

EDITORIAL	2
NOTICIÁRIO SPQ	
XVI Encontro Luso-Galego de Química	3
10º Encontro Nacional de Fotoquímica	3
2º Encontro Nacional de Química Terapêutica 2010	5
4º Encontro Nacional de Espectrometria de Massa (MS2010)	6
Modern Methods of Structure Elucidation – 2010	8
Inquérito SPQ	9
ANO INTERNACIONAL DA QUÍMICA & CENTENÁRIO SPQ	
Resolução da Assembleia Geral das Nações Unidas 2011 – Ano Internacional da Química	11
Lançamento do Ano Internacional da Química	11
Os Químicos e o Ano Internacional da Química	12
O Que Seria de Nós Sem a Química?	
O Programa da SPQ para o Ano Internacional da Química 2011 & Centenário da SPQ	14
Actividades Planeadas pelo Departamento de Química da Universidade do Minho no Âmbito do AIQ	17
Women Sharing a Chemical Moment in Time	18
Conferência Europeia Dedicada ao Papel das Mulheres na Química	19
Química na Vida dos Engenheiros	20
LIVROS E MULTIMÉDIA	
Dorothy Crowfoot Hodgkin	21
ENTREVISTA	
Fernando Pina - Vencedor do Prémio Ferreira da Silva 2010	
Entrevista conduzida por Helder Gomes e Carlos Baleizão	23
ARTIGOS	
Radioisótopos e Sociedade: O Legado de Marie Curie 100 Anos Depois	31
<i>João Paulo André e Arsénio de Sá</i>	
Superação do Vitalismo e o Imparável Desenvolvimento da Síntese Orgânica	39
<i>Fátima Paixão e Mariette M. Pereira</i>	
A Síntese Verde – (1) Conceito e Génese	43
<i>Adélio A. S. C. Machado</i>	
Da Química à Bioquímica: O Percorso Científico de Kurt Jacobsohn em Portugal (1929-1979)	49
<i>Isabel Amaral</i>	
FOLHAS DE OURO DA QUÍMICA	
Freire Marreco e Eu, Um Século Depois	55
<i>M. Filomena Camões</i>	
ACTIVIDADES COM OS PAIS NO COMPUTADOR	57
<i>Emanuel Alexandre Coutinho de Freitas Reis</i>	
QUÍMICA PARA OS MAIS NOVOS	61
<i>Marta C. Corvo</i>	
DESTAQUES	65
AGENDA	68

AIQ2011 & Centenário SPQ 11

O merecido destaque à Química e uma oportunidade para divulgar a importância da Ciência Central junto da Sociedade.



Ano Internacional da
QUÍMICA
2011



SOCIEDADE
PORTUGUESA
DE QUÍMICA
1911-2011
100 ANOS

Entrevista 25

Entrevista ao Prof. Fernando Pina, vencedor do Prémio Ferreira da Silva 2010, pela sua contribuição para o avanço da Química em Portugal.



MARIE CURIE 33

100 anos depois da atribuição do Prémio Nobel da Química a Marie Curie, o seu legado científico tem impactos profundos na Sociedade.





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

Este número é o primeiro de 2011, um ano particularmente importante para a Química e para a Sociedade Portuguesa de Química. As comemorações do Ano Internacional da Química (AIQ) arrancaram oficialmente no passado dia 27 de Janeiro com a realização da cerimónia de lançamento na sede da UNESCO, em Paris, que contou com a participação de cientistas proeminentes e de personalidades de todo o mundo. O destaque mundial dado à Química durante 2011 é uma oportunidade ímpar para divulgar junto da sociedade a importância nuclear desta disciplina no progresso da civilização. Por coincidência, 2011 é também o ano em que a Sociedade Portuguesa de Química comemora o centenário da sua fundação. Por este motivo, as comemorações da SPQ estão associadas às comemorações do AIQ em Portugal. O ponto alto ocorrerá entre 3 e 6 de Julho, na cidade de Braga, com a realização do XXII Encontro Nacional da Sociedade Portuguesa de Química. Contamos com a sua presença!

2011 será também uma oportunidade excelente para divulgar a História da Química e dos seus actores, como Marie Skłodowska-Curie e Dorothy Hodgkin, duas das quatro mulheres galardoadas com o Prémio Nobel da Química, que dispensam apresentações, dada a grande divulgação e relevância da sua carreira junto da comunidade científica e não científica internacional. Marie Curie foi distinguida com a atribuição do prémio Nobel da Química em 1911, pela descoberta dos elementos químicos rádio e polónio. Dorothy Hodgkin galardoadada em 1964 pelas determinações, através de técnicas de cristalografia de raios-X, das estruturas de substâncias bioquímicas importantes, como a penicilina, a vitamina B12 e a insulina. Outros actores da Química, com carreira de grande relevância, são conhecidos pelo público em geral de uma forma menos abrangente, pelo que neste número do QUÍMICA homenageamos também cientistas portugueses ou que contribuíram para o desenvolvimento da Química em Portugal, como Kurt Jacobsohn e Freire Marreco. Complementam este conjunto de artigos biográficos, duas contribuições de índole histórica sobre o desenvolvimento da síntese orgânica e sobre a génese do conceito de síntese verde. Publicamos uma entrevista ao Prof. Fernando Pina, vencedor do Prémio Ferreira da Silva 2010, concedido pela Sociedade Portuguesa de Química como reconhecimento da sua obra científica e do contributo significativo para o avanço da Química em Portugal. Surge ainda neste fascículo uma nova proposta de actividades para os mais novos, actividades científicas para crianças dos 5 aos 10 anos, que tem como objectivo estimular o desenvolvimento de uma cultura científica contribuindo para uma melhor compreensão do mundo que as rodeia.

Para que possa programar e participar activamente nas comemorações do AIQ e do Centenário da SPQ, divulgamos neste número o conjunto de actividades planeadas pela SPQ e, numa separata, as actividades já agendadas e organizadas pelos Departamentos e Centros de Química e de Engenharia Química das várias Instituições de Ensino Superior portuguesas. De destacar que em 2011 se comemora também o centenário da atribuição do Prémio Nobel a Marie Curie, efeméride que contribuiu para a proclamação de 2011 como Ano Internacional da Química, como disposto na Resolução 63/209 de Fevereiro de 2009, emanada da Assembleia Geral das Nações Unidas. Para a assinalar, o Departamento de Química da Universidade do Minho, com o apoio da Sociedade Portuguesa de Química, projectou um conjunto de eventos e actividades em torno da personalidade notável de Marie Curie, sob o título "A Beleza do Decaimento: Marie Curie e a História de um Nobel". Será dado particular destaque às exposições provenientes do Museu Curie de Varsóvia (Vida e Obra de Marie Skłodowska-Curie) e do Museu Curie de Paris (Marie Curie, A Life – Itineraire D'Une Femme), que irão estar patentes ao público durante o mês de Abril na cidade de Braga, e posteriormente em outros pontos do país.

Desejo-lhe um 2011 cheio de Química!

Boa leitura!

BOLETIM DA SOCIEDADE PORTUGUESA DE QUÍMICA

Propriedade de

Sociedade Portuguesa de Química
ISSN 0870 – 1180
Registo na ERC n.º 125 525
Depósito Legal n.º 51 420/91
Publicação Trimestral
N.º 120, Janeiro – Março 2011

Redacção e Administração

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

Editor

Helder Gomes

Editores-Adjuntos

Carlos 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

1800 exemplares

Preço avulso

€ 5,00
Assinatura anual – quatro números
€ 18,00
(Continente, Açores e Madeira)
Distribuição Gratuita aos sócios da SPQ

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

São autorizadas e estimuladas todas as citações e transcrições, desde que seja indicada a fonte, sem prejuízo da necessária autorização por parte do(s) autor(es) quando se trate de colaborações assinadas.

A Orientação Editorial e as Normas de Colaboração podem ser encontradas no fascículo Outubro-Dezembro de cada ano e no sítio *web* da SPQ.

Publicação subsidiada pela

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

XVI ENCONTRO LUSO-GALEGO DE QUÍMICA

Após um interregno de nove anos, a Sociedade Portuguesa de Química e o Colégio de Químicos da Galiza decidiram reactivar a série de Encontros Científicos Luso-Galegos de Química. Os encontros desta série vinham a constituir formas privilegiadas de reunião, discussão e intercâmbio científico e tecnológico entre Químicos Portugueses, especialmente da região Norte, e Químicos Galegos, especialmente os do Colégio de Químicos da Galiza, desde Novembro de 1985. O XV Encontro realizado na Corunha marcou um ponto de viragem unilateral naquilo que era a substância destes encontros. Na altura ficou claro que era impossível encontrar um figurino compatível com as expectativas criadas pela organização desse evento, o que resultou na suspensão destes Encontros Científicos. Contudo, cientes da importância desta reunião e da vontade de ambas as comunidades, representadas pelas duas instituições, de manterem este meio de franca comunicação e troca de ideias, o Colégio e a Sociedade Portuguesa de Química laboraram nos últimos anos numa reaproximação de ideias que resultaram no reinício destes encontros. Para marcar o recomeço, a organização do **XVI Encontro Luso-Galego de Química** foi atribuída ao Departamento de Química da Universidade

de Aveiro (*Chairman: Artur Silva*), tal como planeado para o ano 2002.

O XVI Encontro Luso-Galego de Química teve lugar no edifício do Complexo Pedagógico da Universidade de Aveiro, entre 10 e 12 de Novembro de 2010. Constaram do programa do encontro cinco lições plenárias, uma lição convidada, noventa comunicações orais e ainda duas sessões de comunicações em cartaz. As lições plenárias foram proferidas por dois investigadores/professores Portugueses (Armando Pombeiro, IST e José Teixeira, Univ. Minho), dois investigadores Galegos (Tarsy Carballas e Manuel López-Rivadulla) e um investigador Francês convidado (René Santus). A lição convidada foi proferida por um dos Fundadores dos Encontros Luso-Galegos de Química (José Luís Figueiredo, FEUP), que fez um abordagem da história destes encontros e dos desafios que se apresentam para o futuro. As noventa comunicações orais foram proferidas essencialmente por estudantes de 2º e 3º Ciclo, jovens investigadores, algumas por investigadores já estabelecidos e outras por estudantes finalistas de 1º Ciclo. Conseguiu-se atrair um número elevado de participantes (~250), muitos dos quais jovens estudantes e investigadores; pese embora, a percentagem

dos colegas Galegos tenha ficado abaixo do desejado. O Encontro teve também duas concorridas sessões de posters onde foram apresentadas 124 comunicações em cartaz, denotando o interesse de todos os jovens apresentadores e dos seniores apreciadores.

Os temas versados neste XVI Encontro Luso-Galego de Química incluíram tópicos das várias áreas de Química, como por exemplo, Química Orgânica, Bioquímica, Catálise, Química Analítica, Química-Física, Química Alimentar, Nanotecnologia e Química Ambiental. Foram apresentados os resultados mais recentes da investigação desenvolvida nestes campos por uma grande maioria dos laboratórios de Química Galegos e Portugueses, mas com especial ênfase nos do Norte e Centro de Portugal.

Foi opinião geral que esta iniciativa foi muito bem conseguida, com um elevado número de participantes, apesar de se tratar de reiniciar esta série de encontros, e com muitas comunicações de elevada qualidade científica. Na sessão de encerramento, foi desde já anunciado o próximo encontro desta série, que se realizará em Pontevedra, de 9 a 11 de Novembro de 2011.

Artur Silva (artur.silva@ua.pt)
Presidente da Comissão Organizadora

10º ENCONTRO NACIONAL DE FOTOQUÍMICA

O **10º Encontro Nacional de Fotoquímica** teve lugar na Reitoria da Universidade do Porto, no emblemático edifício da Praça dos Leões. De estilo neoclássico datado de 1807, foi inicialmente destinado à Academia Real de Marinha e Comércio. Entre 1974 e 2007 albergou a Faculdade de Ciências da Universidade do Porto. No seu interior, no designado Piso Nobre, encontra-se a Sala do Conselho, onde se descobre um busto do fundador da SPQ, Ferreira da Silva (bronze, 1922), da autoria de Teixeira Lopes. Sobre a figura deste histórico químico e académico português era também possí-

vel visitar na Sala de Exposições Temporárias a mostra "Ferreira da Silva: o Homem, o Professor, o Cientista". Os trabalhos do Encontro decorreram no auditório Gomes Teixeira, recentemente remodelado e adaptado para este tipo de pequenas conferências. No ar sentia-se já a proximidade do Natal e, apesar do encontro ter lugar a seguir ao feriado da Imaculada Conceição, nos dias 9 e 10 de Dezembro, a afluência foi razoável e contribuiu para dois dias de trabalho muito intensos numa atmosfera de franco e cordial convívio. Acorreram cerca de 90 participantes de Portugal, Espanha e

Itália, o que constitui um número muito razoável tendo em conta que para esta altura do ano a maioria dos orçamentos dos grupos de investigação está já muito limitado no que respeita à participação neste tipo de acções. É de realçar que cerca de 15 % dos participantes eram estrangeiros.

A edição deste ano deu continuidade à série de conferências iniciada em Coimbra, em 1974, em que os simpósios nacionais têm alternado de forma natural com versões bilaterais em colaboração com a comunidade fotoquímica do país vizinho, atraindo assim

investigadores de Portugal e Espanha, bem como alguns convidados e participantes de outros países.

Desde a sua génese, o formato e conteúdo destes encontros evoluiu grandemente, como constatarem as edições dos livros de resumos dos vários encontros, cuja digitalização e compilação electrónica estará em breve disponível para os sócios da SPQ! Muito terá mudado na área da fotoquímica, na espectroscopia e na maneira como vemos as moléculas à nossa volta. Nos últimos anos, a importância da fotocatalise fez com que esta área também somasse um conjunto de contribuições muito representativo, sobretudo pelas suas implicações nos processos industriais e de protecção ambiental. O dióxido de titânio (TiO_2), um dos compostos inorgânicos mais antigos de que há registo, actualmente presente em vários materiais e substâncias do nosso dia-a-dia, tem-se imposto como um fotocatalisador incontornável em processos solares de tratamento e desinfecção de água e de ar, limpeza de superfícies e conversão de energia. Estes foram os principais ingredientes dos dois dias

de reunião no Porto, tendo sido razoavelmente cobertos pelas 3 comunicações plenárias, 7 comunicações convidadas, 14 comunicações orais e 46 comunicações em poster. As contribuições apresentadas cobriram as áreas tradicionais destes encontros da fotoquímica abrangendo temas diversificados tais como fluorescência, espectroscopia, corantes naturais e sintéticos, fotoquímica orgânica, fotocatalise, fotofísica e muito mais. Os oradores convidados contribuíram com a sua inspiração para atrair a atenção dos participantes, e proporcionarem muitos e animados debates durante o período de almoço e nas pausas de café. Nas sessões de posters, foi possível observar várias conversas entre estudantes de doutoramento e investigadores pós-doutorados, numa troca de informações que seguramente permitirá avaliar de melhor modo as oportunidades de carreira que eventualmente os esperam.

A plenária de abertura foi proferida pelo Doutor Nicola Armaroli, investigador do Instituto per la Sintesi Organica e la Fotoreattività, do Conselho Nacional de Pesquisa (CNR) italiano. Em



Doutor Nicola Armaroli, premiado com o Grammaticakis-Neumann International Prize (2001) e com o Grande Prémio Letterario Galileo 2009 para divulgação da ciência, proferiu uma cativante plenária sobre luminescência

2001, foi premiado com o Grammaticakis-Neumann International Prize em fotoquímica e mais recentemente com o Grande Prémio Letterario Galileo 2009 para divulgação da ciência. A sua apresentação foi como que uma viagem exploratória através da fotoquímica e fotofísica de compostos de coordenação, nanoestruturas de carbono e materiais supramoleculares, tendo como ponto de partida a exploração de materiais luminescentes. Num registo mais aplicado, o Professor José Miguel Dona Rodríguez, Catedrático da Universidad de Las Palmas da Gran Canaria, deu-nos uma visão global sobre a fotocatalise heterogénea e tratamento de efluentes. O Professor José Manuel Gaspar Martinho, Catedrático no Departamento de Engenharia Química do Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa, premiado (2003) com o Solvay Ideas Challenge Prize, apresentou-nos na sua conferência plenária os pontos mais relevantes da sua investigação na dinâmica de cadeias poliméricas com recurso a técnicas de fluorescência e de imagem de alta resolução.

O encontro terminou com a Assembleia Geral do Grupo de Fotoquímica que elegeu para o biênio 2011-2012, o seu novo presidente, o Prof. José Paulo S. Farinha (sócio n.º 4819), docente no Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa e investigador do Centro de Química Física Molecular.

Joaquim L. Faria (jlfaria@fe.up.pt)
Presidente da Comissão Organizadora



Na Escadaria Nobre da Reitoria da Universidade do Porto, a assembleia do 10º Encontro Nacional de Fotoquímica

SPQ – 100 anos
Venha comemorar connosco!

2º ENCONTRO NACIONAL DE QUÍMICA TERAPÊUTICA 2010

A Universidade de Coimbra acolheu o **2º Encontro Nacional de Química Terapêutica**, que se realizou entre 28 e 30 de Novembro de 2010, sob os auspícios da SPQ e com o patrocínio da European Federation for Medicinal Chemistry, EFMC.

De acordo com o Grupo de Química Terapêutica, GQT, foi mantida a periodicidade bienal, tendo o Encontro atraído excelentes contribuições científicas, em que foi dada ênfase aos avanços mais recentes na interface da Química, Biologia, Bioquímica Computacional e Medicina Experimental, e sua importância no estado da arte da descoberta e desenvolvimento de fármacos.

O Encontro reuniu 173 participantes, tendo decorrido no novo Pólo das Ciências da Saúde da Universidade de Coimbra, no domingo 28 de Novembro, e nos dias seguintes no Hotel Vila Galé Coimbra.

A Comissão Organizadora, presidida por M. Luisa Sá e Melo, Presidente do Grupo de Química Terapêutica de 2007 a 2010, elegeu um conjunto de temáticas que incluíram a descoberta de novos fármacos na área do cancro e de novos alvos para fármacos com utilidade no sistema nervoso, bem como os desenvolvimentos mais recentes no tratamento e prevenção



Assistência do 2º Encontro Nacional de Química Terapêutica 2010

da malária, os avanços em sondas químicas para estudos biológicos, os métodos de síntese actuais, os novos processos na descoberta de fármacos e a modelização molecular e design racional de fármacos.

O Encontro contou com a participação activa de 16 convidados, que proferiram 5 conferências plenárias e 11 conferências convidadas.

A conferência plenária de abertura, a "Lecture Bluepharma", proferida por Stephen Neidle da School of Phar-

macy, University of London e intitulada "21st Century cancer drug discovery by selective gene targeting", perspectivou como o actual conhecimento dos genes envolvidos no cancro e da sua multiplicidade de mutações têm permitido melhorias significativas no tratamento de alguns carcinomas, com especial focagem nos quadruplexes como alvos terapêuticos para pequenas moléculas, com aplicação em situações malignas do pâncreas e do tracto gastro-intestinal.

Koen Augustyns, da University of Antwerp, centrou-se na experiência de dois laboratórios desta universidade, o Laboratório de Química Medicinal e o de Bioquímica Médica que, através da implementação de um programa conjunto de investigação básica, elucidaram a função da enzima dipeptidil peptidase IV e desenvolveram novos inibidores, sendo esta plenária intitulada "Inhibitors of dipeptidyl peptidases: from drug discovery to the clinic".

Giorgio Colombo, do Istituto di Chimica del Riconoscimento Molecolare, CNR, Milano, proferiu uma conferência plenária, intitulada "Structure-function-dynamics relationships in proteins: Implications for drug discovery", em que apresentou resultados recentes de estratégias de biologia computacional para a descoberta de novos inibidores



Sessão de trabalhos

de interações proteína-proteína com propriedades “drug-like” e de estudos de dinâmica funcional e de mecanismos de propagação alostérica de sinal em proteínas.



