um bom vinho em relação à cor, aroma e sabor. De acordo com estes resultados pode-se afirmar que os filmes de quitosana reticulados com genipina são promissores para aplicação na produção de vinho branco em substituição da adição de anidrido sulfuroso. Esta tecnologia permite manter a segurança microbiológica do produto final, favorecendo a sua longevidade com uma boa qualidade organolética.

TECNOLOGIA DE ALTA PRESSÃO HIDROSTÁTICA

A tecnologia de alta pressão hidrostática (APH) é um processamento não-térmico que consiste em submeter o produto a altas pressões, entre 100 e 1000 MPa, com o objetivo de destruir microrganismos e inativar enzi-



Figura 6 – Vinho branco experimental produzido pela Dão Sul S.A.: A) vinho sem tratamento; B) vinho com o filme à base de quitosana

mas, preservando-o durante longos períodos de tempo. A inativação microbiana pela APH é provavelmente devida a interferências nas estruturas celulares e funcionais, tais como membranas, ribossomas e enzimas, levando à morte celular. De acordo com a bibliografia, a APH atua quebrando ligações não-covalentes, aparentemente não afetando as ligações covalentes [17].

À temperatura ambiente e a pressões de 300 a 500 MPa, as bactérias e as leveduras presentes no vinho são inativadas [18, 19] e a atividade enzimática, incluindo a polifenoloxidase, é reduzida. Alguns estudos realizados concluem que os tratamentos não alteram as propriedades sensoriais e nutricionais do vinho [18, 19]. No entanto, foi verificado recentemente que o tratamento de vinho tinto por elevadas pressões (650 MPa) durante 1 ou 2 h promove a diminuição da cor, de-

vido à polimerização de compostos fenólicos [20].

Aplicação da APH aos vinhos

A APH foi testada em vinhos brancos e tintos em substituição da adição de anidrido sulfuroso. Os vinhos, branco e tinto, sem adição de SO_2 , foram engarrafados em garrafas PET e posteriormente foram sujeitos a dois tratamentos de pressão, 425 MPa e 500 MPa, durante 5 min. Vinhos sem tratamento e vinhos com adição de 40 mg/L de SO_2 foram também engarrafados e armazenados nas mesmas condições. Ao fim de 12 meses de armazenamento, os vinhos tratados por APH estavam estáveis a nível microbiológico, enquanto o vinho sem tratamento apresentava crescimento de leveduras e bactérias.

Os vinhos brancos tratados por APH apresentaram uma concentração inferior em compostos fenólicos e atividade antioxidante (10% inferior), quando comparados com os vinhos tratados com SO_2 ou com os vinhos sem tra-

tamento. Em relação à cor, pelos parâmetros CIELAB, verificou-se que os vinhos brancos tratados por APH, ao longo do armazenamento, tinham uma luminosidade menor e uma tonalidade mais vermelha e amarela (a^* e b^* superior) do que os vinhos tratados com SO_2 ou sem tratamento. Os resultados obtidos pela análise de cor indicam que a APH leva ao escurecimento de vinho branco, tornando o vinho mais acastanhado ao longo do tempo de armazenamento. Nestes vinhos, a concentração dos aminoácidos livres era inferior (20%) em relação ao vinho branco com SO_2 (Figura 7A). Por outro lado, os vinhos pressurizados apresentaram um teor mais elevado de compostos voláteis, como o furfural e o benzaldeído (10 vezes superior), quando comparados com os vinhos não pressurizados (Figura 7B). Estes compostos são considerados compostos voláteis de Maillard, uma vez que o furfural pode ser formado pela desidratação de açúcares através da reação de Maillard e o benzaldeído pode ser formado pela degradação de Strecker em resultado da

reação de Maillard. Estes resultados permitem explicar as diferenças verificadas na cor, pois o acastanhamento dos vinhos pode ser devido a um favorecimento de reações de Maillard provocado pelo tratamento de APH. Nas análises sensoriais, os vinhos pressurizados foram caracterizados por aromas de frutos cozidos, enquanto os vinhos não pressurizados foram descritos com aromas frutados e florais. Estas diferenças de aroma podem estar relacionadas com o teor superior de compostos voláteis de Maillard nos vinhos pressurizados, uma vez que estes compostos são descritos como tendo descritores de aroma a fruta "torrada" ou processada termicamente.

Os vinhos tintos pressurizados, tal como os vinhos brancos, também apresentaram valores mais elevados dos parâmetros CIELAB, em especial o valor de b^* , quando comparados com o vinho tratado com SO_2 . O vinho tinto com a APH adquire uma cor mais acastanhada ao longo do armazenamento. Nos vinhos tintos pressurizados observou-se também um de-

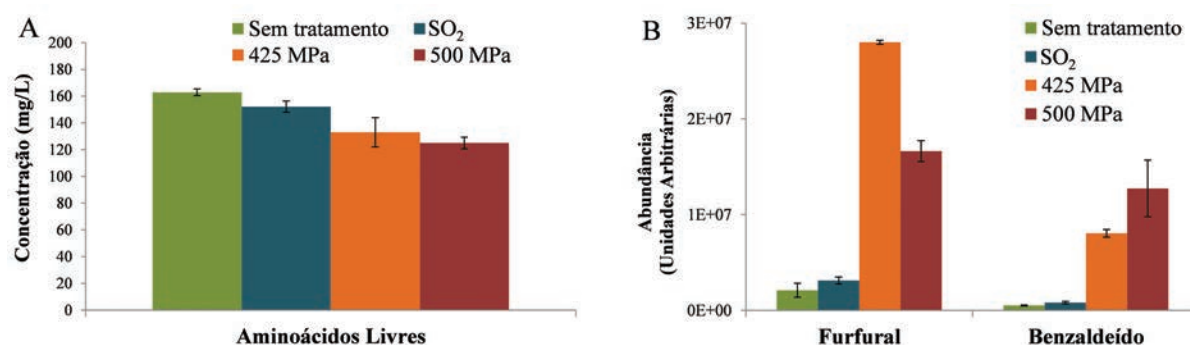


Figura 7 – Conteúdo em aminoácidos livres (A) e compostos voláteis de Maillard (B) nos vinhos brancos sem tratamento, com SO_2 e tratados por APH, a 425 MPa e 500 MPa, após o armazenamento

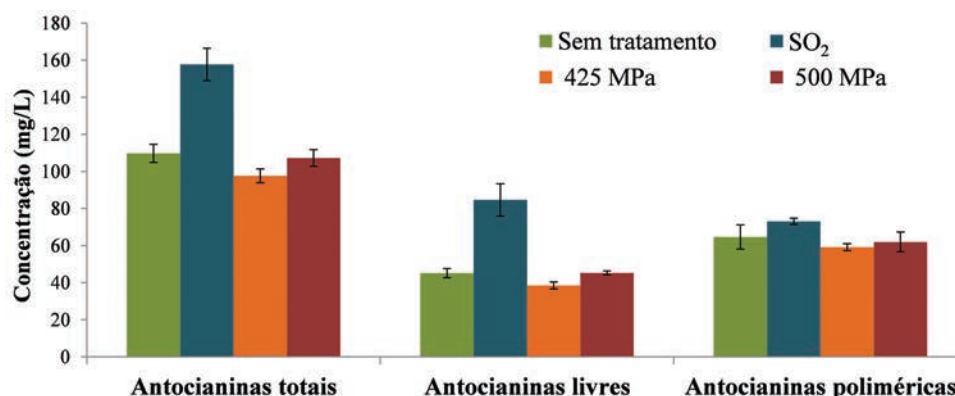


Figura 8 – Conteúdo em antocianinas totais, livres e poliméricas nos vinhos tintos sem tratamento, com SO_2 e tratados por APH, a 425 MPa e 500 MPa

créscimo no conteúdo em compostos fenólicos totais (10%), principalmente devido à diminuição das antocianinas livres (50%) e poliméricas (20%), em relação ao vinho não pressurizado (Figura 8).

Os vinhos tintos pressurizados apresentaram uma maior quantidade de depósito formado em garrafa (Figura 9). O depósito do vinho pressurizado apresentou uma quantidade de compostos fenólicos totais superior (10 vezes superior para o vinho tratado a 500 MPa) em relação ao vinho com SO_2 , sendo este aumento atribuído à presença de maior quantidade de proantocianinas polimerizadas (Figura 10).

Estes resultados demonstram que os tratamentos de pressão aceleraram a velocidade de polimerização dos compostos fenólicos do vinho, nomeadamente antocianinas e proantocianinas, formando compostos fenólicos polimerizados que se tornam insolúveis no vinho com o armazenamento.

A análise dos compostos voláteis presentes nos vinhos tintos pressurizados revelou teores mais elevados em furanos (5 a 10 vezes superior em furfural), acetais (2 vezes superior em 1,1-dietoxi-etano), cetonas (2,3-pentandiona) e aldeídos (1,5 vezes superior em benzaldeído) comparativamente aos vinhos não pressurizados. Nos vinhos tintos, tal como também se verificou para os vinhos brancos, parece existir um favorecimento de reações de Maillard provocado pelo tratamento de APH, pois apresentam também um teor superior de compos-

tos voláteis de Maillard (furfural e benzaldeído).

Em termos de análise sensorial, os vinhos tintos pressurizados apresentaram uma boa apreciação global, nomeadamente em termos de cor, aroma e sabor. Contudo, os provadores referiram um aroma a compota e a especiarias e uma cor mais castanha, límpida e menos violeta nos vinhos que foram sujeitos ao tratamento de pressão.

Durante a maturação e envelhecimento dos vinhos, os compostos fenólicos podem sofrer reações de oxidação-redução, polimerização e complexação com compostos como proteínas, polissacarídeos ou metais. Consequentemente, as antocianinas e proantocianinas vão sendo gradualmente transformadas em oligómeros e polímeros mais estáveis e com características físicas e químicas diferentes dos seus precursores, contribuindo para uma mudança nas propriedades organolépticas do vinho, tais como a cor e o sabor [21]. Os acetais e os furanos são também descritos como potenciais marcadores de envelhecimento, uma vez que o seu conteúdo aumenta durante o envelhecimento do vinho [22]. Portanto, as alterações nas características do vinho tinto com os tratamentos de pressão, nomeadamente a cor mais acastanhada, o menor conteúdo em compostos fenólicos e o maior teor em furanos e aldeídos, podem dever-se à aceleração de reações que naturalmente ocorrem nos vinhos ao longo do armazenamento, como por exemplo as reações de polimerização dos compostos fenólicos e as reações de Maillard.

CONCLUSÕES

Os filmes de quitosana reticulada com genipina são promissores para serem aplicados na produção de vinho branco em substituição do anidrido sulfuroso por complexação de iões de ferro e adsorção de compostos fenólicos que dão cor ao vinho. Estes filmes permitem manter a segurança microbiológica do vinho branco com qualidade organoléptica igual ou superior à dos vinhos produzidos pelo método tradicional.

O tratamento de APH influencia a composição química dos vinhos, promovendo reações de Maillard e de polimerização dos compostos fenólicos. Este é um aspeto que deve ser tomado em consideração na aplicação desta tecnologia para a preservação dos vinhos. A aplicação de APH aos vinhos tintos parece acelerar o seu envelhecimento, o que pode permitir a redução do tempo necessário à obtenção de um vinho com uma boa qualidade organoléptica. Esta tecnologia torna-se promissora na utilização

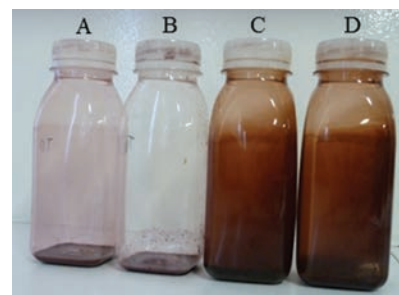


Figura 9 – Garrafas PET com o depósito formado durante o armazenamento: A) sem tratamento; B) com adição de SO_2 ; C) tratado por APH a 425 MPa; D) tratado por APH a 500 MPa

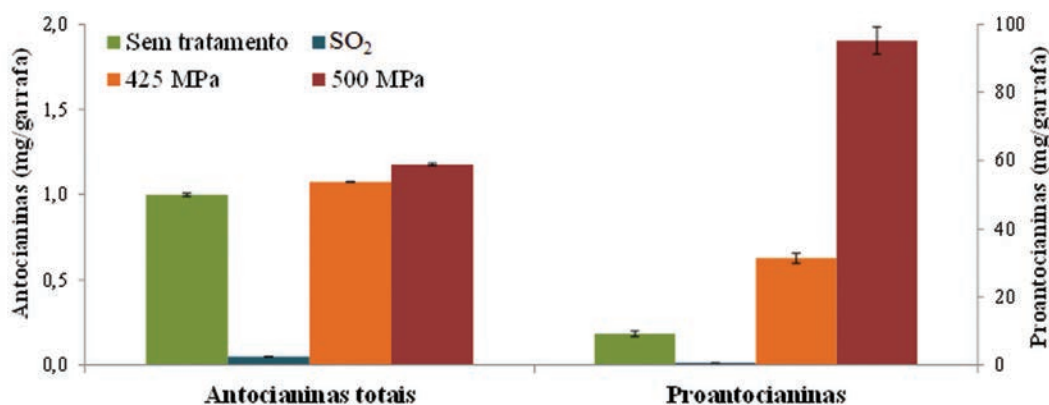


Figura 10 – Conteúdo em antocianinas totais e proantocianinas no depósito formado durante o armazenamento dos vinhos tintos sem tratamento, com SO_2 e tratados por APH, a 425 MPa e a 500 MPa

de castas muito adstringentes e que necessitam de elevados estágios para que as suas qualidades organolépticas se tornem aceitáveis.

AGRADECIMENTOS

O trabalho foi financiado pelo QREN-SI I&DT (3462) e pela FCT através do projeto PTDC/AGR-ALI/101251/2008, Unidade de Investigação 62/94-QOP-NA (PEst-C/QUI/UI0062/2011) e as bolsas de Cláudia Nunes (SFRH/BPD/46584/2008) e Mickael Santos (SFRH/BD/70066/2010). Os autores agradecem à empresa Dão Sul S.A. (Carregal do Sal) e Frubaça (Alcobaça).

REFERÊNCIAS

- [1] P. Ribéreau-Gayon, D. Dubourdieu, B. Donèche, A. Lonvaud, *Handbook of Enology – The Microbiology of Wine and Vinifications*. 2nd ed. Vol. 1, West Sussex: John Wiley & Sons, Ltd, 2006.
- [2] P. Ribéreau-Gayon, Y. Glories, A. Maujean, D. Dubourdieu, *Handbook of Enology – The Chemistry of Wine Stabilization and Treatments*. 2nd ed. Vol. 2, Chichester: John Wiley & Sons, Ltd, 2006.
- [3] A. Gillman, J.A. Douglass, *Clinical and Experimental Allergy* **40** (2010) 1295-1302.
- [4] B.L. Wedzicha, *Food Additives and Contaminants* **9** (1992) 449-459.
- [5] M.C. Santos, C. Nunes, J.A. Saraiva, M.A. Coimbra, *European Food Research and Technology* **234** (2012) 1-12.
- [6] F. Shahidi, J.K.V. Arachchi, Y.J. Jeon, *Trends in Food Science & Technology* **10** (1999) 37-51.
- [7] Y.C. Chung, C.Y. Chen, *Bioresource Technology* **99** (2008) 2806-2814.
- [8] P.J. Park, J.Y. Je, S.K. Kim, *Carbohydrate Polymers* **55** (2004) 17-22.
- [9] G. Spagna, R.N. Barbagallo, P.G. Pifferi, *Journal of Agricultural and Food Chemistry* **48** (2000) 4619-4627.
- [10] G. Spagna, P.G. Pifferi, C. Rangoni, F. Mattivi, G. Nicolini, R. Palmonari, *Food Research International* **29** (1996) 241-248.
- [11] T.W. Liang, Y.J. Chen, Y.H. Yen, S.L. Wang, *Process Biochemistry* **42** (2007) 527-534.
- [12] W.S. Xia, P. Liu, J.L. Zhang, J. Chen, *Food Hydrocolloids* **25** (2011) 170-179.
- [13] P.K. Dutta, M.N.V. Ravikumar, J. Dutta, *Journal of Macromolecular Science* **C42** (2002) 307-354.
- [14] F.L. Mi, C.T. Huang, H.F. Liang, M.C. Chen, Y.L. Chiu, C.H. Chen, H.W. Sung, *Journal of Agricultural and Food Chemistry* **54** (2006) 3290-3296.
- [15] C. Nunes, É. Maricato, Â. Cunha, A. Nunes, J.A. Lopes da Silva, M.A. Coimbra, *Carbohydrate Polymers* **91** (2013) 236-243.
- [16] R. Re, N. Pellegrini, A. Proteggente, A. Pannala, M. Yang, C. Rice-Evans, *Free Radical Biology and Medicine* **26** (1999) 1231-1237.
- [17] F. Moerman, *Meat Science* **69** (2005) 225-232.
- [18] C. Mok, K.T. Song, Y.S. Park, S. Lim, R. Ruan, P. Chen, *Journal of Food Science* **71** (2006) M265-M269.
- [19] A. Morata, S. Benito, M.C. Gonzalez, F. Palomero, W. Tesfaye, J.A. Suarez-Lepe, *European Food Research and Technology* **235** (2012) 147-154.
- [20] Y. Tao, D.-W. Sun, A. Górecki, W. Błaszczak, G. Lamparski, R. Amrowicz, J. Fornal, T. Jeliński, *Innovative Food Science and Emerging Technologies* (2012) DOI: 10.1016/j.ifset.2012.09.005.
- [21] M. Monagas, C. Gomez-Cordoves, B. Bartolome, *Food Chemistry* **95** (2006) 405-412.
- [22] R. Perestrelo, A.S. Barros, J.S. Camara, S.M. Rocha, *Journal of Agricultural and Food Chemistry* **59** (2011) 3186-3204.

ATUALIDADE CIENTÍFICA

RESÍDUOS VINÍCOLAS COMO POTENCIAIS MATÉRIAS-PRIMAS PARA A PRODUÇÃO DE BIOCOMBUSTÍVEIS

De acordo com um estudo recente, o bagaço de uvas, o resíduo sólido obtido após o processamento das uvas para a produção de vinho ou sumo, apresenta potencial para ser usado como matéria-prima na síntese de etanol (J. Agric. Food Chem., DOI: 10.1021/jf303509v). A atenção crescente no campo dos biocombustíveis estimulou o interesse dos investigadores no desenvolvimento de alternativas económicas e ambientalmente sustentáveis para a sua produção, nomeadamente do etanol. A engenheira biológica Jean VanderGheynst, da Universidade da Califórnia, em Davis, interessou-se pelo bagaço das uvas, devido à elevada disponibilidade do recurso, já que os produtores vitivinícolas da Califórnia produzem anualmente acima de 100000 toneladas destes resíduos, que na sua maioria não são reaproveitados. De forma a quantificar o etanol passível de ser obtido a partir de bagaço, este foi processado sob diversas condições de fermentação. VanderGheynst e a sua equipa verificaram que os maiores rendimentos em etanol foram obtidos com uvas brancas. Os produtores de vinho apenas extraem o sumo destas uvas e não fermentam o bagaço. Assim, este apresenta teores mais elevados de açúcares provenientes dos frutos. Por outro lado, o bagaço de uvas pretas é fermentado por longos períodos, restando menores quantidades de açúcares para posterior produção de etanol. No entanto, os investigadores verificaram que a adição de ácido diluído a este bagaço possibilita um aumento no rendimento de etanol produzido. Os investigadores verificaram também que a produtividade do bagaço na conversão em etanol é, em média, inferior a metade da correspondente ao milho, em base mássica seca. Para obter o máximo de etanol possível a partir dos resíduos das uvas, será ainda necessário desenvolver tecnologia de modo a converter a celulose das uvas em etanol, de acordo com Yi Zheng, químico da companhia biotecnológica Novozymes, da Dinamarca. Porém, este investigador pensa que o bagaço pode afinal ser um recurso exequível, devido à sua fácil disponibilidade. Afirma ainda que “os produtores de etanol poderiam tornar o bagaço das uvas economicamente mais viável se combinassem a produção de etanol com a obtenção de outros produtos baseados em bagaço, como fertilizantes e rações para animais”.

(adaptado do artigo de 23/10/2012 de Mark Schrope: Winemaking Waste Could Become Biofuel Starter, <http://cen.acs.org/articles/90/web/2012/10/Winemaking-Waste-Become-Biofuel-Starter.html>)

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

DESENVOLVIMENTO DE UM INGREDIENTE ALIMENTAR FUNCIONAL: CARACTERIZAÇÃO POR ANIQUILAÇÃO DO POSITRÃO

M.F. FERREIRA MARQUES^{1,2}, C.I.C. GALHANO^{3,4} E A. MOREIRA DA SILVA^{3,5,*}

O interesse dos consumidores numa alimentação saudável tem vindo a crescer à medida que vão sendo divulgados os potenciais benefícios para a saúde de determinados alimentos e/ou ingredientes alimentares. As evidências científicas apoiam a ideia de que alguns alimentos, ou ingredientes alimentares, possam ter efeitos positivos sobre a saúde e bem-estar, para além do fornecimento dos nutrientes básicos. Alguns projetos de investigação já levaram à identificação e compreensão dos mecanismos dos componentes alimentares biologicamente ativos que podem reduzir o risco de doença. Neste contexto, é introduzido o conceito de Alimento Funcional. O principal objetivo do estudo aqui relatado consistiu na caracterização de um potencial ingrediente alimentar funcional, a timoquinona, um componente ativo, obtido a partir de um óleo essencial de sementes de *Nigella sativa*. De forma a aumentar a biodisponibilidade da timoquinona, foi utilizada uma estratégia que consistiu na síntese de um sistema de nanopartículas. Entre as várias moléculas existentes capazes de formar essas estruturas (supramoleculares), as ciclodextrinas têm vindo a ser utilizadas de forma a aumentar a solubilidade de moléculas de natureza hidrófoba. A espectroscopia de tempos de vida de Aniquilação do Positrão (PALS - "Positron Annihilation Lifetime Spectroscopy") foi usada na caracterização do composto de inclusão baseado em β -ciclodextrina e timoquinona. A apresentação deste estudo suscita a referência a outros desafios que se apresentam à comunidade científica para a investigação de alimentos funcionais, de forma a entender-se os mecanismos potenciais dos componentes ativos dos alimentos que poderão melhorar o estado de saúde e de bem-estar e, possivelmente, reduzir o risco de doença.

ALIMENTOS FUNCIONAIS: O ÓLEO ESSENCIAL DE *NIGELLA SATIVA* E A TIMOQUINONA COMO POTENCIAIS INGREDIENTES ALIMENTARES FUNCIONAIS

No projeto de investigação iniciado, o principal objetivo foi o desenvolvimento de um potencial ingrediente alimentar funcional. Este desenvolvimento foi precedido pela caracterização do constituinte principal do óleo essencial de *Nigella sativa* (Figura 1 (a) - planta medicinal com usos ancestrais), a timoquinona (Figura 1 (d)).

A primeira questão que se pode colocar sobre este tema é: "O que são Alimentos Funcionais"? Na tentativa de responder identificam-se uma série de questões com definição... "Qualquer alimento pode ser funcional?", é uma das questões que surge imediatamente. "O que define um Alimento Funcional? Existem muitas definições para alimentos funcionais, mas não há nenhuma definição ofi-

cial que seja universalmente aceite. Um ponto de vista mais redutor é que qualquer alimento é de facto funcional, porque tem a função de fornecer nutrientes e possui efeitos fisiológicos. Nesse contexto, o termo Alimento Funcional poderá ser considerado um termo de *marketing*, para um alimento cuja atração reside nas reivindicações de saúde e da forma como o produto é entendido pelo consumidor. Há quem defenda que, qualquer alimento, quando comercializado adequadamente, acompanhado por uma alegação de efeitos positivos sobre a saúde, é um Alimento Funcional.

Alguns alimentos considerados como Alimentos Funcionais são realmente alimentos naturais integrais, onde

podem ser usadas informações científicas atualizadas sobre os efeitos na saúde para anunciar benefícios. Muitos, se não a maioria, são frutas, legumes, grãos, peixes, laticínios e produtos cárnicos. Estes alimentos contêm vários componentes naturais que poderão proporcionar efeitos benéficos para a saúde, para além da nutrição básica. Alguns exemplos incluem o licopeno (Figura 2) do tomate processado, os ácidos gordos ω 3 (Figura 3) do salmão ou as saponinas (Figura 4) da soja. Mesmo o chá e o chocolate têm sido seguidos nalguns estudos, sendo-lhes atribuído propriedades funcionais, ou seja, atributos com efeitos positivos para a saúde e bem estar geral para além da nutrição básica (Tabela 1).



Figura 1 – *Nigella sativa* (a), sementes de cominhos-negros (b), óleo essencial (c) e molécula de timoquinona (d)

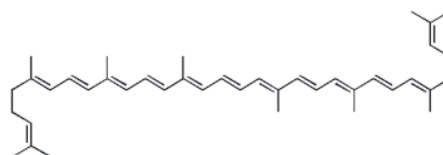


Figura 2 – Estrutura molecular do licopeno

¹ Instituto Superior de Engenharia de Coimbra, 3031-199 Coimbra

² CEMUC, Departamento de Física, Universidade de Coimbra, 3004-516 Coimbra

³ Escola Superior Agrária de Coimbra, Bencanta, 3040-316 Coimbra

⁴ Unidade de investigação CERNAS, Bencanta, 3040-316 Coimbra

⁵ Unidade de investigação Química-Física Molecular, Universidade de Coimbra, 3000-535 Coimbra

* E-mail: aidams@esac.pt

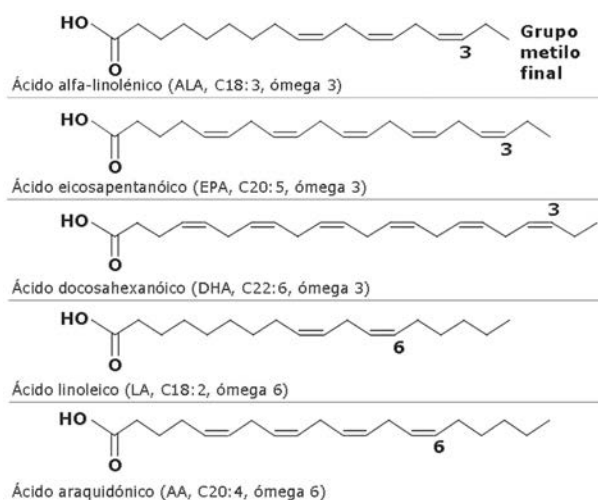


Figura 3 – Ácidos gordos ω3 e ω6

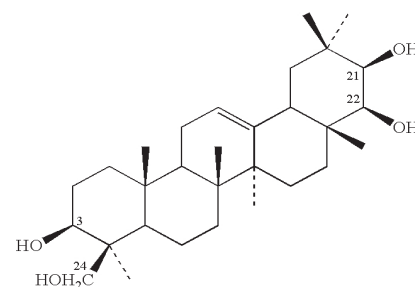


Figura 4 – Estrutura molecular de uma saponina, heterosídeo do metabolismo secundário vegetal, apresentando propriedades tensoativas

Tabela 1 – Exemplos de Alimentos Funcionais e/ou Componentes Funcionais, fonte alimentar e respetivos benefícios potenciais [2]

Componentes Funcionais	Fonte	Benefícios potenciais
Prebióticos/Probióticos		
Frutoligosacáridos (FOS)	<i>Helianthus tuberosus</i> , alho, cebola em pó	Efeitos positivos sobre a microflora intestinal
<i>Lactobacillus casei immunitas</i>	Leite fermentado, outros laticínios	Melhoramento da saúde gastrointestinal
Carotenoides		
Alfa-caroteno Beta-caroteno	Cenouras, frutos vegetais	Aniquilação de radicais livres
Luteína	Vegetais verdes	Redução do risco de degeneração da mácula
Licopeno	Tomate (ketchup, molhos)	Redução do risco de cancro da próstata
Fibra		
Fibra Insolúvel	Farelo de trigo	Redução do risco de cancro da mama e do cólon
Beta-Glucana	Aveia, cevada	Redução do risco de doença cardiovascular. Redução do colesterol
Fibra Solúvel	<i>Psyllium</i>	
Ácidos Gordos		
Ácidos gordos ómega -3 (DHA/EPA)	Salmão e outros óleos de peixe	Redução do risco de doença cardiovascular. Melhora as funções cognitivas e visuais
Ácido Linoleico Conjugado (CLA)	Queijo, carnes	Melhora a composição corporal. Reduz o risco de doenças
Compostos Fenólicos		
Antocianidinas	Frutos	Neutraliza os radicais livres e reduz o risco de cancro
Catequinas	Chá	
Flavononas	Citrinos	
Flavonas	Frutos/vegetais	
Lignanos	Centeio, vegetais	Prevenção de cancro e de falhas renais
Taninos (proantocianidinas)	Arando, cacau, chocolate	Melhora a saúde do trato urinário. Reduz o risco de doença cardiovascular
Fitoesteróis		
Éster de Estanol	Milho, soja, trigo	Redução dos níveis de colesterol sanguíneo, através da redução da absorção do colesterol
Fitoestrogénios de Soja		
Isoflavonas	Grãos de soja e alimentos com base de soja	Alívio dos sintomas adversos da menopausa. Redução dos níveis de colesterol sanguíneo

Há ainda quem defenda que só um alimento que foi intencionalmente fortificado, enriquecido ou reforçado com determinado componente que possui determinado benefício acrescido para

a saúde, deverá ser considerado como funcional. A maioria das definições também sugere que um alimento funcional deve ser, ou parecer, um alimento tradicional e deve fazer parte da nos-

sa dieta normal. Um alimento funcional pode ser dirigido à totalidade da população ou a grupos específicos, que podem ser definidos, por exemplo, por idade ou por constituição genética [1].

Regressando ao sistema em estudo, a timoquinona (TQ), principal constituinte de sementes de *Nigella sativa* (Figura 1 (b) - sementes negras), importa referir que tem sido tradicionalmente empregue na medicina popular, devido a vários efeitos farmacológicos. Vários estudos recentes relatam que a TQ exibe fortes efeitos anti-oxidantes, anti-inflamatórios, anti-neoplásicos e analgésicos, tanto *in vitro* como *in vivo* [1].

Atualmente existe um interesse crescente no potencial terapêutico da TQ em diferentes áreas de investigação médica, incluindo os estudos sobre a diabetes, mas, particularmente, na terapia de diversas formas de cancro. A TQ é um potente inibidor em células do cancro do cólon, de leucemia, do carcinoma da laringe, do cancro pancreático, do adernocarcinoma do ovário, do sarcoma uterino e do cancro da próstata, embora apresente uma baixa toxicidade para células não neoplásicas. Para além disso, a TQ e a planta medicinal *Nigella sativa* são também promissores agentes quimio-preventivos [1].

A maioria dos fármacos, especialmente os de natureza hidrófoba, falha nos ensaios clínicos em humanos, devido à eficácia reduzida, que pode ser, em parte, uma consequência da sua baixa biodisponibilidade. Embora os produtos naturais tenham suscitado um grande interesse da comunidade científica, a maioria dos fármacos de origem natural utilizados clinicamente apresentam uma baixa biodisponibilidade. Esta desvantagem tem dificultado a aplicação prática. Uma estratégia para a resolução da desvantagem anteriormente descrita tem sido a inclusão de moléculas de natureza hidrófoba em ciclodextrinas (CDs), com o objetivo de produzir preparações mais estáveis e biodisponíveis [3].

As CDs são oligossacarídeos cíclicos, macrociclos, com uma superfície hidrófila e uma porção interna de natureza hidrófoba, que consiste em seis (α -CD), sete (β -CD), ou oito (γ -CD) anéis de D-glucopiranosose unidos através de ligações glicosídicas do tipo α -1,4 (Figura 5 (a)), que podem ser representados como uma estrutura de cone truncado, ou de “donut” molecular (Figura 5 (b)). Os diâmetros da cavidade interior são aproximadamente 0,57, 0,78 e 0,95 nm, respetivamente (Figura 5 (c)). As vantagens fundamentais de ciclodextrinas naturais como veículos de fármacos e/ou ingredientes funcionais, são as seguintes: (i) a estrutura química é conhecida, com vários locais potenciais para modificações químicas ou por conjugação, (ii) a disponibilidade de diferentes tamanhos de cavidades, (iii) a sua baixa toxicidade e atividade farmacológica, (iv) a solubilidade em água, (v) a proteção contra a biodegradação dos conjugados de fármacos e/ou ingredientes alimentares incluídos [3].

A molécula da β -ciclodextrina é uma forma muito utilizada em sistemas alimentares, tendo sido aprovada em 1998 para a utilização em géneros alimentícios, constando na lista Europeia dos Aditivos Alimentares com a referência E-459. Por outro lado, a lista de moléculas convidadas (*guests*) disponíveis para encapsulação em ciclodextrinas inclui compostos tais como hidrocarbonetos de cadeia linear ou ramificada, aldeídos, cetonas, álcoois, ácidos orgânicos, ácidos gordos, compostos aromáticos, gases (por exemplo, 1-metilciclopropeno, cujo nome comercial é “Smartfresh™”) e compostos polares, tais como halogéneos e oxiácidos aminas. A cavidade hidrófoba da ciclodextrina fornece um ambiente de modo a que moléculas não polares de tamanho adequado

possam entrar e formar espécies de inclusão estáveis. Durante a inclusão são quebradas ou formadas ligações do tipo não covalente. Uma das aplicações mais importantes de ciclodextrinas nas áreas farmacêutica e alimentar é a melhoria da solubilidade aquosa das moléculas através do processo de inclusão, criando estruturas supramoleculares¹.

O MÉTODO EXPERIMENTAL E OS MATERIAIS USADOS: A TÉCNICA DE ANIQUILAÇÃO DO POSITRÃO, A TIMOQUINONA E A β -CICLODEXTRINA

O eletrão, e^- , e a sua antipartícula, o positrão, e^+ , são partículas fundamentais que apresentam as seguintes características: sendo partículas de *spin* $\frac{1}{2}$, obedecem à estatística de Fermi-Dirac e verificam o princípio de Pauli; das quatro interações conhecidas na natureza (gravítica, eletromagnética, fraca e forte), só não participam diretamente na interação forte.

Pondo de lado os positrões presentes na radiação cósmica, os positrões que se encontram na natureza são em geral o produto de um decaimento radioativo do tipo β^+ (resultado de interação fraca).

O positrão, que no vazio é uma partícula estável, pode aniquilar-se na matéria ao encontrar um eletrão. O positrão pode também ligar-se com um eletrão para formar um átomo do tipo do hidrogénio, o positrónio (Ps), que assume um de dois estados diferentes: o estado singuleto, 1S_0 , designado por para-positrónio (*p*-Ps), com os *spins* do positrão e do eletrão em orientações opostas, e o estado tripleto, 3S_1 , o orto-positrónio (*o*-Ps), cujos dois *spins* têm a mesma orientação.

As probabilidades de formação destes dois estados são de aproximadamente 25% para o *p*-Ps e 75% para o *o*-Ps.

Uma vez que o Ps é um átomo do tipo do hidrogénio, o seu tratamento em mecânica quântica é muito semelhante ao do próprio hidrogénio, mas com algumas diferenças substanciais. Contrariamente aos átomos, para os quais o modelo clássico de Bohr permite imaginar um núcleo central à vol-

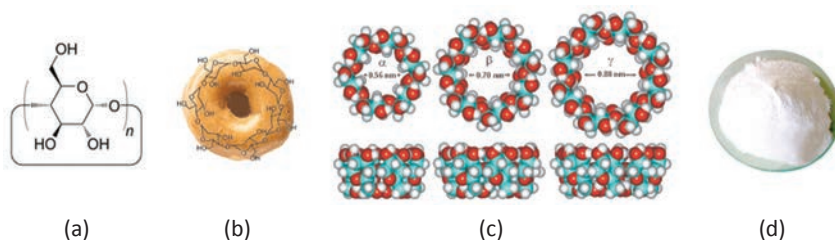


Figura 5 – Estrutura do oligossacárido cíclico, ciclodextrina, CD (a) n igual a seis, sete ou oito anéis de D-glucopiranosose, unidos através de ligações glicosídicas do tipo α -1,4 (b), representação de α -CD, β -CD e γ -CD (c), respetivamente. Pó branco cristalino de β -CD (d)

ta do qual gravitam os eletrões, para o Ps é difícil uma tal representação. Pode-se contudo imaginá-lo como um sistema de duas partículas que gravitam à volta do seu centro de massa, e cujas identidades são perdidas em proveito de uma entidade neutra, pelo que o seu comportamento é semelhante ao de um átomo do tipo hidrogenóide, muito leve.

Existem três processos diferentes de decaimento do positrão e/ou do positrónio. Num dado meio condensado corresponderão um tempo de vida, τ_i , e uma abundância relativa, I_i , característicos. De um modo geral, num meio homogéneo condensado, revelam-se três componentes cujas vidas médias, τ_i , e respetivas abundâncias relativas (intensidades), I_i , estão associadas às várias espécies positrónicas, com os índices $i = 1-3$ a corresponderem ao p -Ps (125 ps), e^+ livre (300-500 ps) e o -Ps (alguns nanosegundos), respetivamente.

Uma vez formado o positrónio, ele pode interagir com um eletrão do meio que possua um spin de sentido oposto ao do seu próprio eletrão, resultando daí a aniquilação. Tanto o o -Ps como o p -Ps podem sofrer aniquilação por *pick-off*. Nestas condições, é afinal a vida média do o -Ps que vai ser significativamente modificada por tal processo, reduzindo-se de 140 ns (no vazio) a alguns ns, enquanto o efeito sobre o p -Ps é menos importante dado a sua vida média ser muito mais curta.

Uma vez injetados num meio condensado, os positrões provenientes do decaimento de um núcleo radioativo vão perdendo progressivamente a sua energia cinética inicial (tipicamente de umas centenas de keV) através de ionizações, excitações (eletrónicas, vibracionais e rotacionais) e múltiplos choques elásticos. Após este processo de termalização, ou o positrão se aniquila espontaneamente com um eletrão, ou forma o positrónio, Ps. A grande importância do o -Ps justifica-se por ser uma sonda das mais adequadas à determinação das propriedades físico-químicas da matéria. O sucesso da aplicação de PALS (espectroscopia de tempos de vida da aniquilação do positrão - *Positronium Annihilation Lifetime Spec-*

troscopy) resulta do facto de o átomo de positrónio na matéria se localizar preferencialmente em volumes livres da ordem de grandeza de dimensões moleculares, ficando aí aprisionado e sujeito às forças repulsivas provocados pelas nuvens eletrónicas das moléculas envolventes. Este comportamento resulta na capacidade da técnica de PALS fornecer valores confiáveis para as dimensões e frações de volume livre.

As dimensões dos “buracos” e a fração de volume livre são grandezas importantes para a caracterização micro e macroestrutural de materiais, uma vez que é possível correlacionar a informação (sub) microscópica com propriedades macroscópicas [4]. A técnica que tem por base a aniquilação de positrões utiliza nuclídeos radioativos emissores β^+ , e na espectroscopia de tempos de vida, a fonte usada é de ^{22}Na . O esquema de decaimento do ^{22}Na está representado na Figura 6 (a), onde se vê que a quase totalidade dos decaimentos β^+ conduz ao estado excitado do ^{22}Ne , que decai para o estado fundamental com emissão dum fóton γ de 1,2746 MeV. Sendo o tempo de vida deste estado muito curto (3 ps), quando comparado com o dos positrões em líquidos ou materiais poliméricos, o fóton de 1,2746 MeV é usado como referência para o instante de criação do positrão, Figura 6 (b).

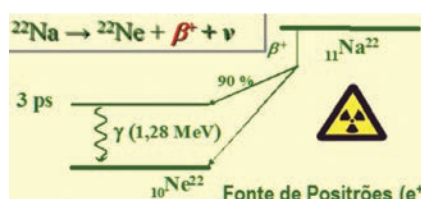


Figura 6 (a) – Esquema do decaimento da fonte de ^{22}Na

A fonte mais comum na espectroscopia de tempos de vida em sólidos tem uma estrutura de *sandwich*. O material radioativo é depositado numa folha de kapton®, sobre a qual, após secagem, é colocada uma outra folha do mesmo material, sendo o conjunto, por fim, devidamente selado. Tipicamente, as amostras para este estudo são duas pastilhas com espessura suficiente, colocadas justapostas à fonte, uma de cada lado.

O sistema utilizado compreende dois detetores de radiação gama (γ). Um deles deteta o fóton de 1,2746 MeV, que identifica o instante em que o positrão é produzido (*start*), e o outro deteta um dos fótons de 511 keV, resultante da aniquilação (*stop*). Os detetores, constituídos por cintilador plástico lido por fotomultiplicador, são os componentes mais críticos para a otimização da resolução e da eficiência dum espectrómetro de tempo. Além do divisor de tensão para o fotomultiplicador, as bases incluem a eletrónica que faz a seleção da janela de energia, sendo os sinais de tempo tirados dum dínodo do fotomultiplicador, Figura 7.

A técnica da espectroscopia de tempos de vida assenta na determinação da distribuição temporal de intervalos de tempo entre a criação (*start*) e aniquilação (*stop*) de positrões. A utilização da fonte radioativa de ^{22}Na

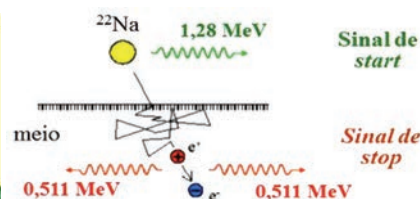


Figura 6 (b) – Esquema da fonte de ^{22}Na e da interação da radiação emitida com o meio

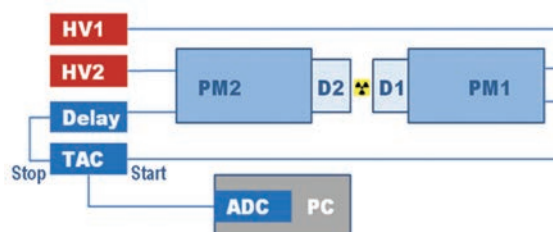


Figura 7 – Esquema do sistema usado para o registo dos espectros de tempo. PM1 e PM2 - fotomultiplicadores; D1 e D2 - cintiladores; HV1 e HV2 - fontes de alimentação; Delay - atraso do sinal de stop; TAC (*Time to Amplitude Converter*) - conversor de tempo em amplitude, que transforma o intervalo de tempo entre a chegada dos sinais de *start* e de *stop* num sinal cuja amplitude é proporcional ao valor desse intervalo de tempo; ADC (*Analog to Digital Converter*) - conversor analógico-digital

torna fácil essa medida, uma vez que a produção do positrão é acompanhada pela emissão de um fóton γ de energia suficientemente afastada dos 511 keV para que seja possível a sua identificação sem ambiguidade pelo sistema experimental.

O espectro de tempos de vida observado experimentalmente, $N(t)$, é uma soma de funções exponenciais (uma por cada “espécie” positrônica) convoluída com a função de resolução do sistema experimental, $R(t)$, e sobreposta ao fundo, F . Na Figura 8, apresenta-se um espectro típico de uma amostra com os três tempos de vida.

No estudo aqui relatado usaram-se os compostos β -CD, oferta da Wacker-Chemie, e TQ que foi adquirida à Sigma. Os compostos de inclusão foram preparados pelo método de co-precipitação [3].

Cada amostra, em pó, de β -CD com inclusão de TQ, foi sujeita a uma pressão de ~ 70 bar para formar discos de 10 mm de diâmetro e cerca de 0,5 mm de espessura. A fonte de positrões ^{22}Na (ca. 7×10^4 Bq, encerrada entre folhas de Kapton[®]), foi colocada entre dois discos de amostras idênticas. Todas as medições foram realizadas a 298 K, colocando a *sandwich* de amostras, mais fonte, num tubo de aço inoxidável, no vazio.

Os espectros de tempo de vida (LT – *lifetime*) foram registrados num sistema de PALS de coincidências rápidas (com cintiladores plásticos de “Pilot-U” e fotomultiplicadores XP 2020), com uma resolução em tempo de 270 ps [4, 5]. Cada amostra foi medida várias vezes (três a quatro espectros), contendo cada espectro ca. $2,3 \times 10^6$ contagens. Os espectros de tempo foram analisados pelo programa LT, versão 9 [6].

NO PROCESSO DE INCLUSÃO DE TQ@ β -CD FICAM POUCOS ESPAÇOS LIVRES NA CAVIDADE DE β -CD

Os espectros de tempo foram sujeitos a uma análise com apenas três componentes temporais, i.e., três vidas médias, τ_i , e as respetivas abundâncias relativas (intensidades), I_i . Nestas condições, τ_3 e I_3 estão associados

com a aniquilação por captação (*pick-off*) do o -Ps nos volumes livres das amostras de CDs.

Tao e Eldrup [7, 8] propuseram um modelo semi-empírico, a partir da resolução do problema de uma partícula, o Ps, encerrada num potencial esférico de raio R_0 e altura infinita, cuja função de onda se sobrepõe à distribuição de elétrons sobre uma calote esférica de raio R . Esse modelo permite estabelecer a seguinte correlação entre o raio do buraco do volume livre, R (em Å), e a vida média do o -Ps por *pick-off*, τ_3 (em ns):

$$\tau_{o-Ps} = 0,5 \left[1 - \frac{R}{R_0} + \frac{1}{2\pi} \sin\left(\frac{2\pi R}{R_0}\right) \right]^{-1} \quad (1)$$

Aqui $R_0 = R + \Delta R$, e $\Delta R = 1,656$ Å representa a espessura de uma camada eletrônica homogênea para a aniquilação *pick-off*.

Sendo R o raio médio dos buracos de volume livre, é possível determinar o volume médio dos buracos tomando como $V_f = (4/3)\pi R^3$, grandeza que pode ser calculada a partir da medida do tempo de vida do positrônio. Embora o volume aparente livre integre apenas os locais detetados pelo o -Ps [9], o modelo tem sido utilizado com sucesso em estudos por PALS de numerosas substâncias, incluindo polímeros, membranas [10, 11] e agora as ciclodextrinas [5, 12]. Embora a equação 1 tenha sido obtida para buracos esféricos, o que não é o caso nas CDs, nem tão pouco na maioria das outras substâncias referidas, o valor de R extraído de τ_3 pode ser considerado como um raio “médio” e, como tal, é correntemente associado ao “volume livre médio” dos sistemas estudados.

Além dos tempos de vida (τ_3), e das intensidades (I_3), observados nas amostras de β -CD/TQ, incluindo β -CD pura como referência, a Figura 9 apresenta os raios obtidos com a equação 1. É de sublinhar o bom acordo dos valores encontrados para β -CD pura com resultados obtidos anteriormente [5]. Para a inclusão da timoquinona (TQ), o valor do tempo de vida τ_3 diminui com o aumento da concentração de

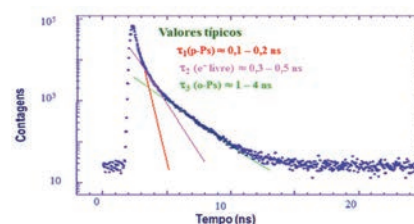


Figura 8 – Espectros de tempo com as três componentes temporais observadas em sistemas homogêneos. Nota-se a presença de duas componentes mais lentas; a presença da componente mais rápida só é evidente após desconvolução com a função de resposta

TQ. No entanto, a diminuição moderada observada até 1:0,75 contrasta com o valor obtido para 1:1. Os volumes livres calculados variam de 71,1 a 60,5 Å³. O parâmetro I_3 apresenta um decréscimo contínuo com o aumento da fracção molar de TQ; a densidade de buracos, com um valor inicial de 23,35% para β -CD pura é, para a estequiometria de 1:1, de apenas 0,41%. O comportamento de I_3 está de acordo com a diminuição do volume livre no cone truncado da β -CD, devido à inclusão de moléculas hóspedes, o que indica que os buracos do cone truncado se tornam totalmente ocupados para a estequiometria de 1:1.

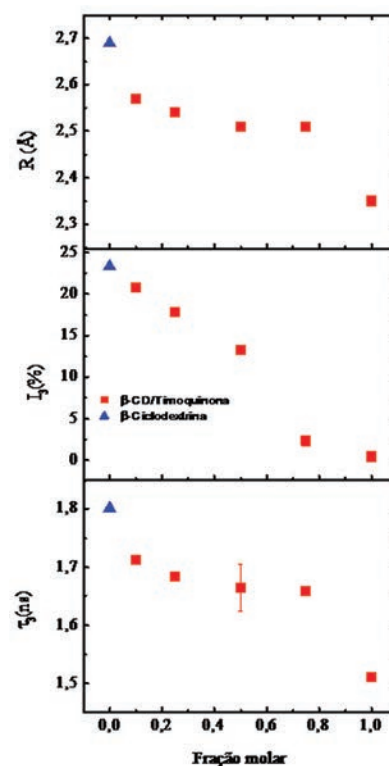


Figura 9 – Parâmetros de PALS (tempos de vida do o -Ps (τ_3), respetivas intensidades (I_3) e valores dos raios calculados para os sítios de captura do o -Ps em CDs: \blacktriangle β -CD, \blacksquare β -CD/TQ

Além disso, esta última observação está de acordo com resultados de medidas de calorimetria diferencial (DSC – Differential Scanning Calorimetry) e de infravermelho por transformadas de Fourier (FTIR – Fourier Transform Infrared Spectroscopy), e a aplicação do método das variações contínuas (representação de Job) [13, 14]. A técnica de DSC fornece evidência para a inclusão do hóspede, revelando a ausência do pico endotérmico atribuído a fusão da TQ para a maior fração molar. Por sua vez, o espectro de FTIR de β -CD/ThQ para 1:1 é muito semelhante ao de β -CD pura, o que implica que a TQ seria incluída na cavidade do cone truncado do macrociclo cíclico, β -CD, e não interposta entre moléculas de β -CD [13,14].

O produto de τ_3 e I_3 é uma quantidade interessante, uma vez que está relacionada com o volume livre da amostra [15, 16]. No presente caso, a inclusão da TQ mostra um decréscimo linear desse produto com o aumento da fração molar. O resultado mostra assim que a estequiometria é de 1:1, uma vez que não temos aí qualquer volume livre.

SERÁ QUE A DIMINUIÇÃO DOS VOLUMES LIVRES NA β -CD REFLETE O PROCESSO DE INCLUSÃO DA TQ?

O presente estudo de β -ciclodextrina e seu composto de inclusão pela técnica de PALS fornece uma informação preciosa na determinação do volume livre existente para cada fração molar na determinação da dimensão dos buracos livres e na sua densidade e na confirmação da estequiometria dos complexos. Prova-se, uma vez mais, que a técnica é adequada para a recolha de informações micro estruturais em tais sistemas.

Deverá contudo dar-se especial atenção à evolução com o tempo decorrido desde o encapsulamento, um aspecto de extrema importância no estudo da permanência do composto que se usa como molécula hóspede “guest”. No entanto, a fim de conseguir uma melhor compreensão dos mecanismos de encapsulamento, a utilização de outras técnicas complementares, como as espectroscopias de Raman, de RMN e alargamento Doppler, terá de ser considerada.

Estão já em andamento estudos que visam avaliar o potencial de utilização desses sistemas de inclusão como novos ingredientes funcionais para aplicações em formulações farmacêuticas e/ou em produtos alimentares.

A apresentação deste trabalho sobre o desenvolvimento de um novo potencial ingrediente alimentar funcional é um contributo para a identificação de novos potenciais ingredientes funcionais.

QUAIS SÃO OS OUTROS DESAFIOS PARA A INVESTIGAÇÃO SOBRE ALIMENTOS FUNCIONAIS?

Existem vários outros desafios chave para a investigação na área dos alimentos funcionais, como por exemplo a identificação de outros potenciais ingredientes funcionais que poderão fornecer benefícios em termos de saúde e do bem-estar; a identificação de respostas individuais biológicas aos alimentos funcionais; a definição de biodisponibilidade dos ingredientes alimentares funcionais; o desenvolvimento de biomarcadores apropriados a uma ampla gama de parâmetros funcionais; o desenvolvimento da nutrigenómica, da bioinformática, da proteómica, metabolómica e da nanotecnologia no desenvolvimento de alimentos funcionais; a antecipação das necessidades de nutrição personalizada e o papel potencial dos alimentos funcionais. Outros desafios passam também pela realização de estudos de estabilidade dos ingredientes alimentares funcionais durante o processamento e na passagem destes através do trato gastrointestinal, assim como estabelecer a Dose Diária Recomendada (DDR), para uma ampla gama de nutrientes, de modo a viabilizar a exploração comercial de ingredientes alimentares funcionais.

NOTA

- 1 A química para além das moléculas. São estruturas formadas através de ligações do tipo não covalente: de ligação de hidrogénio, interações hidrofóbicas, interações de van der Waals e interações π - π .

REFERÊNCIAS

- [1] M. Khader, N. Bresgen, P.M. Eckl, *Food and Chemical Toxicology* **47**

(2009) 129-133.

- [2] A. Moreira da Silva “*Food Products that Help to Promote Human Health*”, Food, Diet and Health: Past, Present and Future Tendencies, Chapter 4, Nova Science Publishers Inc., Editor Raquel Pinho Ferreira Guiné, pp137-193, 2010.
- [3] G. Astray, C. Gonzalez-Barreiro, J.C. Mejuto, R. Rial-Otero, J. Simal-Gandara, *Hydrocolloids* (2009) 25-49.
- [4] Y.C. Jean, P.E. Mallon, D.M Schradler, *Principles and Applications of Positron and Positronium Chemistry*, Word Scientific, London 2003.
- [5] M.F. Ferreira Marques, A.M.G. Moreira da Silva, P.M. Gordo, Zs. Kajcsos, *Material Science Forum* **666** (2011) 99-102.
- [6] J. Kansy, *Nucl. Instrum. Methods Phys. Res. A* **374** (1996) 235-244.
- [7] S.J. Tao, *Journal of Chemical Physics* **56** (1972) 5499-5510.
- [8] M. Eldrup, D. Lightbody, J.N. Sherwood, *Chemical Physics* **63** (1981) 51-58.
- [9] F.H.J. Maurer, M. Schmid, *Radiation Physics and Chemistry* **58** (2000) 509-512.
- [10] G. Roudaut, G. Duplâtre, *Physical Chemistry Chemical Physics* **11** (2009) 9556-9561.
- [11] M.F. Ferreira Marques, P.M. Gordo, C. Lopes Gil, A.P. de Lima, D.P. Queiroz, M.N. de Pinho, Zs. Kajcsos, *Radiation Physics and Chemistry* **76** (2007) 129-133.
- [12] M. Roussanova, M. Murith, A. Alam, J. Ubbink, *Biomacromolecules* **11** (2010) 3237-3247.
- [13] T. Cardoso, *Development and characterization of a novel potencial nutraceutical*, Relatório de Estágio Profissionalizante, Mestrado em Engenharia Alimentar, Escola Superior Agrária do Instituto Politécnico de Coimbra, 2011.
- [14] T. Cardoso, C.I.C. Galhano, M.F. Ferreira Marques, A. Moreira da Silva, *Espectroscopia: uma revista internacional* **27**, 5-6 (2012) 329-336.
- [15] G. Dlubek, R. Buchhold, Ch. Hübner; A. Nakldal **32 Macromolecules** (2010) 2348-2355.
- [16] M.F. Ferreira Marques, P.M. Gordo, S.D. Santos, R.F. Marques, A. Moreira da Silva, *Material Science Forum* **733** (2013) 88-91.

NOVAS FORMAS PARA VELHOS FÁRMACOS

VÂNIA ANDRÉ*

O desenvolvimento de novas formas de princípios farmacologicamente ativos (PFA) é um tema que tem recebido particular atenção nos últimos anos com vista a melhorar as suas propriedades físico-químicas e o seu desempenho terapêutico. Foram desenvolvidas várias formas cristalinas ao longo deste projeto com base nos princípios de engenharia de cristais, que racionaliza a sua formação e o seu modo de agregação supramolecular. São exemplos: polimorfos, solvatos, co-cristais, sais moleculares e sais obtidos em estudos com gabapentina, gabapentina-lactama, ácido 4-aminosalicílico, paracetamol e erbumina de perindopril. Testes de solubilidade realizados com co-cristais de gabapentina e gabapentina-lactama revelaram que estes apresentam melhores características que o PFA inicial. Um novo hidrato de erbumina de perindopril demonstrou ser mais estável face ao produto atualmente comercializado. A coordenação de PFA a metais é uma outra forma de melhorar o seu desempenho e desenvolver materiais bio-inspirados. Exemplos deste tipo de complexos são os compostos de coordenação de piracetama e ácido 4-aminosalicílico a níquel e prata, respetivamente. Além destes resultados, foi ainda conseguida a síntese da metalodroga bismuto de salicilato através de moagem assistida por solvente e iões. Este método de “química verde” permitiu a síntese rápida, seletiva e eficiente de três formas de salicilato de bismuto, com diferentes rácios bismuto:ácido salicílico. Obteve-se neste estudo a primeira estrutura cristalina de salicilato de bismuto sem ligandos auxiliares.

INTRODUÇÃO

A procura de novas formas cristalinas é um dos tópicos atuais mais desafiantes da química do estado sólido, com importante impacto nas características físico-químicas, desempenho, produção, *marketing* e proteção da propriedade intelectual de materiais moleculares em várias áreas científicas, com especial ênfase no desenvolvimento de princípios farmacologicamente ativos (PFA) [1-4]. Cada fármaco atualmente lançado no mercado resulta de 10-15 anos de trabalho intensivo e sustentado, que transforma uma simples molécula num fármaco pronto a ser consumido. Assim, é imperativo um estudo rigoroso e eficiente dos fármacos atualmente comercializados, com o objetivo de otimizar as suas propriedades (estabilidade, solubilidade e biodisponibilidade).