Sessão plenária proferida pelo Professor Paul O'Neill (University of Liverpool)

Paul O'Neill, da University of Liverpool, apresentou o tema: “Synthetic endoperoxide antimalarial; identification of a drug development candidate and back-up molecules with superior properties to the artemisins and OZ277”. Esta plenária focou os estudos para a elucidação de mecanismos de acção deste tipo de antimaláricos, o uso de dois componentes activos numa só entidade química e um estudo muito completo de optimização de antimaláricos endoperoxidos.

Heinz Beck, da University of Bonn Medical Center, proferiu a “Lecture BIAL”, intitulada “New molecular targets for drug discovery in CNS: Linking the target to the disease(s)”, em que abordou a epilepsia, os conceitos que explicam a resistência aos fármacos e os mecanismos de acção emergentes, a nível celular e molecular, que poderão levar a novas estratégias para o desenvolvimento de novas terapêuticas.

Foram ainda apresentadas 27 comunicações orais seleccionadas e 200 comunicações em painel, que aborda-

ram tópicos interdisciplinares em Química Terapêutica e que contribuíram para o sucesso desta reunião científica, demonstrando o interesse dos investigadores mais jovens por esta área da Química, os quais responderam cabalmente ao nosso encorajamento para participarem e comunicarem neste fórum.

Nesta conferência teve ainda lugar a reunião do Grupo de Química Terapêutica, onde mereceu especial destaque a notícia da candidatura do Grupo/SPQ, recentemente aprovada pela European Federation for Medicinal Chemistry, EFMC, para a realização do XXIIIrd International Symposium on Medicinal Chemistry, o EFMC-IS-MC 2014, em Lisboa.

Nesta reunião foi eleita a nova Comissão Directiva, que passou a ser composta pelos Profs. Artur Silva, Fernanda Proença, Madalena Pinto e Rui Moreira.

M. Luísa Sá e Melo (samelo@ci.uc.pt)
Presidente da Comissão Organizadora

4º ENCONTRO NACIONAL DE ESPECTROMETRIA DE MASSA (MS2010)

A espectrometria de massa é uma das áreas de investigação científica mais importantes na actualidade e o suporte analítico e instrumental em diversos domínios científicos, destacando-se a química, as ciências da vida, saúde, ambiente, proteómica e nanotecnologias. Entre 1906 e 2005 foram atribuídos cinco prémios Nobel pelo desenvolvimento da espectrometria de massa, sendo de realçar em 2002 John Fenn e Koichi Tanaka, galardoados com o prémio Nobel da Química pelo desenvolvimento de métodos de desadsorção/ionização suave para a análise por espectrometria de massa de macromoléculas biológicas, que abriu caminho para a universalidade da espectrometria de massa.

A espectrometria de massa tem uma forte tradição em Portugal e grande prestígio internacional, tendo sido recentemente reforçada e consolidada através da criação da Rede Nacional de Espectrometria de Massa (mem.fc.ul.pt).



Figura 1 - Cerimónia de abertura do 4º Encontro Nacional de Espectrometria de Massa, co-organizado pela Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, Sociedade Portuguesa de Química e Rede Nacional de Espectrometria de Massa. A abertura foi realizada pela Professora Helena Florêncio, Coordenadora da Rede Nacional de Espectrometria de Massa (ao centro) e contou com a presença do Presidente do Departamento de Química e Bioquímica e Coordenador do Centro de Ciências Moleculares e Materiais da FCUL, Professor Carlos Nieto de Castro e da Professora Ana Ponces Freire, Coordenadora do Centro de Química e Bioquímica da FCUL. Estes dois Centros de Investigação da FCUL albergam cerca de duas centenas de investigadores e têm a classificação de *Very Good* e *Excellent*, respectivamente

Com o importante apoio da Sociedade Portuguesa de Química, realizou-se na Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, entre 13 e 15 de Dezembro de 2010, o **4º Encontro Nacional de Espectrometria de Massa**, que contou com 88 inscritos, 6 palestras convidadas, 18 comunicações orais e 62 posters (ms2010.fc.ul.pt). A língua oficial foi o inglês devido à sua projecção internacional. O encontro teve início com uma apresentação pela Professora Helena Florêncio, coordenadora da Rede Nacional de Espectrometria de Massa, que destacou a evolução desta área em Portugal e as suas perspectivas no futuro próximo (Figura 1).

A primeira palestra científica foi efectuada pelo Professor Albert Heck, Coordenador do Centro Holandês de Proteómica, um dos centros mundiais mais importantes nesta área, congregando seis Universidades e diversas empresas. O Professor Albert Heck é um dos pioneiros na investigação de estruturas macromoleculares como cápsulas virais e o proteossoma. Este encontro constituiu uma excelente oportunidade para a realização de palestras por cientistas convidados com grande experiência, como o Professor Ferrer Correia da Universidade de Aveiro (*Mass Spectrometry of Oligonucleotide Noncovalent Adducts*), e por jovens investigadores. Todas as áreas e aplicações da espectrometria de massa estiveram representadas, desde o ambiente, ao desenvolvimento instrumental, passando pela investigação fundamental em química e pelas áreas biológicas, incluindo a proteómica, tendo sido apresentados trabalhos por entidades como a EPAL e a Polícia Judiciária. As empresas internacionais que patrocinaram o evento fizeram-se representar por cientistas directamente responsáveis pelo desenvolvimento experimental e de novas aplicações.

A troca de experiências e o estabelecimento de novas colaborações foi a tónica em muitas das discussões em redor das comunicações em formato de poster (Figura 2).

Tiveram ainda lugar duas importantes reuniões, uma da Rede Nacional de Espectrometria de Massa e outra, aberta a todos os que nela quiseram

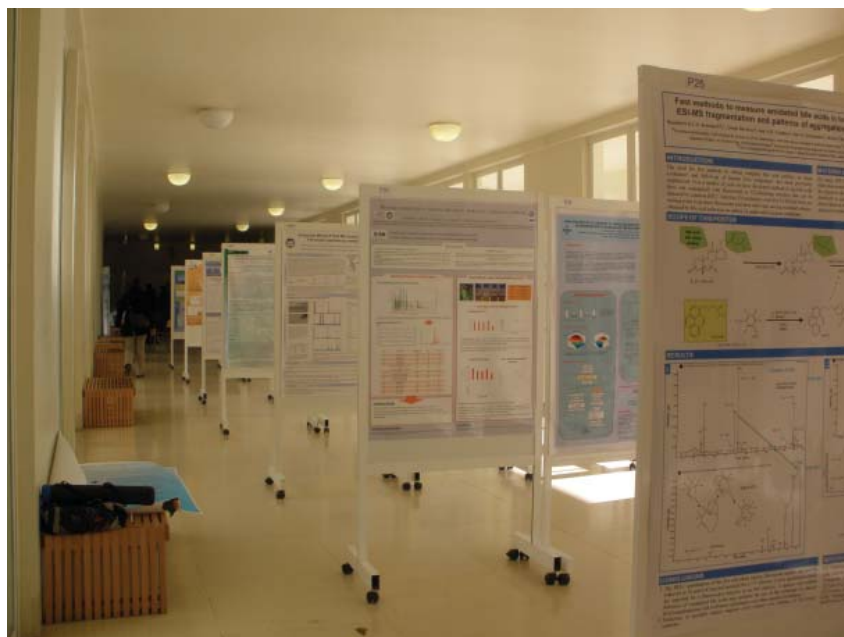


Figura 2 - Vista parcial da área de exibição dos posters do 4º Encontro Nacional de Espectrometria de Massa na Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa. Este encontro contou com 88 inscritos, 6 palestras convidadas, 18 comunicações orais e 62 posters. As apresentações em poster constituíram uma excelente oportunidade para o estabelecimento de contactos científicos, discussão de novas ideias e o forjar de novas colaborações



Figura 3 - Espectrómetro de massa de ressonância ciclométrica de ião com transformada de Fourier (FTICR-MS) no Laboratório de FTICR e Proteómica da FCUL. Este equipamento permite determinar massas exactas com elevada resolução. Um exemplo das suas aplicações é a caracterização de proteínas intactas e suas modificações pós-traducionais. Permite ainda estabelecer a composição elementar de moléculas

participar, com vista a analisar o estado da arte da espectrometria de massa em Portugal e a sua evolução e afirmação como área estratégica de primeira linha e sua contribuição para a competitividade internacional de Portugal. A Rede Nacional de Espectrometria de Massa (rnem.fc.ul.pt) constitui a matriz organizadora da espectrometria de massa em Portugal, tendo actualmente nove NÓS que possuem diversos tipos

de espectrómetros de massa modernos, incluindo um FTICR (Figura 3).

O encontro terminou com uma cerimónia de atribuição de prémios pelo representante da Fundação Jacqueline Dias de Sousa, Engenheiro Dias de Sousa, tendo o Dr. Bruno Manadas do Centro de Neurociências da Universidade de Coimbra recebido o prémio pela melhor comunicação oral, intitulada

Proteomic analysis of an interactome for ion-form AMPA receptor subunits.

O licenciado em bioquímica Samuel Gilberto, do Centro de Química e Bioquímica da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, recebeu o

prémio pela melhor apresentação em poster com o título *Enhanced MALDI-FTICR MS analysis of glycosylated fibrinogen peptides by methylglyoxal*. A Professora Helena Florêncio encerrou o encontro, anunciando a realização do próximo em 2012.

O 4º Encontro Nacional de Espectrometria de massa é dedicado à memória de John Fenn, falecido a 10 de Dezembro de 2010, tendo sido homenageado pelo Professor Albert Heck na sua palestra.

Carlos Cordeiro (cacordeiro@fc.ul.pt)
Comissão Organizadora

MODERN METHODS OF STRUCTURE ELUCIDATION – 2010

O curso avançado **Modern Methods of Structure Elucidation – 2010** (<http://cqe.ist.utl.pt/events/mmse2010>), organizado pelo Centro de Química Estrutural – Instituto Superior Técnico (CQE-IST), IST-UTL NMR Center of the Portuguese NMR Network, IST Node of the National MS Network – em colaboração com o Instituto Tecnológico e Nuclear (ITN), e apoiado pela Sociedade Portuguesa de Química, decorreu no passado mês de Dezembro entre os dias 13 e 17, no Instituto Superior Técnico (IST). O principal objectivo deste curso foi a transmissão de conhecimentos teóricos e teórico-práticos (aplicações, *case-studies*, demonstrações de equipamentos e *hands-on training*) dos métodos espectroscópicos, tais como Ressonância Magnética Nuclear em solução e de estado sólido, Ressonância Paramagnética Electrónica, Espectrometria de Massa e Difracção de Raios X. A escola MMSE-2010, evento único a nível nacional, juntou durante uma semana cerca de 60 participantes, entre os quais se encontraram os cientistas nacionais mais conceituados nas áreas de elucidação estrutural e jovens investigadores (bolseiros de investigação, estudantes de licenciatura, mestrado e doutoramento, investigadores pós-doutorados de várias universidades e institutos de investigação do país), num treino intensivo e eficiente (Figura 1).

O módulo introdutório da escola MMSE-2010, tutorado por especialistas vindos de diferentes centros de investigação de reconhecido mérito do país, tais como IST, Universidade Nova de Lisboa (UNL), Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa (FCUL), ITN e Instituto de Tecnologia Química e Biológica (ITQB-UNL), abordou as bases teóricas de cada técnica e as suas aplicações gerais.

O módulo dedicado a *case-studies* teve como foco a utilização das técnicas espectroscópicas mencionadas nas áreas de química, bioquímica, farmacologia e biologia estrutural. Nos seminários, os participantes tiveram a oportunidade de aplicar os conhecimentos teóricos adquiridos, estabelecendo a estrutura de um composto

desconhecido a partir de dados espectroscópicos fornecidos (Figura 2). Por fim, as sessões práticas e as demonstrações dos equipamentos permitiram aos participantes um contacto muito próximo com cada técnica e o aprofundamento dos conhecimentos fornecidos nas aulas teóricas e nos seminários (Figura 3).



Figura 1 - Participantes da escola nacional dos métodos espectroscópicos MMSE-2010



Figura 2 - Aplicação dos conhecimentos teóricos adquiridos pelos participantes



Figura 3 - Sessões práticas de Difração de Raios-X

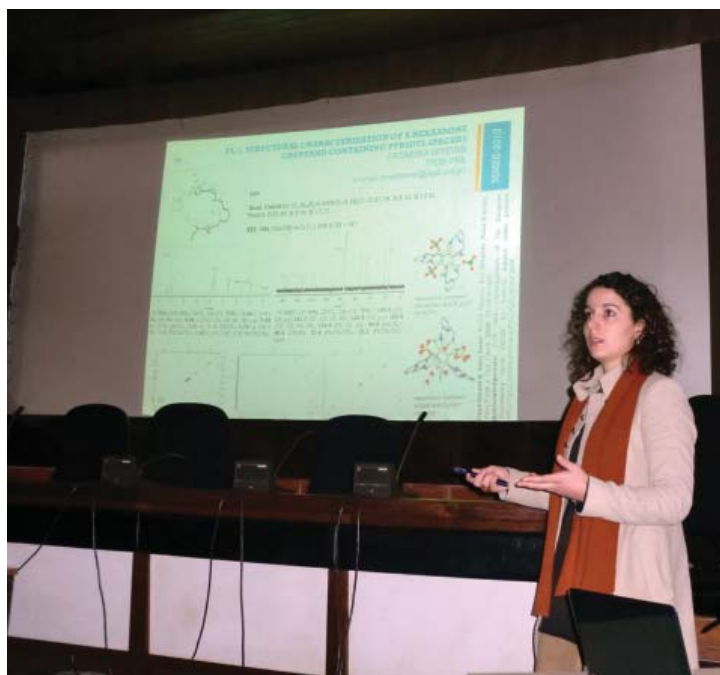


Figura 4 - Apresentações levadas a cabo pelos participantes

No último módulo, o protagonismo foi dado aos participantes que, através de apresentações flash, demonstraram a utilização de técnicas mencionadas no seu trabalho de investigação. As apresentações flash e as apresentações fornecidas pelos tutores deste evento constituíram um livro de resumos oferecidos a cada participante (Figura 4).

O programa social do MMSE-2010, além dos tradicionais coffee-breaks, incluiu dois momentos chave: o jantar convívio, com espírito natalício, e um coffee-break interactivo/vídeo-entrevistas com os participantes desta es-

cola. O programa social foi generosamente apoiado pelos patrocinadores do MMSE-2010 – várias empresas nacionais e internacionais.

O feedback dos participantes indicou claramente um enorme sucesso deste evento. Para além dos conhecimentos adquiridos, os participantes levaram consigo vários contactos dos especialistas que poderão ser úteis na sua carreira de investigação. Assim, e para aumentar o sucesso das primeiras edições deste curso, é nossa intenção realizar uma próxima edição com melhorias, novidades e muitos mais participantes de todas as faculdades do

país. O Portal oficial da próxima edição da escola MMSE-2011 (<http://cqe.ist.utl.pt/events/mmse2011>) contém toda a informação necessária para os futuros participantes. Neste ano 2011, Ano Internacional da Química, Modern Methods of Structure Elucidation-2011 vai decorrer em Novembro. Informações sobre o MMSE-2011 devem ser requisitadas a kluzyanin@ist.utl.pt. Sejam bem-vindos.

Konstantin V. Luzyanin, André C. Saraiva, Alexandra M. M. Antunes, Leonor Maria, Vânia André
(kluzyanin@ist.utl.pt)
Comissão Organizadora

INQUÉRITO SPQ

Pelo quarto ano consecutivo a SPQ realizou um inquérito de satisfação para prospecção de opiniões relativas ao funcionamento e aos serviços da Sociedade. O questionário online esteve disponível para votação entre 6 de Dezembro de 2010 e 24 de Janeiro de 2011.

A recolha de opiniões incidiu nos serviços prestados aos sócios e nos meios de divulgação utilizados durante 2010.

- Nos meios de divulgação questionamos a evolução do boletim, a receptividade da newsletter mensal e o acesso ao portal SPQ;
- Nos serviços aos sócios questionamos a eficiência do secretariado e a utilização da área de sócio.

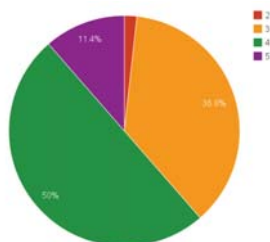
Foram ainda questionados a satisfação geral com a SPQ e a satisfação com os encontros organizados.

De destacar e louvar as inúmeras sugestões submetidas pelos sócios. Estas ajudarão, certamente, a melhorar e a otimizar cada vez mais os nossos serviços.

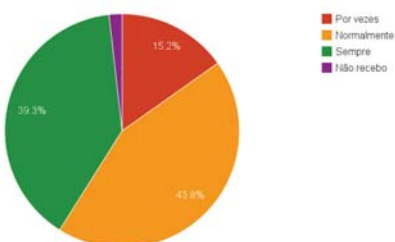
Obrigado pela vossa colaboração.

Leonardo Mendes
(sede@spq.pt) www.spq.pt

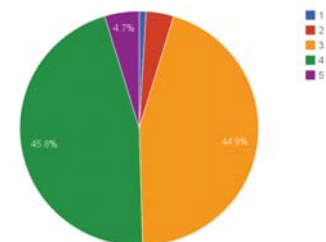
Evolução do Boletim durante 2010



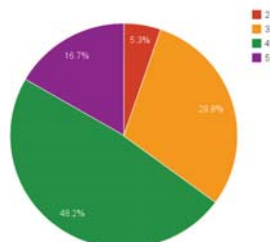
Lê as newsletters da SPQ?



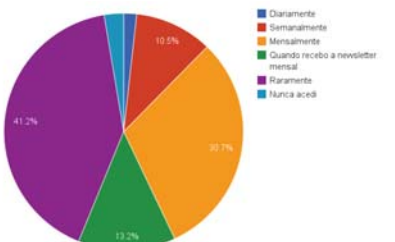
Qual o grau de satisfação com os conteúdos disponibilizados no portal SPQ?



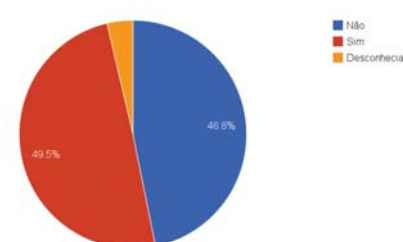
Qual a eficiência do secretariado da SPQ?



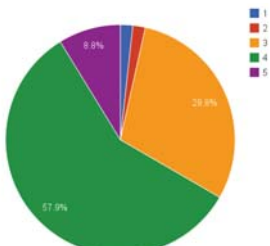
Acede ao site www.spq.pt com que regularidade?



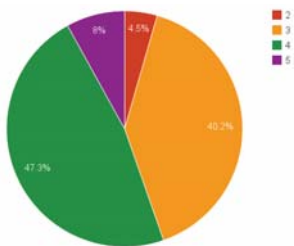
Utiliza a área de sócio?



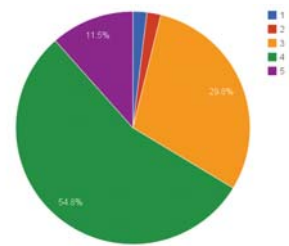
Qual o grau de satisfação global com a SPQ?



A evolução da SPQ durante 2010



Qual o grau da satisfação dos encontros organizados pela SPQ?