A combinação dos fundamentos de engenharia de cristais e química supramolecular [1-5] permite o *design* e a síntese de novas formas cristalinas de PFA, mantendo as propriedades farmacológicas originais e reduzindo drasticamente o tempo de introdu-

ção no mercado. A influência destas novas formas nas propriedades físico-químicas e desempenho de fármacos é ampla e diversificada, revelando-se nas características do estado sólido, tais como densidade, morfologia, cor e pontos de fusão. Não menos importante é a capacidade destas novas formas de alterarem a estabilidade à temperatura, humidade, pH e tempo, a solubilidade (equilíbrio de solubilidade e velocidade de dissolução) e a biodisponibilidade [6-9]. Problemas de formulação relacionados com fluidez, miscibilidade, granulação, encapsulamentos ou compactação, podem igualmente ser ultrapassados com o recurso a estes novos compostos [10, 11]. No entanto, como já foi referido, a atividade intrínseca do PFA é mantida, uma vez que a sua identidade não foi alterada.

A engenharia de cristais, o *design* racional de sólidos moleculares funcionais, consiste na combinação de três etapas que definem “o quê”, “como” e “porquê”: 1) estudo das interações intermoleculares; 2) uso dessas interações na síntese de compostos através do desenvolvimento de estratégias para a construção de uma determinada arquitetura cristalina; 3) caracterização estrutural e sua correlação com as propriedades dos materiais para otimizar características específicas

[4, 12]. A química supramolecular, “a química para além da molécula”, como foi definida por Jean-Marie Lehn, é a química da formação de agregados moleculares com base em interações não-covalentes [13]. A conjugação destes princípios, associada ao conhecimento das ligações por pontes de hidrogénio, sintões¹ e grafos², conduz à síntese racional de polimorfos, co-cristais, solvatos, sais moleculares e outros sais, entre outras formas [1, 5].

Na indústria farmacêutica tem sido dada uma ênfase especial aos co-cristais. Vários estudos têm demonstrado que esta é a forma cristalina por excelência para otimizar as propriedades de solubilidade e dissolução dos PFA em função do pH, mesmo com compostos não ionizáveis [18].

Foram utilizados métodos tradicionais de síntese e recristalização, mas mais interessante foi o recurso bem sucedido a técnicas verdes de mecanoquímica (moagem, moagem assistida por solvente e iões) [19-21].

DESIGN E SÍNTESE DE NOVAS FORMAS CRISTALINAS

A procura com sucesso de novas formas cristalinas com o objetivo de

* Centro de Química Estrutural, DEQ, Instituto Superior Técnico, UTL, Av. Rovisco Pais, 1049-001 Lisboa
E-mail: vaniandre@ist.utl.pt

melhorar propriedades específicas é baseada numa forte componente de análise de base de dados cristalográficos (Cambridge Structural Database [22]) para um *design* e planeamento eficazes.

Os ensaios de cristalização e co-cristalização são efetuados através da escolha criteriosa de métodos sintéticos e de condições de cristalização, que incluem várias técnicas de solução e mecanoquímica. A caracterização e avaliação das propriedades das novas formas são efetuadas com recurso a várias técnicas, desde difração de raios-X, usada na caracterização estrutural, a cromatografia líquida de alta pressão (HPLC), usada nos estudos de solubilidade e dissolução. Um sumário das fases envolvidas nestes estudos é apresentado na Figura 1.

POLIMORFOS, CO-CRISTAIS E OUTRAS FORMAS MULTICOMPONENTES NA MELHORIA DE PROPRIEDADES DE PFA

O principal objetivo deste trabalho foi, não simplesmente “fazer cristais com um objetivo”, mas sim “definir novos objetivos para fazer cristais”, tendo sido escolhidos PFA que, embora comercializados, apresentam problemas de formulação, processo ou desempenho.

Na Figura 2 apresentam-se os princípios farmacologicamente ativos utilizados em rastreios polimórficos, estudos de formas multicomponentes e coordenação a metais cujos resultados são aqui discutidos.

A gabapentina, um anticonvulsivo usado no tratamento da epilepsia, e a gabapentina-lactama, um pró-fármaco derivado da gabapentina com potenciais efeitos neurolépticos, apresentam elevada solubilidade e, embora a necessidade de diminuir a solubilidade seja pouco frequente, é por vezes necessária para aumentar a eficácia do fármaco. Em ambos os casos, após rastreios polimórficos e pesquisa de formas multicomponentes com ácidos carboxílicos, foram sintetizados, além de polimorfos [23] e um éster derivado da gabapentina [24], co-cristais com uma solubilidade mais adequada. Além desta melhoria na solubilidade (Figura 3 (a)), as no-



Figura 1 – Fases envolvidas no desenvolvimento de novas formas cristalinas

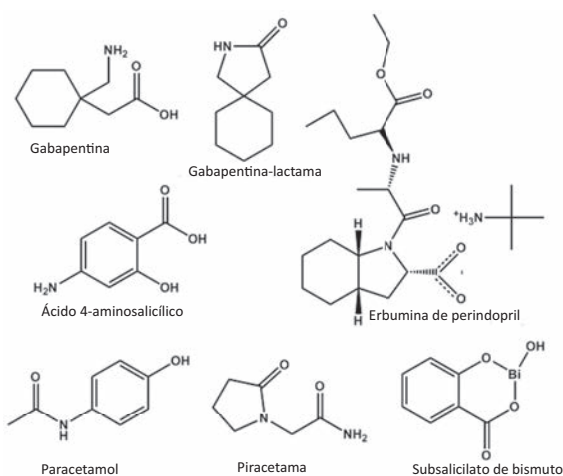


Figura 2 – Princípios farmacologicamente ativos utilizados em rastreios polimórficos, ensaios de formas multicomponentes e coordenação a metais

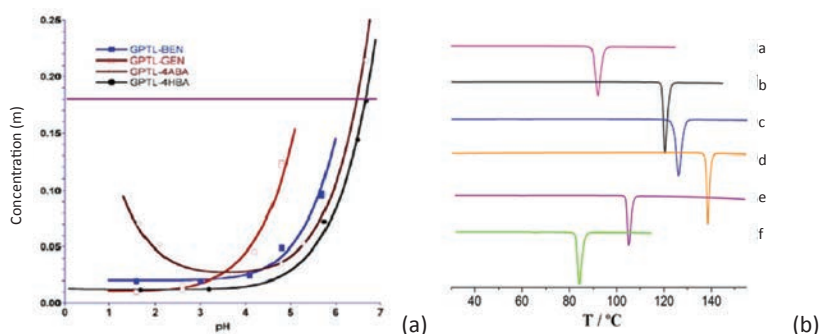


Figura 3 – (a) Dados de solubilidade e (b) termogramas para gabapentina-lactama (GPTL) e respectivos co-cristais com os ácidos 4-aminobenzóico (4ABA), gentísico (GEN), 4-hidroxibenzóico (4HBA), fumárico (FA) e benzóico (BEN)

vas formas são estáveis à temperatura (Figura 3 (b)), à humidade e na gama de pHs com relevância biológica [23, 25, 26].

Estes exemplos comprovam a vantagem dos co-cristais na obtenção das solubilidades desejadas, mesmo com compostos não-ionizáveis, como a gabapentina-lactama. Estes estudos permitiram ainda o desenvolvimento

de modelos matemáticos de solubilidade, que estão de acordo com os dados experimentais apresentados na Figura 3 (a) [26].

O ácido 4-aminosalicílico, um antibiótico usado no tratamento da tuberculose, apresenta limitações de biodisponibilidade. Estudos exploratórios resultaram na síntese de doze novas formas, entre solvatos, sais molecu-

lares e co-cristais com heterociclos, que permitiram uma racionalização do comportamento deste PFA através da identificação das pontes de hidrogênio e sintões mais favoráveis, que estão a ser usados em estudos mais aprofundados (Figura 4). Foram estabelecidas várias correlações entre a estrutura e a estabilidade das novas formas [27, 28].

A erbumina de perindopril, fármaco usado no combate à hipertensão, é instável à temperatura, o que inviabiliza a sua comercialização em algumas zonas do planeta. O rastreio polimórfico permitiu a determinação das primeiras estruturas deste PFA e conduziu à síntese de um novo hidrato, mais estável à temperatura e à humidade, apresentando um perfil de dissolução semelhante ao do composto atualmente comercializado, mesmo quando misturado com excipientes (Figura 5) [29, 30].

A forma polimórfica I do paracetamol, um analgésico usado em larga escala, é a atualmente comercializada e é a mais estável, mas apresenta problemas no processo de compactação. A forma II é conhecida por ser mais apropriada para esta fase processual, mas é menos estável. Têm sido desenvolvidos vários esforços para tentar encontrar co-cristais que apresentem as características de compressibilidade da forma II e de estabilidade da forma I. Tendo em conta este objetivo, foram efetuados vários ensaios de co-cristalização dos quais se obtiveram três novos co-cristais. Pela análise dos arranjos supramoleculares destas formas, as propriedades de compactação aparentam ser mais favoráveis do que na forma comercializada, estando a ser efetuados estudos no sentido de confirmar esta hipótese.

A Tabela 1 sumariza os resultados obtidos através de estudos de novas formas cristalinas multicomponentes para os princípios farmacologicamente ativos discutidos.

COORDENAÇÃO DE PFA A METAIS NA BUSCA DE SIMBIOSE DE EFEITOS

Uma outra forma de melhorar as propriedades de um PFA é através da sua coordenação a metais, numa ten-

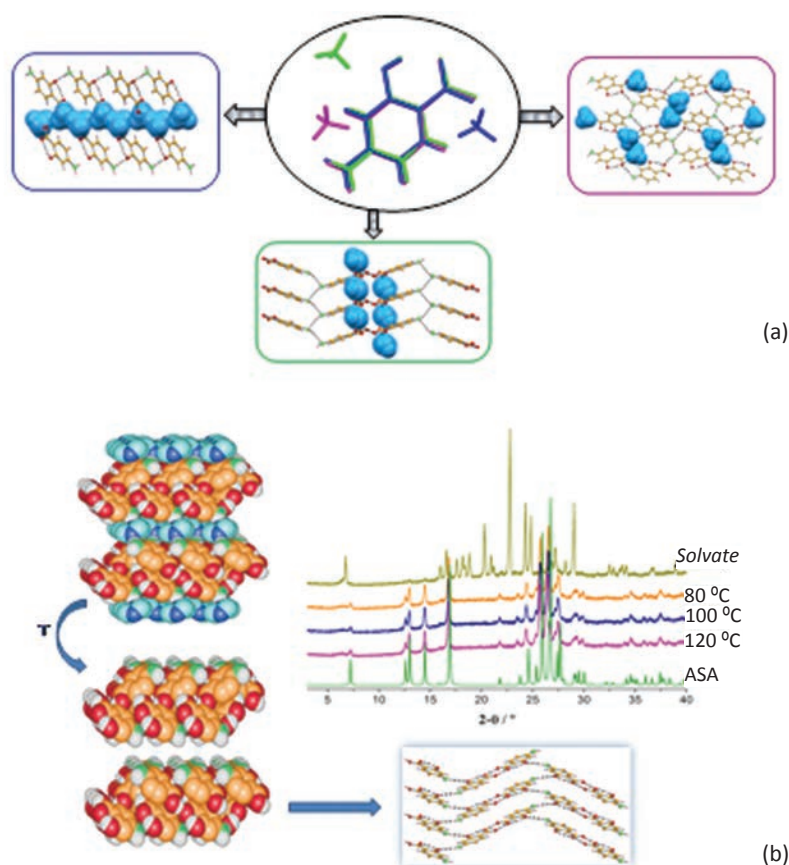


Figura 4 – Ácido 4-aminosalicílico (ASA): (a) empacotamentos cristalinos dos sais polimórficos de amónia (retirado de Vânia André *et al.* Cryst. Growth Des. 2012, 12, 3082-3090, com permissão. Copyright 2012 American Chemical Society); (b) a estrutura do solvato com dioxano permite interpretar a sua estabilidade térmica, através da saída dos “canais” de dioxano com a obtenção final do ASA, como comprovado por difração de raios-X em pós (adaptado de Vânia André *et al.* Cryst. Growth Des. 2009, 11, 5108–5111, com permissão. Copyright 2009 American Chemical Society)

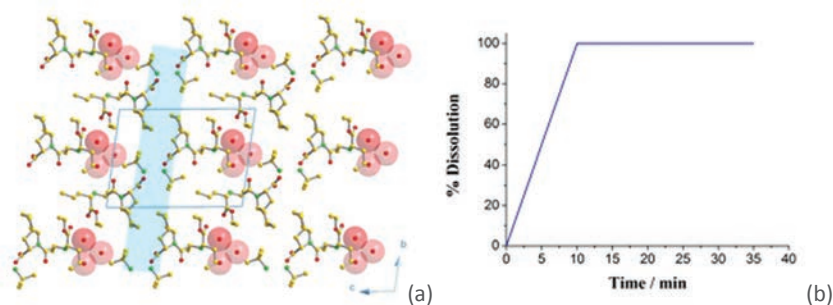


Figura 5 – (a) Empacotamento cristalino do novo hidrato de erbumina de perindopril; azul: dupla camada sustentada por pontes de hidrogênio; rosa: moléculas de água; (b) perfil de dissolução de nova forma hidratada com excipientes (adaptado de Vânia André *et al.* Cryst. Growth Des. 2011, 11, 3703–3706, com permissão. Copyright 2011 American Chemical Society)

tativa de alterar as suas propriedades físico-químicas e idealmente conjugar duas atividades farmacológicas complementares.

Foram explorados com sucesso métodos de mecanoquímica para obter redes poliméricas 1D de coordenação de níquel a piracetama (Figura 6), um nootrópico³ [31]. Com o ácido 4-ami-

nosalicílico obtiveram-se igualmente redes de coordenação com prata. A combinação de métodos de estado sólido e solução permitiram a caracterização destes compostos, que mostraram ser estáveis até temperaturas superiores a 100°C [31]. Este tipo de complexos com PFAs pode representar uma nova forma para a libertação controlada de fármacos ao nível bioló-

gico, dada a diferença da estabilidade, solubilidade e biodisponibilidade do fármaco livre relativamente ao fármaco coordenado.

SÍNTESE VERDE E EFICIENTE DE METALOFÁRMACOS E ELUCIDAÇÃO ESTRUTURAL PARA COMPREENSÃO DA ATIVIDADE FARMACOLÓGICA

O Pepto-Bismol® é um fármaco usado para problemas digestivos, base-

ado num complexo de bismuto com ácido salicílico. Atualmente, a sua síntese é feita em solução e a remoção do excesso de solvente implica custos de energia e tempo, pelo que têm sido feitos esforços de melhoria de eficiência do processo, sem sucesso.

Neste estudo foi conseguida a síntese rápida, seletiva e eficiente de três formas de salicilato de bismuto, com diferentes rácios bismuto:ácido salicílico,

através de moagem assistida por solvente e iões [32]. Os reagentes foram moídos com quantidades catalíticas de solvente e sais de nitrato, os quais não se misturam com o produto final, como provado por RMN de estado sólido, sendo fáceis de separar. Abre-se assim caminho para a produção de fármacos de uma forma mais eficiente a nível energético e menos poluente.

Embora este composto seja usado há mais de um século, a sua estrutura era ainda desconhecida, o que limitava a compreensão da sua atividade farmacológica. Neste estudo foi obtida a primeira estrutura cristalina de salicilato de bismuto sem ligandos auxiliares, bem como de um novo agregado com DMF (Figura 7) [32].

CONCLUSÕES GERAIS

Foram sintetizados vários polimorfos e formas multicomponentes de PFA, tendo-se conseguido estabelecer correlações entre estrutura e propriedades físico-químicas, sendo de realçar os avanços obtidos na otimização do comportamento dos PFA comercializados. De salientar também que muitos destes novos produtos foram obtidos por métodos de síntese altamente eficientes, que requerem menos energia e solvente, sem a formação de produtos secundários indesejados. Com este trabalho foi dado mais um passo para a “síntese verde” de produtos farmacêuticos.

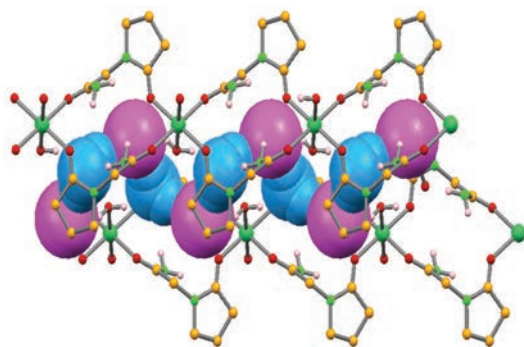


Figura 6 – Arranjo supramolecular do complexo piracetama:Bi, mostrando a rede 1D e a sua interação com a água (azul) e os cloretos (rosa). Apenas estão representados os átomos de hidrogénio envolvidos em pontes de hidrogénio, para uma melhor clareza

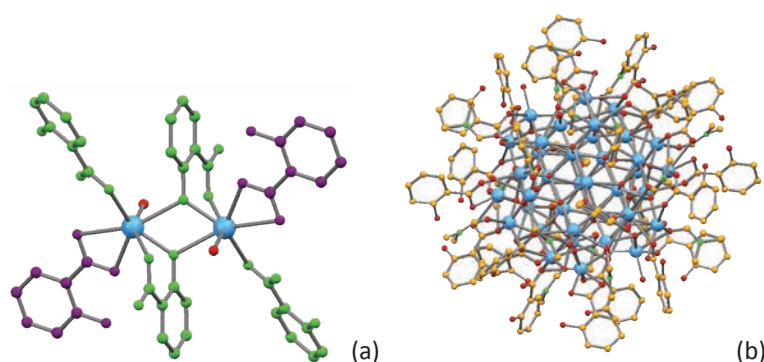


Figura 7 – (a) Fragmento da estrutura de dissalicilato de bismuto; (b) agregado de salicilato de bismuto com DMF $[Bi_{38}O_{22}(Hsal)_{26}(H_2O)_4(DMF)_{18}]$

Tabela 1 – Sumário de resultados obtidos na síntese de novas formas cristalinas multicomponentes de PFAs

PFA	Gabapentina	Gabapentina-lactama	Ácido 4-aminosalicílico	Erbumina de perindopril	Paracetamol
PROBLEMA	Elevada solubilidade	Elevada solubilidade	Biodisponibilidade limitada	Instabilidade à temperatura	Problemas de compactação
RESULTADOS	Novos polimorfos Síntese de prodrogas Co-cristais e sais moleculares estáveis com menor solubilidade Relações estrutura-propriedades	Novos co-cristais estáveis com menor solubilidade Desenvolvimento de modelos matemáticos de solubilidade Relações estrutura-propriedades	Co-cristais, solvatos, sais moleculares e sais estáveis Sais polimórficos de amónia Relações estrutura-estabilidade	Primeiras estruturas cristalinas do PFA Novo hidrato com perfil de dissolução e solubilidade semelhantes, mas mais estável Proteção intelectual	Co-cristais estáveis com empacotamento favorável a uma melhor compactação

AGRADECIMENTOS

A autora agradece a orientação da Professora M. Teresa Duarte e o financiamento da Fundação para a Ciência e a Tecnologia (PPCDT/QUI/58791/2004 e SFRH/BD/40474/2007).

NOTAS

- 1 Sintão: unidade estrutural que se repete nas estruturas cristalinas e que permite o *design* racional de arquiteturas supramoleculares através da análise de padrões de interação recorrentes [5, 14].
- 2 Grafos: baseiam-se na teoria de grafos e classificam os padrões de pontes de hidrogénio em notações simples de representação geral $G_d^a(r)$, onde G é o designador do padrão ($G = C$ para cadeias, R para anéis, D para complexos finitos e S para interações intramoleculares), r é o número de átomos simetricamente independentes envolvidos no padrão, d é o número de doadores e a é o número de aceitadores [15-17].
- 3 Nootrópico: composto que aumenta o desempenho cognitivo no ser humano.

REFERÊNCIAS

- [1] K. Biradha, C.-Y. Su e J. J. Vittal, *Crystal Growth & Design* **11** (2011) 875-886.
- [2] M. J. Zaworotko, *Nature Chemistry* **3** (2011) 653.
- [3] G. R. Desiraju, *Journal of Chemical Sciences* **122** (2010) 667-675.
- [4] G. R. Desiraju, *Current Opinion in Solid State & Materials Science* **13** (2009) 35-35.
- [5] A. Nangia, *Journal of Chemical Sciences* **122** (2010) 295-310.
- [6] D. J. Good e N. Rodriguez-Hornedo, *Crystal Growth & Design* **9** (2009) 2252-2264.
- [7] M. B. Hickey, M. L. Peterson, L. A. Scoppettuolo, S. L. Morrisette, A. Vetter, H. Guzman, J. F. Remenar, Z. Zhang, M. D. Tawa, S. Haley, M. J. Zaworotko e O. Almarsson, *European Journal of Pharmaceutics and Biopharmaceutics* **67** (2007) 112-119.
- [8] L. S. Reddy, S. J. Bethune, J. W. Kampf e N. Rodriguez-Hornedo, *Crystal Growth & Design* **9** (2009) 378-385.
- [9] L. Jie, L. Zhen e J. Xiaolin, *Front. Chem. Eng. China* **4** (2010) 37-44.
- [10] S. Karki, T. Friscic, L. Fabian, P. R. Laity, G. M. Day e W. Jones, *Advanced Materials* **21** (2009) 3905.
- [11] T. Beyer, G. M. Day e S. L. Price, *Journal of the American Chemical Society* **123** (2001) 5086-5094.
- [12] G. R. Desiraju, *Angewandte Chemie-International Edition* **46** (2007) 8342-8356.
- [13] J. M. Lehn, *Pure and Applied Chemistry* **59** (1978) 871-892.
- [14] G. R. Desiraju, *Angewandte Chemie-International Edition* **34** (1995) 2311-2327.
- [15] M. C. Etter, *Accounts of Chemical Research* **23** (1990) 120-126.
- [16] M. C. Etter, J. C. Macdonald e J. Bernstein, *Acta Crystallographica Section B-Structural Science* **46** (1990) 256-262.
- [17] G. A. Jeffrey, *An Introduction to Hydrogen Bonding*, Oxford University Press, Oxford, 1997.
- [18] N. Schultheiss e A. Newman, *Crystal Growth & Design* **9** (2009) 2950-2967.
- [19] T. Friscic, D. G. Reid, I. Halasz, R. S. Stein, R. E. Dinnebier e M. J. Duer, *Angewandte Chemie-International Edition* **49** (2010) 712-715.
- [20] D. Braga, F. Grepioni, L. Maini, R. Brescello e L. Cotarca, *CrystEngComm* **10** (2008) 469-471.
- [21] S. Karki, T. Friscic, W. Jones e W. D. S. Motherwell, *Molecular Pharmaceutics* **4** (2007) 347-354.
- [22] F. H. Allen, *Acta Crystallographica Section B-Structural Science* **58** (2002) 380-388.
- [23] D. Braga, F. Grepioni, L. Maini, K. Rubini, M. Polito, R. Brescello, L. Cotarca, M. T. Duarte, V. André e M. Piedade, *New Journal of Chemistry* **32** (2008) 1788-1795.
- [24] V. André, M. Marques, M. da Piedade e M. T. Duarte, *Journal of Molecular Structure* **973** (2010) 173-179.
- [25] V. André, A. Fernandes, P. P. Santos e M. T. Duarte, *Crystal Growth & Design* **11** (2011) 2325-2334.
- [26] C. Maheshwari, V. André, S. Reddy, L. Roy, M. T. Duarte e N. Rodriguez-Hornedo, *CrystEngComm* **14** (2012) 4801-4811.
- [27] V. André, D. Braga, F. Grepioni e M. T. Duarte, *Crystal Growth & Design* (2009) 5108-5116.
- [28] V. André, M. T. Duarte, D. Braga e F. Grepioni, *Crystal Growth & Design* **12** (2012) 3082-3090.
- [29] V. André, L. Cunha-Silva, M. T. Duarte e P. P. Santos, *Crystal Growth & Design*, 2011, **11**, 3703-3706.
- [30] V. André, L. Cunha-Silva, P. P. Santos, J. Empis e M. T. Duarte, patente registada (2010) PT105315.
- [31] D. Braga, F. Grepioni, V. André e M. T. Duarte, *CrystEngComm* **11** (2009) 2618-2621.
- [32] V. André, A. Hardeman, I. Halasz, R. S. Stein, G. J. Jackson, D. G. Reid, M. J. Duer, C. Curfs, M. T. Duarte e T. Friscic, *Angewandte Chemie-International Edition* **50** (2011) 7858-7861.

Visite-nos em
www.spq.pt

All about **Heterogeneous,** **Homogeneous,** and **BioCatalysis**

Editorial Board Chairmen:



Prof. Uwe Bornscheuer
*Greifswald University,
Germany*



Prof. Bert Weckhuysen
*Utrecht University,
The Netherlands*



Prof. Luis A. Oro
*University of Zaragoza,
Spain*

Focus



- heterogeneous catalysis
- homogeneous catalysis
- biocatalysis
- protein engineering
- whole cell catalysis
- electrocatalysis
- photocatalysis
- organocatalysis
- metal catalysis
- asymmetric catalysis
- industrial catalysis
- nanocatalysis
- catalytic processes
- surface reactions
- in situ techniques
- spectroscopic methods
- theoretical methods
- catalyst preparation

CHEM 5 (1) 237-420 (2011) ISSN 1867-3880 Vol. 5 No. 2 February 2011

Heterogeneous & Homogeneous & Bio-

CHEM**CAT**CHEM

CATALYSIS

chemoenzymatic
synthesis

Cluster Issue
Chemoenzymatic
Synthesis

A Journal of

Minireview: DKR by Enzyme-Metal Cocatalysis
(M.-J. Kim)

Minireview: Acid-Base Co-operativity in Heterogeneous Catalysis
(W. R. Thiel)

www.chemcatchem.org

WILEY-VCH

ICY 2011
International Year of
CHEMISTRY

Discover
the future and
**subscribe
now!**

A journal of



**ChemPubSoc
Europe**

AS CONVERSAS DE JANE

JOÃO PAULO ANDRÉ*

Conversations on Chemistry foi uma obra publicada em Londres em 1805, com o objetivo de divulgar a Química moderna, então a dar os primeiros passos. A sua autora foi Jane Haldimand Marcet (1769-1858), senhora de uma personalidade comunicativa e de um espírito averiguador e objetivo. As palestras a que assistia na *Royal Institution*, proferidas pelo famoso Humphry Davy, e que depois lhe eram explicadas pelo marido - o médico e químico Alexander Marcet - estiveram na gênese de *Conversations on Chemistry*, escrito na forma de diálogos ficcionais entre uma professora e duas alunas, destinado acima de tudo a levar os conhecimentos da Química a outras mulheres. Durante várias gerações o livro foi um *best seller*, tanto na Europa como nos Estados da América. Ainda hoje se publica.

JANE HALDIMAND MARCET

Jane Haldimand nasceu em Londres em 1769 (Figura 1), filha de mãe inglesa e pai suíço, um banqueiro e homem de negócios de sucesso. Jane e os seus onze irmãos cresceram num ambiente cultural e intelectualmente estimulante; a educação escolar foi-lhes dada em casa pelos melhores preceptores da época. De acordo com a convicção do pai, algo liberal, rapazes e raparigas deviam receber a mesma instrução; assim, Jane e os irmãos aprenderam Filosofia Natural, História e Línguas, a par da Música, Arte e Dança [1].

Jane, que desde cedo revelou uma grande avidez para o conhecimento, era possuidora de um espírito sagaz e pragmático que não se coadunava com matizes discursivos de natureza subjetiva, donde lhe vinha uma certa propensão para um entendimento quase literal das palavras. É frequentemente narrado um episódio, algo caricato, bem ilustrativo da sua forma de pensar: em criança terá um dia ouvido a avó queixar-se de um relógio que não funcionava bem, pelo que de bom grado o trocava por um guinéu. Jane, sem meias medidas, no dia seguinte apresentou-se à avó com um orgulhoso guinéu e meio - tanto quanto lhe tinha rendido o velho relógio num relojoeiro - mas, para sua grande admiração, em vez do elogio que

achava merecer por um negócio tão rentável, ouviu uma forte reprimenda da velha senhora que, ao mesmo tempo, lhe ensinava que nem tudo o que se diz deve ser levado à letra. Ao longo da vida Jane manteria esta quase inépcia para conceber que alguém dissesse uma coisa, quando queria dizer outra [2].

Desde muito nova, Jane teve a oportunidade de privar com importantes figuras do mundo da política, das artes, da ciência e da literatura - tais eram os frequentadores dos jantares e serões “Iluminados” da casa de seus pais. Quando, aos 15 anos, subitamente perdeu a mãe, que com 39 anos sucumbiu a um complicado parto, ficou assente na família que daí em diante seria ela a responsável pela organização dos serões sociais dos Haldimand. Foi num desses serões que Jane conheceu o suíço Alexander Marcet, com quem casaria em 1799 e de quem teria quatro filhos. Dessa união com Alexander, médico e químico destacado, resultou a abertura da casa dos Haldimand-Marcet a figuras tão notáveis como os químicos Berzelius, Wollanston e Humphry Davy, o botânico Augustin de Candolle, o matemático Horace Benedict de Saussure, o físico Auguste de La Rive e o economista político Thomas Malthus [1]. Jane também manteve o seu próprio salão, destinado a incentivar o estabelecimento de redes de comunicação entre mulheres intelectuais. Correspondeu-se com a matemática e astrónoma irlandesa Mary Somerville (1780-1872), também ela uma des-

tacada escritora e divulgadora de ciência [3]. Do seu vasto círculo faziam ainda parte a romancista irlandesa Maria Edgeworth (1768-1849) e Harriet Martineau (1802-1876), que serão referidas adiante. Conta-se que Jane Marcet e Maria Edgeworth ficaram amigas no seguimento de uma carta de gratidão por esta enviada à autora de *Conversations*, por alegadamente o seu livro ter salvado a vida da irmã, que incidentalmente ingerira um ácido, pois alguém se recordara de nele ter lido que os ácidos podiam ser neutralizados com magnésia [4].

Para além de *Conversations on Chemistry* – um dos primeiros textos didáticos de ciência moderna – Jane teve uma vasta produção literária de ensino e divulgação do conhecimento que incluiu títulos como *Conversations on Political Economy* (1816), *Conversations on Natural Philosophy* (1819),



Figura 1 – Jane Haldimand Marcet (1769-1858)

* Departamento/Centro de Química, Universidade do Minho, Campus de Gualtar
4710-057 Braga
E-mail: jandre@quimica.uminho.pt

Conversations on Language (1844) e vários livros para crianças [4].

Jane Marcet morreu em Londres, aos 89 anos.

ALEXANDER MARCET

Alexander John Gaspard Marcet (1770-1822), Figura 2, natural de Genebra, bem jovem partiu para Inglaterra como exilado político, no decurso das convulsões da Revolução Francesa. Em 1797, obteve o diploma de médico pela Universidade de Edimburgo e dois anos depois desposou Jane Haldimand e licenciou-se em Medicina pelo Colégio Real de Médicos; em 1800 obteve a cidadania inglesa. Em 1805 colaborou na fundação da Sociedade Médico-Cirúrgica de Londres, uma instituição que mantinha estreitos contactos com médicos e químicos de outras nações, de entre os quais o grande químico sueco Jöns Jacob Berzelius (1779-1848). Foi por essa altura que a atenção de Alexander Marcet se focou na análise de águas minerais, o que lhe conferiu a experiência necessária para o trabalho que o tornaria famoso: a análise química de fluidos de origem animal e de cálculos urinários, que publicou sob o título de *An Essay on the Chemical History and Medical Treatment of Calculous Disorders* (Londres, 1819). A própria técnica utilizada nesse trabalho, a semimicroanálise, constituía uma novidade para a época; Alexander, contudo, nunca deixou de reconhecer o mérito do pioneirismo de William Hyde Wollaston no estudo da composição de cálculos urinários [1, 5].



Figura 2 – Alexander Marcet (1770-1822)

De 1804 a 1819, Alexander exerceu a profissão de médico e químico no Hospital de Guy – uma importante escola londrina de Medicina – onde, nas aulas de Química que lecionava, introduziu uma componente de identificação e caracterização química de cálculos urinários, a qual complementava com demonstrações experimentais. Alexander Marcet pode justamente ser considerado como um dos grandes impulsionadores desta, então recente, metodologia pedagógica, sobretudo por via indireta. Aquando da visita que fez a Londres, em 1812, Berzelius ficou tão impressionado com as lições de Alexander, que decidiu ele próprio adotar a mesma metodologia pedagógica no Instituto Karolinska, em Estocolmo. Os dois cientistas mantiveram uma correspondência regular e voltaram a encontrar-se mais duas vezes.

Alexander Marcet, que morreu aos 52 anos, é recordado sobretudo como um dos pioneiros da aplicação da Química à Fisiologia e à Medicina, em particular quanto ao uso da análise química para obtenção de diagnósticos clínicos fiáveis [1, 5].

DE LAVOISIER ÀS PALESTRAS DA ROYAL INSTITUTION

As últimas três décadas do séc. XVIII constituíram uma grande revolução na Química: os avanços da Química Pneumática tinham centrado a atenção sobre o oxigénio, permitindo dar a machadada final na convicção de que o ar e a água eram elementos. Em 1789, o *Traité Élémentaire de Chimie* de Antoine Laurent Lavoisier (1743-1794) veio definitivamente consagrar a Química como uma ciência moderna.

No tempo que mediou entre a publicação do *Traité* e *Conversations on Chemistry*, uns escassos dezasseis anos, assistiu-se progressivamente à aceitação das novas teorias e atitudes perante a Química, nomeadamente: a utilização sistemática dos métodos quantitativos, a eliminação absoluta da teoria do flogisto (embora houvesse entretanto o óbice do *calórico!*), a lei da conservação da massa, a teoria da combustão, a noção de elemento e um novo sistema de nomenclatura.

O período que se seguiu à morte de Lavoisier foi também marcado, não surpreendentemente, por enormes avanços, em particular na análise quantitativa (graças, sobretudo, aos contributos de Martin Heinrich Klaproth (1743-1817), na Alemanha; de Louis Nicolas Vauquelin (1763-1829), em França, e de William Hyde Wollaston (1766-1828), em Inglaterra, responsáveis pela descoberta de vários elementos metálicos).

De França vieram ainda os contributos maiores de Claude Berthollet (1748-1822), através dos estudos que conduziram à enunciação da lei da ação da massa (a qual viria a ser formulada em 1864 pelos noruegueses Cato Maximilian Guldberg e Peter Waage) e de Joseph-Louis Proust (1754-1826), com a lei das proporções definidas. Em Inglaterra, John Dalton (1766-1844), entrando na era moderna da teoria atómica, assumiu que os elementos se combinam entre si por relações simples de massas (1803), mas cometeu o erro de atribuir arbitrariamente valores às proporções de combinação. A lei da combinação dos volumes dos gases, enunciada em 1808 por Louis Joseph Gay-Lussac (1778-1850) - sugerindo que todos os gases deveriam ter o mesmo número de átomos num determinado volume – poderia ter constituído a chave conciliadora entre Dalton e Gay-Lussac, contudo, na época, não houve quem o soubesse fazer. Em Itália, em 1811, Amedeo Avogadro (1776-1856), distinguindo pela primeira vez entre átomo e molécula, oferecia a solução para a resolução do diferendo Dalton/Gay-Lussac, mas acabaria por ser uma voz isolada e ignorada durante quase cinco décadas (apesar do esforço levado a cabo por André Marie Ampère, em 1814, para a sua aceitação). Entretanto, em Estocolmo, Berzelius fez progressos no isolamento de novos elementos (ao cério, descoberto em 1803, seguir-se-iam o selénio, tório, silício, zircónio e titânio) e na determinação de massas atómicas (a massa do carbono passou para 12, a do nitrogénio para 14 e a do oxigénio para 16). Todavia, neste campo, o seu sucesso foi mais moderado porque, não raramente, deparava-se com grandes problemas de interpretação dos resultados da sua investigação,

decorrentes de uma teoria atômica, ainda, bastante incipiente (o uso dos *equivalentes* superava em parte esta limitação). A Berzelius deve-se ainda a moderna notação química ao ter sugerido, em 1811, o uso dos atuais símbolos dos elementos.

Em Bristol, na Instituição Pneumática, entre 1799 e 1802, foram estudados os efeitos de vários gases sobre os seres humanos; dessa investigação sobressaiu o nome de Humphry Davy (1778-1829), verdadeiro herói romântico inglês, que à enorme habilidade para a Química juntava ainda dotes para a poesia. Em plena época da descoberta da eletricidade - Alessandro Volta (1745-1827) tinha apresentado em 1800 a primeira pilha elétrica - Davy viria a evidenciar-se na eletrólise de sais, isolando o potássio e o sódio, em 1807, e o cálcio, estrôncio, bário e magnésio em 1808 [6-8].

Entretanto, em 1801, quando as palestras públicas de Humphry Davy começavam a fazer furor na recentemente criada *Royal Institution*, aquele que viria a ser o genial Michael Faraday (1791-1867) era ainda uma criança.

As lições públicas de Humphry Davy, que incluíam demonstrações experimentais e às quais se acedia mediante o pagamento de uma entrada, tornaram-se tão famosas que passou a ser chique frequentá-las; a burguesia elegante de Londres e a aristocracia não as perdiam - Jane e Alexander Marcet também não! Para a maioria dos espectadores, em particular as senhoras, estas sessões constituíam uma espécie de entretenimento circense; porém, para Jane, eram muito mais do que um espetáculo: achava-as verdadeiramente fascinantes, pelo conhecimento científico que lhe traziam, e o seu desejo era poder entendê-las integralmente.

Assim, deu início à realização de algumas experiências científicas na sua própria casa (para o que contava com o auxílio e as explicações do marido). Daí até ter sentido que outras pessoas, em particular as mulheres, deviam poder aceder a informação compreensível sobre os factos da Química e das suas descobertas para o bem-estar da sociedade, foi um curto passo.

JANE & CIA

A proporção dos impactos que a obra de divulgação científica encetada por Jane Marcet iria atingir ao longo do séc. XIX era totalmente inédita para a época, todavia não era a primeira vez que, de forma direta ou indireta, se verificavam contributos “no feminino” para a propagação do conhecimento científico. Na França do séc. XVIII, das mais diversas formas, contribuíram para a divulgação da ciência figuras tão relevantes como Émilie du Châtelet, Claudine Picardet e Marie-Anne Pierrette Paulze Lavoisier.

Émilie du Châtelet (1706-1749) foi uma matemática, física e escritora do Iluminismo, que se destacou sobretudo pela tradução para francês da genial obra de Isaac Newton *Principia Mathematica*, onde incluiu anotações e comentários da sua própria autoria. Esta tradução, que só foi publicada dez anos após a sua morte, ainda hoje é considerada a versão francesa de referência. Ao longo da sua atividade literária e de tradução, a Marquesa de Châtelet advogou o direito das mulheres à educação, por entender que, só assim, estas poderiam, à semelhança dos homens, destacar-se nas artes e nas ciências [8, 9].

Claudine Picardet (1735-1820) foi também uma personalidade de vulto nos meandros da divulgação científica dos finais do séc. XVIII. Enquanto esposa do General Picardet, manteve um salão famoso, procurado por académicos e intelectuais, onde não se coibia de expor as suas opiniões. Madame Picardet, que trabalhou como assistente de Bernard Guyton de Morveau - amigo e colaborador científico de Lavoisier - com quem viria a casar em segundas núpcias, teve uma atividade intensa como tradutora: três livros e várias dezenas de artigos científicos. O seu trabalho de tradutora não só concorreu para a disseminação da Química (em particular a Química dos sais e dos minerais), como também teve impacto no mundo editorial, tanto no que respeita ao aparecimento de revistas científicas especializadas, como na própria definição de alguns aspetos editoriais inéditos (por exemplo a inclusão da data da primeira publicação dos artigos) [10].

Outra figura que, no presente contexto, não pode ser omitida é Marie-Anne Pierrette Paulze Lavoisier (1758-1836). Muitos investigadores consideram que Claudine Picardet terá sido o modelo de Madame Lavoisier como mulher participante nas atividades do mundo da ciência. Consciente do seu estatuto de esposa do maior químico mundial do tempo, decidiu aprender Química e aperfeiçoar o domínio do Inglês e do Latim. O seu conhecimento das línguas revelou-se valioso para a tradução de vários artigos e livros, dos quais se destacam *Essay on Phlogiston* (1787) e *Strength of Acids and the Proportions of Ingredients in Neutral Salts* (1790), do químico britânico Richard Kirwan. Na tradução que fez desta última obra incluiu anotações e comentários da sua lavra. Madame Lavoisier foi ainda a responsável pela correspondência científica do marido (as línguas estrangeiras não eram o seu forte!) com figuras como Priestley e Cavendish. Os seus dotes para as belas artes valeram-lhe ter sido a autora das gravuras que ilustram o *Traité Élémentaire de Chimie*. Outro contributo, normalmente menos referido, mas não menos importante, foi o ter sido uma divulgadora ativa das ideias da nova Química através da correspondência que manteve com múltiplas personalidades; empenhou-se em particular no derrube da teoria do flogisto - muito arreigada na sociedade científica da época. Depois da morte de Lavoisier, guilhotinado em 1794, Marie-Anne organizou, em 1805, a publicação de *Mémoires de Chimie*, uma compilação de escritos do marido e dos seus colaboradores, onde se expunham os princípios da nova Química; a esta adicionou uma introdução do seu próprio punho [11, 12].

No contexto da divulgação e popularização da ciência no séc. XIX, a escocesa Mary Somerville (1780-1872), matemática e astrónoma autodidata, merece um destaque especial, provavelmente de forma só comparável a Jane Marcet - a despeito de terem tido intervenções em planos diferentes, atendendo a que Jane não foi uma cientista. A reputação de Mary começou com a sua tradução de *Mécanique Céleste*, de Laplace, que desde o primeiro instante, em 1831, se revelou um sucesso de vendas.

A propósito da popularidade da sua versão, a própria chegou a dizer que tinha traduzido Laplace “da álgebra para a linguagem comum”. Mary Somerville foi também autora de várias obras científicas - tão procuradas por cientistas como por estudantes - das quais, por entrarem no domínio das ciências físicas e químicas, se destacam *The Connexion of the Physical Sciences* (1834) – que na sua terceira edição refere o trabalho de Michael Faraday, com quem se correspondeu entre 1833 e 1834 – e *Molecular and Microscopic Science* (1869). Os seus livros tiveram uma influência determinante sobre figuras como James Clerk Maxwell e o seu trabalho foi mercedemente reconhecido na época; Mary Somerville foi alvo de numerosas honras e louvores, tendo sido eleita membro de várias sociedades científicas, incluindo a *Royal Society* [13, 14].

Outra figura de relevo na divulgação científica no séc. XIX, foi Harriet Martineau (1802-1876), de resto frequentadora do círculo social e intelectual de Jane Marcet. Através da sua atividade de jornalista, escritora e socióloga de orientação feminista – hoje considerada como uma das fundadoras da sociologia – Martineau teve um papel importante na difusão dos novos conhecimentos da economia política da primeira metade do séc. XIX (uma das muitas áreas em que Jane Marcet também interveio). Neste campo, Harriet Martineau destacou-se através de uma série de vinte e cinco novelas publicadas sob o título genérico de *Illustrations of Political Economy* (1832-1834) [15]. Igualmente se notabilizou pelas suas traduções da obra filosófica de Auguste Comte e por ter sido, desde o primeiro momento da publicação de *The Origin of Species* (1859), uma apoiante da teoria da evolução de Charles Darwin.

EMILY, CAROLINE E A SRA. B.

Conversations on Chemistry, a obra que Jane Marcet publicou em dezembro de 1805, sob pseudónimo (embora revelasse que era uma mulher), tinha como principal objetivo divulgar a Química, ensinando-a. O designio pedagógico e divulgador da obra é apresentado pela autora no prefácio

(foi consultada a quinta edição inglesa – Figura 3) [16]:

“Ao aventurar-se a oferecer ao público, mais particularmente ao feminino, uma Introdução à Química, a autora – uma mulher – entende que deverá dar uma explicação pela iniciativa, tanto mais que o seu conhecimento do assunto é recente, não podendo reclamar para si o título de química.”

Conversations, que nas primeiras edições apareceu em dois volumes – o primeiro abordando o que autora designa por “corpos simples”, e o segundo os “corpos compostos” – está escrito na forma de diálogos informais entre uma professora, a Sra. B., e as suas duas alunas: a reservada Emily, de treze anos, e a sua irmã de dez, a espontânea Caroline.

Centremo-nos no diálogo seguinte, bem revelador da forma e do espírito da obra (página 2 de [16]):

Caroline: Sra. B., para dizer a verdade não estou muito inclinada a conceber a Química de forma muito favorável, nem sequer acho que me possa entreter muito com ela. Prefiro as ciências que abordam a natureza em grande escala às que se confinam à minúcia dos seus detalhes. Porventura poderão os últimos estudos sobre as propriedades gerais da matéria, ou sobre a revolução dos corpos celestes, ser comparados à combinação de meros compostos? Admito contudo que, na Química, possam existir experiências divertidas e que até nem desgostaria de testar algumas delas, por exemplo a destilação da lavanda ou da água de rosas.

Sra. B.: Minha querida Caroline, prefiro pensar que essa tua antipatia pela Química se deve à ideia bastante limitada que tens dela. Restringes o laboratório de Química ao mero espaço de trabalho do farmacêutico e do perfumista, quando na verdade ele se presta a muitas outras funções úteis. Além do mais, minha querida, de modo algum a Química se confina só ao trabalho das profissões: a natureza também tem o seu próprio laboratório, o Universo, onde os processos químicos ocorrem incessantemente. Estás surpreendida, Caroline! Contudo, asseguro-te que os fenómenos mais maravilhosos e interessantes da natureza são quase todos eles produzidos por forças químicas.

[...] Por conseguinte, decerto compreenderás que [...] uma mulher pode adquirir um conhecimento científico que a levará a interessar-se pelos fenómenos correntes da vida, contribuindo ainda para alargar o seu horizonte de ideias e tornar a contemplação da natureza uma encantadora fonte de instrução.

Ao longo de *Conversations*, a autora vai dando a conhecer, explicando, os principais conceitos da Química e os seus grandes avanços: as descobertas de Galvani, Volta, Franklin, Rumford, Priestley, Oersted, Berzelius, Berthollet, Cavendish, Lavoisier, Davy, ...

Nos dias atuais, para além do valor histórico intrínseco da obra, *Conversations on Chemistry* tem ainda algo a dizer-nos: não, obviamente, no que toca à Química propriamente dita (o calor é explicado em termos de “calórico”; as transformações físicas e químicas são discutidas, respetivamente, em termos de “atração de coesão” e de “atração de composição”; o “calórico”, a luz e a eletricidade são listados como corpos simples; etc.) mas, antes, pelo seu valor didático. Para este, contribuem de forma exemplar a clareza e a simplicidade do texto. Com efeito, *Conversations* ainda hoje se publica (Figura 4).

Nas últimas décadas têm sido reconhecidas as vantagens das metodologias de ensino-aprendizagem baseadas na convicção de que a aprendizagem se processa por ciclos, ao longo

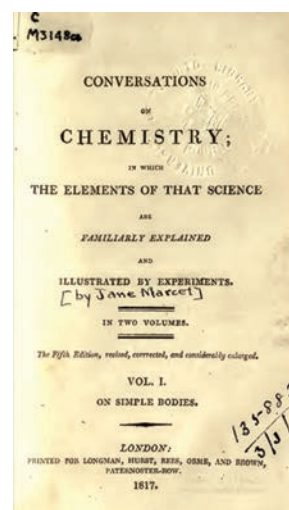


Figura 3 – Frontispício da quinta edição inglesa de *Conversations on Chemistry* (1817)

dos quais o estudante tem de ser conduzido pelo professor – desde o nível cognitivo onde se encontra até às novas situações – de forma a poder atingir um novo patamar de conhecimento e de compreensão, idealmente de um nível superior de abstração. As demonstrações e as experiências laboratoriais, bem como o recurso a analogias e a exemplos concretos do quotidiano e da indústria, contribuem para a efetivação destes ciclos de aprendizagem [17]. Em pleno início do séc. XIX, sem dispor das modernas teorias pedagógicas, Jane Marcet, através da Sra. B., conseguiu que fossem alcançados muitos dos resultados que atualmente são esperados dos professores e escritores/divulgadores de ciência [18]. Se, por um lado, se pode dizer que a autora se destacou no pioneirismo do recurso às demonstrações experimentais [13], por outro, se analisarmos os diálogos - que têm sempre uma extensão adequada ao desenvolvimento do tópico em causa – verifica-se que, por hábito, a Sra. B. introduz os tópicos recorrendo a exemplos conhecidos e a analogias, de seguida apresenta novos conceitos e, finalmente, ajuda as alunas a estabelecer comparações e a tirar conclusões [18]; os diálogos costumam terminar com uma recomendação para que seja revisto um dado assunto, antes de se passar ao seguinte.

No diálogo que se segue, em que a autora recorre ao pão como analogia, é abordado pela primeira vez o con-

ceito de substância elementar (páginas 7 a 10 de [16]):

Sra. B.: [...] tens de ter em conta que os vários corpos da natureza são compostos por certos princípios elementares, os quais não são em grande número.

Caroline: Sim, eu sei que todos os corpos são compostos por fogo, ar, terra e água: aprendi isso há muito tempo!

Sra. B.: Tens no entanto de fazer um esforço para esquecer isso! Já te falei da grande mudança que ocorreu na Química desde que esta se tornou uma ciência regular ... Um corpo elementar é o que não pode ser decomposto, isto é, separado noutras substâncias. O fogo, o ar, a terra e a água são todos eles suscetíveis de decomposição.

Emily: Pensava que decompor um corpo era dividi-lo nas suas partes mais minúsculas. Assim, não entendo como é que uma substância elementar não pode ser decomposta tal como as outras.

Sra. B.: Não entendeste bem a ideia de decomposição; é muito diferente da simples divisão, que unicamente reduz um corpo às suas partes. A decomposição separa-o nos vários ingredientes ou materiais de que é composto. Consideremos um pão: se separássemos os vários ingredientes de que é feito - a farinha, o fermento, o sal e a água - o resultado seria muito diferente do de cortar o pão em pedaços ou de o esmigalhar.

Emily: Compreendo agora muito bem ...

Caroline: Mas a farinha, a água e os outros materiais do pão, de acordo com a definição, não são substâncias elementares?

Sra. B.: Não minha querida. Eu referi o pão, para ilustrar a ideia, mais por ser uma comparação familiar do que propriamente um exemplo.

As substâncias elementares de que um corpo é composto são as chamadas partes constituintes do corpo. Se o decomusermos, iremos, por conseguinte, separar as suas partes constituintes. Se, pelo contrário, dividirmos um corpo cortando-o em pedaços, ou mesmo se o triturarmos ou martelarmos até ficar reduzido ao mais fino pó, cada uma dessas pequenas partículas será ainda uma porção [...] do corpo; estas designam-se por partes integrantes. Consegues ver a diferença?

Emily: Sim, perfeitamente: decomparamos um corpo nas suas partes constituintes e dividimo-lo nas suas partes integrantes.

Sra. B.: Exatamente. Por conseguinte, se um corpo for constituído por uma só substância, embora possa ser dividido nas suas partes integrantes, não é possível decompor-lo. Tais corpos são então chamados de *simples* ou *elementares*, uma vez que são os elementos de que são compostos todos os outros corpos. Os *corpos compostos* são os que consistem em mais de um desses princípios elementares.

Em *Conversations*, as experiências são descritas com tal realismo que o leitor as consegue “viver”; algumas vêm acompanhadas dos respetivos esquemas de montagem, desenhados pela própria autora (Figura 5). O diálogo seguinte, a propósito de uma experiência destinada a ilustrar o conceito de “atração” entre compostos, é bem revelador da clareza, detalhe e vivacidade das descrições (páginas 17 a 19 de [16]):

Sra. B.: [...] se eu verter algum deste líquido (chamado ácido nítrico) sobre o pedaço de cobre contido no copo, a sua forte atração faz com que cada uma das partículas do cobre se combine com uma partícula de ácido; formando juntas um novo corpo, totalmente diferente tanto do cobre como do ácido. Notas a comoção interna que já começa a ocorrer?

Emily: O ácido ... parece dissolver muito rapidamente o cobre!

Sra. B.: Dessa forma ele vai reduzir o cobre a partes mais minúsculas do que aquelas que possivelmente se poderiam obter por uma ação mecânica. Mas, como o ácido só consegue atuar na superfície do metal, vai demorar algum tempo até que a união destes dois corpos se complete.

Podes, no entanto, ver já como este composto é totalmente diferente dos seus ingredientes: não é incolor como o ácido, nem duro, pesado e amarelo como o cobre. Se o provasses, já não irias notar a acidez do ácido. De momento apresenta-se como um líquido azul mas quando a união ficar completa e a água - na qual o ácido estava diluído - for evaporada, assu- mirá a forma de cristais regulares de uma bela cor azul perfeitamente transparente. Posso mostrar-te um exemplar desses, porque para o efeito já preparei alguns.

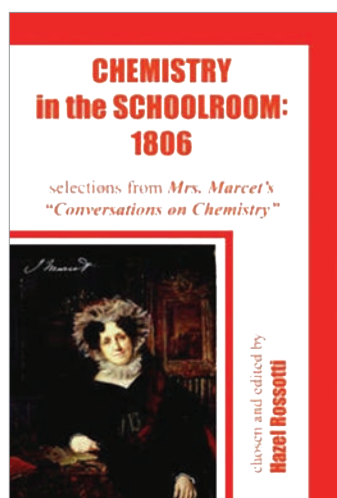


Figura 4 – Capa de uma edição recente de uma seleção de diálogos de *Conversations on Chemistry*

Caroline: Que bonitos que são na cor, na forma e na transparência!

Emily: Não deverá existir melhor exemplo da atração química!

O APRENDIZ DE ENCADERNADOR E DE QUÍMICA

As sucessivas edições de *Conversations on Chemistry* foram sendo atualizadas por Jane Marcet ao sabor dos desenvolvimentos da Química, para os quais estava sempre alerta. A esse respeito é interessante reparar na nota inicial que incluiu na quinta edição inglesa [16]:

“A autora, nesta quinta edição, esforçou-se por incluir as principais descobertas levadas a cabo nos últimos quatro anos na Ciência Química bem como as várias importantes aplicações que originaram, como é o caso da luz de gás e da lanterna de segurança dos mineiros.”

Na oitava edição, Jane introduziu as “últimas descobertas do eletromagnetismo e a doutrina das proporções definidas” [2].

A sua permanente preocupação em atualizar *Conversations* está bem patente na carta que, aos 71 anos, escreveu àquele que em jovem lhe terá encadernado o seu livro (Figura 6) [2]:

Caro Sr. Faraday, li esta manhã no *Athenaeum* uma notícia sobre uma descoberta por si anunciada ... respeitante à identidade dos agentes imponderáveis, calor, luz e eletricidade. Encontrando-me neste momento a corrigir o meu *Conversations on Chemistry*, para uma nova edição, ousou tomar a liberdade de lhe pedir que me informe onde poderei obter uma descrição desta descoberta. Receio que seja de uma natureza demasiado complexa para poder ser adaptada às minhas jovens alunas mas não me decidi ainda a publicar a nova edição sem a mencionar. Por conseguinte, mantenho de lado as folhas das provas de *Conversations* referentes à eletricidade – as quais estive esta manhã a rever – até receber a sua resposta, na esperança de a conseguir incluir.

Quando Jane morreu, em 1858, Michael Faraday escreveu a seguinte carta a Auguste de la Rive, amigo da família Marcet [4]:

[...] a Sra. Marcet era uma boa amiga minha, como o deverá ter sido de todos os seres humanos. Entrei para a oficina de um livreiro e encadernador aos treze anos de idade, em 1804, e permaneci lá oito anos, encadernando livros a maior parte do tempo. Foi nesses livros, lidos após as horas de trabalho, que a minha filosofia se iniciou; havia dois que me ajudaram especialmente, a “Enciclopédia Britânica”, onde obtive as minhas primeiras noções de eletricidade, e o *Conversations on Chemistry* da Sra. Marcet, que me forneceu os meus alicerces naquela ciência.

Não julgue que eu fosse um profundo pensador ou, mesmo, considerado como uma pessoa precoce; era antes muito vivaço e imaginativo - tanto podia acreditar nos contos das “mil e uma noites” como na “Enciclopédia”. Contudo, os factos eram importantes para mim, que foi o que me salvou; eu acreditava num facto se ele se conseguisse sustentar em todos os seus detalhes. Quando consultei o livro da Sra.

Marcet, a propósito das experiências que tinha possibilidade de realizar, e verifiquei que estas concordavam com os factos, tal como eu os podia entender, senti que tinha encontrado, no conhecimento químico, uma âncora de sustentação à qual rapidamente me agarrei. Daí a minha profunda veneração pela Sra. Marcet: primeiro como uma pessoa que me deu grande prazer e satisfação pessoal e, depois, como alguém capaz de transmitir a verdade e os princípios daqueles infundáveis domínios do conhecimento das coisas naturais, a uma mente jovem, não instruída e inquisidora.