Legenda: votações de 1 a 5 – em que 1 é muito mau e 5 é muito bom



ACTUALIDADES CIENTÍFICAS

“BERLINDES” LÍQUIDOS QUE DETECTAM GASES

Os “berlindes” líquidos são formados através da encapsulação de gotas líquidas com partículas hidrofóbicas, resultando em conchas esféricas que impedem o conteúdo líquido de entrar em contacto com outras superfícies. A maior parte da investigação nesta área tem sido focada em aplicações visando o estudo do transporte de líquidos, mas foram surgindo diversos problemas devido à natureza porosa do “berlinde” líquido, que permite que o núcleo líquido se evapore. Desta forma, os investigadores da Universidade de Monash em Clayton (Austrália) aproveitaram os efeitos porosos dos “berlindes” líquidos para transformar uma frustração científica

num novo tipo de sensores de gases, descobrindo um novo uso para estas estruturas. Considerando que o invólucro é permeável a gases mas não a líquidos, este é um separador natural gás-líquido. Os “berlindes” líquidos podem então ser utilizados para detectar, absorver ou emitir gases.

O conceito foi aplicado no desenvolvimento de um “berlinde” líquido colorimétrico sensível ao amoníaco, utilizando no seu interior soluções de fenolftaleína, cloreto de cobalto(II) e cloreto de cobre(II), encapsuladas em partículas de teflon, cuja cor é modificada quando as partículas são expostas ao gás. Foi também utilizado um

indicador fluorescente (ácido 8-hidroxipireno-1,3,6-trissulfónico) como núcleo líquido com o objectivo de criar um sensor fluorescente aos vapores de ácido clorídrico. A equipa responsável por este projecto procura agora aumentar a estabilidade mecânica das estruturas e encontrar um método de detecção de espécies gasosas de uma forma quantitativa.

(Adaptado de http://www.rsc.org/Publishing/ChemScience/Volume/2010/07/liquid_marbles.asp)

Hugo M. Oliveira
(Faculdade de Farmácia da
Universidade do Porto)



Ano Internacional da
QUÍMICA
2011

RESOLUÇÃO DA ASSEMBLEIA GERAL DAS NAÇÕES UNIDAS
(RESOLUÇÃO 63/209 DE FEVEREIRO DE 2009)

2011 – ANO INTERNACIONAL DA QUÍMICA

Reconhecendo que **o conhecimento da matéria que constitui o nosso mundo se baseia na Química;**

Sublinhando que **a educação em Química** é essencial para enfrentar desafios como **as alterações climáticas**, para proporcionar **fontes duradouras de água pura, alimentos e energia**, e para a **manutenção de um ambiente adequado ao bem-estar da humanidade;**

Considerando que **a ciência química e as suas aplicações produzem medicamentos, combustíveis, metais e todos os produtos manufacturados;**

Tendo em conta que o ano de 2011 constitui uma oportunidade para comemorar as **contribuições das mulheres em ciência**, uma vez que se celebra o 100^º aniversário da atribuição do Prémio Nobel de Química a Maria Sklodowska-Curie*, e que também se pode celebrar a **colaboração científica internacional**, pois a Associação Internacional das Sociedades de Química foi formada há 100 anos,

(...)

A Assembleia Geral da ONU proclama 2011 o Ano Internacional da Química.

**Nota: Houve até hoje 4 mulheres premiadas com o Nobel de Química. Foram elas: Maria Sklodowska-Curie (1911), Irène Joliot-Curie (1935), Dorothy Hodgkin (1964), e Ada Yonath (2009). No conjunto das áreas, há 40 mulheres premiadas com um Nobel, num total de 543 laureados.*

(a resolução completa pode ser lida no site das Nações Unidas).

LANÇAMENTO DO ANO INTERNACIONAL DA QUÍMICA
PARIS, SEDE DA UNESCO, 27-28 DE JANEIRO DE 2011

Decorreu em Paris, na sede da UNESCO, o lançamento oficial do Ano Internacional da Química (AIQ). O ano de 2011 foi, como se sabe, proclamado “Ano Internacional da Química” pela Assembleia Geral das Nações Unidas, ficando a UNESCO e a IUPAC com o encargo de dinamizarem as iniciativas correspondentes a nível internacional. O evento teve a duração de dois dias, e contou com cerca de 1000 participantes de vários países, maioritariamente da Europa. A SPQ esteve representada pelo Presidente, Prof. Mário Berberan e Santos, pelo Presidente da Comissão Nacional para as Comemorações do AIQ, Prof. Jorge Calado, pelo Secretário-Geral, Prof. Joaquim Faria, e pelo Prof. João Paulo André, Presidente da Comissão Organizadora do XXII Encontro Nacional de Química, a realizar em Braga, de 3 a 6 de Julho próximo. Estiveram ainda presentes como convidados da SPQ o Prof. José Ferreira Gomes, antigo Presidente da SPQ e actual deputado e membro da Comissão Parlamentar de

Educação e Ciência da Assembleia da República, e a Prof. Ana Noronha, pelo Ciência Viva. Outros dois químicos nacionais presentes, também sócios da SPQ, foram a Prof. Filomena Camões, enquanto membro da IUPAC, e o Prof. Manuel Eduardo Minas da Piedade, em representação da International Association of Chemical Thermodynamics. Para além da conferência de abertu-

ra (*Da Matéria à Vida: Química!*, por Jean-Marie Lehn) foram apresentadas dezassete conferências em três grandes áreas: “Química e o progresso da civilização”, “Mulheres em Química”, e “Química e desenvolvimento sustentado”, tratando-se neste último de “Aspectos gerais”, “Ambiente e clima”, “Nutrição e água”, “Saúde”, “Energia”, “Materiais”, e “Aspectos sociais e eco-



A Delegação da SPQ junto a um “L’Homme qui marche” de Giacometti. Da esquerda para a direita: Prof. João Paulo André, Prof. Jorge Calado, Prof. Mário Berberan e Santos e Prof. Joaquim Faria

nómicos”. Para além da conferência de abertura, outros dois pontos altos foram femininos: a conferência de Ada Yonath, Prémio Nobel de Química de 2009, e a conferência sobre Marie Curie pela sua neta, Hélène Langevin-Joliot, também ela cientista. O Simpó-

sio terminou com um pequeno concerto em que foram executadas algumas obras de alguma forma relacionadas com a Química. Por razões desconhecidas, o tema “Educação”, um dos pilares da UNESCO, não foi contemplado. Tratou-se de uma reunião única e

excepcional pelo conjunto de oradores e de temas, e que ficará na memória de quem a ela assistiu. A delegação da SPQ efectuou alguns contactos importantes para as comemorações nacionais do AIQ, e trouxe também novas ideias e energias.

OS QUÍMICOS E O ANO INTERNACIONAL DA QUÍMICA

MÁRIO BERBERAN E SANTOS*

Ao iniciar-se o Ano Internacional da Química, cada sócio da Sociedade Portuguesa de Química deve ser, ainda mais do que em anos normais, um divulgador desta ciência junto dos seus concidadãos não químicos (incluindo colegas de outras áreas, às vezes com ideias erradas ou desactualizadas), jovens e menos jovens, sempre que possível esclarecendo-os e mostrando a importância enorme da Ciência Central. Existem felizmente muitas fontes de informação que facilitam a tarefa. O que se segue é um pequeno contributo, necessariamente incompleto, para o mesmo fim.

A SPQ lança aos sócios e às Escolas o desafio de participarem, enviando pequenos textos (máximo uma página A4) subordinados aos temas “Contribuições da Química para o nosso bem-estar” (uma contribuição por texto) e “O futuro da Química” (um possível desenvolvimento por texto) para desafio2011@spq.pt. Estes, depois de editados, serão incluídos no site do AIQ, www.spq.pt/quimica2011.

MENSAGENS BÁSICAS SOBRE QUÍMICA

O *slogan* do AIQ, **Química, a nossa vida, o nosso futuro**, embora verdadeiro é, quanto a mim, demasiado genérico. “Química” poderia ser substituído por muitas outras palavras, como por exemplo “Terra”, ou até “Florestas” (2011 é também o Ano Internacional das Florestas!). E não diz se a vida e o futuro serão bons ou maus. Para síntese, prefiro a variante:

QUÍMICA PARA COMPREENDER O MUNDO, QUÍMICA PARA MELHORAR O MUNDO.

Reconheço que isto se aplica à Ciência como um todo, e ainda bem. De facto, a Natureza não sabe o que seja cada uma das ciências. Estas resultam apenas de uma classificação, relativamente recente aliás, feita pelo ser humano. Interessa-nos agora destacar a Química, é tudo. Em rigor, “para melhorar o mundo”

deveria ser “para poder melhorar o mundo”, uma vez que as descobertas da ciência tanto podem resultar em benefícios como em prejuízos, desconhecendo-se por vezes as consequências finais de uma dada acção. A evolução da humanidade dá no entanto ao cientista (e ao cidadão) muitas razões para ser optimista. O progresso indiscutível da Ciência tem sido acompanhado por um progresso material e intelectual da Humanidade, embora bastante continue por fazer, nomeadamente devido ao acentuado crescimento populacional, ele mesmo devido à redução da mortalidade e à melhoria da nutrição e da saúde em geral.

Aqui ficam algumas ideias importantes para discussão, e que podem ser desenvolvidas e adaptadas por cada um.

PARA COMPREENDER O MUNDO:

1. Toda a matéria do nosso planeta (e de boa parte do Universo) é constituída por átomos. E os

átomos, em agitação incessante, estão quase sempre ligados entre si, formando moléculas. Estas, por sua vez, participam em estruturas supramoleculares, de complexidade variável, mas cujo expoente máximo são os seres vivos. Um físico famoso, Feynman, considerou que estas noções eram os **resultados mais básicos de toda a ciência**, os primeiros a preservar em caso de colapso completo da civilização. Mas quantos cidadãos da nossa civilização tecnológica, mesmo tendo passado pela escola, interiorizam esta ideia?

2. **As substâncias não são intrinsecamente tóxicas ou benéficas.** É a quantidade que importa (Paracelso). Algumas das menores doses tóxicas correspondem até a substâncias naturais (por exemplo as toxinas e certos venenos animais e vegetais).
3. Os compostos químicos naturais e os obtidos em laboratório ou na fábrica, se referidos à mesma subs-

* Presidente da SPQ
(berberan@ist.utl.pt)

tância, **são em tudo idênticos** (se o desejarmos, poderemos levar o rigor à composição isotópica)! Fa-la-se muitas vezes em composto químico como sinónimo de veneno, esquecendo-se que o sal e o açúcar são substâncias químicas, tal como a água que bebemos (e de que somos feitos – ca. de 60% da massa) ou o oxigénio que respiramos.

4. Não basta conhecer a composição e a estrutura, pois existe uma dinâmica, uma instabilidade: os átomos recombina-se frequentemente, isto é, as moléculas transformam-se umas nas outras - são as **reações químicas**, cujo conhecimento e estudo é o fulcro da Química.
5. O reconhecimento da realidade dos átomos tem pouco mais de cem anos. Com os elementos químicos estáveis (os elementos apenas com isótopos instáveis têm também as suas aplicações, desde Marie Curie) é possível obter um número inconceivelmente elevado de compostos. Mesmo do carbono puro, de que se sabia existirem a grafite e o diamante, obtiveram-se nos últimos anos novas formas, por exemplo fulerenos, nanotubos e grafeno... Com apenas algumas dezenas de milhões de moléculas identificadas (em <http://www.cas.org> há um contador em actualização contínua, que na altura da escrita destas notas estava em quase 57 milhões), **estamos ainda na infância da Química**. A subsequente organização das moléculas em estruturas supramoleculares, introduz uma dimensão adicional no espaço químico e aumenta ainda mais as suas possibilidades quase ilimitadas, que incluem o armazenamento e processamento de informação.
6. **O estudo da química dos seres vivos está incompleto**, embora os progressos tenham sido enormes. Muito resta para fazer, e para aprender com esta química, tendo em vista o desenvolvimento de sistemas artificiais com funções análogas.
7. Nenhum jovem com interesse pela Química **deve ter receio de enveredar por esta ciência** por supor que esta já pouco tem para dar. É do oposto que se trata.

PARA MELHORAR O MUNDO:

1. Utilizando os conhecimentos químicos é possível conceber e preparar **novas moléculas e novos materiais**, que não existem na Natureza.
2. Isto não é necessariamente mau, como alguns sectores mais extremistas defendem – **o ser humano desde sempre modificou o seu meio ambiente, não só para sobreviver mas também para viver melhor**. É num espaço organizado (urbano, rural ou costeiro, mas sempre modificado pelo ser humano) que nos sentimos “em casa”. A urbanização crescente do mundo assim o indica. Podemos passar períodos muito agradáveis e até únicos em locais desertos, mesmo assim quase sempre já com intervenção humana significativa, mas raramente ou nunca toda uma vida sem qualquer apoio (supondo que a desejamos longa!). A Natureza verdadeiramente selvagem é hostil, ou pelo menos indiferente, quer a nível macroscópico (falta de alimentos e de água potável, desconforto, predadores, etc.), quer até microscópico (doenças devidas a inúmeros microrganismos). Gostei muito de ver o filme “Avatar”, cujo “bom selvagem” é um extraterrestre com traços familiares, mas confortavelmente sentado numa sala climatizada e usando óculos 3D. Voltando à Terra, a esperança de vida do homem primitivo era muito reduzida, e a qualidade da sua vida baixa, mas todos temos por vezes nostalgia de um passado que nunca existiu. É uma noção que importa desmontar, pois é persistente em alguns círculos a ilusão de ter existido já no passado uma época de ouro em que o ser humano vivia em harmonia com a Natureza. Que significava então “harmonia”? À excepção de uma pequena minoria, queria dizer mortalidade elevada, existência curta e quase exclusivamente concentrada na subsistência básica. A Revolução Industrial levou a uma melhoria significativa e progressiva das condições de vida, embora isso não tenha acontecido nem imediatamente, nem para todos. Esta revolução produziu também uma modificação importante do ambien-

te, cada vez mais acentuada, e que se sabe hoje não poder prosseguir nos mesmos termos. Mas é o tipo de sociedade futura, diferente e melhor de tudo o que existiu e existe, que importa discutir, planear e realizar, e não procurar o regresso a um passado com assinaláveis realizações materiais e intelectuais (a nossa herança mais remota), mas de ignorância e miséria dominantes, e reduzida população.

3. Basta uma simples ida às compras ou ao dentista para reconhecermos a **fantástica variedade de substâncias e materiais disponíveis**. Vemos num relance a importância das novas moléculas e materiais, desde medicamentos e fármacos (da aspirina ao contraceptivo, passando pelo antibiótico), até aos agroquímicos (fertilizantes, pesticidas), combustíveis, têxteis e plásticos. Já nem nos lembramos que alguns dos primeiros metais úteis resultaram de uma química empírica, e definiram fases bem definidas da civilização: Idade do Bronze (liga de cobre e estanho) e Idade do Ferro (quase sempre com carbono, essencial para lhe aumentar a dureza), metal na altura mais valioso do que o ouro. O impacto da pólvora (mistura de salitre, enxofre e carvão) na história europeia e mundial é também bem conhecido. Mais próximo de nós, os polímeros artificiais, o silício ultra-puro mas dopado... Uma reacção química muito importante é a combustão, presente na respiração e utilizada pelo ser humano desde que aprendeu a controlar o fogo. Continua hoje a ser fundamental (produção de electricidade, transportes), mas tem problemas associados: aquecimento global, esgotamento dos combustíveis fósseis, poluição atmosférica... Os químicos têm contribuído quer para o desenvolvimento de processos alternativos, quer de combustão, quer de armazenamento e conversão de energia (hidrogénio, energia solar, baterias,...), quer no minorar dos efeitos (conversão do CO₂, aumento de eficiência, remoção de poluentes). A concepção e produção de moléculas e materiais exige conhecimentos sofisticados de Química, bem como equipamento apropriado!

4. Por vezes os processos químicos tecnológicos têm efeitos secundários nocivos. Mas **cabem à própria Química (e Engenharias Químicas e do Ambiente, etc.) resolver os problemas**, que resultam de um conhecimento ou de precauções insuficientes. A indústria química é hoje muito menos poluente do que no passado, sendo também uma das mais seguras. Os fumos que continuamos a ver em imagens que supostamente documentam poluição, são quase sempre apenas água líquida finamente dividida (suspensões de gotículas resultantes da condensação local de vapor de água, sendo este invisível nessas emissões).
5. Mas o contributo da Química não se esgota nas novas moléculas e nos novos materiais. O **desenvolvimento de novas reacções e processos mais eficazes** (em rendimento, energia, etc.) e me-

nos poluentes, ainda que com um produto final já conhecido, é muito importante. É este o objecto da Química Verde, que em muitos aspectos se confunde com a Engenharia Química.

6. Da mesma forma, a **concepção e aperfeiçoamento de técnicas de análise** que permitam determinar com rigor, rapidez e baixo custo as concentrações de milhares de constituintes de importância química e bioquímica, nas águas de consumo, nos alimentos, no sangue humano, e na atmosfera, por exemplo, é essencial para a manutenção e melhoria da qualidade de vida.

CONCLUSÃO

A Química é uma ciência que combina actividade teórica com actividade experimental (esta última nem sempre no laboratório!), e em que interpreta-

mos o que vemos (escala macroscópica) baseados numa realidade microscópica subjacente (átomos e moléculas). É uma ciência profundamente enraizada no mundo em que vivemos, pois existe química em tudo o que nos rodeia e em nós próprios. É também uma ciência sensorial, que apela directamente aos sentidos, sobretudo à visão (as cores) e ao olfacto (os cheiros). Qual o químico que não aprecia os odores dos solventes de laboratório, nem sempre agradáveis mas familiares, e que não se maravilha com um ponto de viragem ou com uma chama colorida? A Química está ainda na base do paladar (gastronomia molecular!), e participa mesmo em todos os sentidos através da neuroquímica.

Ao entrarmos no novo ano, os fogos de artifício e as saudações com vinho espumante foram demonstrações simples, mas vibrantes e calorosas, de Química. Viva 2011!

O QUE SERIA DE NÓS SEM A QUÍMICA? O PROGRAMA DA SPQ PARA O ANO INTERNACIONAL DA QUÍMICA 2011 – CENTENÁRIO DA SPQ

JOAQUIM LUÍS FARIA*

A química é a ciência central: ela faz a ligação entre todas as outras ciências. É a ciência que muda o mundo, e fá-lo literalmente, pois é a ciência da matéria e das suas múltiplas transformações. Desde as profundezas da Terra à vastidão do espaço, da essência do ser até para lá da vida, a química responde às exigências da nossa existência, melhora os nossos padrões de vida, prolonga a nossa longevidade colectiva. Sem a química simplesmente não seríamos.

Da Terra extraímos os minérios e o crude para produzirmos as estruturas que constituem as nossas cidades e alimentam as nossas necessidades de energia. Da atmosfera recolhemos o nitrogénio que aplicamos na produção dos nossos alimentos. Do Sol chega-nos a energia, teoricamente em quantidade suficiente para suprir todas as nossas necessidades imediatas e vindouras. Assim houvesse

engenharia para aproveitar essa fonte, pese embora mesmo aí a química não tenha dito a última palavra... longe disso.

A essência da vida, o nosso código genético, é química. A escrita, leitura e compreensão desse código constrói-se com 4 letras (A, G, T, C) desenhadas a partir de número reduzido de elementos químicos. Essas letras agrupam-se em combinações binárias determinadas por 2 ou 3 ligações químicas – ligações de hidrogénio. A função básica que nos permite viver, o processo de respiração, envolve em si várias reacções químicas. Foi a química que nos deu os medicamentos, que nos permitem combater as doenças e melhorar as nossas expectativas de vida. Mesmo depois de percebermos fisicamente, os elementos na nossa constituição incorporam de novo os diferentes ciclos activos no ecossistema que nos acolhe.