AS VOLTAS QUE O PARAFUSO DÁ

Jane Marcet, detentora de um espírito averiguador e de um pensamento claro e muito lógico, a que se aliava uma enorme capacidade de comunicação, foi, na primeira metade do séc. XIX, uma notável pedagoga e divulgadora da ciência e das disciplinas saídas do Iluminismo, muito

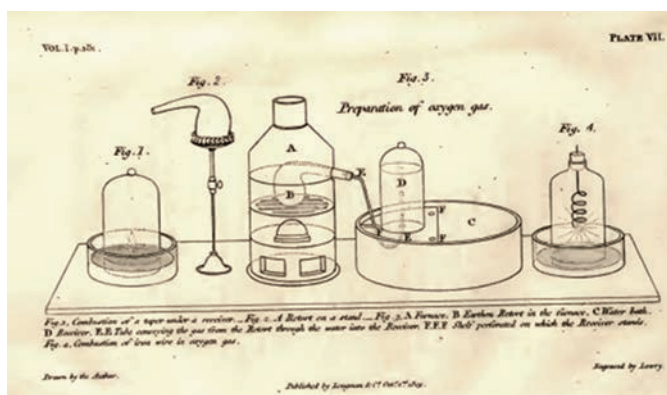


Figura 5 – Ilustração de *Conversations on Chemistry* relativa à preparação do oxigênio e às combustões (página 181 da quinta edição inglesa)

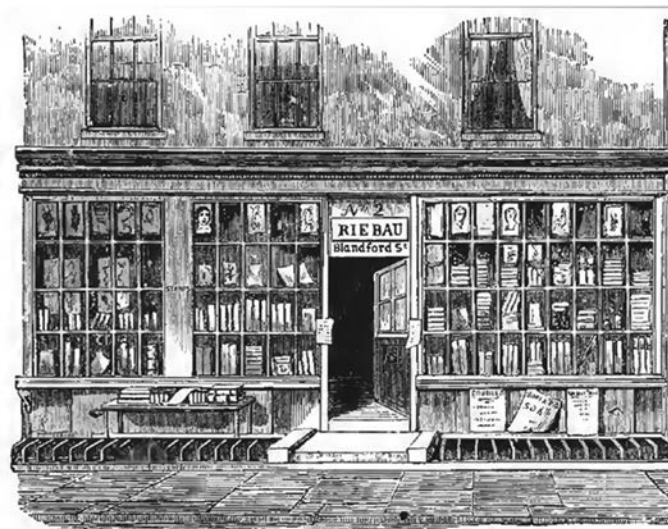


Figura 6 – Livraria e oficina de encadernação de George Riebau onde, em jovem, Michael Faraday trabalhou como encadernador

apreciada, sobretudo, pelo sexo feminino, que não recebia educação formal em ciência. *Conversations on Chemistry*, a obra que a imortalizou – e que inegavelmente teve o contributo do marido Alexander Marcet, químico ilustre – dominou sobremaneira a instrução elementar em Química durante várias gerações. *Conversations* teve dezasseis edições em Inglaterra e foi traduzido para francês e alemão. Nos Estados Unidos da América, o seu impacto foi igualmente admirável: em 1853 já tinha vendido 160 000 exemplares. Thomas Jefferson (1743-1826), terceiro presidente do país – ele próprio um apaixonado da Química – recomendava o livro da Sra. Marcet (que não faltava na sua biblioteca) aos que a desejassem aprender [19].

O facto, pouco inocente, de as três personagens do popular livro serem do sexo feminino, teve a consequência óbvia de contribuir para o estabelecimento da Química como uma ciência não destinada exclusivamente aos homens. Uma das consequências do interesse das mulheres pela Química, e do seu progressivo envolvimento nela, foi a necessidade da criação de instituições de ensino científico destinadas a raparigas.

As repercussões da obra de Jane Marcet na sociedade ficaram testemunhadas na novela do grande escritor anglo-americano Henry James (1843-1916), *The Turn of the Screw*, publicada noventa e dois anos depois da primeira edição de *Conversations on Chemistry*. Trata-se de uma obra literária de terror psicológico cuja ação, repleta de tensão e de ambiguidade, decorre numa mansão vitoriana assombrada; as figuras centrais são o rapazinho Miles, a sua irmã Flora e a ama destes. No capítulo X, a aterrorizada ama – que julga ter visto um fantasma – pergunta a Flora se também vira algo estranho. A pergunta, contudo, não parece impressionar a criança, que se mostra imperturbável (página 218 de [20]):

She absolutely declined to be puzzled; she turned her eyes to the flame of the candle as if the question were as irrelevant, or at any rate as impersonal, as Mrs. Marcet or nine-times-nine.

A referência a Jane Marcet destina-se a frisar que a pergunta da ama perturbou tanto Flora como a teriam perturbado as comuns perguntas sobre assuntos escolares. “Nove vezes nove” apresenta um sentido duplo: se por um lado é uma alusão à tabuada, que as crianças (então!) tinham de saber de cor; por outro, apela ao domínio do sobrenatural, nomeadamente ao momento da 3.ª cena do 1.º ato de *Macbeth* de Shakespeare, em que uma das três bruxas lança um feitiço sobre um marinheiro¹.

A novela de Henry James tem sido objeto das mais variadas adaptações ao longo dos tempos, tanto para o palco, como para o ecrã; as mais notáveis serão a ópera homónima, de Benjamin Britten (1954), e o filme *The Innocents*, de Jack Clayton (1961), Figura 7.

AGRADECIMENTOS

O autor agradece as valiosas sugestões e/ou a leitura atenta do manuscrito às seguintes pessoas: João Costa, Jorge Calado, Ana Paula Esteves e avaliador(a).

NOTA

- 1 *Weary se'n nights nine times nine
Shall he dwindle, peak and pine:
Though his bark cannot be lost,
Yet it shall be tempest-tost.*
(Página 859 de [21])

REFERÊNCIAS

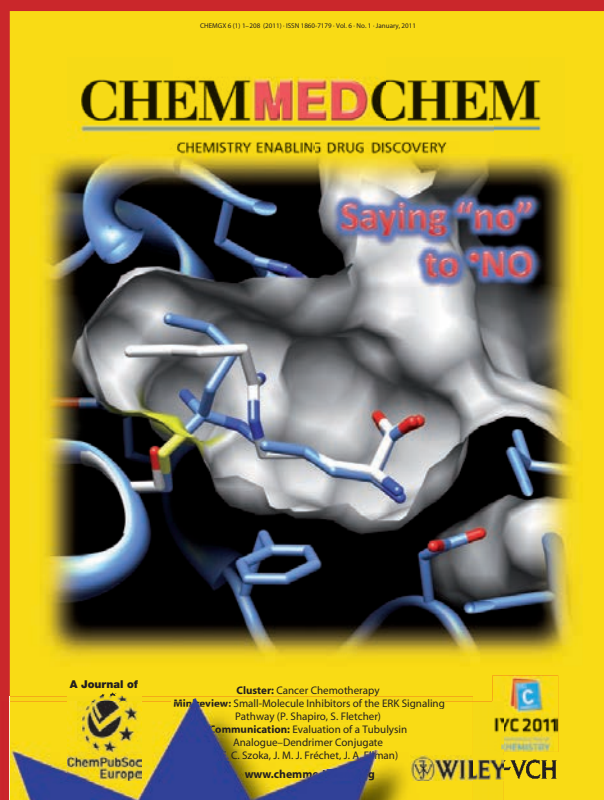
- [1] L. Rosenfeld, *Clinic. Chem.*, 2001, 47, 784-792.
[2] E. V. Armstrong, *J. Chem. Educ.*, 1938, 53-57.
[3] E. C. Patterson, *British Journal for the History of Science*, 1969, 4, 311-339.
[4] A. de la Rive, *Bibliothèque Universelle - Revue Suisse et Étrangère*, 1859, 64(4), 445-468.

- [5] N. G. Coley, *Medical History*, 1968, 12, 394-402.
[6] A. J. Ihde, *The Development of Modern Chemistry*, Harper & Row, Nova Iorque, 1964.
[7] R. Gonçalves-Maia, *O legado de Prometeu – Uma Viagem na História das Ciências*, Escolar Editora, Lisboa, 2006.
[8] J. Calado, *Haja Luz! - Uma História da Química Através de Tudo*, IST Press, Lisboa, 2011.
[9] J. P. Zinsser, *La Dame d'Esprit: A Biography of Marquise Du Chatelet*, Viking Penguin, Nova Iorque, 2006.
[10] M. Rayner-Canham, G. Rayner-Canham, *Women in Chemistry: Their Changing Roles from Alchemical Times to the Mid-Twentieth Century*, American Chemical Society e Chemical Heritage Foundation, 1998.
[11] J. P. Poirier, *La Science et l'Amour - Madame Lavoisier*, Pygmalion, Paris, 2004.
[12] P. Fontes da Costa, *Manifesto para uma Nova Química*, Palavrão, Caldas da Rainha, 2011.
[13] S. Houlihan, J. H. Wotiz, *J. Chem. Educ.*, 1975, 6, 362-364.
[14] M. T. Brück, *Journal of the British Astronomical Association*, 1996, 106, 201-206.
[15] A. J. Harding, *Wordsworth Circle*, 40, 2009, 22-29.
[16] J. Marcet, *Conversations on Chemistry*, Vol. 1, 5ª edição, Longman, Londres, 1817.
[17] J. D. Herron, *J. Chem. Educ.*, 1983, 60, 947.
[18] M. E. Derrick, *J. Chem. Educ.*, 1985, 62, 779-751.
[19] H. J. Abrahams, *J. Chem. Educ.*, 37, 1960, 357-360.
[20] H. James, *Ghost Stories*, Ware, Hertfordshire, 2001.
[21] *The Complete Works of William Shakespeare*, Wordsworth Editions, Ware, Hertfordshire, 1996.



Figura 7 – Cena da ópera *The Turn of the Screw* de Benjamin Britten, numa produção de 2007 da *English National Opera* (esquerda); Deborah Kerr no papel da ama no filme de 1961 de Jack Clayton *The Innocents* (direita)

Five Years of Outstanding Publications



Impact Factor*:
3.306

*2010 Journal Citation Reports®
(Thomson Reuters, 2011)

www.chemmedchem.org

 WILEY
ONLINE LIBRARY

 WILEY-VCH

Chemistry Enabling Drug Discovery

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

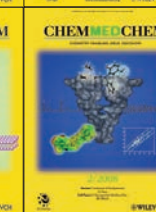
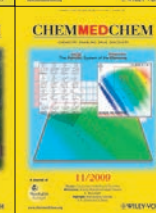
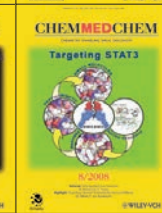
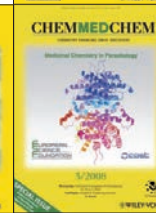
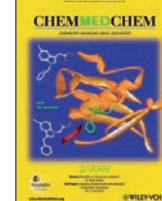
The journal publishes an attractive mix of:

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

ChemMedChem is

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

 ChemPubSoc
Europe



IDENTIFICAÇÃO DE “PÓS BRANCOS” USANDO “PRODUTOS QUÍMICOS DOMÉSTICOS”: UMA ATIVIDADE PARA MOTIVAR O INTERESSE PELA QUÍMICA

REGINA M.S. SOUSA¹, PAULO RIBEIRO CLARO^{2,*} E BRIAN J. GOODFELLOW²

A identificação de “pós brancos” através de testes químicos simples proporciona uma excelente oportunidade para a aplicação de conceitos básicos de química. A atividade aqui apresentada, adaptada e desenvolvida a partir da proposta de Oliver-Hoyo e colaboradores (J. Chem. Educ. 2001, 78, 1475), apresenta duas versões destinadas a diferentes faixas etárias e grau de supervisão exigido.

INTRODUÇÃO

A capacidade da química para atrair a atenção dos jovens reside essencialmente no seu carácter experimental. As transformações proporcionadas pelas reações químicas são uma fonte inesgotável de fascínio, surpresa e descoberta. Infelizmente, o contacto dos jovens com este carácter mais fascinante da química – que é frequentemente o prelúdio de uma carreira dedicada à ciência – tem vindo a sofrer limitações diversas. Não só na escola, onde o tempo dedicado às atividades laboratoriais é cada vez mais escasso, como nas suas componentes lúdicas, de que são exemplo os “estojos de química”. Estes minilaboratórios de química, que fizeram as delícias de várias gerações de jovens (e estão, de facto, na origem da descoberta da “vocação” de diversos químicos portugueses), são hoje fortemente condicionados por regras de segurança restritivas. O exemplo extremo deste condicionamento está bem expresso na capa de um estojo de química vendido pela empresa Elenco (EUA), com o título “Chemistry 60”, que anuncia ‘60 atividades divertidas... sem químicos’ (!) [1].

Muitas universidades (ou professores universitários) apostam em atividades de química capazes de fascinar os jovens e o público em geral. As demonstrações de química – que de algum modo seguem as famosas sessões de Faraday na Royal Society of Chemis-

try – são tradicionais no acolhimento dos alunos nos departamentos de química. A publicação de trabalhos nesta área não é vasta, mas é de referir, por exemplo, a coletânea de reações espetaculares de H.W. Roesky [2], a proposta de um espetáculo de química que junta demonstrações e música como forma de criar uma linguagem audiovisual que atinja o público, de Arroio e colaboradores [3], ou a construção do “Química por Tabela”, um espetáculo permanente da Fábrica – Centro Ciência Viva de Aveiro, que junta as demonstrações de química com um fundo cénico de imagem, luz e som [4].

No entanto, estas atividades de demonstração não substituem a exploração pelo próprio, sendo por isso de explorar a ideia de um “estojo” de química que utiliza essencialmente produtos de uso comum, disponíveis comercialmente. É neste contexto que surge a atividade *Identificação de “pós brancos” usando “produtos químicos domésticos”*: uma atividade para motivar o interesse pela química como forma de proporcionar experiências de química que possam ser efetuadas por alunos de todas as faixas etárias e público em geral, quer na escola, quer em casa. A proposta aqui apresentada, adaptada e desenvolvida a partir da proposta de Maria Oliver-Hoyo e colaboradores [5], descreve um esquema de análise qualitativa (Figura 1) para a identificação de catorze sólidos com aspeto de “pós brancos”, utilizando apenas materiais e produtos químicos do dia-a-dia, disponíveis em supermercados, farmácias, drogas, entre outros. Desta

forma, eliminam-se possíveis problemas relativamente ao transporte de produtos químicos, ao seu uso fora de ambiente laboratorial e à eliminação de resíduos. *Naturalmente, isto não invalida a obrigatoriedade de respeitar as regras de segurança para manuseamento dos compostos químicos!*

O facto de se recorrer a produtos facilmente acessíveis e proporcionar a realização de experiências fora de ambiente laboratorial permite estimular a aprendizagem por esta ciência. Este trabalho pode também ser adaptado aos vários níveis de ensino. Tendo em conta que esta atividade trata da identificação de “pós brancos” por procedimentos que envolvem conceitos básicos de química, como reações de ácido-base, oxidação-redução, precipitação, entre outros, permite adaptar esta atividade a diferentes contextos, valorizando os aspetos mais formais, ou potenciando os aspetos mais lúdicos. Neste último caso sugere-se uma abordagem no âmbito da investigação criminal, num cenário em que um “pó branco” surge como indício recolhido no local de um assalto à caixa forte do banco. Este cenário foi já utilizado com sucesso numa atividade experimental apresentada pela Fábrica – Centro Ciência Viva de Aveiro, no âmbito do seu “Laboratório com paredes de vidro”, acessível ao público em geral [6].

METODOLOGIA

Este método segue os princípios clássicos da análise qualitativa, em particular, da “Marcha Geral de Análise” utilizada na identificação de iões em

¹ Fábrica - Centro Ciência Viva de Aveiro

² Departamento de Química/CICECO, Universidade de Aveiro

* E-mail: prc@ua.pt

solução aquosa: um conjunto de testes sequenciais, com um efeito visual (ou outro) que permite classificar o teste como positivo/negativo, ao longo de um diagrama dicotômico que conduz à identificação final. Tal como referido na introdução, o esquema de análise tem por base o trabalho de Maria Oliver-Hoyo e colaboradores [5], mas foram introduzidas novas propostas de testes e de exploração da atividade, que visam enriquecer e valorizar a sua aplicação prática. Naturalmente, houve também necessidade de adaptar os produtos utilizados aos produtos comerciais existentes em Portugal.

Nesta atividade propõe-se a realização de testes com os “pós brancos” conhecidos para classificar o resultado como positivo/negativo e, posteriormente, efetuar testes com

“amostras-problema” para as identificar. O esquema de análise qualitativa apresenta-se na Figura 1. Os catorze sólidos brancos desconhecidos encontram-se listados na Tabela 1, juntamente com as suas fontes e propriedades físicas utilizadas para os identificar. Os restantes reagentes (a negrito na Figura 1) são apresentados na Tabela 2, assim como as suas fontes.

A presença de reagentes como o hidróxido de sódio (soda cáustica), ácido clorídrico a 20% (ácido muriático) e sulfato de cobre é uma condicionante ao desenvolvimento da atividade pelos mais jovens.

O manuseamento destes reagentes exige cuidados em qualquer faixa etária, que passam por um elevado nível de supervisão ou mesmo de realização do teste por um adulto. No entan-

to, é perfeitamente possível manter o nível de interesse e desafio químico desta atividade sem estes compostos, reduzindo a oito o número de possíveis amostras-problema. O esquema que permite a realização da atividade pelos mais jovens, com baixo nível de supervisão, é apresentado na Figura 2 e inclui os testes de solubilidade em água, o teste do iodo, o teste do vinagre e o teste de pH com antocianinas.

Testes de solubilidade

Os testes de solubilidade permitem a primeira separação dos “pós brancos” em dois grupos, de acordo com a sua solubilidade em água, à temperatura ambiente. Dos 14 sólidos brancos, 9 são solúveis em água e 5 são muito menos solúveis (Tabela 1). A solubilidade é também a base de dois outros testes que surgem posteriormente no

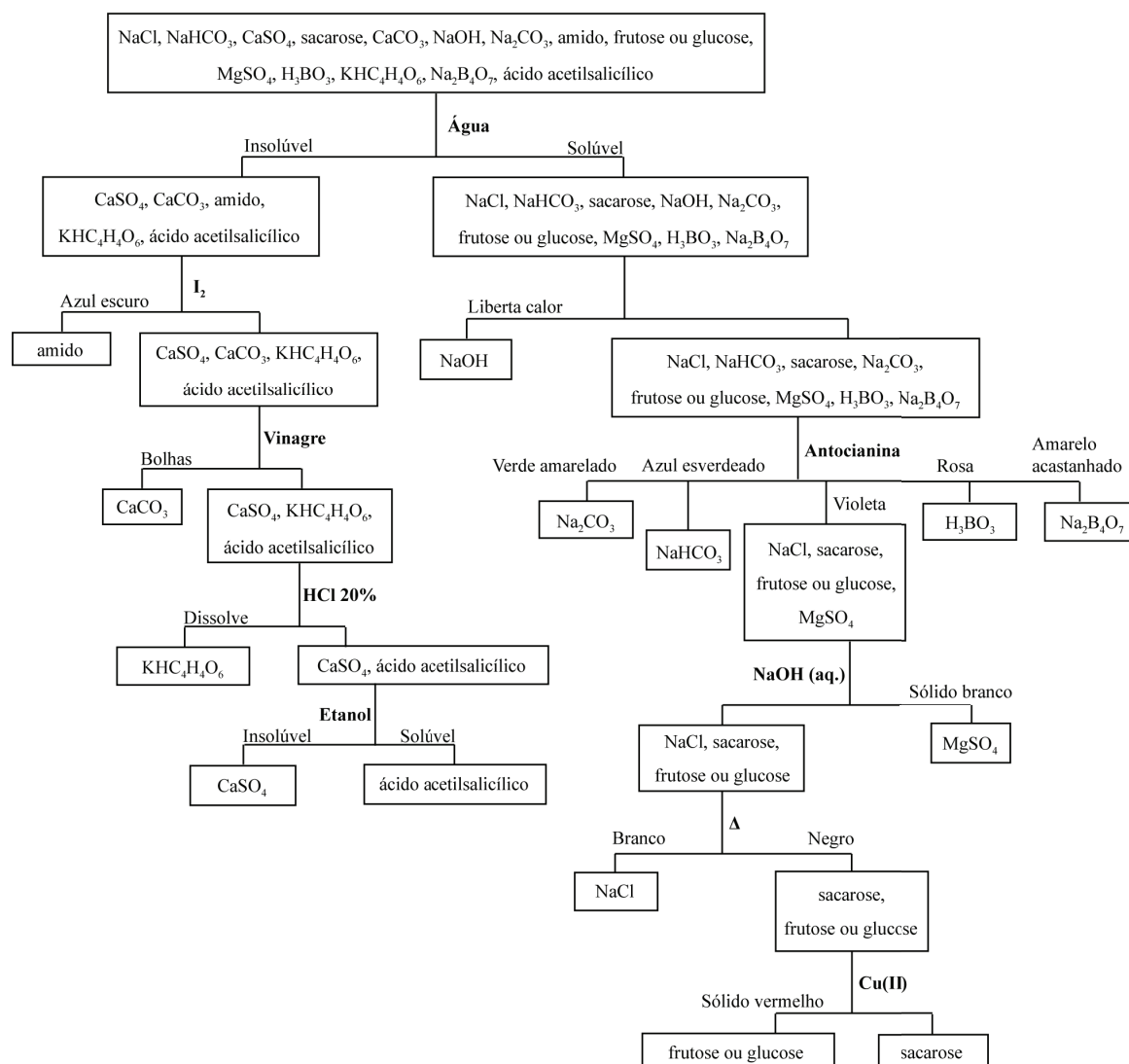


Figura 1 – Esquema de análise qualitativa

esquema: a identificação do bitartarato de potássio e do ácido acetilsalicílico.

O bitartarato de potássio é apenas ligeiramente solúvel em água, mas é bastante solúvel em solução ácida (HCl 20%). Neste caso, a alteração de solubilidade do sal em água passa pela sua conversão em ácido tartárico (o que permite o seu uso como padrão primário para soluções tampão) [7]. Por seu lado, o ácido acetilsalicílico, que apresenta baixa solubilidade em água, é solúvel em alguns solventes orgânicos como, por exemplo, o álcool etílico.

Teste de variação de temperatura

A solubilização de NaOH é um processo fortemente exotérmico (entalpia de dissolução para solução aquosa é $-44,4$ kJ/mol) [8]. O aumento de temperatura que acompanha a solubilização do hidróxido de sódio fornece um teste positivo para a identificação deste sal.

A partir da entalpia de dissolução do NaOH estima-se um aumento de temperatura acima dos 6°C quando $0,25$ g de NaOH são dissolvidos em 10 mL de água. Este aumento de temperatura da solução é facilmente detetável pelo contacto com a pele, mas sugere-se a utilização de um “branco” (tubo de

teste apenas com água) para comparação.

Teste de pH

Os testes de pH permitem distinguir um conjunto apreciável de sólidos solúveis. O indicador de pH utilizado neste teste é também de produção doméstica: uma solução concentrada de antocianinas extraídas da couve roxa.

A estrutura da Figura 3 representa o núcleo geral da *cianidina*, que origina os pigmentos antocianinas por ligação a hidratos de carbono. No caso particular da antocianina extraída da couve roxa, a sua estrutura apresenta duas moléculas de glucose ligadas pelos átomos de oxigénio nas posições 3 e 5, respetivamente.

Esta antocianina é um indicador universal de pH e exhibe as seguintes cores para os diferentes valores de pH [9]: 1-3, vermelho; 4, rosa; 5-6, rosa-violeta; 7, violeta; 8, azul; 9, azul-verde; 10-12, verde; > 12 , amarelo (Figura 4). Quatro das soluções exibem cores típicas por adição de extrato de couve roxa: verde-amarelado (pH = 11,5) para a solução de carbonato de sódio; azul-esverdeado (pH = 8) para a solução de bicarbonato de sódio; rosa (pH = 4,5) para a solução de ácido bórico.

No caso particular do borato de sódio (bórax), o teste das antocianinas fornece uma identificação positiva por um mecanismo diferente: o bórax reage com os grupos hidroxilo em posição *orto* do anel aromático da antocianina (posições 3' e 4'), originando um complexo de borato de cor amarelo-acastanhado [10].

Formação de um hidróxido insolúvel

A identificação positiva do sulfato de magnésio é efetuada através de um teste de solubilidade, com precipitação de um hidróxido insolúvel (Equação 1).

De facto, dos 9 compostos solúveis em água, apenas o sulfato de magnésio forma um hidróxido insolúvel ($K_{sp} \text{Mg(OH)}_2 \approx 10^{-11}$) [8].

Teste de temperatura

O aquecimento à chama da lamparina permite distinguir o cloreto de sódio dos glúcidos sacarose e glucose (ou frutose).

O ponto de fusão do cloreto de sódio é bastante elevado (pf. = 801°C), como se espera de um sal inorgânico, não sendo possível fundi-lo recorrendo à chama de uma lamparina.

No entanto, a temperatura da chama é suficiente para fundir a sacarose

Tabela 1 – Propriedades físicas e fontes dos sólidos brancos

Sólido desconhecido	Fórmula Molecular	Uso/Fonte	Onde encontrar	Solubilidade em água (g/100 mL)	
				Temp amb.	Aquecimento
Ácido acetilsalicílico	$\text{C}_9\text{H}_8\text{O}_4$	Aspirina	Supermercado/Farmácia	0,3	1 (37°C)
Ácido bórico	H_3BO_3	Ácido bórico	Farmácia	6	27 (100°C) ^{a)}
Amido	Polímero de glucose	Farinha	Supermercado	Insol.	
Bicarbonato de sódio	NaHCO_3	Bicarbonato de sódio	Supermercado	10	16,4 (60°C)
Bitartarato de potássio	$\text{KHC}_4\text{H}_4\text{O}_6$	Cremor de tártaro	Farmácia ou padaria	0,5	6 (100°C)
Borato de sódio (bórax)	$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$	Bórax	Farmácia	6	130 (100°C)
Carbonato de cálcio	CaCO_3	Giz	Supermercado	0,001	0,002 (75°C)
Carbonato de sódio	Na_2CO_3	Carbonato de sódio	Farmácia	28	45 (100°C)
Cloreto de sódio	NaCl	Sal de cozinha	Supermercado	36	39 (100°C)
Frutose	$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$	Frutose	Supermercado	Muito sol.	
Glucose (dextrose)	$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$	Glucose	Farmácia	Muito sol.	
Hidróxido de sódio	NaOH	Soda cáustica	Drogaria/Supermercado	110	347 (100°C)
Sacarose	$\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$	Açúcar	Supermercado	200	500 (100°C)
Sulfato de cálcio	CaSO_4	Gesso	Drogaria	0,2	
Sulfato de magnésio	$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	Sulfato de magnésio	Farmácia	71	91 (40°C)

a) Temperatura à qual determinada quantidade de sólido (g) se dissolve em 100 mL de água. Neste caso, é possível dissolver 27 g de ácido bórico em 100 mL, a 100°C .

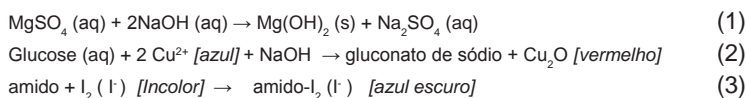
(pf. = 185-187°C), a glucose (pf. = 150-152°C) e frutose (pf. = 119-122°C). O aquecimento provoca reações de oxidação e polimerização dos açúcares (caramelização) [11], pelo que o resultado do teste com açúcares é normalmente um resíduo negro.

Teste dos açúcares redutores

Uma reação de oxidação-redução é usada para o teste que permite distin-

guir entre a glucose (ou frutose) e a sacarose. O ião Cu²⁺ reage com açúcares redutores originando uma mistura com uma coloração na gama de cores que vai de laranja a vermelho ou a castanho (Equação 2) [12].

Tanto a frutose como a glucose são agentes redutores. A sacarose não é um açúcar redutor e, portanto, não reage. Este teste pode demorar um ou dois minutos e, se necessário, pode



ser adicionada mais mistura de redução do cobre. O teste positivo origina uma coloração vermelha do óxido de cobre e um teste negativo coloração azul típica do ião Cu²⁺ hidratado.

Formação do complexo amido-iodo

A identificação do amido é efetuada através do “teste do iodo”, utilizando uma solução de iodo com iodeto de potássio. A amilose, o componente do amido de cadeia não ramificada, forma um complexo amido-iodo azul escuro na presença de iões iodeto, num processo que parece envolver as formas I₃⁻ e/ou I₅⁻ (Equação 3) [13].

Libertação de bolhas de dióxido de carbono

A reação de carbonatos ou bicarbonatos com ácidos, como por exemplo o ácido acético (no vinagre), origina dióxido de carbono gasoso. Estas bolhas de gás são mais evidentes se for adicionado o ácido a um sólido, mas o teste também pode ser realizado usando uma solução ou mistura. É de referir que, frequentemente, o sulfato de cálcio contém uma pequena quantidade de carbonato impuro e, portanto, podem formar-se algumas bolhas. Contudo, a evolução do gás será muito menor do que com carbonato de cálcio.