O Ano Internacional da Química 2011 faz justiça à evolução e ao desenvol-

vimento registado ao longo da nossa existência. É uma oportunidade para nos lembrar aonde chegamos, qual o impacto da química na nossa realidade de todos os dias e o que ainda podemos alcançar.

Por feliz coincidência, 2011 é também o centenário da sociedade científica que mais contribui para a divulgação da química em Portugal: a nossa Sociedade Portuguesa de Química, fundada em 28 de Dezembro de 1911 num movimento de um pequeno grupo de cientistas portugueses, liderado por Ferreira da Silva, director da Faculdade de Ciências da então recém-criada Universidade do Porto e primeiro presidente da Sociedade.

Convém aqui lembrar os objectivos da SPQ, tal como estabelecidos nos seus estatutos e que visam promover, cultivar e desenvolver, em Portugal, a investigação, o ensino e a aplicação da Química e das Ciências com esta mais directamente relacionadas. A estes juntamos em 2011 o nosso com-

* Secretário Geral da SPQ
(jffaria@fe.up.pt)

promisso para com os objectivos do AIQ numa perspectiva nacional, sempre em sintonia com as restantes sociedades e associações de Química e com os pressupostos estabelecidos pela UNESCO e pela IUPAC.

Queremos levar a química para fora das escolas, das universidades, dos laboratórios, das fábricas e dos meios especializados, para junto do Homem comum, criando uma percepção pública da importância da química, não só ao nível tecnológico, mas também social. O impacto da química na sociedade, nas artes e nas relações geopolíticas, deve ser reconhecido a par da sua importância na promoção do bem-estar da humanidade através do seu contributo na medicina, nas várias indústrias, na agricultura e na produção e armazenamento de energia. Sobretudo queremos neutralizar o negativismo da química normalmente associado aos impactos ambientais. Na maioria dos casos é maior o benefício que o prejuízo, e existe muita demagogia na utilização de impressões do nosso imaginário colectivo: a boa fruta é a fruta sem “químicos” (abreviatura grosseira de produtos químicos), mas no entanto toda ela é química na sua essência; a resistência à engenharia genética, quando a produção de alimentos geneticamente modificados permitiria reduzir a utilização de pesticidas químicos.

A química como ciência da transformação deve ser apreciada por todos. É a transformação dos materiais que nos permite criar automóveis mais leves que consomem menos energia. Os corantes que incorporamos nos materiais do nosso dia-a-dia e que dão cor à nossa existência, não seriam tão variados sem o auxílio da química. E a cor não é apenas uma característica lúdica, tem enorme impacto ao nível da segurança, do ensino e da própria investigação científica. A química vai



Logótipo do Centenário

para além dos limites da ciência, faz parte da nossa vida diária.

A COMISSÃO NACIONAL AIQ 2011-SPQ 100

A estratégia da SPQ na persecução destes objectivos é acima de tudo a de promover que as instituições dotadas de meios materiais e humanos adequados usem esses mesmos meios de forma concertada e ainda mais eficiente. A sociedade reconhece a sua limitação como patrocinador, já que é ela própria beneficiária e por isso assumirá sobretudo o seu papel como agente mobilizador de todos os químicos, professores e estudantes de química que entendam útil associarem-se às comemorações. Assim, convidámos a integrar uma Comissão Nacional criada para o efeito, presidida pelo Professor Jorge Carreira Gonçalves Calado, tendo como vice-presidente o Professor José Artur Martinho Simões, todos os representantes dos departamentos de Química, Bioquímica e Engenharia Química, bem como de outros departamentos ou instituições onde a química tenha um papel relevante (por exemplo, faculdades de Farmácia e departamentos de Materiais), capazes de estabelecer um diálogo produtivo que se traduzisse efectivamente numa acção concertada.

A Comissão reuniu em Coimbra a 2 de Dezembro de 2010, fez um levantamento exaustivo de todas as actividades planeadas por cada departamento/instituição e tentou encontrar formas de coordenar e complementar as actividades propostas. O espírito que caracterizou essa reunião foi fantástico e permitiu construir um programa variado e diversificado que pode ser apreciado na separata a este número do boletim. Esse programa é apenas indicativo pois estão constantemente a chegar-nos novas propostas, pelo que a informação aí contida deve ser considerada actualizada à data da sua emissão. Paralelamente, criámos um portal (www.spq.pt/quimica2011) onde pode encontrar esse programa de forma mais interactiva e funcional. O portal permite ainda colocar actividades que serão tornadas visíveis após validação no espaço de pouco horas. Pode mesmo juntar as suas contribuições nesse local.



Ano Internacional da QUÍMICA 2011

Versão nacional do logótipo do Ano Internacional da Química 2011

Na reunião de Coimbra, surgiram inúmeras ideias que se encontram a ser exploradas: actividades simples, como desafios nas escolas para a criação de calendários, concursos que promovam a interacção da química com a música, criação de autocolantes com frases sobre a química... Vamos chamar as empresas tradicionais, como a Viarco, Renova, Vinho do Porto e Confiança a produzirem materiais alusivos ao evento. Neste espírito, a SPQ lança neste mesmo número um desafio às escolas (ver “Os Químicos e o Ano Internacional da Química” por Mário Berberan e Santos).

A reunião de Coimbra só foi possível graças ao envolvimento da Ciência Viva. A SPQ está a trabalhar conjuntamente com esta instituição de modo a estabelecer um conjunto de parcerias que envolvam acções de formação, conjuntos de palestras, sessões laboratoriais e outras que se pretendem levar a cabo usando a rede de centros Ciência Viva.

Reafirmar a química como ciência central e motivar os jovens para a sua aprendizagem. É necessário melhorar o seu ensino contextualizado nas escolas e adaptar os currículos de formação básico e secundário. Reforçar o seu papel no ensino superior, devolvendo-lhe o espaço merecido nos currículos científicos, especialmente nas áreas das engenharias. Vamos manter e reforçar o nosso empenho na realização das acções tradicionais, como as Olimpíadas de Química. Temos em curso as **Olimpíadas de Química Júnior** para a população do básico (8º e 9º Ano) e as **Olimpíadas de Química +** para o secundário (10º e 11º Ano). Cientes de que a procura pelas escolas tem vindo a aumentar estamos a estudar formas de incrementar a nossa resposta, alargando



A página do AIQ 2011. Aqui pode introduzir o seu próprio projecto e ver o que se está a fazer dia-a-dia

o número de instituições envolvidas. Por outro lado, de modo a promover a internacionalização e aumentar a cooperação institucional manteremos enquanto possível a nossa participação nas **Olimpíadas Internacionais de Química** (International Chemistry Olympiad - IChO) e nas **Olimpíadas Ibero-americanas de Química**. Além disso poderemos promover colaborações bilaterais com regiões vizinhas, na sequência de propostas de cooperação específicas. Actualmente está em estudo a organização de uma prova finalíssima, ou de um projecto conjunto, envolvendo os vencedores da Olimpíada de Química Júnior, com os correspondentes espanhóis da prova organizada pela Associação Nacional de Químicos de Espanha (ANQUE).

Estamos ainda dispostos a ir às escolas com palestras, demonstrações e actividades, tendo reactivado e actualizado a **carteira de palestras de SPQ**. Estas palestras podem ser requisitadas pelas escolas para serem apresentadas localmente. A lista pode ser consultada em ambos os portais SPQ ou AIQ2011 (www.spq.pt).

Numa tentativa de aproximar a química do público e da sociedade civil contamos promover a **publicação de livros e artigos, realizar conferências, palestras, debates, exposições, ciclos de cinema** e outras actividades. A SPQ estará presente na edição, promoção ou divulgação de vários livros, entre eles a tradução da "História Química de uma Vela" de Michael Faraday, a edição conjunta com Porto Ciência de "Ferreira da Silva e o Laboratório Chimico Municipal do Porto" e a divulgação de "HAJA LUZ - Uma História da Química Através

de Tudo" de Jorge Calado, pela IST Press.

Faremos a inserção nos órgãos de comunicação social de notícias, imagens, reportagens, entrevistas e debates sobre a química, os trabalhos e os feitos dos químicos, as suas grandes figuras e o seu impacto no nosso quotidiano.

Temos em preparação um **magazine semanal**, com duração prevista para 3'00, numa série de 13 programas. Cada emissão será centrada num tema diferente, onde vamos demonstrar de forma dinâmica e apelativa o papel da química, em diferentes áreas. A apresentação, que se pretende educativa, tentará ao mesmo tempo dar a conhecer investigadores e entidades nacionais de destaque na área da Química. Cada emissão fechará com uma rubrica de 15 segundos de "Sabia que..." sobre pequenas informações e curiosidades sobre a química.

Teremos também uma presença regular na **imprensa escrita**, estando pre-



O livro que será lançado a 31 de Março de 2011 no Laboratório Chimico/Museu da Ciência Lisboa, "HAJA LUZ - Uma História da Química Através de Tudo" de Jorge Calado, pela IST Press

vista a publicação de entrevistas em várias revistas.

Para aumentar a percepção pública da química está em produção a emissão de um conjunto de **cartazes alusivos a temas chave da química**. Estes cartazes, realizados segundo uma ideia da American Chemical Society, poderão ser descarregados do portal do AIQ 2011 e utilizados para uma ampla divulgação. Os cartazes serão mais tarde complementados por um conjunto de apresentações digitais que poderão ser requisitadas para exposições generalistas sobre a química.

Estamos a trabalhar na tradução de um filme promocional para o AIQ 2011, produzido conjuntamente pela European Petrochemical Association (EPCA), a UNESCO e a IUPAC, que visa mostrar a importância da química no nosso quotidiano. "**CHEMISTRY: All About You**" mostra como a química vai de encontro às necessidades do mundo desenvolvido, é criativa e produtiva, é inspiradora e celebra a contribuição permanente das mulheres para a ciência (2011 é também o centenário da atribuição do Prémio Nobel a Marie Curie). É um filme dinâmico e com uma mensagem direccionada aos jovens na faixa etária dos 16 aos 20 anos.

Pensamos em apoiar espectáculos, exposições e exposições onde a química apareça ligada às artes. Foi-nos apresentado o projecto **Quorum Ballet-Química** (www.quorumballet.com) que consiste num espectáculo de dança contemporânea tendo como tema base a química. O espectáculo de dança contemporânea é uma criação coreográfica original de Daniel Cardoso, director artístico e coreógrafo residente da companhia.

Water—A Chemical Solution: Uma Experiência Global para o Ano Internacional da Química é uma actividade que reúne estudantes de todo o mundo para participar de acções que destacam o papel da química nas questões da qualidade da água e saneamento. Alunos do ensino básico são convidados a explorar um dos recursos mais importantes da Terra,



Dança contemporânea **Quorum Ballet-Química**. A ideia original e promoção da iniciativa são da autoria de Ana Paula Paiva, professora do Departamento de Química e Bioquímica da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa (DQB-FCUL)

a água. Os alunos irão colocar os seus resultados sobre a qualidade e tratamento de água num mapa mundial usando a rede global, de forma a comparar resultados e contactar com outros colegas espalhados pelo globo. A experiência global é uma ini-

ciativa da Comissão de Educação em Química da IUPAC. Inclui actualmente quatro actividades destinadas a cobrir conceitos químicos básicos mas capazes de despertar a curiosidade, com recurso a equipamentos simples. Pretende-se que os professores trabalhem com as suas turmas nas quatro actividades, dando aos estudantes uma visão geral de conceitos como acidez, salinidade, filtração e purificação de água. Esta experiência está a ser coordenada em Portugal pela Prof. Filomena Camões da FCUL, em colaboração com a SPQ.

Além destas actividades, a SPQ continuará com as suas acções e eventos regulares, de onde se destaca o **XXII Encontro Nacional – 100 Anos de Química em Portugal**. O evento decorrerá em Braga de 3 a 6 de Julho, sob os auspícios da Delegação de Braga da SPQ, em colaboração com o Departamento de Química da Universidade do Minho, no Parque de Exposições de Braga. O encontro é organizado pelo Prof. João Paulo André (UMinho) e à semelhança dos encontros nacionais anteriores, inclui-

rá a lição plenária do **Prémio Ferreira da Silva**, sendo igualmente atribuída a **Medalha Vicente Seabra**. Pela primeira vez será entregue o **Prémio Romão Dias**, no domínio da Química Inorgânica. Paralelamente, a Universidade do Minho tem também um programa específico para o AIQ 2011 onde se destaca uma exposição sobre Marie Curie, que estará patente durante o Encontro.

As celebrações do Ano Internacional da Química 2011 e do Centenário da SPQ são uma comemoração dos químicos portugueses. Os seus objectivos só podem ser atingidos com o envolvimento empenhado de todas as pessoas e instituições que se dedicam à investigação, ensino, aplicação e difusão da química em Portugal. A química faz parte da história colectiva do desenvolvimento da humanidade, daquilo que somos hoje e da forma como vivemos. O que seria de nós sem a química? Olhe à sua volta e tente identificar quais os objectos, seres ou materiais que poderiam existir sem que a química tivesse participado no processo da sua criação...



3 a 6 de Julho de 2011. "Cem Anos de Química em Portugal" será o tema do XXII Encontro Nacional, integrado não só nas comemorações do centenário da SPQ como também do Ano Internacional da Química

ACTIVIDADES PLANEADAS PELO DEPARTAMENTO DE QUÍMICA DA UNIVERSIDADE DO MINHO NO ÂMBITO DO ANO INTERNACIONAL DA QUÍMICA



O ano em que se comemora o centenário da atribuição do Prémio Nobel da Química a Marie Curie, foi decretado pela UNESCO o Ano Internacional da Química (AIQ). Por uma feliz coincidência, 2011 é também o ano em que se comemora o centenário da SPQ.

Para assinalar estas efemérides, o Departamento de Química da UMinho projectou um conjunto de eventos e actividades em torno da personali-

de notável de Marie Curie, sob o título "A Beleza do Decaimento: Marie Curie e a História de um Nobel".

As comemorações do AIQ na UMinho tiveram início no dia 27 de Janeiro, numa cerimónia de lançamento que decorreu em simultâneo com a abertura oficial do AIQ na UNESCO, em Paris. A abertura foi oficializada através de uma conferência de imprensa, seguindo-se duas palestras apresentadas pelo Prof. Miguel Castanho e pela Prof.^a Raquel Gonçalves-Maia. Esta ocasião contou ainda com a apresentação do livro mais recente da Prof.^a Raquel Gonçalves-Maia, dedicado a *Dorothy Hodgkin*, uma das quatro mulheres até hoje laureadas com o Pré-



Madame Curie a trabalhar no seu laboratório (Imagem cedida pelo Museu Curie de Paris)

mio Nobel da Química. O XXII Encontro Nacional da Sociedade Portuguesa de Química, que terá lugar no Parque de Exposições de Braga, de 3 a 6 de Julho de 2011, constituirá o ponto alto das comemorações. “**Cem Anos de Química em Portugal**” será o tema deste encontro, organizado pela Delegação de Braga da Sociedade Portuguesa de Química, em colaboração com o Departamento de Química da Universidade do Minho, integrado não só nas comemorações do centenário

da SPQ como também do Ano Internacional da Química.

Ao longo do ano estão previstas diversas actividades, entre as quais, palestras (os Professores Raquel Gonçalves-Maia, Décio Martins e Jorge Calado já confirmaram a sua disponibilidade), exposições, homenagens aos discípulos portugueses de Marie Curie (Branca Edmée Marques, Mário Silva e Manuel Valadares), momentos musicais, uma peça de teatro e a exibição

de filmes e documentários em torno da figura de Marie Curie. Dá-se particular destaque às exposições provenientes do Museu Curie de Varsóvia (**Vida e Obra de Maria Skłodowska-Curie**) e do Museu Curie de Paris (**Marie Curie, A Life – Itineraire D’Une Femme**), que irão estar patentes ao grande público em espaços públicos da cidade de Braga.

Para o público escolar, estão previstas diversas actividades realizadas conjuntamente com a Escola Secundária Sá de Miranda, dando-se relevo às exposições: **No Tempo de Marie Curie** e **O Túnel do Rádio**, na qual se pretende recriar o laboratório dos Curie.

As actividades que constituem o programa contam com o apoio das seguintes instituições: Sociedade Portuguesa de Química, Ciência Viva, Reitoria da UMinho, Escola de Ciências da UMinho, Instituto Curie de Paris, Museu Curie de Varsóvia, Embaixada de França, Embaixada da Polónia, EDP, Fundação Calouste Gulbenkian e Braga Parque.

João Paulo André

(jandre@quimica.uminho.pt)

Presidente da Comissão Organizadora do XXII Encontro Nacional da SPQ



Diploma do Prémio Nobel atribuído a Marie Curie (Imagem cedida pelo Museu Curie de Paris)

WOMEN SHARING A CHEMICAL MOMENT IN TIME - PEQUENO-ALMOÇO / ALMOÇO EM REDE

Dado que a celebração do Ano Internacional da Química se centra no ano do centenário da atribuição do Prémio Nobel a Madame Curie, e que neste ano também se pretende celebrar a mulher na Química, este iniciou-se, a nível global, com uma proposta de Mary Garson, professora de química na Universidade de Queensland, Brisbane, Austrália. Para tal propôs a realização de um pequeno-almoço, ainda antes da data da abertura oficial do ano internacional da química, no dia 18 de Janeiro, evento a que deu o título “*Women sharing a chemical moment in time*”. Esta iniciativa realizou-se em cerca de 100 locais espalhados por 44 países. Em Portugal, realizou-se um pequeno-almoço dinamizado pelo Departamento de Química e Bioquímica da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa e um almoço na Universidade de Aveiro. A

partilha de um momento far-se-ia em todo o mundo ao longo de um período de cerca de 24 h que se iniciou em Wellington, na Nova Zelândia, e terminou no Hawaii, tendo os vários locais celebrado o acontecimento de formas diferentes. Se a maioria aderiu ao pequeno-almoço, outros houve que realizaram almoços e mesmo lanches e jantares.

Em Lisboa, um dos momentos-chave foi a ligação por Skype com a colega Elaine A. Moore, reunida com as químicas da Open University do Reino Unido, que comiam umas simples sandes à semelhança do nosso “Continental Breakfast”, em vez do tradicional pequeno-almoço britânico (papas de aveia e ovos com bacon).

As promotoras de “Pequeno-almoço das Químicas” contaram com a pre-

sença do Jornalista Vasco Trigo, director do Programa *Com Ciência* da RTP 2, transmitido às Quartas-feiras (disponível na Internet em ww1.rtp.pt/multimedia/progVideo.php?tvprog=26914), que, com uma equipa de filmagem, acompanhou as cerca de 2 horas do evento, tendo realizado uma pequena entrevista à organizadora, Prof^a Filomena Camões. Também a TVI passou em directo, no Jornal da hora do almoço, a entrevista que fez à Prof^a Filomena Camões e que foi divulgada na íntegra pelas Notícias da UL.

Foi uma reunião agradável, onde se começou por disponibilizar o vídeo e uma apresentação de diapositivos que foram facultados no sítio do AIQ 2011.

Um momento alto do programa foi a invocação da Prof. Branca Edmée Marques, aluna de Doutoramento de

Marie Curie e antiga Professora da Faculdade de Ciências nos tempos em que esta funcionava na Rua da Escola Politécnica.

Esta tarefa esteve a cargo da colega Cristina Oliveira, que, quando aluna, teve oportunidade e o privilégio de a entrevistar, já após a sua jubilação. Fica também um agradecimento às colegas Eduarda Araújo, Luísa Serralheiro e Teresa Pamplona pela disponibilidade de elucidarem sobre as razões que nos levam a tomar o pequeno-almoço, designadamente sobre os benefícios que nos advêm de bebermos café, chá e leite, e de comermos queijo ou requeijão, enquanto aproveitamos para também tirar partido de alguns aditivos!

A todas e todos que colaboraram com entusiasmo, uma palavra de agradecimento e de parabéns e em particular para as colegas Ana Paula Carvalho e Filomena Freitas, que no curto espaço de tempo disponível asseguraram toda a logística.

Na Universidade de Aveiro foram convidadas todas as mulheres químicas de vários departamentos, assim como docentes das escolas básicas e secundárias da cidade para um almoço no restaurante da universidade.



Almoço realizado na Universidade de Aveiro

de. Neste almoço, que se realizou ao mesmo tempo que no Canadá, Colômbia, Estados Unidos da América, México, Perú, Venezuela e em outros países da América se realizavam pequenos-almoços, participaram 27 mulheres químicas de vários departamentos e instituições. Neste dia ainda se realizou uma palestra pela Professora Raquel Gonçalves-Maia sobre As Estruturas de Dorothy Crowfoot Hodgkin, outra mulher a quem foi atribuído o prémio Nobel da Química em 1964 pela sua determinação por

técnicas de raios-X da estrutura de substâncias bioquímicas importantes – colesterol, insulina, penicilina, vitamina B12, etc..

Para além do encontro de pessoas num mesmo local, o que perpassou durante todo o dia foi o sentimento geral de se pertencer a uma comunidade que transvasa para fora da nossa localidade e mesmo do nosso país. Como lhe chamou a American Chemical Society “*um aperto de mão global*”.

O êxito desta iniciativa originou a proposta de um novo momento de encontro de mulheres químicas antes de terminar o ano internacional da química, tendo sido sugerido um dia, em Novembro, durante a Semana da Ciência e Tecnologia. Aqui fica o repto, a nível nacional, a todas as instituições onde haja mulheres químicas que queiram partilhar um mesmo momento.

Filomena Camões (mfcamoes@fc.ul.pt)
Universidade de Lisboa

Clara Magalhães (mclara@ua.pt)
Universidade de Aveiro



Professora Raquel Gonçalves-Maia

CONFERÊNCIA EUROPEIA DEDICADA AO PAPEL DAS MULHERES NA QUÍMICA

Realizou-se nos dias 20, 21 e 22 de Outubro de 2010, na Hungria, a conferência “Mulheres Químicas e Inovação”, organizada pelas Professoras

Livia Simon Sarkadi (Divisão de Química Alimentar da EuCheMS) e Éva Vámos (Grupo de Trabalho sobre a História da Química).

A conferência, patrocinada pela EuCheMS, pretendeu evidenciar o papel das mulheres na Química e na inovação, com especial enfoque na Repú-



Cerimónia de abertura da conferência levada a cabo pelo Professor Peter Matyus, Presidente da Sociedade Húngara de Química

blica Checa, Hungria, Polónia e Eslováquia, tendo decorrido em conexão com os eventos que se irão realizar em 2011 no âmbito do Ano Internacional da Química (AIQ). A contribuição das mulheres para o desenvolvimento da Química como ciência tem sido significativa, desde que Marie Skłodowska Curie foi a primeira mulher a ser agraciada com o Prémio Nobel da Química em 1911.

A realização desta conferência, tendo como mote central o papel das mulheres na ciência, constituiu uma excelente oportunidade para promover as comemorações em 2011 do AIQ. A conferência foi apoiada pelo Fundo Visegrád, EuCheMS, Hungria MOL-TVK, Fundação L'Oréal para as Mulheres e a Ciência, e pela editora Wiley VCH. O programa da Conferência incluiu palestras convidadas,

apresentações orais e em poster e discussão de ideias em formato de mesa redonda. Reuniram-se mais de 70 participantes provenientes do meio académico e da indústria de oito países diferentes. A conferência incluiu uma sessão especialmente dedicada a jovens cientistas, na qual foram atribuídos prémios a 6 apresentações seleccionadas como melhores comunicações orais e em poster.

A conferência proporcionou uma oportunidade para discutir o passado e o presente, permitindo a troca de ideias científicas e o estabelecimento de novos contactos para cooperações futuras mais estreitas entre investigadores de proveniências distintas, mas, acima de tudo, a conferência pretendeu ser uma fonte de inspiração e de estímulo para novas ideias de trabalho. Nas discussões geradas no ambiente de mesa redonda, não restou qualquer dúvida de que este fórum deve sem dúvida continuar futuramente!

(Adaptado de "EuCheMS newsletter")

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

QUÍMICA NA VIDA DOS ENGENHEIROS

No passado dia 27 de Janeiro, a Biblioteca da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto acolheu a palestra "Química na Vida dos Engenheiros", organizada pelo Departamento de Engenharia Química (DEQ) da mesma faculdade. Esta iniciativa, com a qual se pretendeu assinalar a abertura do Ano Internacional da Química, contou com a intervenção de docentes da FEUP, entre os quais o Prof. José Luís Figueiredo (DEQ), o Prof. José Silva Matos (DEEC) e o Prof. Mário Barbosa (DEMM), e a moderação da Dr.^a Arminda Alves (di-

rectora do DEQ). Dirigindo-se a uma plateia constituída maioritariamente por estudantes, os oradores convidados pronunciaram-se sobre os vários papéis desempenhados pela química nas diversas áreas da engenharia.

Foi possível assistir em diferido à mensagem da Directora Geral da UNESCO, Irena Bokova, proferida alguns momentos antes na sede da UNESCO em Paris (França), durante a abertura da cerimónia oficial organizada pela UNESCO e pela IUPAC.

Durante o ano em curso, serão várias as iniciativas dedicadas à divulgação da Química no quadro das actividades culturais da FEUP. Por feliz coincidência, em 2011 comemorar-se-ão também o centenário da Sociedade Portuguesa de Química (SPQ), a representante oficial nacional para as celebrações do AIQ e o centenário da Universidade do Porto. A ligação entre estas duas instituições será porventura mais forte do que uma tênue coincidência histórica possa indicar, já que o fundador da SPQ foi o lente A. J. Ferreira da Silva da ex-Academia Politécnica do Porto que se tornaria Universidade do Porto por decreto de 19 de Abril de 1911. Desde há vários anos que a FEUP tem com a SPQ uma estreita ligação, albergando nas suas instalações a sede da Delegação Regional do Porto.



Intervenientes na palestra "Química na Vida dos Engenheiros" assinalando a abertura do Ano Internacional da Química na FEUP. Da direita para a esquerda: a Dr.^a Arminda Alves, o Prof. José Silva Matos, o Prof. José Luís Figueiredo e o Prof. Mário Barbosa

Susana Medina
(smedina@fe.up.pt) Serviço de Documentação e Informação da FEUP

Joaquim L. Faria
(jlfaria@fe.up.pt) Secretário-Geral da SPQ

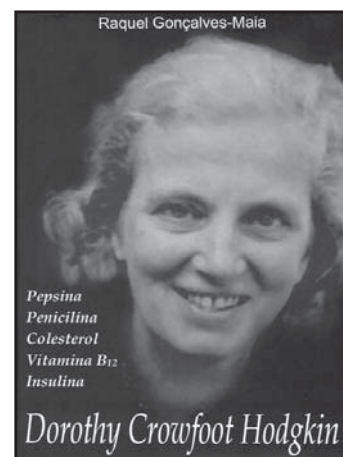
DOROTHY CROWFOOT HODGKIN

MIGUEL CASTANHO*

Raquel Gonçalves-Maia

Edições Colibri, Lisboa, 2010

166 páginas * ISBN 978-9727729913



Transcrição da apresentação feita por Miguel Castanho no lançamento do livro realizado na residência oficial do embaixador do Reino Unido, no dia 2 de Novembro de 2010:

“Obrigado pelo convite para estar aqui a apresentar este livro. Começo por cumprimentar todos os presentes na sala, em particular a autora. Um agradecimento especial ao Sr. Embaixador por nos receber.

Durante a leitura do livro, vi um artigo que saiu na “The Biochemist” (revista da Sociedade Britânica de Bioquímica) sobre o trabalho de Dorothy Hodgkin que mostrava dois aspectos interessantes:

1. A bioquímica vive agora no paradigma de que o binómio estrutura/função governa a natureza: na natureza tudo tem uma certa estrutura que permite determinadas funcionalidades. A bioquímica nasceu da “função” (a reactividade das moléculas – decorrente da “química orgânica” e da “química fisiológica”). Foi o trabalho de Dorothy Hodgkin, entre outros, que associou a “estrutura” à “função”. Esta foi uma grande contribuição que vai muito além da mera forma da insulina e do colesterol, por

exemplo. O trabalho de Dorothy e de outros na sua área criaram o paradigma da estrutura/função em que vivemos.

2. O outro aspecto que achei muito interessante neste artigo foi um retrato que havia de Dorothy, uma pintura (uma cópia da pintura que está na National Portrait Gallery de Londres). Este quadro tem a estrutura da insulina e retrata Dorothy a trabalhar no seu escritório, um cenário clássico de um escritório de cientista. Não havia muito a dizer se não fosse um detalhe especial: Dorothy está a trabalhar e tem quatro mãos, todas elas a trabalhar atarefadamente. Isto ilustra o carácter incansável que ela tinha.

Não é fácil ou simples capturar e falar sobre a essência de um livro que nos mostra Dorothy como este pintor tentou mostrar. Que tenho eu para dizer sobre o livro que prova que o retrato está correcto e que uma pessoa com quatro mãos pode ser muito realista? Porque aceitei eu este desafio?

→ A primeira razão é egoísmo: para receber o livro antes de todos os outros e lê-lo primeiro. Foi uma das minhas leituras de verão.

→ Conheço a autora e sei que ela cultivava como escritora os mesmos valo-

res de investigação profunda dos factos, perfeccionismo e raciocínio minucioso e visão clara que procura como cientista e professora. Provavelmente nunca o confessei à autora, mas o primeiro livro da sua autoria que li foi a sua tese de doutoramento. Eu estava a escrever um relatório para as aulas práticas de Cinética Química e usei-a como fonte de informação. Era tão clara nos seus modelos matemáticos que eu descobri aí como o mundo podia ser descrito usando formulações matemáticas simples. Aprendi depois que estas são muito fascinantes e fiz o meu doutoramento entre físico-químicos, construindo modelos matemáticos. Por isso, estava intrigado sobre como a autora nos poderia mostrar a complexidade da vida de Dorothy de uma forma clara. Devo dizer que não fiquei decepcionado.

→ Apenas um cientista poderia ter escrito um livro como este, desta forma. É uma grande e fascinante viagem que não segue uma linha recta. Os biógrafos tendem a seguir uma linha cronológica (*Dorothy como criança, Dorothy como adolescente, Dorothy como jovem investigadora ...*). Aqui a vida e o esforço de Dorothy são construídos em frente dos nossos olhos de uma forma completamente diferente: por exemplo, alguns capítulos tem nomes de moléculas e um outro capítulo é intitulado “Assuntos amorosos” – apenas um cientista colocaria molé-

* Universidade de Lisboa
(macastanho@fm.ul.pt)

culas e assuntos amorosos ao mesmo nível. Mais que isso, apenas um químico misturaria moléculas e assuntos amorosos.

→ Por último, estava muito curioso por saber que este livro seria uma biografia. Podemos aprender mais e melhor a partir de biografias, pois são sobre pessoas reais num mundo real. E isto é precisamente o que eu quero partilhar convosco. Não vou tentar fazer uma apresentação factual do livro (vocês vão lê-lo de qualquer forma!). Em vez disso, irei partilhar convosco o que aprendi do livro.

O que aprendi então do livro?

→ Aprendi sobre alguém que adoptou a expressão “Não percebe? Tenho que saber!”, o que me recorda o primeiro alpinista que chegou ao cume da montanha K2. Quando questionado sobre porque escalou ele a montanha, respondeu “Porque estava lá”. Por isso, existem pessoas que ouvem uma chamada da natureza e essa chamada é a sua motivação. Esta é a forma moderna de “navegar é preciso, viver não é preciso”. Por isso, provavelmente aprendemos que aqueles que chegam mais longe respondem a chamadas que não conseguem resistir. No entanto, isto tem um lado muito negro: a devoção à ciência pode ser viciante. Os problemas que temos de resolver vão connosco a todo o lado (para casa, ao cinema, ...) e ocupam todo o tempo (os fins de semana, as férias, ...). A maioria das pessoas nesta sala sabem o que quero dizer. Quando sentimos que estamos perto da solução de um problema fascinante não podemos pensar em mais nada. Por vezes perdemos o contacto com a família e com os amigos... E isto aconteceu a Dorothy em certos períodos da sua vida. Apenas um cientista poderia falar sobre este lado negro da forma como a autora o faz.

→ Aprendi sobre alguém para quem a ciência não era apenas uma mensagem, mas um meio de comunicação. Ela não comunicou apenas ciência, comunicou *através* da ciência: os valores da paz, o progresso internacional mútuo, a prosperidade e a luta contra a pena de morte. A ciência é global, a ciência é progresso, a ciência é útil para o desenvolvimento da

Humanidade – a ciência é um exemplo a seguir! Defender a paz não é uma actividade paralela para Dorothy – é uma parte do ser cientista.

→ Aprendi que as pessoas reais, mesmo aquelas que mais contribuíram para o progresso, tem as suas contradições, uma vez que a contradição faz parte de ser humano:

– Dorothy é descrita como uma mulher frágil com problemas familiares e de saúde, no entanto ela é a razão pela qual este livro foi escrito e a razão pela qual estamos aqui, por isso ela fez coisas que apenas uma mulher forte poderia ter feito.

– A segunda contradição, e isto é algo que achei muito intrigante: a devoção que ela tinha à investigação e às pessoas jovens a trabalhar com ela em estudos de pós-graduação não tem correspondência ao nível de estudos de graduação. Tive oportunidade de trocar algumas ideias sobre isto com a autora, mas continuo muito intrigado. Acho difícil conceber que a mesma pessoa que é tão comprometida com a investigação, incluindo estudantes de doutoramento, não tenha o mesmo comprometimento ao nível dos estudos de graduação. Ela teve o exemplo de bons professores, porquê então esta indiferença? Estou perplexo. Margaret Thatcher por exemplo foi estudante de Dorothy. Imagino o que teria acontecido se Dorothy tivesse atraído Margaret Thatcher para uma carreira em ciência. Estudaria provavelmente a hemoglobina, atendendo à determinação com que se tornou a dama de ferro.

→ Outro aspecto fascinante do livro é a forma como as questões de diferenciação entre sexos são abordadas, que é algo que se poderia antecipar da escrita da autora sobre uma mulher cientista. Por um lado, temos um aspecto feminino:

– Realçando a influência de Marie Curie, Irene Curie e Kathleen Lansdale em Dorothy.

– A questão Powell vs. Dorothy (Página 82) na nomeação para *leitor* de cristalografia química, onde a autora sugere que ques-

tões de diferenciação entre sexos poderão ter estado presentes.

Por outro lado, o papel dos homens na carreira de Dorothy é também realçado pela autora:

– O pai de Dorothy foi o principal ajudante na sua preparação para os exames que lhe permitiram ir para Sommerville College para estudar química.

– Desmond Bernal apoiou a sua intenção de iniciar o doutoramento e foi um defensor claro da igualdade entre sexos.

– O seu marido Thomas foi aquele que cuidou das crianças por períodos muito longos enquanto ela estava ausente por razões profissionais.

As múltiplas facetas das questões de diferenciação entre sexos são apresentadas pela autora de uma forma muito realista, em oposição a uma visão a preto e branco.

→ O ecletismo é uma palavra chave para os sucessos científicos! Dorothy sintetizou, cristalizou e analisou os resultados incluindo o desenvolvimento de metodologias matemáticas. Não é de admirar que “o minuto mais excitante da sua vida”, como ela disse, tenha sido a observação do padrão de dispersão de um único cristal de insulina. Este artigo foi publicado tendo apenas um autor.

→ Por último, o que realmente aprendi da vida de Dorothy foi que ela tinha um respeito tremendo por jovens investigadores, altruísmo e sentido de herança para as gerações seguintes. O artigo na Nature, com nomes de 10 co-autores e outros 23 nomes nos agradecimentos a pessoas com quem contactou durante 30 anos de investigação é emblemático. E o efeito de disseminação foi impressionante (Tom Blundell, aqui presente, é um exemplo vivo). Afinal, a ciência não é sobre moléculas. A ciência é sobre pessoas que se preocupam por pessoas e pessoas que trabalham juntas e que são o exemplo que perdura, tão factual como a estrutura da insulina ou do colesterol, apenas mais importante.

Muito obrigado pela vossa atenção.”

FERNANDO PINA VENCEDOR DO PRÉMIO FERREIRA DA SILVA 2010



ENTREVISTA CONDUZIDA POR
HELDER GOMES E CARLOS BALEIZÃO

O Prof. Fernando Pina é o vencedor do Prémio Ferreira da Silva 2010. Este prémio foi instituído pela Sociedade Portuguesa de Química em 1981, sendo concedido a químicos portugueses que, pela obra científica produzida em Portugal, tenham contribuído significativamente para o avanço da Química, em qualquer das suas áreas. Aproveitámos a disponibilidade do Prof. Fernando Pina para conhecermos melhor o seu percurso académico e científico, bem como as perspectivas de futuro da sua brilhante carreira.

BQ: Parabéns pela obtenção do Prémio Ferreira da Silva, galardão máximo atribuído pela SPQ como reconhecimento da sua carreira e da qualidade da investigação científica realizada. Como recebeu esta notícia?

FP: Muito obrigado. Não estava à espera. Para dizer a verdade, lá mesmo no fundo, era algo que pensei que me poderia vir a acontecer um dia. Mas fui apanhado de surpresa e claro, fiquei feliz. Lembro-me de um dos meus supervisores da tese de doutoramento, o Prof. Romão Dias, também premiado, ter dito durante a lição plenária da entrega do prémio, que haveriam outros colegas que o teriam merecido tanto ou mais do que ele. Tenho também consciência disso. Aliás o meu outro supervisor, a Prof. Sílvia Costa, também obteve o prémio Ferreira da Silva... espero que este não seja um prémio hereditário... [risos]...

BQ: Começou a trabalhar com o Prof. Romão Dias ainda como aluno, no ano lectivo 1970/1971, só mais tarde iniciou estudos de doutoramento sob sua supervisão e da Prof. Sílvia Costa na área da Fotoquímica. Que memórias guarda e que influência teve na sua carreira o Prof. Romão Dias?

FP: Na realidade tive dois supervisores o que não era muito habitual nes-

se tempo. O Romão Dias foi a minha maior referência até do ponto de vista afectivo. Durante anos íamos almoçar juntos, por vezes acompanhados de outros colegas. Ele tinha o bicho da investigação e um entusiasmo contagiante. Depois eram tempos pioneiros e sonhava-se acordado. Quando as sínteses dos organometálicos não davam, uma conversa ao almoço em frente a um copo, ou dois, de vinho e as baterias ficavam recarregadas. Ele era um supervisor pouco intrometido, embora sempre presente, e isso foi a minha salvação. Pude aprender fazendo asneiras que é o melhor modo de todos para evoluir.

É evidente que fui influenciado por ambos os supervisores e não foi por acaso que escolhi fotoquímica de organometálicos. A fotoquímica, que era dada pela Sílvia Costa, apaixonou-me e tive a sorte de estar num grupo onde havia o Manuel Prieto, o Maçanita, o Eurico de Melo e a Isabel Viseu. Um luxo. E do outro lado, dos organometálicos, o Carlos Romão, a Maria José Calhorda, pouco mais tarde o José Artur, outro luxo. E vivendo neste balancear entre os dois grupos lá fui fazendo a minha vida de um modo muito autónomo e independente. Nós, estudantes de doutoramento, discutíamos muito uns com os outros. Quase

sempre num tom de voz bem elevado. Quem passava pelo corredor pensava que estávamos zangados uns com os outros. Lembro-me bem do Maçanita mandar artigos pela janela fora, que iam parar ao telhado do anfiteatro do complexo, com o comentário... estes tipos são uns ignorantes... até que um dia teve de saltar a janela para ir buscar um artigo, já não sei se lançado por engano ou por termos feito uma reavaliação dele.