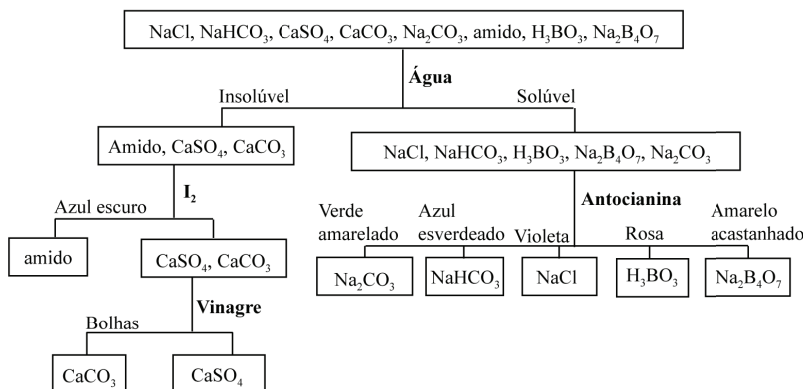


Figura 2 – Esquema de análise qualitativa simplificado para 8 sólidos

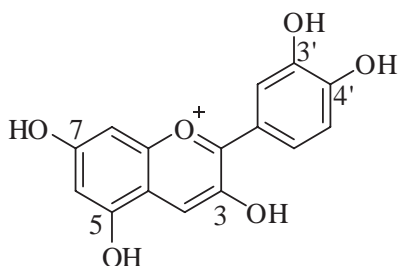


Figura 3 – Núcleo geral da cianidina



Figura 4 – Cores exibidas pelo extrato de couve roxa a diferentes valores de pH

Tabela 2 – Fontes dos reagentes

Reagente	Uso/Fonte	Onde encontrar
Ácido acético 5%	Vinagre	Supermercado
Ácido clorídrico	Ácido muriático	Drogaria
Água	Água da torneira ou engarrafada	-
Antocianina	Extrato de couve roxa	Supermercado
Comprimidos antiácidos	Comprimidos antiácidos (ex. Rennie)	Supermercado/Farmácia
Cu ²⁺ (CuSO ₄)	Sulfato de cobre	Drogaria
Etanol	Álcool etílico 96 vol.	Supermercado/Farmácia
Fermento em pó	Fermento em pó	Supermercado
Hidróxido de sódio	Soda cáustica	Drogaria/Supermercado
Iodo	Tintura de iodo	Supermercado/Farmácia
Isopropanol	Álcool isopropílico	Farmácia

PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS

Os sólidos brancos e os produtos químicos utilizados encontram-se em supermercado, farmácia ou drogaria, conforme indicado nas Tabelas 1 e 2. As quantidades dos reagentes podem ser determinadas recorrendo a uma colher de café, não sendo necessário balança. Os volumes de líquidos podem ser medidos utilizando seringas descartáveis ou copos medidores de cozinha (no caso de volumes maiores). Para armazenar reagentes ou soluções podem-se usar garrafas de plástico ou frascos com tampa. Como recipientes pode recorrer-se a copos de plástico ou frascos de vidro, e para agitar podem-se usar colheres. Os tubos de ensaio podem ser substituídos por copos de plástico transparentes pequenos (copos de shot). A extração da antocianina da couve roxa pode ser feita num tacho ao lume, eliminan-

do a necessidade de placa de aquecimento. Filtros de café são suficientes para as filtrações. A maceração dos comprimidos é possível recorrendo a almofariz de cozinha.

A identificação de todos os recipientes (copos, frascos, tubos de ensaio ou outros) é imprescindível para evitar enganos.

No final das experiências, todos os resíduos podem ser despejados pela pia com excesso de água.

Esta atividade pode demorar 2-3 horas caso sejam feitos os testes para todos os compostos. No caso da identificação de uma amostra “desconhecida”, a atividade não ultrapassa os trinta minutos.

PREPARAÇÃO DE REAGENTES

Solução de hidróxido de sódio

1. Num copo, colocar 2 colheres de café (cerca de 1 g) de desentupidor de canos sólido.
2. Adicionar 75 mL de água e agitar. Obtém-se uma solução com uma concentração de cerca de 0,3 M.

Mistura para redução do cobre

1. Num copo, colocar 1 colher de café (1 parte) de sulfato de cobre (II), 12 colheres de café (12 partes) de desentupidor de canos sólido, 4 colheres de café (4 partes) de carbonato de sódio e 15 colheres de café (15 partes) de sal de cozinha.
2. Esta mistura deve ser armazenada num recipiente coberto com papel de alumínio para a proteger da luz e deve ser mantida longe de calor.

Antocianina

1. Cortar cerca de 125 g de couve roxa em pedaços pequenos.
2. Adicionar cerca de 250 mL de álcool etílico, álcool isopropílico ou água.
3. Aquecer, a cerca de 50°C, durante 1 hora.
4. Filtrar a mistura obtida. Obtém-se uma solução roxa escura.
5. Caso tenha acesso a um evaporador rotativo, poderá reduzir o volume da mistura para cerca de 50 mL.

Este passo permite obter uma solução mais concentrada e requer menor volume desta solução nos testes de pH.

Nota: A extração da antocianina da couve roxa com álcool isopropílico ou álcool etílico origina uma solução do indicador eficaz durante cerca de 3 meses. No caso da extração ser efetuada com água, o extrato obtido é eficaz apenas nos 2 ou 3 dias seguintes.

TESTES DO FLUXOGRAMA

Antes de tentar identificar uma amostra “desconhecida”, pode efetuar um teste a todo o fluxograma. De notar que algumas identificações são mais fáceis do que outras. Entre as identificações “fáceis” estão, por exemplo, o teste do amido-iodo e o teste de redução do cobre. Nas identificações “mais difíceis”, ou seja, para as quais é possível que surjam situações de dúvida, estão, por exemplo, o teste de solubilidade em água, o teste de pH com antocianinas e também o teste de redução do cobre.

Certifique-se que os tubos de ensaio estão limpos. Se o primeiro teste for de solubilidade, pode continuar com o próximo teste no mesmo tubo de ensaio. Colocar os resultados na tabela de resultados dos sólidos conhecidos.

Solubilidade em água

1. Colocar ½ colher de café (cerca de 0,25 g) do sólido conhecido num tubo de ensaio e adicionar cerca de 10 mL de água.
2. Agitar o tubo de ensaio, verificar se o sólido se dissolve e, no caso dos sólidos solúveis, se ocorre alguma alteração de temperatura.
3. Os sólidos pouco solúveis são incluídos na categoria dos insolúveis (Insol. < 0,6 g/100 mL). Os sólidos solúveis têm todos solubilidades > 6 g/100 mL. Pode existir um resíduo remanescente em alguns compostos solúveis (bórax, por exemplo), mas deve ser capaz de ver facilmente quais são insolúveis.

Teste de pH

1. Adicionar algumas gotas de extrato de couve roxa a cerca de 10 mL

de água para usar como solução de comparação.

2. À mistura do teste de solubilidade adicionar algumas gotas de extrato de couve roxa.
3. Agitar e observar a coloração obtida. Caso a coloração adquirida não seja muito nítida, adicionar um pouco mais de extrato de couve roxa e/ou sólido conhecido.

Formação de um hidróxido insolúvel

1. A uma solução semelhante à preparada para o teste de solubilidade, adicionar cerca de 1 mL da solução de NaOH.
2. Agitar e observar se ocorre formação de um precipitado branco.

Ponto de fusão

1. Colocar ½ colher de café (de inox) do sólido conhecido sobre uma chama.
2. Observar a alteração de cor, estado físico e cheiro.

Redução do cobre

1. A uma solução semelhante à preparada para o teste de solubilidade, adicionar cerca de 2 colheres de café da mistura de cobre.
2. Agitar e aguardar cerca de 2 minutos. Observar se ocorre formação de um precipitado vermelho/laranja.

Formação do complexo amido-iodo

1. À mistura do teste de solubilidade, adicionar 3 gotas de tintura de iodo.
2. Agitar e observar a coloração obtida. Apenas com o amido deverá verificar uma tonalidade azul. Note que a gama de cores de amarelo a roxo é a cor típica do iodo e não é um teste positivo.

Libertação de bolhas de dióxido de carbono

1. A uma solução semelhante à preparada para o teste de solubilidade ou a ½ colher de café (cerca de 0,25 g) do sólido conhecido (neste caso, o resultado é mais evidente), adicionar cerca de 1 mL de vinagre.
2. Observar a libertação de bolhas. Esta libertação de gás ocorrerá

na presença de CaCO_3 . Contudo, devido a uma pequena impureza de carbonato no gesso, pode-se verificar uma ligeira quantidade de bolhas por adição de vinagre ao CaSO_4 .

Solubilidade com HCl 20%

A uma solução semelhante à preparada para o teste de solubilidade, adicionar algumas gotas de HCl 20%.

1. Agitar e observar se ocorre dissolução de algum sólido.

Solubilidade em álcool etílico

1. A $\frac{1}{2}$ colher de café (cerca de 0,25 g) do sólido conhecido, adicionar cerca de 10 mL de álcool etílico.
2. Agitar e observar se ocorre dissolução de algum sólido.

CRIAÇÃO DE UM CENÁRIO DE INVESTIGAÇÃO CRIMINAL

Após um assalto à caixa-forte de um banco, as investigações da polícia permitiram encontrar, como única prova no local do crime, vestígios de um pó branco e indiciou quatro suspeitos por terem consigo pós brancos (no entanto, todos identificaram e justificaram o respetivo pó). Cabe agora ao Laboratório de Investigação Criminal identificar os pós brancos encontrados no local do crime e nos quatro suspeitos e tirar conclusões.

Os alunos, divididos em cinco grupos, podem efetuar os testes necessários (de acordo com o fluxograma) com amostras conhecidas (pós identificados pelos suspeitos) para classificar o resultado como positivo/negativo e, posteriormente, cada grupo terá uma amostra-problema (pós encontrados nos quatro suspeitos e no local do crime) que terá de identificar.

CUIDADOS DE SEGURANÇA

O facto desta atividade ser desenvolvida com produtos químicos de uso doméstico não invalida o cumprimento de regras de segurança básicas, nomeadamente as que resultam das próprias indicações dos rótulos dos produtos. A leitura da informação dos rótulos deve ser sempre estimulada, como norma a seguir em qualquer circunstância.

Os testes apresentados ao longo deste trabalho podem ser efetuados em vários níveis de ensino, mas com algumas restrições. No caso do 1.º e 2.º ciclos, podem ser efetuados os testes de solubilidade em água, do iodo, do vinagre e da antocianina, o que permite a realização da versão simplificada com 8 sólidos (Figura 2).

Ao nível do 3.º ciclo e ensino secundário podem ser efetuados todos os testes. Contudo, é necessário ter muito cuidado na manipulação do hidróxido de sódio, ácido clorídrico e mistura de redução do cobre. A preparação prévia por um adulto das misturas/soluções que contêm estes reagentes é recomendada e a supervisão é sempre indispensável.

O hidróxido de sódio é corrosivo, por isso, aquando da manipulação do desentupidor de canos e da mistura para redução do cobre, ambos contendo hidróxido de sódio, é obrigatório o uso de **luvas** para evitar queimaduras na pele e de **óculos de segurança** para proteger os olhos. De igual forma, é também imprescindível o uso de luvas no manuseamento do ácido muriático (HCl 20%). Neste caso, é ainda necessário ter muito cuidado com os vapores libertados, e adicionar sempre o ácido à água e nunca o contrário. A manipulação destes reagentes deve-

rá ser sempre efetuada num ambiente que possa ser facilmente arejado.

REFERÊNCIAS

- [1] <http://web.archive.org/web/20101122160209/http://elenco.com/edu-7075.htm> (acedido em 30-03-2012); <http://cen.acs.org/articles/89/i9/Chemistry-Kit-Chemophobia-Goof-proof.html> (Chemistry and Engineering News, acedido em 30-03-2012).
- [2] H. W. Roesky, *Spectacular chemical experiments*, Wiley-VCH: Weinheim, 2007.
- [3] A. Arroio, K. M. Honório, K. C. Weber, P. Homem-de-Mello, M. T. P. Gambardella e A. B. F da Silva, *Quim. Nova* **29** (2006) 173.
- [4] P. Ribeiro-Claro, B. Goodfellow, P. Trincão, J. Oliveira, M. Valença, T. Pereira, F. Assis, I. Mendes, C. Marques, D. Ferreira, Helena Rodrigues e M. Cardoso, *Química* **110** (2008) 5.
- [5] M. Oliver-Hoyo, DeeDee Allen, S. Solomon, B. Brook, J. Ciralo, S. Daly e L. Jackson, *J. Chem. Educ.* **78** (2001) 1475.
- [6] <http://www.fabrica.ua.pt/PagelImage.aspx?id=13469> (Fábrica - Centro Ciência Viva de Aveiro, acedido em 30-03-2012).
- [7] Daniel C. Harris, *Quantitative Chemical Analysis*, New York: W. H. Freeman, 2006.
- [8] CRC Handbook of Chemistry and Physics, 85ª ed., CRC Press, 2004.
- [9] M. Forster, *J. Chem. Educ.* **55** (1978) 107.
- [10] S. Ötleş, *Methods of Analysis of Food Components and Additives*, CRC Press, Taylor and Francis, 2012; H. Steinberg, *Organoboron Chemistry*; Interscience: New York, 1964.
- [11] M. A. C. Quintas, J. F. Fundo e C. L. M. Silva, *Food Eng. Rev.* **2** (2010) 204.
- [12] A. Sandell, *J. Chem. Educ.* **71** (1994) 346.
- [13] W. Saenger, *Naturwissenschaften*, **71** (1984) 31.

Vá a www.spq.pt

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

- Pertencer a uma comunidade científica dinâmica;
- Receber o 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.

ENSINAR QUÍMICA COM TELEMÓVEIS INTELIGENTES: A TABELA PERIÓDICA EM CÓDIGO QR

VASCO D.B. BONIFÁCIO*

O ensino moderno não pode ficar indiferente ao ambiente tecnológico atual. O recurso a conteúdos educativos online por parte de professores e alunos tem vindo a generalizar-se e constitui sem dúvida um excelente complemento da atividade letiva. Neste contexto, o ensino de Química, em especial o ensino da Tabela Periódica dos Elementos (TP), constitui um desafio, dada a sua complexidade. A TP áudio codificada em código QR é uma nova ferramenta que permite ensinar os elementos químicos de forma atrativa usando um telemóvel inteligente. O ensino de conteúdos de Química em registo áudio é por outro lado uma mais valia para alunos invisuais ou amblíopes, evitando o recurso ao braille.

A Tabela Periódica dos Elementos (TP) é um dos ícones mais fascinantes da Química. Foi criada por Dimitri Mendeleev em 1869, e desde essa data já foram publicadas mais de 700 versões [1]. Apesar de ter sido elaborada há quase 150 anos, a TP ainda não está totalmente completa, havendo ainda alguma controvérsia no reconhecimento da descoberta de alguns elementos. Muito recentemente, e após um período de três anos de revisão científica, uma comissão da IUPAC (International Union of Pure and Applied Chemistry) reconheceu oficialmente a descoberta de mais dois elementos ($Z = 114$ e $Z = 116$) [2]. Atualmente, a TP pode ser encontrada em diversos formatos, desde o clássico poster em papel, até às versões digitais, dinâmicas e interativas [3]. Contudo, a informação química acessível a estudantes invisuais ou amblíopes é ainda escassa, sendo de destacar alguns esforços que vêm sendo feitos em Portugal pelo ECE-GAM (grupo de trabalho para o ensino de cegos e grandes amblíopes) [4], em parceria com a ACAPO (Associação de Cegos e Amblíopes de Portugal), que desenvolveu já um software que permite a um invisual desenhar e navegar através de estruturas químicas [5]. Por esta razão, o desenvolvimento de ferramentas, especialmente em formato áudio, que tornem a química acessível a todos, é urgente e crucial. Os materiais em formato áudio aceleram de forma extraordinária

o processo de aprendizagem do aluno invisual, evitando o recurso ao Braille. Os telefones inteligentes (*smart phones*, ex. iPhone, Android e Blackberry) e os *tablets* (ex. iPad) são cada vez mais uma ferramenta do dia a dia, cujo potencial é muitas vezes desconhecido pelos próprios utilizadores. O uso de telefones inteligentes no ensino da química na sala de aula tem vindo a crescer, em especial nos Estados Unidos [6], e irá em breve alterar de forma radical as atuais metodologias de ensino. Um grupo de investigadores da Universidade de Nottingham concluiu recentemente o projeto da TP em vídeo [7]. Cada elemento químico possui um vídeo associado que se encontra publicado no Youtube. Usando códigos *Quick-Response* (QR) foi depois construída uma TP vídeo (QR-TPV) [8]. Os códigos QR são códigos de barras 2D que foram desenvolvidos no Japão em 1994 pela empresa Denso Ware. Embora estando patenteados, o seu uso é totalmente livre pois a empresa decidiu não exercer os seus direitos de patente. Os códigos QR são lidos usando um telefone inteligente/*tablet* através de uma aplicação (gratuita) adequada

ao fabricante (ex. para iPhone/iPad usa-se a aplicação *i-nigma* obtida na loja *online* da Apple). Um código QR é gerado *online* de forma automática [9] e a informação que pode armazenar é escolhida pelo utilizador. Pode ser um pequeno texto, um *link* para uma página na internet, as coordenadas de um mapa do Google ou uma mensagem de voz [10]. A informação que escolhermos irá aparecer no ecrã do telefone inteligente após a leitura do código QR (Figura 1).

Embora a QR-TPV seja bastante útil, possui muita informação visual que é perdida se for usada por um aluno cego ou amblíope. Por esta razão foi desenvolvida uma versão áudio da TP codificada em código QR (QR-TPA) que é acessível a todos [11]. A QR-TPA pode ser descarregada livremente da internet [12]. A Figura 2 mostra a QR-TPA e sua leitura usando um telemóvel inteligente.

Esta nova versão da TP foi construída com base numa versão áudio existente em língua inglesa que se encontra disponível *online* no *website* "Chemistry in its Element", da Royal



Figura 1 – Esquema de leitura de um código QR, contendo uma mensagem áudio, usando um telemóvel inteligente

* REQUIMTE, Departamento de Química, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa, 2829-516 Caparica
Email: vbb@fct.unl.pt

Society of Chemistry [13]. A versão portuguesa da QR-TPA encontra-se neste momento em desenvolvimento. Em Portugal, o uso da QR-TPA na sala de aula poderá ser facilmente integrado nos programas curriculares de Física e Química (10.º ano) e de Química (12.º ano), incluindo ou não alunos invisuais. A QR-TPA poderá ajudar os alunos a envolver-se na temática da TP de uma forma divertida, usando uma ferramenta muito atrativa, permitindo uma exploração individual (com recurso a auriculares) ou coletiva. Esta exploração poderá mesmo estender-se a outros locais fora da sala de aula (ex. transportes públicos), potenciando a aquisição de conhecimentos por parte do aluno. Na versão impressa destinada a alunos invisuais, os símbolos químicos dos elementos deverão ser previamente rotulados em Braille e colados na QR-TPA. O aluno invisual deverá também aprender qual a distância ótima para ler o código QR a partir da TP, de modo a poder realizar uma aprendizagem autónoma quando o ensino não estiver a ser tutorado. Após a leitura do código QR, o telemóvel inteligente

emite um sinal sonoro e a descrição áudio inicia-se automaticamente (é necessária uma ligação Wi-Fi à internet no local da leitura). O uso da QR-TPA não está condicionado ao suporte em papel, podendo a leitura do código QR ser igualmente realizada a partir de ecrans de computador ou de projeção.

Em resumo, o ensino de química usando telemóveis inteligentes/*tablets* apresenta-se como uma nova metodologia de ensino para todos os alunos, em especial cegos e amblíopes. Num futuro próximo é esperado que o *mobile-learning* seja adotado em Portugal para todos os níveis de ensino. A demonstração do uso da QR-TPA está documentada na entrevista que o autor do artigo deu ao programa “Com Ciência” transmitido pela RTP 2 [14].

AGRADECIMENTOS

Fundação para a Ciência e a Tecnologia e FEDER (Projeto CHEM4ALL: RIPD/APD/109547/2009). QRandGO® pelo suporte técnico na elaboração da QR-TPA.

NOTA

Este artigo também está disponível em versão html no site da Sociedade Portuguesa de Química (<http://www.spq.pt/QUIMICA/multimedia>), onde os leitores poderão aceder diretamente às referências e recursos mencionados.

REFERÊNCIAS

- [1] E.R. Scerri, *The Periodic Table: Its Story and Its Significance*, Oxford University Press, New York, 2007.
- [2] R.C Barber, P.J. Karol, H. Nakahara, E. Vardaci, E.W. Vogt, *Pure Appl. Chem.* **83** (2011) 1485–1498.
- [3] M. Dayah, Dynamic Periodic Table: <http://www.phtable.com> (acedido em 01-01-2012).
- [4] Website do ECEGAM: <http://bit.ly/ECEGAM> (acedido em 01-01-2012).
- [5] F. Pereira, J. Aires-de-Sousa, V.D.B. Bonifácio, P. Mata, A.M. Lobo, *J. Chem. Educ.* **88** (2011) 361-362.
- [6] A.J. Williams, H.E. Pence, *J. Chem. Educ.* **88** (2011) 683-686.
- [7] Tabela Periódica em Vídeos: <http://www.periodicvideos.com> (acedido em 01-01-2012).
- [8] Tabela Periódica QR em Vídeo: <http://bit.ly/videoPTE> (acedido em 01-01-2012).
- [9] Exemplo de geradores online de códigos QR: (a) <http://zxing.appspot.com/generator> (b) <http://qrcode.kaywa.com> (acedidos em 01-01-2012).
- [10] Website que permite traduzir uma mensagem de texto numa mensagem de voz através de um código QR: <http://qrvoice.net> (acedido em 01-01-2012).
- [11] V.D.B. Bonifácio, *J. Chem. Educ.* **89** (2012) 552-554.
- [12] Poster da QR-TPA: <http://bit.ly/QRT-PA> (acedido em 01-01-2012).
- [13] Website da TPE áudio da Royal Society of Chemistry: <http://www.rsc.org/chemistryworld/podcast/element.asp> (acedido em 01-01-2012).
- [14] Entrevista do autor do artigo ao programa “Com Ciência” (RTP 2): <http://bit.ly/ComCienciaQR-TPA> (acedido em 01-01-2012).

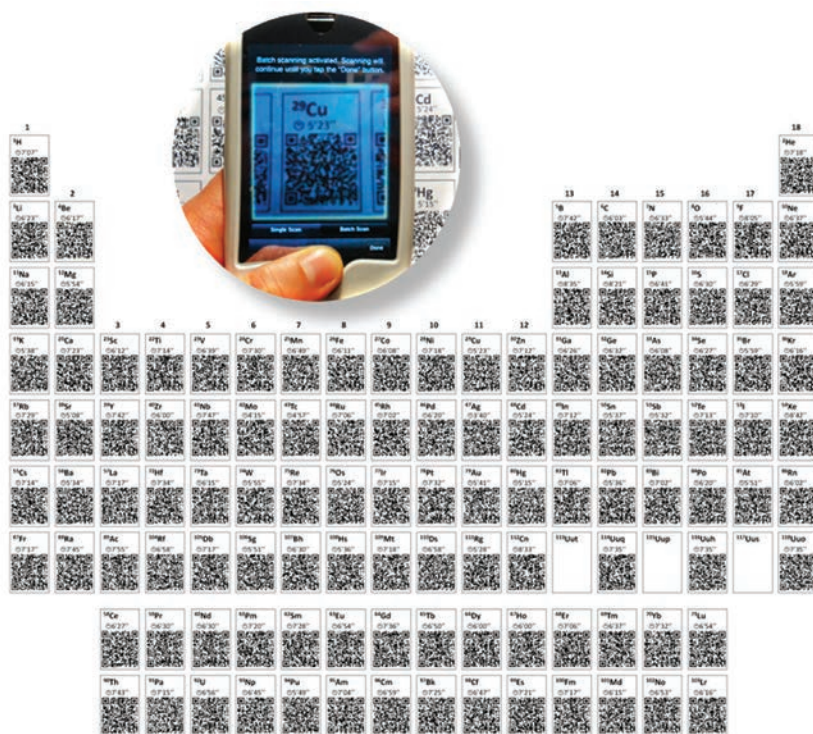


Figura 2 – Leitura da QR-TPA usando um telemóvel inteligente

Sociedade Portuguesa de Química

Av. da República, 45 - 3.º Esq. - 1050-187 Lisboa * Tel.: 21 793 4637 * Fax: 21 795 2349 * e-mail: sede@spq.pt
Horário: 9:45 às 13:00 e das 14:30 às 18:00

MÓDULOS *INQUIRY*: DESENVOLVIMENTO E UTILIZAÇÃO DE RECURSOS EDUCATIVOS PARA A POTENCIAÇÃO DO *INQUIRY* *BASED-LEARNING* NO ENSINO DA QUÍMICA

CARLA MORAIS¹, JOÃO PAIVA^{2,*} E NUNO FRANCISCO³

Tem-se vindo a registar uma diminuição do interesse dos alunos pela aprendizagem das ciências. É necessário, por isso, que se implementem estratégias de ensino que permitam ao aluno compreender a utilidade da aprendizagem da ciência e a relevância do conhecimento científico. É nesta filosofia que se enquadra o projeto europeu PROFILES e o seu antecessor PARSEL. Neste artigo irão apresentar-se os princípios basilares destes projetos, referindo-se também as potencialidades do método *inquiry* no processo de ensino-aprendizagem das ciências. Em estreita relação com o método *inquiry*, este artigo reportar-se-á também à elaboração e utilização de recursos educativos - módulos - que visam contribuir para a abordagem das ciências através de problemas sociais e éticos. Associado a este artigo poderá encontrar-se ainda uma proposta de um módulo *inquiry* para o ensino da química.

INTRODUÇÃO

A educação em ciências apresenta-se como uma aposta primordial das sociedades modernas com vista à resolução dos problemas que têm vindo a enfrentar. No entanto, as perspetivas tradicionais da construção do conhecimento científico e a visão sobre os processos de ensino e aprendizagem associados a outros fatores, como a avaliação externa dos alunos, constituem-se, frequentemente, como entraves à inovação pedagógica [1]. No ensino das ciências continua a dar-se particular relevância à transmissão de factos, princípios e leis. Estas aprendizagens, muitas vezes realizadas de uma forma descontextualizada do real, não têm contribuído muito para a melhoria dos níveis de literacia científica dos alunos e, não raras vezes, levam a que os alunos desenvolvam atitudes negativas face à ciência. Assim, é expectável a existência de alguns indicadores que revelam que os alunos do ensino básico e secundário parecem gostar cada vez menos de ciências [2, 3]. Para contrariar esta tendência, muitos professores procuram implementar estratégias de ensino que fomentem o pensamento crítico e autorreflexivo por parte dos alunos. Isto poderá ser conseguido quando o professor deixa de apre-

sentar simplesmente os conceitos envoltos no seu formalismo científico, mas se esforça por contextualizá-los em problemáticas atuais e promotoras de tomadas de posição face a questões do quotidiano. Foi com este objetivo de aumentar a popularidade e a relevância da educação científica que vários investigadores europeus se associaram no projeto PARSEL – dos quais fez parte a Universidade de Lisboa (Instituto de Educação) [4, 5] – cujo desenvolvimento teve lugar entre 2006 e 2009. Este projeto constitui-se ainda como um importante antecessor do projeto PROFILES cujo desenvolvimento se iniciou em 2010 e cujo término está previsto para 2014. Na secção seguinte do presente artigo apresentar-se-á mais informação sobre este projeto e os seus propósitos.

O PROJETO PROFILES E O MÉTODO *INQUIRY*

O acrónimo PROFILES significa *Professional Reflection-Oriented Focus on Inquiry Learning and Education through Science* (<http://www.profiles-project.eu>) e trata-se de um projeto europeu que compreende mais de uma vintena de países participantes, entre os quais Portugal, que é representado pela Faculdade de Ciências da Universidade do Porto. O projeto surge da necessidade de investir na formação contínua de professores e assenta nos princípios básicos de *autoeficiência* e de *teacher ownership*. Além disso, o PROFILES coloca também a sua tónica, como é indica-

do pelo significado do acrónimo, na promoção de abordagens com base no *Inquiry-Based Science Education (IBSE)*.

Há mais de um século que o método *inquiry* tem tido um papel relevante nos currículos escolares de ciência [6, 7]. Antes de 1900 muitos educadores viam a ciência, principalmente, como um corpo de conhecimentos que os alunos tinham de aprender através de uma instrução direta. Uma crítica a esta perspetiva surgiu em 1909, quando John Dewey, na qualidade de membro da *American Association for the Advancement of Science*, referiu que a ciência é mais do que um corpo de conhecimentos para aprender, pois há também um processo e um método a serem aprendidos [8]. Nas décadas de 1950 e 1960, a justificação para a utilização do método *inquiry* como uma abordagem para o ensino das ciências estava a tornar-se cada vez mais evidente: *If students were to learn the methods of science, then how better to learn than through active engagement in the process of inquiry itself?* [8].