BQ: Concluiu a Licenciatura em Engenharia Química no IST, no ano lectivo 1971/1972. Que motivos, quando estava no liceu, o levaram a ingressar neste curso e a estabelecer a ligação à Química que o acompanha desde então?

FP: Sempre tive uma paixão pela Química e em miúdo tinha um pequeno laboratório numa arrecadação do quintal. Mas fui para Engenharia Química no IST, porque sim... podia ter escolhido outra coisa, como biologia. Durante a licenciatura, o Técnico abriu um ramo em processos químicos e segui por aí. Como dizia o Romão Dias nessa época, os estudantes de doutoramento vinham comer-lhe à mão... referia-se a mim, ao Carlos Romão, à Maria José Calhorda. Não sei se eles foram comer-lhe à mão...

eu fui. E quando tive oportunidade fui ter com o Romão Dias e disse-lhe que queria fazer investigação. Ele aceitou-me, estava no 4º ano, e comecei por preencher fichas e encomendar reagentes. Mas não fiquei desiludido, tinha o cheiro da investigação, eram os tempos pioneiros quando o Romão Dias ia “pescar” material de vidro ao único sítio onde havia algo para trabalhar, o Laboratório de Análises. Depois o Romão Dias foi para a tropa e a seguir para Angola e entretanto a Sílvia Costa convidou-me para fazer um doutoramento com ela e o Romão Dias. Aceitei de bom grado. Segui a carreira da Química e nunca mais pensei na Engenharia Química. Mas a vida prega partidas e nos últimos anos tive de lá voltar a propósito da nossa colaboração com a empresa YDreams.

BQ: Fale-nos um pouco de como se iniciou essa relação com a YDreams... Em Portugal, quando se fala da colaboração entre Universidades e Empresas, especialmente na área da Química, é comum ouvir que existem poucas empresas ou que as empresas são muito fechadas e não tentam encontrar parcerias nas Universidades.

FP: A YDreams é um caso muito particular, mas não único. E tem sido muito

divertido. O António Câmara veio ter comigo porque viu uns trabalhos nossos sobre os modelos das memórias ópticas. Tenho uma admiração sem fim pelo António que é um sujeito extraordinário e fiquei muito entusiasmado com a ideia de colaborarmos. Fiquei eu e os meus colegas do grupo. Começou-se por um projecto de estágio usando uns compostos sensíveis ao infra-vermelho para fazer o “tracking” do Futebol. O projecto foi um sucesso, o António ainda falou com treinadores de futebol, mas nessa altura não se concretizou nada. Foi agora retomado pelos colegas da Faculdade de Motricidade Humana e está em movimento. A seguir decidimos avançar para a computação ubíqua, um conceito muito querido ao António Câmara, e onde a nossa investigação se enquadra perfeitamente. Foi proposto ao Carlos Pinheiro, o autor do referido estágio, um doutoramento com uma bolsa universidade-empresa. O doutoramento está concluído, o projecto do laboratório da empresa lançado. Chama-se Ynvisible, é uma spin-off da YDreams e está prestes a produzir células electrocrómicas sólidas em grande escala para diversas aplicações.

BQ: É fácil comunicar e integrar os trabalhos feitos em laboratório, como é o vosso caso, em dispositivos e produtos desenvolvidos por informáticos?

FP: Depois de feito parece fácil, mas é preciso maleabilidade e tentar perceber a linguagem dos outros. E isso é recíproco. A passagem à escala de produção é um outro mundo, muito complexo, que precisa de uma abordagem científica diferente daquela que sempre seguimos. Mas, quando existe vontade de levar por diante uma ideia e se tem parceiros empenhados, tudo é possível. Uma das coisas que admiro no António Câmara, e não é nada português típico, mas vi muito no MIT durante a última sabática, é esta confiança que tudo vai dar certo. Meio caminho andado para o sucesso.

BQ: Quais os impactos futuros no seu grupo de investigação da vossa colaboração com a YDreams?

FP: Estamos muito empenhados no sucesso do projecto, porque é um modo de retribuir tudo o que tem sido investido na investigação do grupo. O grupo também cresceu devido a esta colaboração. A Ynvisible adquiriu uma dimensão razoável e existem planos para a cotar em bolsa. Depois divertimo-nos muito com as ideias loucas que passam por ali. Temos neste momento um capital de conhecimento que nos vai permitir diversificar a nossa intervenção nas aplicações e nos abre novos horizontes na investigação fundamental. Não é por acaso que somente há uns anos o nosso grupo decidiu iniciar projectos de aplicação. Depois de ter laboratórios minimamente apetrechados, massa crítica, e uma história científica coerente, que é a base de onde partimos. Só se aplica o que se conhece e por detrás de tudo está sempre a investigação fundamental.

BQ: Voltando aos seus tempos de estudante... mal acabou a licenciatura iniciou a sua actividade docente como Assistente eventual no IST. Sente que havia mais oportunidades na altura para iniciar uma carreira académica que agora?

FP: Sim, sem dúvida. O sistema começava a crescer em explosão. Qualquer licenciado encontrava emprego e as oportunidades na Universidade eram muito maiores. Agora a competição é feroz. Este é o preço que pagamos por um ensino de massas. Para



Prof. Fernando Pina no seu gabinete de trabalho

os privilegiados da altura, como eu, era muito mais tranquilo. Mas assim não havia igualdade de oportunidades, o que é não só socialmente injusto, como limita o leque de escolhas de gente capaz.

BQ: O desafio do ensino de massas está vencido. Quais acha que serão os novos desafios das Universidades portuguesas para a próxima década?

FP: Vai ser necessário procurar a excelência pelo menos nalgumas áreas, naquelas em que há massa crítica. É difícil, senão impossível, que uma pessoa ou uma instituição sejam muito bons em todas as áreas. A qualidade da investigação é que vai definir no final a qualidade do ensino. Sempre foi assim e não é novidade nenhuma. Não é preciso ser vidente para prever que o maior problema vai ser manter a renovação dos professores e investigadores. Sem gente nova não há inovação. O factor humano é o mais importante, a meu ver. Estão os portugueses e os seus governos dispostos a manter o sistema de investigação e as universidades num momento de crise, quando se corta em, quase, tudo? Será que o nosso futuro passa pelo ensino e pela investigação? Será que os nossos compatriotas vão entender isso? Temos feito tudo para justificar perante a opinião pública que somos mesmo indispensáveis e que não se pode deixar mirrar o sistema de ensino e de investigação? E que isso custa dinheiro dos contribuintes?

BQ: Como compara o ensino superior quando foi estudante no IST com o ensino actual?

FP: Depende. Logo nos primeiros anos, tínhamos o Fraústio da Silva, o Jorge Calado e depois o Romão Dias, entre muitos outros e não podia ser melhor. Mas havia outros professores de quem não vou dizer os nomes, que pareciam viver 50 ou mais anos em atraso. O ensino melhorou, digam o que disserem, apesar de actualmente os professores perderem menos tempo com os alunos. Dias inteiros a fazer orais... quem se lembra disso agora?

BQ: Um tema de debate diário nas Universidades é o nível de preparação com que os alunos chegam à Univer-

sidade. Como sente a preparação dos alunos actuais com os alunos a quem leccionava no início da sua carreira de docente?

FP: No geral é pior nalgumas coisas, por exemplo menor conhecimento científico, e melhor noutras, mais aptidões para as novas tecnologias. É verdade que ao longo dos tempos sempre se lamentou a falta de preparação dos alunos. Tem séculos este lamento. Mas a sociedade tem vindo a avançar, com alguns recuos pelo meio, mas com uma derivada positiva. Por um lado, temos de aprender a ensinar de outro modo e tentar tirar proveito do conhecimento que estes alunos têm de tecnologias que não existiam há 10 ou 15 anos. E tentar suprir a falta de conhecimentos e mesmo capacidade de concentração e de trabalho, com que a maioria nos aparece. A ideologia de uma certa corrente pedagógica que se impôs na maioria dos países europeus tem como consequência a desresponsabilização dos alunos... os coitadinhos... é esse caldo que permite aos pais quase controlarem as escolas e alguns chegarem mesmo a agredir os professores.

BQ: Então às Universidades está reservado o derradeiro papel de garante da qualidade do ensino em Portugal?

FP: Não, pelo contrário. A qualidade tem de começar no ensino pré-escolar, primário e secundário. Já não tenho sensibilidade sobre o que se passa nos dois primeiros, mas o ensino secundário é muito problemático. Também aqui há de tudo, escolas e professores excelentes e escolas e professores medíocres e oportunistas. Acresce que, como já referi, muitos dos ideólogos das ciências da educação partilham teorias que em meu entender nivelam por baixo. Já ouvi o argumento que na escola primária não se pode ensinar com muita profundidade, nem ir muito longe nos programas, porque depois os alunos menos capazes, que em muitos casos coincidem com aqueles com menor rendimento ou com problemas de funcionamento da família, não conseguem acompanhar. Mas que isso não constitui um grande problema porque os outros podem ter um complemento

de educação da parte dos pais. Este é o argumento mais classista que ouvi. São exactamente aqueles com menos posses que necessitam de um bom ensino e da escola pública, o único local onde podem adquirir, já não digo educação, ser pobre não significa ser mal educado, mas pelo menos instrução. Com estas ideias pseudo progressistas, todos são prejudicados, incluindo os melhores alunos que assim não podem ir mais longe. Não sou especialista desta matéria nem tenho soluções no bolso, mas os resultados mostram que este não é o caminho. Que se pense em alternativas. Pergunto, para que servem todos os técnicos do Ministério da Educação? Não resisto a relatar um episódio anedótico contado por uma cara colega. Numa célebre reunião a propósito dos erros na prova de Química do 12º, um dos presentes, da parte do Ministério, saiu-se com esta – e para que serve isso do pH? O que é preciso é serem bons cidadãos... que sejam ignorantes sobre coisas básicas da ciência não faz mal... E fico por aqui...

BQ: Mudando de assunto... a sua geração foi a primeira a realizar o doutoramento em Portugal, após umas décadas em que os doutoramentos eram efectuados no estrangeiro. Como foram esses tempos durante o doutoramento, em que a investigação nas Universidades começava a despontar, e em que o país atravessava tempos de agitação social e política?

FP: A estratégia, tanto quanto me apercebi, pelo menos na Química do Complexo do IST, foi do Fraústio, do Jorge Calado e do Romão Dias, e mais tarde do António Xavier e da Sílvia Costa, os chefes de linha na altura. Eles tinham vindo todos de Inglaterra e não era solução mandar toda a gente para o estrangeiro. Até porque em alguns casos os investigadores quando voltavam não conseguiam fazer nada, dada a falta de laboratórios apetrechados para muitas das especialidades. Muitos não se adaptavam às realidades da altura. Foi a visão da geração anterior e a sua vontade de fazer carreira científica em Portugal, que permitiu lançar as bases do que temos hoje. No início do 25 de Abril era uma festa cheia de coisas loucas e muitos de nós bem contribuíram

para isso. A agitação social deu origem a algumas discussões no Complexo, mas não teve grande reflexo no trabalho de investigação. Talvez se trabalhasse menos, mas no essencial sempre nos demos todos muito bem, independentemente das ideias políticas de cada um. Mas antes do 25 de Abril o Técnico foi fechado e a polícia entrou no Campus. Havia muita tensão. Faltei ao 28 de Setembro, ao 11 de Março e parte do Verão quente, 1975, porque estava na tropa em Moçambique e por tal perdi uma grande parte da barafunda.

BQ: Na altura em que realizou o seu doutoramento não era muito comum publicar durante esse período, no entanto, do seu curriculum destacam-se 3 publicações em revistas internacionais indexadas no ISI. Corroborar da nossa opinião?

FP: Publiquei 4, um mais tarde, mas ainda da tese. Não foi caso único nos nossos grupos de investigação, mas talvez fosse acima da média do resto do País. É preciso ter em conta que o Centro de Química Estrutural do Complexo, apesar de pobre, tinha condições que não existiam em muitos outros laboratórios do País.

BQ: Como se fazia investigação nessa altura sem internet e sem o ISI?

FP: A biblioteca era numa rerete, tinham espaço as retretes do IST... Havia o Chemical Abstracts por onde se começava, por vezes tinha de se copiar à mão os artigos, não havia fotocopiadora, era uma grande seca e cansativo. Mas como não se sonhava que um dia iria ser muito mais fácil, nem se pensava nisso. Depois faltavam muitas revistas, e uma ou outra colecção estava no gabinete dos professores... e era preciso pedir aos ditos, que nem sempre se mostravam disponíveis. Era tudo mais lento, mas excesso de informação também não é bom.

BQ: Imediatamente após a conclusão do seu doutoramento em 1983, realizou uma acção de pós-doutoramento na Universidade de Bolonha, Itália, onde trabalhou com o Prof. Vincenzo Balzani na área da Fotoquímica Supramolecular. O que o motivou nessa decisão?

FP: Fiquei muito impressionado com o livro do Balzani e Carassiti, "Photochemistry of Coordination Compounds" e com os artigos do Balzani, entre eles um na Science sobre conversão da energia solar. Os meus colegas iam para Inglaterra, Alemanha, França ou Estados Unidos. Mas eu decidi ir para Itália, e em boa hora. Antes, o Balzani tinha sido convidado para um encontro científico, salvo erro pela Sílvia Costa, e veio a Portugal. Falei com ele nessa altura e mais tarde consegui um lugar de pós-doutoramento com uma bolsa da NATO.

BQ: Do seu currículo constata-se a existência de várias e continuadas missões e colaborações de investigação envolvendo Itália, não só a Universidade de Bolonha, mas também outras instituições, Universidades de Ferrara e Florença. Porquê Itália? Este País é particularmente importante na sua área de investigação?

FP: Sim. Itália foi talvez o País com a mais forte comunidade fotoquímica inorgânica e ainda é uma grande potência. Depois fazemos amigos e na investigação é muito importante o aspecto da confiança, do afecto.

BQ: Do ponto de vista científico, quando chegou a Itália, que diferenças sentiu relativamente à situação em Portugal?

FP: Por um lado que estava bem preparado, por outro que havia um outro mundo a descobrir e vantagens de estar num sítio onde aconteciam das coisas mais importantes da fotoquímica. Por exemplo, colaboração com o Jean-Marie Lehn ainda antes do Nobel. O Norte de Itália é um local central. Vai-se de comboio para Munique ou Viena ou para a Suíça. Itália faz fronteira com a Áustria, França, Suíça e a Eslovénia. Havia dinheiro para comprar equipamento e os reagentes não demoravam "séculos a chegar". Seriam umas décadas de avanço em relação a Portugal. Agora com o tempo isso esbateu-se, felizmente.

BQ: Quando regressou, como viu o País científico e como foi a adaptação à nova realidade?

FP: Preparei a minha ida para a Nova e comecei do nada, tal como os da

geração anterior. Na Nova, tinha uma bancada despida, de 2 metros, e o gabinete/laboratório do Manuel Nunes da Ponte que me albergava e ao Manuel Carrondo. Depois foi fazer pela vida e encontrar o meu espaço num mundo de "galifões" por quem tenho muita ternura. Não tive uma passadeira vermelha, hoje penso que ainda bem, mas mesmo assim tive o apoio de alguns colegas que me foram dando algumas oportunidades que tentei agarrar com ambas as mãos.

BQ: Em 1987 iniciou a instalação do laboratório de fotoquímica da FCT/UNL. Que dificuldades encontrou nessa altura no acesso a financiamento?

FP: Para além do espaço, lembro-me de pedir ao Romão Dias 5 litros de acetona e consegui levar uma linha de vácuo. Mais tarde foi possível alargar o espaço para 6 metros de bancada com uma hotte e uma câmara escura de pouco mais de 1 m². Uma das razões de ir tantas vezes a Itália era também devido à possibilidade de aproveitar as férias e ir trabalhar no laboratório. Depois conseguimos um projecto europeu sobre fotodegradação de pesticidas, comprou-se um espectrofotómetro e um espectrofluorímetro, com a ajuda do António Xavier, um pouco mais de espaço e por aí adiante. A colaboração com o Manuel Prieto e o Eurico e Melo, que ajudaram na montagem inicial, e também com o António Maçanita, fez com que não ficasse desterrado na margem sul. Depois o Departamento de Química da Nova começou a criar dimensão e a partir daí as coisas foram mais simples.

BQ: Como compara essas dificuldades com a situação actual da investigação científica em Portugal?

FP: Tudo tem o seu tempo. Atingimos um certo patamar e a nossa referência tem de ser outra. Em muitos laboratórios do nosso País há boas condições para investigar. Se não fazemos mais não é por causa de falta de equipamento. Claro que conseguiríamos melhor, espero, com equipamento mais sofisticado, mas somos um País pobre e temos de fazer o melhor com o que temos, que já custa muito dinheiro aos contribuintes. E tentar devolver

em produção científica aquilo que se investe. A situação é que o sistema cresceu muito e se pára vai envelhecer. Sem gente nova não se pode continuar. E se concordo que só se deve contratar quem deu plenas provas, um pouco de estabilidade a certa altura da vida é indispensável. Pelo menos ter alguma confiança que trabalhando bem não se vai ficar sem nada de um momento para o outro.

BQ: Nos últimos anos têm sido feitos muitos esforços para tentar levar ao público geral, ou melhor, a quem financia a Ciência, os trabalhos desenvolvidos nas Universidades Portuguesas. Acha que a mensagem tem chegado? O que podemos melhorar?

FP: É verdade que sim, mas o público alvo destas acções é muito limitado e muitas vezes trata-se de convencer os crentes. Os meios de comunicação, como a TV, poderiam ter aqui algum papel, mas a lógica desses meios é outra. Não podemos contar com a ajuda da maioria dos meios de informação na educação dos portugueses, antes pelo contrário. Mas se cada um de nós tentar explicar ao seu círculo de amigos e familiares a função social da educação e investigação, talvez isso possa contribuir um pouco. Por outro lado, a maioria dos pais quer que os filhos sejam doutores e isso é um bom sinal, porque há terreno fértil para a mensagem passar. Nisto, como em tudo, o segredo está em cada indivíduo. As acções de cima para baixo são úteis, mas não têm a força de uma vontade resultante da soma das vontades de cada um de nós. Podemos fazer melhor individualmente, dar maior relevo à divulgação científica e, somando tudo, talvez se possa atingir uma mudança qualitativa. Tal como na Química Supramolecular, acredito na aproximação “bottom-up”.

BQ: Em 1991 é co-Fundador do Centro de Química Fina e Biotecnologia da FCT/UNL tendo iniciado a linha de Fotoquímica-Química Supramolecular, da qual tem sido seu coordenador. Como se despoletou este processo de criação da sua linha de investigação?

FP: Foi a ordem natural das coisas. Precisava de montar o laboratório e ter massa crítica. Foi por isso que me mu-

dei do Técnico para a Nova, para ter oportunidade de construir um grupo.

BQ: Quais tem sido os principais desafios na coordenação do grupo?