O educador Joseph Schwab [9] foi uma voz influente para estabelecer esta visão da educação científica, argumentando que a ciência deve ser entendida como um conjunto de estruturas conceituais que deverão ser revistas como resultado da existência de novas evidências: *The implications of Schwab's ideas were, for their time, profound. His view suggested that tea-*

^{1,2} Faculdade de Ciências da Universidade do Porto
Departamento de Química e Bioquímica
Unidade de Ensino das Ciências
Centro de Investigação em Química
³ Colégio Cedros, Colégios Fomento
* E-mail: jcpaiva@fc.up.pt

chers should present science as inquiry and that students should use inquiry to learn science subject matter [8].

A obra de Schwab, Dewey e outros, incluindo Bruner e Piaget nas décadas de 1950 e 1960, influenciaram a natureza dos materiais curriculares desenvolvidos nas referidas décadas e no início dos anos 70.

Nos últimos anos temos visto um crescente apelo ao *inquiry*, por se considerar que este método pode desempenhar um papel importante na educação científica [10–13]: *This call for inquiry-based learning is based on the recognition that science is essentially a question-driven, open-ended process and that students must have personal experience with scientific inquiry to understand this fundamental aspect of science* [14].

O IBSE é baseado na ideia de que a aprendizagem das ciências deve ser autêntica para a prática da ciência, uma ideia defendida por Dewey [15, 16]. O suporte moderno para o IBSE vem de pesquisas na área da cognição que fornecem evidências sobre a importância da atividade e dos contextos autênticos de aprendizagem [17]: *Authentic activities provide learners with the motivation to acquire new knowledge, a perspective for incorporating new knowledge into their existing knowledge, and an opportunity to apply their knowledge. In contrast to the passive reception of knowledge associated with conventional science learning, inquiry is active. As an authentic scientific practice, inquiry also provides a valuable context for science learning* [14].

De acordo com Branch e Oberg [18]: *Inquiry-based learning is a process where students are involved in their learning, formulate questions, investigate widely and then build new understandings, meanings and knowledge.*

Segundo o mesmo autor, o conhecimento adquirido pelos alunos é novo para eles e pode ser usado para responder a perguntas, para desenvolver uma solução para um problema ou sustentar uma tomada de posição. O *inquiry* promove uma aprendizagem através da criatividade, resolução de

problemas científicos e procedimentos de decisão sócio científica. Na sua essência, o ensino através de *inquiry* promove o envolvimento dos alunos em investigações para satisfazer curiosidades, sendo estas satisfeitas quando os alunos constroem estruturas mentais que explicam de forma adequada e correta as experiências vivenciadas. O *inquiry* é fortemente estimulado pela curiosidade. Assim, pode referir-se que não há investigação autêntica nem aprendizagem significativa se não existir um espírito interrogativo que indaga uma resposta, uma solução, uma explicação ou uma decisão. A utilização do *inquiry* visa melhorar a aprendizagem baseada no aumento do envolvimento dos alunos nas múltiplas formas de conhecimento e nas fases sequenciais da cognição. Para tal deverá procurar-se promover a realização de investigações com base na iniciativa dos alunos, com a intenção de que desta forma o conhecimento assim construído seja mais relevante e significativo, não se limitando à aquisição passiva de factos transmitidos pelo professor. A colaboração aluno-aluno, com vista a reforçar a assimilação do conhecimento, poderá também ser um elemento preponderante nesta dinâmica. A implantação do método *inquiry* compreende alguns passos estruturantes, tal como se indica esquematicamente na Figura 1.

O PROJETO PARSEL E OS SEUS RECURSOS EDUCATIVOS

O acrónimo PARSEL, que significa *Popularity And Relevance of Science Education for Scientific Literacy* (<http://www.parsel.uni-kiel.de/cms/index.php?id=home>), explicita a importância que este projeto europeu deu à popularidade e relevância da educação científica, com vista ao desenvolvimento de uma sólida literacia científica e à valorização da aprendizagem científica por parte dos alunos. Os módulos PARSEL, desenvolvidos no âmbito deste projeto, são um conjunto de recursos pedagógicos que visam contribuir para a abordagem das ciências através de problemas sociais e éticos. De acordo com Rannikmäe e colaboradores [20]: *The objective of the modules is to increase the relevance and popularity of science teaching in the eyes of students, but at the same time guarantee solid student learning headed for enhancing scientific literacy.*

Os módulos PARSEL foram especificamente estruturados em cinco secções diferentes [21]:

1. A primeira secção – *Página inicial* – é um documento formal com o título do módulo, o resumo dos principais conceitos científicos e o nível de escolaridade em que o módulo deve ser aplicado.

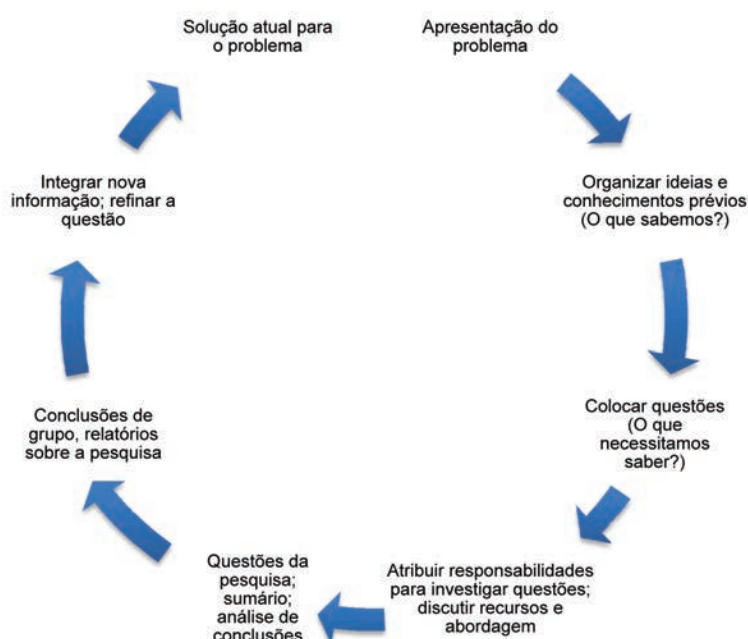


Figura 1 – Representação esquemática dos passos estruturantes na aplicação do método *inquiry* (adaptado de [19])

2. A segunda secção de um módulo PARSEL é o guia do estudante – *Atividades para o aluno*. Este documento fornece o cenário sócio ético que os alunos irão considerar. É neste guia que as tarefas são propostas aos alunos.
3. Seguidamente é apresentado o guia do professor – *Guia de ensino*. Este documento apresenta algumas orientações sobre a ordem das tarefas e a abordagem considerada mais conveniente para a realização das mesmas.
4. O documento de avaliação – *Estratégias de avaliação* – é outro documento importante que deve figurar em qualquer módulo PARSEL. Este documento destina-se a recomendar ao professor estratégias de avaliação das atividades exploradas.
5. Finalmente, pode ser adicionado ao módulo PARSEL um arquivo opcional – *Notas do Professor*. Este documento tem como objetivo fornecer ao professor mais informações adicionais sobre o tema ou outros materiais pedagógicos relevantes.

Estes módulos de trabalho foram desenvolvidos para serem utilizados pelos professores através de uma abordagem de ensino que contempla três fases diferentes mas interrelacionadas entre si:

FASE 1 – Promoção da relevância aos olhos dos alunos: estímulo com base em situações familiares (cenário).

A relevância para o aluno pode ser alcançada ligando o título (com palavras cuidadosamente escolhidas de modo a serem familiares e interessantes para os alunos) a uma situação de cariz social. Segundo Holbrook [21]: *This means that the initial teaching concerns the social aspect and it is put into an appropriate context by means of a 'scenario' – a story, a situation, an elaboration of the title or other such triggers to initiate discussion.*

Com base nas considerações da primeira fase, os alunos são conduzidos a aperceberem-se de que não dispõem de conceitos científi-

cos sólidos para aprofundar a discussão da temática em estudo. A busca por essa solidez científica constitui a base para a segunda fase de aplicação destes módulos. A Figura 2 representa, de forma esquemática, a primeira fase de aplicação dos módulos PARSEL.

FASE 2 – Descobrir a ciência subjacente à situação apresentada no cenário inicial. Aquisição de conceitos científicos e desenvolvimento de competências de resolução de problemas.

A abordagem pedagógica nesta segunda etapa deve ser familiar para os professores e o módulo proporciona isso mesmo, por os orientar para uma abordagem por método *inquiry*, maximizando o envolvimento dos alunos no processo de ensino-aprendizagem. Esta segunda fase inevitavelmente tomará a maior parte do tempo de aplicação do módulo. Sobre esta segunda fase e tal como refere Holbrook [9]: *The extent to which scientific ideas are explored or scientific problems are solved will depend on the scientific learning deemed necessary for an appreciation of the socio-scientific issues introduced in Stage 1.*

Esta fase é, no seu conteúdo, puramente científica, embora a aprendizagem cooperativa, a comunicação científica, e o desenvolvimento da perseverança, da iniciativa e da criatividade, também sejam prioritárias. A Figura 3 representa, de forma esquemática, esta segunda fase.

FASE 3 – Desenvolvimento de competências de tomada de decisão e reforço da capacidade de transferência/aplicação dos conceitos científicos subjacentes ao cenário em estudo.

Esta última fase é talvez a mais importante. Aqui os alunos consolidam a sua aprendizagem através da transferência dos conceitos formais apreendidos durante o processo de resolução da questão sócio científica (introduzida na primeira fase) e, através da

discussão e do raciocínio, tomam uma decisão sócio científica: *In this process, the actual decision made is of less importance than the reasoning put forward, and the degree to which the scientific component is included in a conceptually correct manner* [21].

Esta fase envolve capacidades de argumentação, capacidade de liderança, capacidade de raciocinar usando ideias científicas sólidas e equilibrar essas ideias face a outras considerações, tais como questões éticas, ambientais, sociais, políticas e, claro, financeiras. A Figura 4 representa, de forma esquemática, a terceira fase de aplicação dos módulos PARSEL.

As ideias-chave associadas ao processo de aplicação destes módulos e os seus intentos encontram-se sistematizadas na tabela 1.

MÓDULOS PARSEL E MÓDULOS INQUIRY

No âmbito da implementação do projeto PROFILES em Portugal estão a decorrer ações de formação, na Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, para professores de ciência que, para além de todo o envolvimento e disseminação da filosofia deste projeto europeu, intentam que os professores se apropriem e modifiquem os módulos PARSEL, com vista a aproximá-los o mais possível ao currículo nacional e ainda incrementar nesses módulos oportunidades alavancadoras de experimentação, de utilização de software educativo, bem como de exploração de exemplos interessantes e adequados da História da Ciência [22]. A estes novos módulos chamámos módulos *inquiry*.

A aplicação dos módulos *inquiry* junto dos alunos constitui também um objetivo da formação PROFILES, da qual daremos conta a breve trecho, e que se orienta de acordo com as fases apresentadas na secção anterior. De notar que este número do Boletim da SPQ apresenta um exemplo concreto de um módulo *inquiry*, em estreita ligação com este artigo.

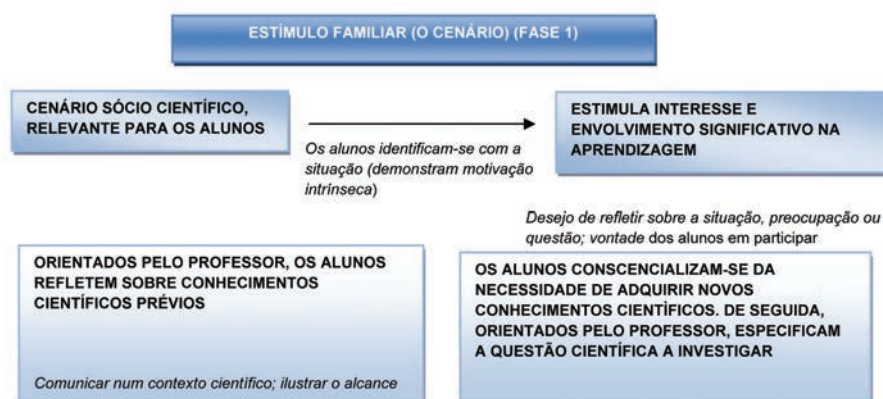


Figura 2 – Representação esquemática da primeira fase de aplicação dos módulos PARSEL (adaptado de [21])

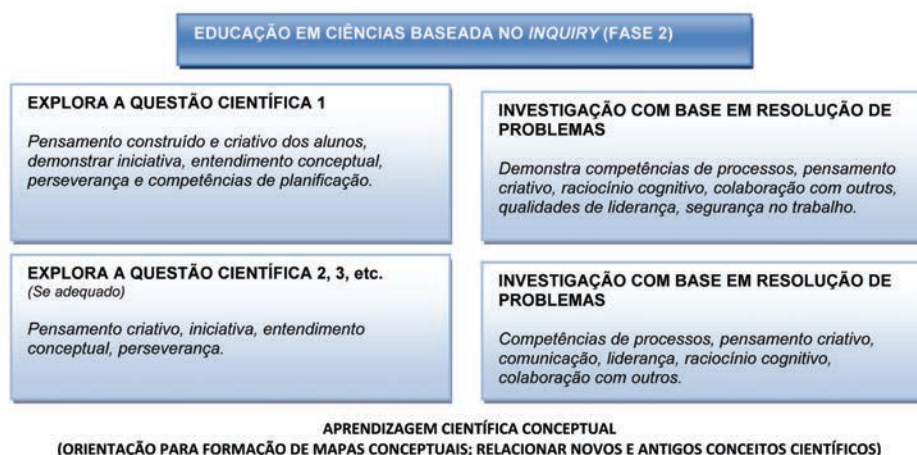


Figura 3 – Representação esquemática da segunda fase de aplicação dos módulos PARSEL (adaptado de [21])

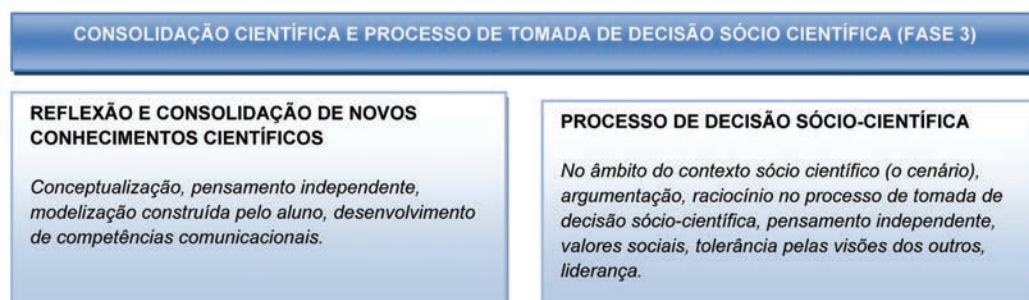


Figura 4 – Representação esquemática da terceira fase de aplicação dos módulos PARSEL (adaptado de [21])

Tabela 1 – Aplicação dos módulos PARSEL: fases de aplicação e considerações (adaptado de [21])

O MODELO de três fases	Fase 1	Fase 2	Fase 3
Abordagem de ensino-aprendizagem	Título relevante da vida real mais cenário interessante para motivar os alunos.	Aprendizagem IBSE construída e orientada pelo professor.	Tomada de decisões sócio científicas , centradas no aluno e orientadas pelo professor.
Competências educacionais desenvolvidas	Comunicação oral; identificação de aprendizagem prévia; motivação intrínseca.	Competências de planificação; competências de processos; competências de apresentação; retirar conclusões; competências interpessoais.	Consolidação de ciência conceptual; competências de argumentação; competências sociais; tomadas de decisão sócio científica justificadas.
Aprendizagem de educação em ciência	Identificar a ciência em contexto; colocar questões científicas a investigar.	Aprendizagem conceptual de ciência; relacionar conceitos; desenvolvimento de competências IBSE.	Transferência de aprendizagens de ciência conceptual para novas situações sociais.
Interesse e relevância	Estimulação inicial dos alunos – motivação intrínseca (querer aprender).	Aumento de interesse e relevância através de atividades dos alunos.	Reforço da relevância da ciência e melhoria da literacia científica.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Torna-se necessário que cada “professor PROFILES” contribua ativamente para a promoção da motivação dos alunos para a aprendizagem das ciências, incrementando sempre uma sólida literacia científica. É nessa linha de pensamento que o PROFILES tem sido implementado em Portugal e temos esperança que ao longo do projeto possamos fornecer mais exemplos de módulos *inquiry* potencialmente úteis para o ensino da química nos diferentes níveis de escolaridade.

REFERÊNCIAS

- [1] Figueiredo, O., Freire, S., Reis, P., e Galvão, C. (2009). Indo além do PARSEL. In F. Paixão e F. R. Jorge (Eds.), *Educação e formação: Ciência, cultura e cidadania*. Atas XIII encontro nacional de educação em ciências (pp. 926-34). Castelo Branco: Escola Superior de Educação, Instituto Politécnico de Castelo Branco.
- [2] Sarjou, A., Soltani, A., Kalbasi, A. e Mahmoudi, S. (2012). A Study of Iranian Students' Attitude towards Science and Technology, School Science and Environment, Based on the ROSE Project. *Journal of Studies in Education*, 2(1), 90-103.
- [3] European Commission (EC). (2007). *Science education now: A renewed pedagogy for the future of Europe*. Brussels: European Commission.
- [4] Galvão, C., Reis, P., Freire, S. e Almeida, P. (2011). Enhancing the popularity and the relevance of science teaching in Portuguese Science classes, *Research in Science Education* 41(5), 651-666.
- [5] Galvão, C., Reis, P., Freire, S. e Faria, C. (2011). Ensinar Ciências – *Aprender Ciências. O contributo do Projecto Internacional PARSEL para tornar a Ciência relevante para os alunos*. Ed. 1. Porto: Porto Editora e Instituto de Educação da Universidade de Lisboa.
- [6] Bybee, R. W., e DeBoer, G. (1993). *Goals for the Science Curriculum. In Handbook of Research on Science Teaching and Learning*. Washington, DC: National Science Teachers Association.
- [7] DeBoer, G. E. (1991). *A History of Ideas in Science Education: Implications for Practice*. New York: Teachers College Press, Columbia University.
- [8] National Research Council. (2000). *Inquiry and the national science education standards: A guide for teaching and learning*. Washington, DC: National Academies Press.
- [9] Schwab, J. (1966). *The Teaching of Science*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- [10] American Association for the Advancement of Science. (1994). *Benchmarks for science literacy*. New York: Oxford University Press.
- [11] Blumenfeld, P. C., Soloway, E., Man, R., Krajcik, J. S., Guzdial, M. e Palincsar, A. (1991). Motivating project-based learning: Sustaining the doing, supporting the learning. *Educational Psychologist*, 26, 369-398.
- [12] Linn, M. C., Disessa, A., Pea, R. D. e Songer, N. B. (1994). Can research on science learning and instruction inform standards for science education? *Journal of Science Education and Technology*: 3(1), 7-15.
- [13] National Research Council. (1996). *National science education standards*. Washington, DC: National Academy Press.
- [14] Edelson, D. C., Gordin, D. N. e Pea, R. D. (1999). Addressing the challenges of inquiry-based learning through technology and curriculum design. *Journal of the Learning Sciences*, 8(3-4), 391-450.
- [15] Dewey, J. (1964a). *Progressive organization of subject matter*. In R. D. Archambault (Ed.), *John Dewey on education: Selected writings* (pp. 373-387). Chicago: University of Chicago Press.
- [16] Dewey, J. (1964b). *Science as subject matter and as method*. In R. D. Archambault (Ed.), *John Dewey on education: Selected writings* (pp. 182-195). Chicago: University of Chicago Press.
- [17] Greeno, J., Collins, A. e Resnick, L. B. (1996). *Cognition and learning*. In R. Calfee e D. Berliner (Eds.), *Handbook of educational psychology*. New York: Macmillan.
- [18] Branch, J., Oberg, D. (2004). *Focus on inquiry: a teacher's guide to implementing inquiry-based learning*. (pp. 1-5) Alberta, Canada: Alberta Learning.
- [19] Franklin, W. A. *Inquiry Based Approaches to Science Education: Theory and Practice* (<http://www.brynmawr.edu/biology/franklin/InquiryBasedScience.html>).
- [20] Rannikmäe, M., Teppo, M. e Holbrook, J. (2010). Popularity and Relevance of Science Education Literacy: Using a Context-based Approach. *Science Education International*, 21, 2, 116-125.
- [21] Holbrook, J. (2008). Introduction to the Special Issue of Science Education International Devoted to PARSEL. *Science Education International*, 19, 3, 257-266.
- [22] Thier, H. D. (2000). *Developing Inquiry-Based Science Materials: A Guide for Educators*. New York: Teachers College Press, Columbia University.

Livros e Multimédia
Entrevistas
Atualidades Científicas
Química para os + Novos



Química e Ensino
Notícias e Artigos
Agenda e Destaques

“PRECISAS DE QUÍMICA PARA SERES UM BOM CIRURGIÃO ORTOPEDISTA?”

MÓDULO *INQUIRY* PARA O ESTUDO DO EQUILÍBRIO QUÍMICO DE OXIDAÇÃO-REDUÇÃO

CARLA MORAIS¹, NUNO FRANCISCO² E JOÃO PAIVA^{3,*}

O módulo *inquiry* que aqui se apresenta foi por nós adaptado e otimizado (com base no módulo PARSEL já existente e disponível em <http://www.parsel.uni-kiel.de/cms/index.php?id=54>) de forma a tentar motivar os alunos para o estudo do equilíbrio químico de oxidação-redução – um ramo da química que, normalmente, se torna difícil na compreensão e conexão dos diferentes conceitos inerentes por parte dos alunos [1]. Os conteúdos científicos subjacentes ao módulo aqui apresentado envolvem os conceitos de reações *redox*, séries eletroquímicas e atividades dos metais, e têm como intenção primordial lançar mão das tecnologias educativas emergentes para promover abordagens pedagógicas através do *Inquiry-Based Science Education (IBSE)*, que é o focus do projeto europeu PROFILES [2, 3].

O cenário motivador, adaptado para os alunos do ensino secundário – 11.º ano de escolaridade, foi o motor fundamental na abordagem do equilíbrio *redox*. A questão inicial, que dá título a esta comunicação, levou-nos a outras perguntas propostas pelos alunos (algumas do foro da biologia e da medicina). Antes da interação dos alunos com uma simulação computacional sobre a temática em apreço no módulo, registaram-se as perguntas mais pertinentes, as quais serviram como referência para a execução e orientação da atividade. As questões que criaram maior expectativa foram respondidas com bons resultados e

complementadas com justificações bastante fundamentadas.

Alguns constrangimentos que decorreram do processo de utilização deste módulo *inquiry* foram: o facto do currículo da disciplina de Física e Química A ser muito extenso, não se compaginando com atividades mais inovadoras e mobilizadoras em termos de tempo [4]; a integração do módulo na planificação anual prevista; as dúvidas na comparação entre os resultados virtuais obtidos e os resultados esperados na atividade laboratorial real, e as conceções alternativas que os alunos manifestavam relativamente ao comportamento *redox*. Estes obstáculos foram, na sua maioria, ultrapassados com a realização de uma atividade experimental real, não simulada, proposta pelo currículo oficial. Os relatórios das experiências surgiram ainda mais completos com as respostas às questões pré e pós laboratoriais. Estas foram respondidas, maioritariamente, com espírito crítico. Outra estratégia utilizada foi a construção interativa de mapas de conceitos, visando organizar os novos conceitos expostos para que se tornem significativos. A utilização dos módulos *inquiry* e a abordagem IBSE tentam incrementar a motivação, do professor e dos seus alunos [5].

As expectativas futuras passam pela adaptação de novos materiais de ensino combinados com uma intervenção no *curriculum* e a disseminação deste módulo a outros colegas em diferentes meios de divulgação científica (fóruns interativos, revistas científicas e cursos de formação contínua, e a análise mais sistemática da motivação do aluno, incluindo a sua prática reflexiva). O maior objetivo alcan-

çado, pelos alunos e pelo professor, foi o do aumento da literacia científica e prática criativa através de materiais de ensino inovadores, com cenários multidisciplinares e com uma vertente sócio-científica.

REFERÊNCIAS

- [1] Burke, K. A., Greenbowe, T. J. e Windschitl, M. A. (1998). *Developing and using conceptual compute animations for chemistry instruction*. Iowa State University of Science and Technology, vol. 75, n.º 12, December 1998, Journal of Chemical Education.
- [2] Branch, J. e Oberg, D. (2004). *Focus on inquiry: a teacher's guide to implementing inquiry-based learning*. Alberta, Canada: Alberta Learning, pp. 1-5.
- [3] PROFILES (2010). *FP7 Negotiation Guidance Notes – Coordination and Support Actions – Supporting and coordinating actions on innovative methods in science education: teacher training on inquiry based teaching methods on a large scale in Europe – Annex I – “Description of Work”*, 2010.
- [4] Morais, C., Paiva, J. e Francisco, N. (2012). Módulos *inquiry*: desenvolvimento e utilização de recursos educativos para a potenciação do *inquiry based-learning* no ensino da química. *Boletim da Sociedade Portuguesa da Química*, 127, pp. 73-77.
- [5] Edelson, D. C., Gordin, D. N. e Pea, R. (1999). *Addressing the Challenges of Inquiry-Based Learning Through Technology and Curriculum Design*. Institute for the Learning Sciences and School of Education and Social Policy, Northwestern University, 8, pp. 391-450, The Journal of the Learning Sciences.

^{1,3} Faculdade de Ciências da Universidade do Porto
Departamento de Química e Bioquímica
Unidade de Ensino das Ciências
Centro de Investigação em Química
² Colégio Cedros, Colégios Fomento
* E-mail: jcpaiva@fc.up.pt

Módulo inquiry

“Precisas de Química Para Seres um Bom Cirurgião Ortopedista?”

Atividades para o aluno

Procedimento inicial (Ler, Refletir, Questionar)

O seguinte artigo foi publicado na secção de desporto de um jornal:

“No dia 26 de julho de 2009, num jogo de futebol pelo Corinthians, Ronaldo, após uma jogada no meio campo, foi empurrado por um adversário e caiu no chão, apoiando todo o corpo sobre a mão esquerda. Devido ao facto de não ter havido um impacto muito grande na queda, a sua lesão foi minorada. Contudo, ele sofreu uma fratura no terceiro e no quarto metatarso da mão esquerda e foi obrigado a fazer uma cirurgia. Foram colocadas 2 placas de metal e 5 parafusos para corrigir a lesão. Ronaldo ficou dois meses sem jogar.”



Fonte:
<http://colunas.gazetaweb.globo.com/platb/arivaldomaia/tag/corinthians/page/11/>

Questão: Se tu tivesses acompanhado o jogador lesionado ao hospital, que perguntas colocarias ao cirurgião acerca da fixação de ossos?

Atividade Virtual

De forma a escolher o melhor metal a ser usado na cirurgia óssea, nós sugerimos que examines a reatividade de diferentes metais. Na seguinte atividade experimental virtual tu serás capaz de pesquisar a reatividade de metais. Entra no link: <http://stwww.weizmann.ac.il/G-CHEM/animationsindex/Redox/home.html>

Executa a atividade n.º 1

Na simulação podem ser visualizados vários gobelés, cada um contendo uma solução de iões metálicos, sendo também possível visualizar uma lista de metais sólidos.

Use the mouse to pick a metal and test its reactions in the solutions.

1. Escolhe um dos metais e coloca-o dentro das diferentes soluções, esperando, até que uma mensagem te diga para remover o metal das soluções.
2. Regista as tuas observações.
3. Em qual dos gobelés a reação química ocorreu?
4. Repete os passos 1-3 para os diferentes metais (atividades 2 e 3). Resume todas as tuas observações na tabela seguinte.

Soluções \ Metais	Mg ²⁺ (aq)	Zn ²⁺ (aq)	Cu ²⁺ (aq)	Ag ⁺ (aq)
Mg				
Cu				
Zn				
Ag				

5. De forma a observares as reações a um nível molecular, clica em [Molecular Scale Reactions](#) e segue as instruções.
6. Escreve a equação química para duas das reações que ocorreram.
7. Organiza a série eletroquímica de metais de acordo com o poder redutor crescente.

Módulo *inquiry*

Precisas de Química para seres um bom cirurgião ortopedista?

Notas complementares para o professor

Introdução

O desenvolvimento e a aplicação dos módulos *inquiry* visa a promoção da **literacia científica** pela **aprendizagem significativa** em dois domínios principais: a) desenvolvimento cognitivo, pessoal e social e b) processo e natureza da Ciência. Com vista a contribuir para a popularidade e relevância das aulas de ciência, nestes módulos, a abordagem parte, intencionalmente, de um **fenómeno real do quotidiano** e orienta-se para a ciência tentando por esta via, aproximar-se das necessidades específicas de aprendizagem dos alunos.