FP: Neste ponto vai ser preciso contar um pouco mais sobre o grupo. Entre tanta gente que foi passando tive a felicidade de encontrar o Jorge Parola, a Maria João Melo e mais tarde o João Carlos Lima. Aprendi que uma pessoa tal como uma andorinha não faz a Primavera... Nada disto teria sido possível sem o trabalho destes colegas e dos outros que entretanto tem vindo a integrar o grupo ou já o deixaram. A experiência do Técnico ensinou-me que deveria deixar espaço para os meus colegas mais novos. Em Portugal não há mobilidade e, por tal, o modelo não pode ser o do Professor no cimo da pirâmide. Cedo os meus colegas de grupo tiveram os seus projectos, os seus alunos, o seu espaço e os seus equipamentos. Numa palavra, investigação autónoma. Partilhamos espaço, equipamentos e alguns projectos. E muitas ideias e discussões científicas. Tive de ter cuidado em não ter estudantes de doutoramento em demasia para dar oportunidade a todos os outros. Porque não podíamos crescer mais em espaço. Mas tenho tirado muito proveito pessoal do trabalho dos meus colegas e espero ter dado algo em troca. Em média sou

autor de cerca de um terço das publicações do grupo, e somente aquelas em que estou mesmo completamente envolvido. No início as minhas opções marcavam mais o grupo, como seria de esperar. Neste momento a coordenação é muito partilhada. Procurei sempre estar num grupo como este, fiz algumas escolhas muito difíceis quando foi preciso, mas também tenho tido muita sorte com os que me rodeiam.

BQ: Possui no seu currículo mais de 160 publicações em revistas internacionais indexadas no ISI, performance reconhecida em 2004 pela Fundação para a Ciência e a Tecnologia com o Prémio Estímulo à Ciência. Qual a reacção com que recebe actualmente a notícia sobre a aceitação de mais um artigo para publicação, comparada com a reacção com que recebeu a publicação dos primeiros artigos da sua carreira?

FP: Bem, também tive o prémio de Ciência da Fundação Gulbenkian em 1998 que partilhei com mais dois grupos, entre eles uma Química, a Helena Santos. Recebo mais ou menos com o mesmo entusiasmo. O artigo mais importante é aquele que está a ser escrito no momento e tudo começa de novo. Trata-se sempre do renovar da esperança. Por exemplo, mesmo hoje vi no livro de texto mais importante da



Grupo de Fotoquímica e Química Supramolecular da FCT-UNL

fotoquímica e fotofísica das moléculas orgânicas, a nova edição do Turro, que na página 962 está descrito um trabalho da tese do Jorge Parola que foi feito em colaboração com o Balzani. Trata-se do encapsulamento do biacetilo num hemicarcerando, com figura e tudo a meia página. O Jorge levou 6 meses a fazer a síntese e foi tudo feito na Nova. E até teve o prémio da Gulbenkian para os jovens cientistas com esse trabalho. Fomos fazer parte dos estudos a Bolonha nas férias. Fiquei (ficámos) contentes com este destaque, mas pensei que temos feito outras coisas igualmente giras que ainda não passaram para esses livros de referência. E vamos tentar que isso se volte a repetir.

BQ: Quais os critérios actuais que o orientam na selecção das revistas onde publica?

FP: Tentamos publicar nas melhores revistas e nas mais adequadas afim de evitar o mais possível que os trabalhos sejam recusados. Quando isso sucede analisamos o motivo e partimos para outra.

BQ: O que é mais importante, publicar numa revista com elevado factor de impacto ou um artigo publicado numa revista com factor de impacto reduzido mas com muitas citações? Como vê este tipo de bibliometria?

FP: Não tenho uma resposta clara. A bibliometria é um instrumento muito útil. Mas não deve ser o único meio da avaliação. Lembro-me da dificuldade que teve a geração do Romão Dias e do António Xavier, só para dar exemplos que conheci bem, em tentar convencer a comunidade nos anos setenta e oitenta da importância de publicar. O escândalo que foi quando, salvo erro, o António Xavier me fez chegar um gráfico de barras com o número de artigos publicados por cada departamento da FCT da Nova, que pendurámos numa porta. Claro que o nosso “retrato na fotografia” ficava muito bem e até me surpreendeu. Actualmente, a necessidade de publicar é um dado adquirido e por tal podemos passar para a fase seguinte. De facto, o factor de impacto da revista depende do trabalho dos outros e as citações são o reflexo do impacto do

nosso trabalho. Publicar numa revista de impacto é difícil e pressupõe uma certa qualidade. Ter muitas citações, pelos bons motivos, significa que o nosso trabalho teve repercussão na comunidade. Da minha experiência são os artigos nas melhores revistas aqueles que têm maior número de citações, mas claro que há excepções. Mas, talvez esse seja um falso dilema e se possa concluir que o melhor é mesmo publicar nas revistas de maior impacto. Quando isso não é possível baixa-se o tiro. Ter o bom senso de escolher a revista certa faz parte da arte. No entanto, tenho verificado na minha actividade de “referee” de algumas revistas de maior impacto que em certos países os cientistas são mais audaciosos.

BQ: Que aconselha actualmente aos seus alunos de doutoramento no que concerne a publicações?

FP: No princípio do doutoramento sou eu, ou no caso de estar algum colega envolvido, nós, quem escrevemos os artigos. Depois, pouco a pouco, essa tarefa vai passando para o estudante, e por vezes, mas nem sempre, no último trabalho, o estudante pode ser o responsável científico e nesse caso escreve um rascunho que depois alteramos na medida do necessário. Sou pouco atreito a dar conselhos e creio que as estratégias passam com os exemplos práticos. Mas como referi, a estratégia é procurar a qualidade antes da quantidade.

BQ: Quando um aluno está a terminar o mestrado e vai falar consigo sobre as dúvidas que tem sobre se deve ou não seguir para trabalhos avançados de doutoramento, o que lhe diz?

FP: Que pense e escolha. Não faço proselitismo e tento ter sempre um número muito pequeno de estudantes de doutoramento, até porque no grupo somos muitos doutores e cada um deles também tem estudantes de doutoramento. Seguir o doutoramento deve corresponder a uma força interior e não a um cálculo se é melhor ou pior para ter emprego no futuro. Posso estar fora de moda mas ainda acredito nas vocações. Se o estudante ficou cativado pela ciência passa à frente de tudo e poucas dúvidas terá.

É desses que precisamos. A conversa é para lhe dizer que as portas estão abertas e quais os temas que podemos orientar. Seria uma grande responsabilidade dizer a alguém, ou mesmo sugerir, para fazer isto ou aquilo, e não tenho um bola de cristal para prever o futuro e por tal o melhor é deixar cada um decidir por si. O sistema do Romão Dias de vir comer à mão é mesmo o melhor...

BQ: Tendo chegado ao topo da sua carreira académica e a um nível internacional de elevado reconhecimento científico, que objectivos gostaria de concretizar no futuro?

FP: Espero não ter ainda chegado ao topo na carreira de investigação e de professor, e ter muito caminho para percorrer. Estes pequenos sucessos, como o prémio, são para saborear rápido e dar estímulo para o que vem a seguir. E o passo seguinte é o próximo artigo ou o sucesso da Ynvisible ou o que vier. Fiquei muito mal impressionado quando uma colega minha mais nova me disse quando soube da minha passagem a Professor Catedrático, “*agora que chegou a Catedrático não precisa de fazer mais nada*”. Para dizer a verdade deu-me foi vontade de fazer mais. Porque aumentou o meu grau de responsabilidade.

BQ: Entre 1996 e 2004 foi Editor/Director de algumas revistas nacionais e internacionais, incluindo do Boletim da Sociedade Portuguesa de Química entre 2001 e 2004. Como o marcou esse período?

FP: Uma trabalhadeira imensa. Fiquei a respeitar mais os editores. Mas tive grandes ajudas.

BQ: 2011 foi declarado como Ano Internacional da Química. A Química é normalmente vista pela Sociedade como algo nefasto e associado a desastres industriais e ambientais. Que espera que este destaque mundial dado à Química possa influenciar na percepção que a sociedade tem da Química?

FP: Espero que seja uma oportunidade para passar à sociedade a ideia de que a Química é fixe! Embora num anúncio do presunto de Parma na

TV italiana se dissesse que aquele presunto não era químico, de facto é mesmo químico, desde o porco vivo, até ao saborear do presunto e sua digestão.

BQ: A entrevista chegou ao fim, foi muito agradável conhecer o relato das suas experiências, agradecemos imenso a disponibilidade.

FP: Só vos tenho a agradecer a oportunidade.

NOTA BIAGRÁFICA DO PROFESSOR FERNANDO PINA

Originário de Almada, Fernando Pina licenciou-se em Engenharia Química pelo IST, onde se doutorou em 1983 com a tese “Fotoquímica de Complexos Bisciclopentadienilo de Molibdénio e Tungsténio”, sob orientação de Sílvia Brito Costa e Alberto Romão Dias. Este período definiu dois traços que ainda hoje caracterizam o Grupo de Fotoquímica e Química Supramolecular da FCT-UNL e do Laboratório Associado REQUIMTE: síntese química e caracterização de reactividade fotoquímica.

No ano de 1983/84, optou por um pós-doutoramento no laboratório de Vincenzo Balzani, em Bolonha, onde estudou pares iónicos com complexos de metais de transição para mediação redox em ciclos de conversão de energia. A colaboração com Bolonha continuou através de diversos projectos na área da química supramolecular, com publicações em diversos tipos de sistemas hospedeiro-hóspede (supra-complexos, hemicarceplexos, dendrímeros, entre outros). No final da década de 80 e na década de 90, a química supramolecular definiu-se como área central na actividade científica de Fernando Pina. Daqui nasceram as duas linhas de investigação principais do Grupo de Fotoquímica e Química Supramolecular da FCT-UNL (ver gráfico 1 de artigos por área): os sensores fluorescentes baseados em poliaminas e os sistemas fotocromáticos multiestado

baseados em flavílios (tema que levou ao Prémio Gulbenkian da Ciência em 1998). A área de sensores fluorescentes cresceu em colaboração com dois grupos importantes de química inorgânica (Enrique García-España em Valência e Antonio Bianchi e Andrea Bencini em Florença) enquanto que a dos flavílios e antocianinas nasceu e cresceu em Portugal (colaboração com António Maçanita) e estendeu-se depois para Bolonha (Vincenzo Balzani, Mauro Maestri), consequência natural da excelente relação pessoal e científica com o grupo de Balzani.

No início da primeira década do séc. XXI, Fernando Pina empenhou-se na criação do Departamento de Conservação e Restauro na FCT-UNL, ao qual ainda preside. A forma como este curso foi desenvolvido – com uma forte componente científica, em particular química – tornando-o único a nível nacional (e internacional) traduzido no sucesso que os seus licenciados (e doutorados) têm obtido a nível internacional, mostram a química como ciência central e fortemente aplicada, justamente o nome da licenciatura na qual os alunos da Nova têm o privilégio de ter Fernando Pina como professor (Química Aplicada).

Mais recentemente, respondendo ao desafio de contribuir para o desenvolvimento tecnológico do país e ao

desafio de António Câmara, CEO da empresa YDreams, Fernando Pina lançou no Grupo de Fotoquímica e Química Supramolecular uma área de investigação aplicada ao desenvolvimento de materiais cromogénicos para aplicações em ecrãs construídos sobre suportes não convencionais.

Fernando Pina é além disso um professor muito considerado pelos seus alunos dedicando muitas horas a procurar formas de tornar a matéria de química acessível a plateias com e sem formação de base em química. Exemplo recente disso é o seu envolvimento no ensino de Química a alunos do Mestrado em Arte e Ciência do Vidro, com sucesso, iniciado em 2009/2010 e a iniciativa Dias da Química (hoje EXPO-FCT) no DQ-FCT-UNL, a par da disponibilidade que sempre demonstrou para colaborar em diversas funções da Sociedade Portuguesa de Química, traduzidas, entre outras, no facto de ter sido seu secretário-geral e editor do *Química*.

Os seus dados bibliométricos retirados do ISI *Web of Science* mostram que o perfil de citações continua em crescendo demonstrando que a ciência que Fernando Pina produz se encontra, apesar dos seus mais de 30 anos de carreira, em pleno crescimento.

Jorge Parola e João Carlos Lima
(Departamento de Química, FCT/UNL)

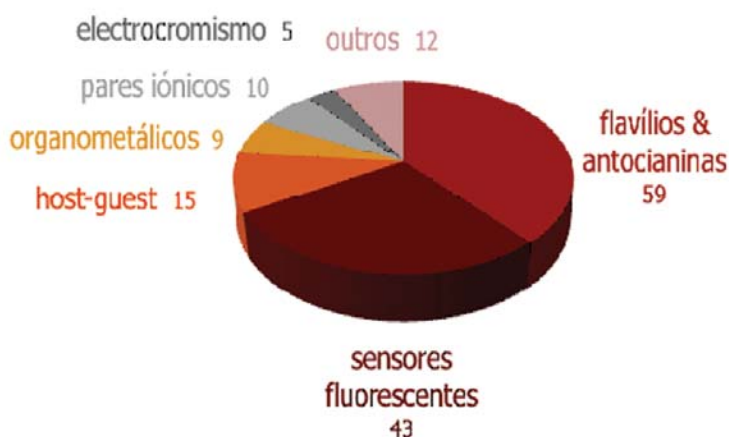


Gráfico 1 – Os artigos por área



Sociedade Portuguesa de Química
Avenida da República, nº45 - 3º Esq.
1050-187 Lisboa - Portugal

URL: www.spq.pt
E-mail: sede@spq.pt

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



Impact Factor*:
2.694

Impact Factor*:
3.016

*2008 Journal Citation Reports® [Thomson Reuters, 2009]

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

cs-journals@wiley.com

[Americas, Europe, Middle East and Africa, Asia Pacific]

service@wiley-vch.de [Germany, Austria, Switzerland]

cs-japan@wiley.com [Japan]

 WILEY-VCH

RADIOISÓTOPOS E SOCIEDADE: O LEGADO DE MARIE CURIE 100 ANOS DEPOIS

JOÃO PAULO ANDRÉ* E ARSÉNIO DE SÁ

No ano em que se comemoram o centenário da atribuição do Prémio Nobel da Química a Marie Curie e o Ano Internacional da Química, é oportuno recordar e analisar a herança deixada à Humanidade por esta cientista excepcional. Trata-se de um legado que não só revolucionou a ciência como igualmente teve impactos profundos e incontornáveis na sociedade. A aplicação clínica dos radioisótopos, preconizada por ela e por Pierre Curie, constitui uma das armas mais poderosas, actualmente disponíveis, para o combate ao cancro.

AS DESCOBERTAS

Em 1896 Henri Becquerel descobriu as *radiações urânicas*, emitidas pelos sais de urânio [1]. Dois anos mais tarde, quando já se preparava para abandonar o estudo desses raios misteriosos, uma jovem polaca, Marie Skłodowska Curie (1867-1934), decide empreender ela própria essa investigação. Seria esse o tema da sua tese de doutoramento. Para o efeito, inicia um estudo sistemático de vários minérios e sais de urânio, entre os quais a pecheblenda (minério que tem como principal constituinte o óxido de urânio(IV)) e a torbernite (maioritariamente fosfato hidratado de urânio e cobre).

Cedo Marie Curie verificou que a pecheblenda era quatro vezes mais activa que o próprio urânio, e a torbernite duas vezes mais [2]. Conclui que, a serem válidos os seus resultados que relacionavam a quantidade de urânio com a actividade emitida, esses dois minérios deveriam então conter pequenas quantidades de outras substâncias bem mais activas que o próprio urânio. Decide assim concentrar a sua investigação na pecheblenda.

Pierre Curie (1859-1906) passa a colaborar com a esposa, medindo a radiação emitida pelas sucessivas

fracções que Marie arduamente ia extraindo e isolando da pecheblenda. Para o efeito, Pierre utilizou um electrómetro piezoeléctrico de precisão que ele próprio e o seu irmão Jacques tinham inventado uns anos antes (o *electrómetro Curie*). Este aparelho permitia medir as correntes eléctricas extremamente fracas que atravessavam o ar ionizado pelo urânio e pelos seus compostos. Assim, em 1898, os Curie chegaram à descoberta de dois novos elementos emissores de radiação análoga à do urânio, mas muito mais intensa: o polónio e o rádio [2-4]. Marie Curie foi quem utilizou pela primeira vez a palavra *radioactividade* para designar a propriedade de emissão desses elementos (Figura 1).

A Academia Sueca das Ciências atribuiu o Prémio Nobel da Física a Henri Becquerel, Pierre Curie e Marie Curie em 1903. Ao primeiro dos cientistas foi reconhecida a descoberta da radioactividade natural, e ao casal Curie foram reconhecidos “os extraordinários serviços que prestaram com a sua investigação conjunta sobre os fenómenos da radiação descoberta pelo Professor Henri Becquerel” [5]. No discurso do Prémio Nobel, Pierre Curie refere que “O trabalho de um largo número de físicos (Meyer e Schweidler, Giesel, Becquerel, P. Curie, Mme. Curie, Rutherford, Villard, etc.) mostra que as substâncias radioactivas podem emitir radiação de três diferentes tipos, que Rutherford

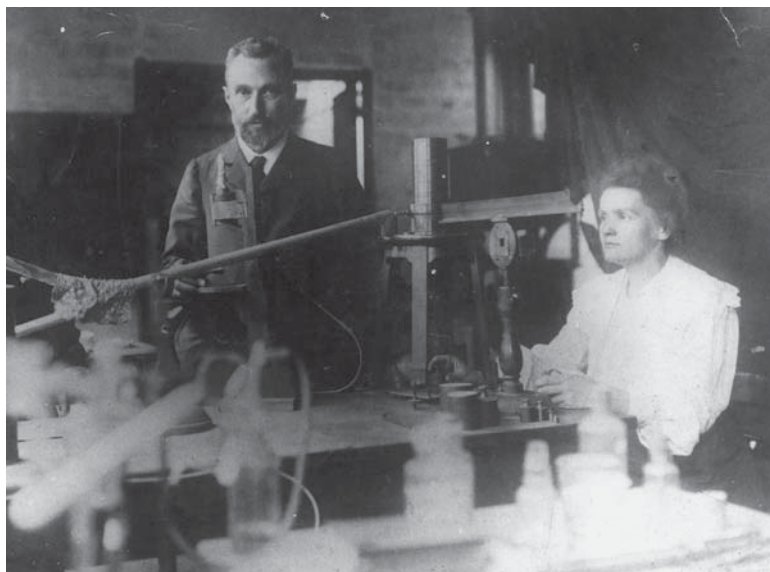


Figura 1 - Marie e Pierre Curie em 1898, no anexo onde funcionava o laboratório onde descobriram o polónio e o rádio, na Escola de Física e Química Industrial de Paris (imagem gentilmente cedida pelo Museu Curie de Paris)

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

designou por raios alfa, beta e gama. Eles diferem uns dos outros; sob a acção de um campo magnético e de um campo eléctrico os raios alfa e beta alteram as suas trajectórias.” [6].

Em 1910, Marie Curie, viúva há quatro anos (Pierre morreu por atropelamento), e André-Louis Debierne conseguem isolar o rádio metálico puro, por electrólise de uma solução de cloreto de rádio e destilação sob uma atmosfera de hidrogénio [7]. Anteriormente só tinha conseguido obter o cloreto de rádio.

No ano seguinte, Marie Curie foi galardoada com o Prémio Nobel da Química “em reconhecimento pelos seus serviços para o avanço da Química, pela descoberta dos elementos rádio e polónio, pelo isolamento do rádio, e pelo estudo deste elemento notável e dos seus compostos” [8] (Figura 2).

O trabalho empreendido durante anos foi admirável: em sete toneladas de pecheblenda existe somente cerca de 1 grama de rádio. Esta proporção permitirá avaliar o esforço, a persistência e a dedicação necessários para levar a bom porto tamanha tarefa: o tratamento das enormes quantidades de minério necessário, a análise química das suas fracções segundo o esquema clássico da análise qualitativa de Fresenius, e a medição da actividade destas [9].

UM NOVO MUNDO

O trabalho de Marie e Pierre Curie esteve na génese de uma mudança

radical nos mundos dos séculos XX e XXI. Sob o ponto de vista conceptual, poder-se-á dizer que o grande rasgo intelectual de Marie Curie foi o ter concluído que a emissão de radiação por compostos radioactivos não dependia do modo como os átomos se ligavam, mas sim do próprio interior dos átomos.