Estrutura

Os módulos *inquiry*:

1. Apresentam o título e o cenário (baseados num assunto social), e suportados no guia do aluno.
2. Colocam a sua ênfase centrada no aluno, na resolução de problemas científicos, interligando a aprendizagem num contexto de objetivos educacionais e científicos.
3. Incluem tomadas de decisão científico-sociais relacionando os conhecimentos científicos adquiridos com necessidades sociais incluindo a cidadania responsável.



Objetivos/Competências/Metas

Conectar os conceitos inerentes ao equilíbrio de oxidação-redução; construir a série eletroquímica; executar uma experiência virtual; recolher dados; explicar os resultados; criar um grupo de discussão e um debate de turma e executar um trabalho experimental de projeto.

Procedimento proposto (disponível detalhadamente em: www.profiles.org.pt)

(duração: 6 aulas)

1. Análise de um artigo desportivo.
2. *Brainstorming*.
3. Observar a reatividade de diferentes metais, na simulação computacional.
4. Efetuar registos de observações, organizando-os num quadro-resumo.
5. Responder às questões propostas.
6. Realizar a atividade experimental real (disponível na página 48 do programa da disciplina de Física e Química A, comprovando os resultados habituais e analisando-os criticamente num relatório escrito.

Guia do professor

- A. Na primeira lição sugerimos trabalho de grupo. Cada aluno lê o texto curto e o pequeno grupo discute-o. O grupo deve colocar o maior número possível de questões (*Brainstorming*).

Ao trabalho de grupo segue-se uma discussão com toda a turma (com uma base científica rigorosa, o professor guia os alunos, filtrando as questões mais pertinentes). Os objetivos da discussão são:

- Estabelecer conexões entre química e medicina.
- Criar nos estudantes "necessidade de saber" - qual o metal menos reativo.

- B. Na segunda aula, os alunos entram no site:

<http://stwww.weizmann.ac.il/G-CHEM/animationsindex/Redox/home.html>

Este site possibilita a execução de uma experiência virtual (simulação laboratorial), para inquirir a reatividade relativa de metais.

A atividade 4 pode ser utilizada para verificar a série eletroquímica que foi construída pelos alunos (possibilidade de autoavaliação).

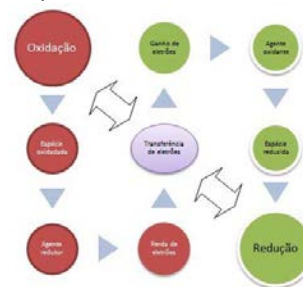
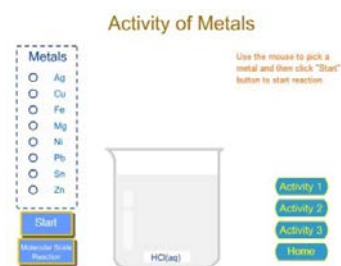
Depois da experiência virtual, os alunos têm a possibilidade de construir a série eletroquímica.

- C. Na terceira e quarta lições analisam-se as respostas às questões formuladas anteriormente, tendo em conta que se apresentam apenas as questões mais pertinentes. Como sugestão aconselha-se ainda a organização dos conceitos fundamentais através de mapas/redes de conceitos, construídos interactivamente com os alunos. A restante matéria pode ser lecionada como é sugerido no programa da disciplina.

Recomenda-se, ainda, uma aula de debate alargado a toda a turma, de acordo com as seguintes questões:

Como podes explicar os resultados? Quais são as conclusões possíveis? O que é a reação química numa escala microscópica?

- D. Na quinta e sexta lições é aconselhável realizar a experiência laboratorial proposta (AL 2.4) do programa da disciplina.



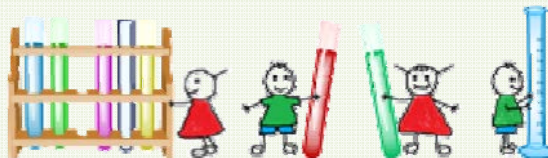
Avaliação

A avaliação incidirá na participação na aula, no trabalho de grupo e, formalmente, num grupo de questões de um teste de avaliação e no relatório escrito da atividade experimental.

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

A química está por todo o lado, e os alimentos não são exceção. Cozinhar é uma das aplicações mais antigas e universais da química, pode-se dizer que ao cozinhar observamos a química em ação, com uma grande vantagem - a possibilidade de provarmos o resultado das nossas experiências. Com as atividades propostas iremos observar as transformações químicas que acontecem com a caramelização do açúcar que servirá para fazer um delicioso e crocante doce de amendoim. Vamos também observar as transformações físicas ao serviço da confeção de um gelado.

1- Os segredos da caramelização

Atenção: Esta experiência deverá ser efetuada sempre com um adulto. O açúcar atinge temperaturas muito elevadas e pode haver risco de queimaduras graves.

Material:

- 1 chávena de açúcar
- 1/2 chávena de xarope de glucose
- Espátula de silicone/colher de pau
- Pincel de silicone
- 1 chávena de amendoins
- 30 g de manteiga
- 1 colher de chá de bicarbonato de sódio
- 1/8 colher de chá de sal
- Papel de alumínio
- Recipiente de pyrex
- Luvas de forno ou pegas
- Forno micro-ondas



Procedimento:

1. Utilizando um pincel de silicone espalhar uma camada de manteiga numa folha de papel de alumínio (A).
2. Colocar o açúcar e o xarope de glucose num recipiente de pyrex, misturar com a espátula, adicionar os amendoins e o sal (B).
3. Colocar o recipiente no micro-ondas e aquecer na potência máxima durante 6 a 7 minutos, até que a mistura comece a borbulhar.
4. Retirar do micro-ondas e adicionar a restante manteiga, misturar bem e voltar a colocar no micro-ondas por mais dois minutos (C).
5. Continuar o aquecimento por períodos de um minuto, verificando o aspeto da mistura. Quando começar a ficar amarelo acastanhado retirar do micro-ondas (D).



6. Adicionar rapidamente o bicarbonato de sódio e misturar (CUIDADO: 148-154°C!) (E).
Forma-se uma espuma.



7. Deitar a mistura na folha de papel de alumínio de modo a formar uma camada fina (F).
8. Deixar arrefecer e cortar ou quebrar e provar!



Explicação:

Nesta experiência fizemos a caramelização do açúcar - esta é uma transformação química complicada em que as moléculas do açúcar atingem temperaturas muito elevadas (c.a. de 150°C). Ao aquecermos o açúcar fornecemos energia para que as suas moléculas se alterassem, dando origem a

uma grande variedade de outras moléculas de tamanhos diferentes, com aromas e cores distintas. Adicionamos glucose no início para evitar que a calda do açúcar cristalizasse durante o aquecimento, como existem várias moléculas diferentes, estas já não têm tendência para se organizarem e se encaixarem formando cristais. Ao caramelizarmos devemos ter muito cuidado, pois se a temperatura atingir valores demasiado altos, passamos a ter um sabor amargo e desagradável - começa a ficar carbonizado. O bicarbonato de sódio que adicionamos no final reage com as moléculas resultantes da caramelização do açúcar, neutralizando-as e produzindo simultaneamente dióxido de carbono, um gás. Este gás liberta-se, criando túneis na textura deste doce, tornando-o mais leve.

II- Gelados sem congelador

Material:

- 1 chávena de natas frias
- 1/2 colher de chá de baunilha
- 2 colheres de sopa de açúcar
- 4 chávenas de gelo picado
- 1/2 chávena de sal grosso
- 3 sacos de plástico zip-top
- Pedacos de bolacha ou cereais (opcional)



Procedimento:

1. Transferir as natas, a baunilha e o açúcar para um saco de plástico. Retirar todo o ar e vedar muito bem o saco.



2. Colocar este saco dentro do outro saco e selar este último.



3. Colocar o duplo saco dentro do terceiro saco e encher este último com gelo, adicionar o sal e fechar o saco fazendo com que todo o ar seja removido. Agitar suavemente o saco de modo a que o gelo se espalhe uniformemente durante cerca de 15 a 20 minutos (pode-se usar luvas para proteger as mãos).



4. Abrir os sacos e provar o gelado!

Explicação:

Ao adicionarmos o sal ao gelo fizemos com que este começasse a derreter, porque o sal provoca a diminuição da temperatura a que a água congela, chama-se uma *depressão crioscópica*. A água salgada tem um ponto de congelamento inferior ao da água pura (0°C). É por esta razão que quando neva se espalha sal nas estradas, para que seja mais difícil que congelem. Na experiência efetuada, a temperatura da mistura de gelo e sal depende da proporção relativa de gelo e sal que utilizámos. Se utilizarmos uma proporção de 1:3 (sal/gelo) podemos atingir temperaturas próximo de -20°C . Quando fizemos o gelado, o gelo (um sólido) transformou-se em gelo derretido (um líquido), deu-se uma transformação física. Quando o gelo absorve energia muda de fase, de sólido para líquido. Esta energia vem dos ingredientes que utilizámos no nosso gelado, que em consequência arrefecem, passando eles ao estado sólido.

Bibliografia

[1] Adaptado de Catelli, E. *Chem Matters* **1991**, December, 4-7.

[2] <http://scienceofeverydaylife.discoveryeducation.com/families/pdfs/activities/Kitchen-Chemistry.pdf>, acedido em 23/10/2012.



EuroFoodChem XVII

7-10 maio 2013 em Istambul, Turquia

Após o sucesso de edições anteriores, o XXVII EuroFoodChem decorrerá na capital da Turquia, local de encontro do Oriente e Ocidente, cidade que reflete o cruzamento de diferentes continentes e culturas. A série de conferências EuroFoodChem é organizada sob os auspícios da Divisão de Química Alimentar da EuCheMS (Associação Europeia de Química e Ciências Moleculares). O EuroFoodChem XVII incidirá sobre os seguintes tópicos principais, entre outros: Novos desenvolvimentos no processamento de alimentos; Novos alimentos; Alimentos e ambiente; Micro e macronutrientes: biodisponibilidade e estratégias de avaliação; Análise risco/benefício e avaliação de risco; Efeitos do processamento nos constituintes dos alimentos; Contaminantes; Alergénios; Adulteração e autenticidade de alimentos; Ingredientes e alimentos funcionais; Métodos analíticos rápidos; Nanomateriais em alimentos; Alimentos tradicionais: propriedades físico-químicas, etc.

A data limite para submissão de resumos para trabalhos cujos autores pretendam apresentar no formato de comunicação oral é dia 4 de janeiro de 2013, ao passo que trabalhos cuja apresentação seja feita em formato de poster poderão ser submetidos até 31 de janeiro de 2013.

Para a obtenção de mais informações sobre o evento, consultar a respetiva página web.

E: arber@arber.com.tr

URL: <https://www.arber.com.tr/eurofoodchemxvii.org/index.php/home>

7th International Congress on Pigments in Food (pif 2013)

18-21 junho 2013 em Novara, Itália



18th-21th
June 2013
Novara, Italy

Depois de seis congressos organizados com sucesso, desde a 1.^a edição em Sevilha, Espanha (1999), passando depois por Lisboa, Portugal (2002), Quimper, França (2004), Stuttgart-Hohenheim, Alemanha (2006), Helsínquia, Finlândia (2008), Budapeste, Hungria (2010), o sétimo evento da série de congressos que visa o estudo dos pigmentos existentes nos alimentos, será realizado em Novara, cidade localizada no norte de Itália (Piemonte). Este congresso, que terá lugar entre os dias 18 e 21 de junho de 2013, é organizado sob os auspícios da EuCheMS, e este ano estará subordinado ao tema "...tecnologia alimentar para a saúde, passando pelas cores...".

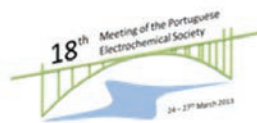
O principal objetivo do congresso consiste em fornecer uma possibilidade de encontro e de discussão para os cientistas que lidam e estudam diferentes aspetos relacionados com os pigmentos de alimentos, tais como químicos e químicos alimentares, agricultores, nutricionistas, mas também pessoas da indústria de todo o mundo.

Os tópicos principais que se pretendem ver abordados neste congresso são os seguintes: (i) Química e bioquímica de pigmentos, (ii) Extração e isolamento, (iii) Novas (bio) tecnologias verdes/brancas para a extração de pigmentos, (iv) Estabilização e formulação, (v) Análise e medida da cor, (vi) Toxicologia, (vii) Propriedades bioativas de pigmentos, (viii) Pigmentos como ingredientes funcionais e (ix) Novas fontes de pigmentos (incluindo resíduos agroalimentares).

A página do encontro encontra-se em construção, mas pode desde já ter acesso às informações importantes, sugerindo-se a consulta frequente da mesma, onde brevemente serão colocadas mais informações.

E: pif2013@pif2013.org

URL: <http://pif2013.org>



XVIII Meeting of the Portuguese Electrochemical Society

24-27 março 2013 no Porto

O 18.^o Encontro da Sociedade Portuguesa de Eletroquímica irá decorrer no Porto, entre os dias 24 e 27 de março. O encontro destina-se a todos os investigadores que trabalham e se dedicam ao estudo da fascinante área que é a eletroquímica. Uma das palestras já confirmadas será proferida pelo Professor Richard G. Compton (Universidade de Oxford, Reino Unido) o qual é autor/coautor de mais de 1100 artigos científicos na área da eletroquímica/ciências eletroquímicas. De salientar igualmente que será publicado um número especial da revista da Sociedade Portuguesa de Eletroquímica, *Portugaliae Electrochimica Acta*, com base nas contribuições apresentadas nesta conferência.

Mais detalhes podem ser obtidos na página web do evento.

E: 18spe@fc.up.pt

URL: <http://www.fc.up.pt/18spe>



4th Moniqa International Conference

26 fevereiro - 1 março 2013 em Budapeste, Hungria

A 4.^a Conferência Internacional MoniQA irá decorrer em Budapeste, no Hotel Novotel Budapeste Congress, entre os dias 26 de fevereiro e 1 de março de 2013. A conferência é organizada pela Associação MoniQA, com sede em Viena, Áustria, em cooperação com a Universidade de Tecnologia e Economia de Budapeste (BME), Hungria. O tema desta 4.^a conferência MoniQA, será "Segurança Alimentar sob a Pressão Global causada por Mudanças Climáticas, Segurança Alimentar e Crises Económicas". Este tema pretende incentivar a discussão de várias questões alimentares emergentes e persistentes relacionadas com a segurança alimentar, e os desafios analíticos e legais relevantes que surgem com a perspetiva da globalização, alterações climáticas e possíveis crises económicas. Esta conferência tradicionalmente atrai participantes de vários países, esperando-se a presença de cerca de 200 participantes de cerca de 35 países diferentes, provenientes do meio académico, mas também da indústria e de diferentes organizações, incluindo representantes de consumidores e de meios de comunicação, organizações governamentais, legisladores, prestadores de serviços, etc. A apresentação de novas abordagens e desenvolvimentos será realizada através de apresentações orais e em formato de poster. Em ambos os casos será incentivada a discussão de ideias e troca de conhecimentos.

Para mais informações, sugerimos a consulta da página eletrónica da conferência.

E: bugyi@mail.bme.hu

URL: <http://budapest2013.moniqa.org>



13th Institute of Food Technologists Annual Meeting & Food Expo

13-16 julho 2013 em Chicago, E.U.A.

A 13.^a edição do encontro anual do Institute of Food Technologists (IFT), considerado uma das maiores exposições e fórum de discussão na área da ciência alimentar a nível mundial, decorrerá, em julho de 2013, na cidade de Chicago, nos Estados Unidos da América. Este evento global atrai participantes de todo o mundo, juntando os mais reputados profissionais da indústria agroalimentar, investigadores e académicos, membros de organizações governamentais, entre outros participantes, todos eles com interesses nas mais diversas facetas da ciência e tecnologia alimentar. Regra geral, os participantes neste encontro pretendem adquirir novos conhecimentos e estar a par das forças motrizes por trás das inovações e tendências que afetam os consumidores. Os principais objetivos desta série de encontros consistem em (i) proporcionar aos participantes novas descobertas e aplicações recentes no campo da ciência alimentar, (ii) permitir conhecer, tocar, provar novos produtos e conhecer as tecnologias que estiveram na sua génese, (iii) estabelecer novos contactos e relações empresariais, (iv) expandir o conhecimento de base e (v) fazer novos contactos que permitam a evolução da carreira de diferentes profissionais.

Durante os quatro dias do encontro, peritos de diferentes setores (industrial, I&D e órgãos governamentais), partilham os seus conhecimentos únicos durante mais de 100 sessões e de 1000 apresentações, abordando temas que vão desde novos benefícios para a saúde, segurança alimentar e inovações de produtos, até às mais recentes tendências de consumo, bem como receios dos consumidores. Os tópicos abordados incluirão os seguintes: Segurança alimentar, Benefícios para a saúde e nutrição, Processamento alimentar e embalagem, Desenvolvimento de produtos & inovação de ingredientes, Sustentabilidade, Políticas públicas, leis alimentares e regulamentos, Microbiologia alimentar, Química alimentar, Engenharia alimentar, Análise sensorial, entre outros. De salientar ainda que, nos dias que precedem o encontro, o IFT disponibiliza 8 a 10 cursos de curta duração diferentes. Mais informações podem ser obtidas na página Web do evento.

E: info@ift.org

URL: <http://www.am-fe.ift.org/cms>

2013 International Association for Food Protection (IAFP) European Symposium on Food Safety

15-17 maio 2013 em Marselha, França



O Simpósio Europeu IAFP sobre Segurança Alimentar, organizado pela Associação Internacional para a Proteção Alimentar (IAFP), irá decorrer em Marselha, França, no Parque Chanot Convention Centre, nos dias 15 a 17 de maio de 2013. Estes simpósios têm sido organizados anualmente desde

2005, com o objetivo de contribuir para a melhoria futura no campo da segurança alimentar, proporcionando um fórum para a troca de ideias entre os participantes provenientes da indústria, governo e academia de países Europeus. Mais informações sobre o programa científico e as diferentes sessões temáticas que serão abordadas no

encontro, serão disponibilizadas brevemente na página Web do encontro.

E: info@foodprotection.org

URL: <http://www.foodprotection.org/europeansymposium>



5th European Conference Chemistry for Life Sciences

10-12 junho 2013 em Barcelona, Espanha

A 5.^a Conferência Europeia de Química para as Ciências da Vida realizar-se-á em Barcelona, entre os dias 10 e 12 de junho. Esta conferência é uma atividade da Divisão de Química para as Ciências da Vida da EuCheMS, sendo organizada conjuntamente por esta associação, pelo Institute for Research in Biomedicine (Barcelona), Real Sociedad Española de Química e Societat Catalana de Química. A conferência apresentará como tópicos a serem discutidos os seguintes, entre outros possíveis: Bioconjugados – novas metodologias e aplicações em biomedicina, Bionanomateriais – nanopartículas usadas em terapia e diagnóstico, Quimiogenómica, Análise conformacional de biomoléculas, Desenho e síntese de derivados terapêuticos de ácidos nucleicos, Desenvolvimento de fármacos para alvos desafiantes, Reações enzimáticas: novos mecanismos, Química de glúcidos, Modulação de interações proteína-proteína, Reconhecimento molecular e biocatálise, Neuroquímica: mecanismos moleculares de neurodegeneração, Novas tendências em Química Bioinorgânica, Novas tendências em Química Medicinal, Química de proteínas e péptidos, e Síntese de compostos biologicamente ativos. De referir ainda a possibilidade de atribuição de 15 bolsas para custeio de viagem a jovens investigadores (nascidos após 1 de janeiro de 1981).

Para saber como se candidatar a estas bolsas (candidaturas até 15 de março de 2013) deverá consultar a página do evento.

E: eccls2013@vibocongresos.com

URL: <http://www.5ecclsbarcelona.com>

Second International Congress on Cocoa, Coffee and Tea

9-11 outubro 2013 em Nápoles, Itália



Dado o sucesso da 1.^a edição CoCoTea, realizar-se-á entre 9 e 11 de outubro de 2013, com o patrocínio da Food Chemistry Division da EuCheMS e da Sociedade Internacional de Reações de Maillard (IMARS), o 2.^o Congresso Internacional CoCoTea, um encontro dedicado sobretudo à ciência do cacau, chocolate, café, chá e produtos relacionados. Os tópicos principais, envolvendo estas matrizes, incidirão na Química Alimentar (composição, qualidade e segurança, aspetos analíticos, processamento, etc.), Tecnologia Alimentar (novas tecnologias, micro e nano-encapsulação, embalagem, impacto de processamento na segurança e qualidade) e Nutrição e Saúde (compostos bioativos e biodisponibilidade, estudos in vitro e in vivo, efeitos fisiológicos, etc.).

E: info@cocotea2013.org

URL: <http://www.cocotea2013.org>

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

EUROFOODCHEM XVII

May 07-10, 2013 Istanbul, TURKEY

www.eurofoodchemxvii.org



European Association for
Chemical and Molecular Sciences
Division of Food Chemistry



Hacettepe University
Food Engineering Department

Honorary Committee

Dr Mehmet Mehdi EKER

Minister, Ministry of Food, Agriculture and Livestock

Dr A. Murat TUNCER

Rector, Hacettepe University

Organising Chair

Dr. Hamit KÖKSEL

Hacettepe University, Turkey

Organising Committee

Dr Arzu BAŞMAN, *Hacettepe University, Turkey*

Dr Roger FENWICK, *Institute of Food Research, UK*
(Former President, EuCheMS Food Chem. Div.)

Dr Michael MURKOVIC, *Graz University of Technology, Austria*
(Secretary, EuCheMS Food Chem. Div.)

Dr Livia SIMON SARKADI, *Budapest University of Technology and Economics, Hungary*
(President EuCheMS, Food Chem. Div.)

Dr Ümran UYGUN, *Hacettepe University, Turkey*

Scientific Committee

Dr Susan ARNTFIELD, Canada

Dr Nevzat ARTIK, Turkey

Dr H. Tanju BESLER, Turkey

Dr Dilek BOYACIOĞLU, Turkey

Dr Srinivasan DAMODARAN, USA

Dr Roland E POMS, Austria

Dr İrfan EROL, Turkey

Dr Juana FRIAS, Spain

Dr Vincenzo FOGLIANO, Italy

Dr Fahrettin GÖĞÜŞ, Turkey

Dr Thomas GUDE, Switzerland

Dr Mehmet HAYTA, Turkey

Dr Thomas HENLE, Germany

Dr Mükerrerem KAYA, Turkey

Dr Amos NUSSINOVITCH, Israel

Dr Semih ÖTLEŞ, Turkey

Dr Nihat PAKDİL, Turkey

Dr Mariusz PISKULA, Poland

Dr Bert POPPING, Germany

Dr Livia Simon SARKADI, Hungary

Dr Carmen SOCACIU, Romania

Dr Hans STEINHART, Germany

Dr Berrin ŞENÖZ, Turkey

Dr Rimantas VENSKUTONIS, Lithuania

Dr Angelo VISCONTI, Italy

Venue

Harbiye Military
Museum and Culture Site

Organizing Office



Tel : +90 312 441 0700

Fax: +90 312 441 0701

www.arber.com.tr

arber@arber.com.tr

16-17 janeiro 2013 em Londres, Reino Unido

Protein-Protein Interactions: Emerging Science and Therapeutic Potential
E: maggi@maggichurhouseevents.co.uk
URL: <http://www.maggichurhouseevents.co.uk/PPI>

26 fevereiro-1 março 2013 em Budapeste, Hungria

4th MoniQA International Conference
E: bugyi@mail.bme.hu
URL: <http://budapest2013.moniqa.org>

11-13 março 2013 em Punta del Este, Uruguai

12th Symposium on Metal Ions in Biology and Medicine
E: dgambino@fq.edu.uy
URL: <http://www.metal-ions2013.com>

19-22 março 2013 em Daegu, Coreia do Sul

21st International Conference on Polymer Characterization - World Forum on Advanced Materials (PolyChar-21)
E: khseo@knu.ac.kr

24-27 março 2013 no Porto

XVIII Meeting of the Portuguese Electrochemical Society
E: 18spe@fc.up.pt
URL: <http://www.fc.up.pt/18spe>

7-10 maio 2013 em Istanbul, Turquia

EuroFoodChem XVII
E: arber@arber.com.tr
URL: <http://www.arber.com.tr/eurofoodchemxvii.org/index.php/home>

13-15 maio 2013 em Sitges, Espanha

3rd International Conference on Bio-Sensing Technology
E: r.chi@elsevier.com
URL: <http://www.biosensingconference.com/index.html>

14-15 maio 2013 em Boston, E.U.A.

3rd Flow Chemistry Congress
E: enquiries@selectbiosciences.com
URL: <https://selectbiosciences.com/conferences/index.aspx?conf=FCC2013>

15-17 maio 2013 em Marselha, França

2013 IAFP European Symposium on Food Safety
E: info@foodprotection.org
URL: <http://www.foodprotection.org/europeansymposium>

19-23 maio 2013 em Milão, Itália

20th IFCC-EFLM European Congress on Clinical Chemistry & Laboratory Medicine e 45th Congress of the Italian Society of Clinical Biochemistry & Clinical Molecular Biology
E: ceriotti.ferruccio@hsr.it
URL: <http://www.milano2013.org/index.php>

10-12 junho 2013 em Barcelona, Espanha

5th European Conference Chemistry for Life Sciences
E: eccls2013@vibocongresos.com
URL: <http://www.5ecclsbarcelona.com>

16-21 junho 2013 em Pisa, Itália

Congress of the European Polymer Federation (EPF-2013)
E: gallig@dcci.unipi.it
URL: <http://www.epf2013.org>

18-21 junho 2013 em Novara, Itália

7th International Congress on Pigments in Food
E: pif2013@pif2013.org
URL: <http://pif2013.org>

30 junho-4 julho 2013 em St Andrews, Escócia

20th EuCheMS Conference on Organometallic Chemistry
E: eucomc@st-andrews.ac.uk
URL: <http://www.eucomcx.com>

3-5 julho 2013 em Limerick, Irlanda

5th Eurovariety in Chemistry Education Conference
E: peter.childs@ul.ie
URL: <http://www.eurovariety2013.ul.ie>

7-12 julho 2013 em Quioto, Japão

33rd International Conference on Solution Chemistry (ICSC 2013)
E: yamaguchi@fukuoka-u.ac.jp
URL: <http://www.solnchem.jp/33ICSC>

7-12 julho 2013 em Marselha, França

18th European Symposium on Organic Chemistry (ESOC 2013)
E: esoc2013@atout-org.com
URL: <http://www.esoc2013.eu/index.html>

8-11 julho 2013 em Praga, República Checa

19th European Symposium on Polymer Spectroscopy (ESOPS 19)
E: spevacek@imc.cas.cz
URL: <http://www.imc.cas.cz/en/umch/konference.htm>

13-16 julho 2013 em Chicago, EUA

13th IFT Annual Meeting & Food Expo
E: info@ift.org
URL: <http://www.am-fe.ift.org/cms>

28 julho-1 agosto 2013 em Fort Collins, Colorado, E.U.A.

17th IUPAC International Symposium on Organometallic Chemistry Directed Towards Organic Synthesis (OMCOS17)
E: peter.kundig@unige.ch
URL: <http://www.omcos17.com>

28 julho-2 agosto 2013 em Taipei, Taiwan

15th International Symposium on Novel Aromatic Compounds (ISNA-15)
E: kenwong@ntu.edu.tw
URL: <http://www.isna15.org>

4-9 agosto 2013 em Sapporo, Japão

6th International Symposium on Relations between Homogeneous and Heterogeneous Catalysis (ISHHC-16)
E: fukuoka@cat.hokudai.ac.jp
URL: <http://www.shokubai.org/ishhc16>

11-16 agosto 2013 em Istambul, Turquia

4th IUPAC Congress - Clean Energy Through Chemistry
E: mehmah@istanbul.edu.tr
URL: <http://iupac2013istanbul.org>

25-29 agosto 2013 em Varsóvia, Polónia

17th Euroanalysis
E: secretariat@euroanalysis2013.pl
URL: <http://www.euroanalysis2013.pl>

11-13 setembro 2013 em Leipzig, Alemanha

Flavors & Fragrances
E: c.birkner@gdch.de
URL: <https://www.gdch.de/index.php?id=1410>

15-20 setembro 2013 no Porto

18th International Conference on Flow Injection Analysis (ICFIA)
E: arangel@porto.ucp.pt
URL: <http://www.spq.pt/eventos/ICFIA>

15-22 setembro 2013 em Istambul, Turquia

International TURCMOS (Turkish Congress on Molecular Spectroscopy) - 2013
E: unsalan@istanbul.edu.tr

2-3 outubro 2013 em Roma, Itália

4th International Conference on Biodegradable and Biobased Polymers (BIOPOL 2013)
E: biopol2013@biopol-conf.org
URL: <http://www.biopol-conf.org>

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