Entretanto, os estudos de Frederick Soddy tinham conduzido às séries de desintegração e à identificação das emanações gasosas do rádio e do tório.

Não se compreendendo bem porquê, o grande sonho alquímico parecia ser afinal uma realidade: os elementos químicos podiam transmutar-se! Iniciava-se uma nova era, mas a física clássica começava a revelar as suas limitações: o fenómeno da radioactividade parecia colocar em causa o princípio da conservação da energia! O rádio e os seus compostos libertavam um calor que parecia interminável. De onde viria essa energia *inesgotável*? Só com o advento da mecânica quântica, iniciada em 1900 por Max Planck, é que viria a ser possível compreender verdadeiramente a natureza do novo fenómeno. No artigo publicado em 1905 [10], Albert Einstein revelava ao mundo a equação $E = mc^2$, que permitia finalmente entender de onde provinha tanta energia dos átomos.

A nível experimental, a descoberta do rádio forneceu a Ernest Rutherford a fonte de radiação alfa de que necessitou para a famosa experiência de irradiação da folha de ouro, que esteve na génese do seu modelo atómico.

Não foi só no domínio da ciência que a descoberta da radioactividade e dos novos elementos radioactivos teve repercussões. Como mulher cientista, facto inédito para a época, Marie Curie teve de transpor inúmeras barreiras e tabus, impostos pelas convenções do tempo. A emancipação e a independência desta mulher polaca da classe média colocaram-na à frente do seu tempo. Poder-se-á dizer, sem margem para erro, que muitas mulheres das gerações que se seguiram foram motivadas e inspiradas por ela. É por vezes mesmo referido o seu papel de precursora do movimento feminista [11].

A dedicação com que Marie Curie trabalhou ao longo da vida, completamente isenta de quaisquer interesses materiais, também já é lendária. Após ter descoberto o processo de isolamento do rádio metálico foi aconselhada a patenteá-lo, mas recusou sempre determinantemente essa possibilidade, convicta de que o rádio não lhe pertencia; pertencia sim à Humanidade. Cumpria-se assim o seu antigo sonho e o de Pierre, que já vinha dos tempos de namoro (“Seria algo muito bonito, coisa que não me atrevo a desejar, se pudessemos passar a nossa vida juntos, sob o efeito hipnotizador dos nossos sonhos: o teu sonho patriótico, o nosso sonho humanitário e o nosso sonho científico”; carta de Pierre a Marie em 10 de Agosto de 1894) [12].

Uma outra área onde as influências da descoberta do fenómeno da radioactividade se fizeram também sentir, provavelmente de forma menos óbvia, foi a Arte. Esta passou progressivamente a abandonar o figurativo e a orientar-se para o “invisível”. O pintor Wassily Kandinsky, um dos pioneiros do abstraccionismo (Figura 3), ficou profundamente impressionado com o tema da radioactividade; chegou mesmo a referi-lo nas suas notas autobiográficas [13].

O RÁDIO E A MEDICINA

A medicina terá sido um dos domínios da sociedade que mais beneficiou da descoberta da radioactividade e dos isótopos radioactivos.



Figura 2 - Pormenor do diploma do Prémio Nobel da Química de Marie Curie, onde se encontra representado o valor da massa atómica do rádio por ela determinado, 226.4 (um Quadro Periódico actual indica 226.0254)



Figura 3 - Composição VII, obra de Wassily Kandinsky de 1913 (Galeria Tretyakov, Moscovo)

Ao anoitecer, Pierre Curie gostava de mostrar aos amigos um pequeno frasco contendo cloreto de rádio que, para êxtase de todos, luminescia na escuridão em belos tons de azul esverdeado (o rádio foi utilizado no fabrico de tinta luminescente para mostradores de relógios e instrumentos de medição até aos anos 20 do século XX). Quando Pierre exibia o frasco de cloreto de rádio, tinha dificuldade em o segurar, por este lhe queimar os dedos. Ele próprio provocou voluntariamente uma ferida no seu braço, por exposição durante 10 horas ao cloreto de rádio; ao fim de 52 dias a lesão não estava ainda totalmente cicatrizada [14]. Se o rádio tinha esse poder de destruir os tecidos sãos, porque não usá-lo então para destruir tumores?

O rádio é um emissor de partículas alfa (núcleos de átomos de hélio), partículas beta (electrões) e radiação gama. É um elemento que não possui isótopos estáveis. O ^{226}Ra é o radioisótopo mais abundante (resultante do decaimento do ^{238}U), com um período de meia vida ($t_{1/2}$) de 1602 anos. O principal radioisótopo proveniente do seu decaimento é o radon (^{222}Rn), também ele usado inicialmente para aplicações terapêuticas. Até hoje foram já identificados 33 isótopos do rádio, com números de massa entre 202 e 234.

Os cadernos de laboratório e o livro de cozinha de Marie Curie encontram-se ainda altamente radioactivos. A consulta dos cadernos de laboratório,

guardados em caixas de chumbo na *Bibliothèque Nationale*, requer uma autorização especial, mediante a assinatura de um termo de responsabilidade.

Em homenagem ao trabalho de Marie e Pierre Curie, designou-se por curie (símbolo Ci) uma das unidades existentes para radioactividade. Um curie equivale aproximadamente à actividade de um grama de ^{226}Ra .

Em 1914, quando Marie Curie iniciava a direcção de um dos departamentos do Instituto do Rádio (hoje Instituto Curie), irrompe a 1ª Guerra Mundial. Desde o primeiro instante Marie Curie moveu influências para que fossem equipadas ambulâncias com equipamentos de raios X, que assim pode-

riam funcionar como postos móveis de radiografia (Figura 4). Em 1914, Marie e a sua filha de 17 anos, Irène, deslocaram-se pela primeira vez à frente de batalha numa dessas viaturas (Figura 5). Durante a guerra, Marie Curie treinou jovens mulheres nas técnicas de utilização dos raios X e chegou a dar aulas de geometria elementar a médicos. Com a colaboração dos serviços militares de saúde, Marie Curie dotou vários hospitais com *tubos de emissão de rádio*, um gás radioactivo incolor, mais tarde identificado como sendo o ^{222}Rn , para tratamento dos soldados feridos. Marie Curie forneceu ela própria o rádio, obtido a partir do material por ela purificado [12]. Outro gesto humano notável foi o ter doado as medalhas de ouro dos Prémios Nobel para ajudar a suportar os esforços de guerra.

Durante a sua primeira visita aos Estados Unidos da América, em 1921, onde foi recebida triunfalmente, foi-lhe oferecido um grama de rádio, adquirido por uma subscrição pública realizada pelas mulheres americanas. Com a perspectiva da utilização clínica do rádio, este metal tinha começado a ser produzido em larga escala em unidades industriais nos EUA. De acordo com o seu ideal humanista, Marie Curie forneceu gratuitamente à indústria a descrição do processo da sua obtenção.

As primeiras aplicações terapêuticas sistemáticas do rádio (que chegou



Figura 4 - Marie Curie em Outubro de 1917, ao volante de uma *petite Curie*, nome por que eram popularmente conhecidas as viaturas que funcionavam como unidades móveis de radiografia (imagem gentilmente cedida pelo Museu Curie de Paris)

a ser usado como aditivo em pastas dentífricas, cremes para o cabelo e ... alimentos!) consistiram na utilização de contentores metálicos selados, contendo sais deste elemento, que eram colocados junto ao tumor (braquiterapia ou radioterapia interna). Foi usada no tratamento do cancro da mama e da pele e, principalmente,

no tratamento do cancro do colo do útero; procedimento que se prolongou até aos anos 70 do século XX [14]. A técnica ainda é utilizada em vários tipos de tumores, contudo, actualmente consegue-se uma distribuição optimizada da dose de radiação. A colocação de rádio no interior de agulhas, que eram posteriormente inseridas na

boca, lábios e outras partes do corpo, foi igualmente uma técnica posta em prática. A aplicação de pequeníssimas quantidades de rádio sobre o tumor, permitindo minimizar a exposição do paciente à radiação, revelou-se uma prática eficaz, tendo este método dado origem à radioterapia oncológica [15].



Figura 5 - Marie Curie e a filha Irène em 1915, no Hospital de Hoogstade, na Bélgica (imagem gentilmente cedida pelo Museu Curie de Paris)



Figura 6 - Marie Curie no seu gabinete no Instituto do Rádio de Paris (imagem gentilmente cedida pelo Museu Curie de Paris)

Os sucessos da aplicação medicinal do rádio levaram ao aparecimento de vários institutos do rádio por todo o mundo (Paris, Estocolmo, Varsóvia, ...). A influência de Marie Curie para esta acção foi fundamental (Figura 6).

RADIOTERAPIA E RADIODIAGNÓSTICO

A definição do conceito de *dose de radiação*, por Rolf Sievert em 1928, permitiu aumentar a taxa de sucesso no combate ao cancro. Este conceito tem em consideração os efeitos biológicos produzidos pela radiação. Os desenvolvimentos posteriores da dosimetria tornaram possível a utilização de emissores de radiação gama de energia muito elevada, obtidos a partir dos produtos da cisão nuclear e/ou de reacções nucleares, permitindo reduzir drasticamente o tempo de irradiação do paciente. Para um tratamento oncológico eficaz com emissores gama, como o ^{60}Co , ou com partículas beta, é fundamental uma dosimetria de precisão. A optimização da irradiação de um tumor permite que a maior parte da radiação planeada atinja o tumor, minimizando a irradiação dos tecidos sãos [15]. As técnicas actuais de imagem tridimensional, como a tomografia axial computadorizada (TAC) e a imagem de ressonância magnética (IRM) permitem uma irradiação ainda mais optimizada. As técnicas de radiocirurgia de irradiação tridimensional, tal como a radiocirurgia estereotáxica (*gamma knife* - desenvolvida por Lars Leksell em 1967), são processos de tratamento não invasivo, muito eficazes para certos tipos de tumores e metástases [16]. A terapia com feixes de prótons constitui um avanço também recente. Com esta técnica, a distribuição da dose de radiação é próxima da teoricamente óptima, mas tem como inconveniente o seu elevado custo [15].

A descoberta da radioactividade artificial por Frédéric Joliot e Irène Joliot-Curie (filha de Pierre e de Marie Curie), que lhes valeu o Prémio Nobel da Química em 1935, “em reconhecimento da sua síntese de novos elementos radioactivos” [17], bem como a cisão controlada do ^{235}U em reactores nucleares, permitiram que actualmente se disponha de uma grande variedade de radioisótopos para uso em radioterapia e radiodiagnóstico. A ligação desses radioisótopos a moléculas com afinidade para determinados tecidos e órgãos gerou uma categoria de compostos designados por radiofármacos.

A Medicina Nuclear é uma especialidade médica que surgiu no decurso do desenvolvimento de instrumentação clínica que permite detectar e monitorizar os radiofármacos no corpo. A tomografia de emissão de positrões (PET, do inglês *positron emission tomography*) é hoje um trunfo poderosíssimo desta área da Medicina. Os chamados *marcadores*, neste caso radioisótopos emissores de positrões (a anti-partícula do electrão), são introduzidos no corpo do paciente, ligados a moléculas biologicamente activas. A aniquilação dos positrões pelos electrões gera a libertação de radiação gama, que pode ser monitorizada no espaço e no tempo, permitindo a obtenção da imagem da sua distribuição no corpo.

O marcador mais usado em PET tem sido, até à data, um derivado da glucose (^{18}F -fluorodesoxiglucose), o qual é rapidamente captado pelas células cancerosas, permitindo a detecção e a localização dos tumores e metástases. Possibilita também conhecer a actividade metabólica dos tecidos, podendo assim ser usado para investigar e diagnosticar uma variedade de processos fisiológicos e patológicos [18].

Nas últimas décadas, a radioterapia *vectorizada* tem mostrado resultados muito promissores em oncologia, com menores efeitos secundários que a radioterapia convencional. O conceito baseia-se no uso de um radioisótopo ligado a uma biomolécula que dirige a radioactividade para os locais onde existem células cancerosas. Para esse efeito, pode recorrer-se a radioisótopos emissores de partículas alfa,

de partículas beta ou de electrões Auger. Se a molécula vectorizadora for um anti-corpo, o processo designa-se por imunoterapia. Neste caso a ligação às células tumorais ocorre por mecanismos de natureza genética. Quando a molécula vectorizadora é um péptido, a sua ligação ocorre em receptores específicos, que normalmente são sobre-expressos nas células tumorais (terapia mediada por receptores de péptidos) [19].

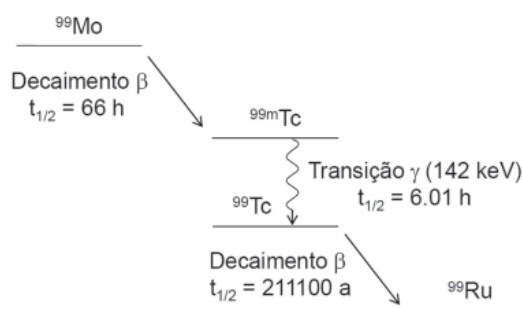
EXEMPLOS DE RADIOSÓTOS ACTUALMENTE USADOS EM MEDICINA

Os radiofármacos podem ser usados para diagnóstico (imagem médica) ou

como agentes terapêuticos, dependendo do radioisótopo utilizado. No diagnóstico médico, por PET e cintigrafia gama (Figura 7), são utilizados radioisótopos, respectivamente, emissores de positrões e emissores gama. O $^{99\text{m}}\text{Tc}$, o radioisótopo mais utilizado em Medicina Nuclear (usado em cerca de 80% dos exames cintigráficos em todo mundo [20]), é um emissor gama ($t_{1/2} = 6.01 \text{ h}$, 140 keV) (Esquema 1) que tem as suas principais aplicações em imagiologia do músculo cardíaco (cardiolite [21], Figura 8) e do esqueleto ($^{99\text{m}}\text{Tc}$ -metileno difosfonato [22]). Tem ainda aplicação para obtenção de imagem de outros órgãos e tecidos, tais como o cérebro, tiróide, pulmões, fígado, baço e rins.



Figura 7 - Câmara de cintigrafia gama



Esquema 1 - Diagrama do decaimento do ^{99}Mo . O decaimento de $^{99\text{m}}\text{Tc}$ é acompanhado de emissão de radiação gama que é detectada nas câmaras de cintigrafia

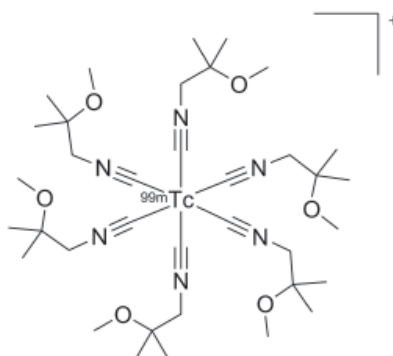


Figura 8 - O radiofármaco *Cardiolite* é um complexo de $^{99\text{m}}\text{Tc}$ utilizado para imagem de perfusão do miocárdio

O ^{99m}Tc é produzido num gerador de $^{99}\text{Mo}/^{99m}\text{Tc}$, o que permite a sua produção nas próprias instalações hospitalares. Recentemente, o ^{68}Ga ($t_{1/2} = 68$ min, 1.92 MeV (energia máxima)) [23] tem vindo a ser alvo de grande interesse para aplicação em PET [24] dado também poder ser produzido *in loco* num gerador ($^{68}\text{Ge}/^{68}\text{Ga}$) (Figura 9). Uma grande vantagem do ^{68}Ga , por comparação com o convencional ^{18}F , é a rapidez da marcação de moléculas. Tratando-se de um ião metálico (Ga^{3+}), forma rapidamente complexos por coordenação com ligandos adequados, enquanto que o ^{18}F , por necessitar de ser ligado covalentemente, requer muito mais tempo para a sua inclusão no radiofármaco.

O ^{131}I e o ^{90}Y , entre outros, são radioisótopos cujas características nucleares são aproveitadas para fins terapêuticos. O ^{131}I , sob a forma de iodeto de sódio, tem vindo a ser usado desde 1941 no tratamento do cancro da tiróide, devido à sua captação específica nas células desta glândula [25-26]. O seu mecanismo de acção consiste na libertação de partículas beta de elevada energia que induzem uma citotoxicidade localizada [27].

Para além da sua acção terapêutica, como o ^{131}I também decai por emissão de radiação gama, é possível seguir o tratamento do paciente por recurso a imagens de cintigrafia gama [26].

O ^{90}Y , assim como o ^{131}I , são usados actualmente no tratamento de linfoma

do tipo não-Hodgkin sob a forma de ^{90}Y -ibritumomab tiuxetano (*Zevalin* [28-29]), e de ^{131}I -tositumomab (*Bexxar* [30]). O tratamento com estes radiofármacos resulta da conjugação da acção de anticorpos monoclonais, o ibritumomab e o tositumomab, com a acção citotóxica do ^{90}Y e do ^{131}I [31]. Os anticorpos reconhecem o antígeno CD20, induzindo citotoxicidade que desencadeia a morte celular [32-33] e, simultaneamente, os radioisótopos actuam por emissão de partículas beta.

NOTAS FINAIS

Um século depois das descobertas de Marie Curie, a radioterapia constitui uma das principais armas de combate ao cancro. De acordo com as estatísticas disponíveis, entre 1991 e 1996, cinco milhões de pacientes foram tratados anualmente com radiação ionizante [15]. Infelizmente, esta possibilidade de tratamento, devido aos custos e à falta de equipamento e de profissionais especializados, ainda não está disponível para uma grande parte da população mundial.

De Marie Curie fica-nos, acima de tudo, a memória de um ser humano de excepção. Logo após a sua morte, em 1934, Einstein escreveu: "Agora que terminou a vida de uma personalidade tão notável como a da Senhora Curie, as recordações que temos dela não se devem limitar ao que os frutos do seu trabalho deram à Humanidade. Os valores morais da sua personali-

dade excepcional têm provavelmente um significado mais profundo para as gerações vindouras, e para o curso da História, que os meros feitos intelectuais" [12].

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Doutora Maria de Fátima Bento a motivação e a inspiração para a escrita deste artigo bem como a leitura crítica do manuscrito.

REFERÊNCIAS

- [1] H. Becquerel, *Comptes Rendus* **122** (1896) 420-421.
- [2] M.S. Curie, *Comptes Rendus* **126** (1898) 1101-1103.
- [3] P. Curie, M. Curie, *Comptes Rendus* **127** (1898) 175-178.
- [4] P. Curie, M. Curie, M.G. Bémont, *Comptes Rendus* **127** (1898) 1215-1217.
- [5] Nobelprize.org Web: http://nobelprize.org/nobel_prizes/physics/laureates/1903/ (acedido em 31-01-2011).
- [6] Nobelprize.org Web: http://nobelprize.org/nobel_prizes/physics/laureates/1903/pierre-curie-lecture.html (acedido em 31-01-2011).
- [7] M. Curie, A. Debierné, *Comptes Rendus* **151** (1910) 523-525.
- [8] Nobelprize.org Web: http://nobelprize.org/nobel_prizes/chemistry/laureates/1911/ (acedido em 31-01-2011).
- [9] H.F. Walton, *J. Chem. Education* **69** (1992) 10-15.
- [10] A. Einstein, *Annalen der Physik* **18** (1905) 639-643.
- [11] F. Giroud, *Marie Curie: A Life*, Holmes & Meier Publishers, United States, 1986.
- [12] S. Quinn, *Marie Curie: A Life*, Da Capo Press, New York, 1996.
- [13] B. O'Neill, *The Life and Works of Kandinsky: A Compilation of Works from the Bridgeman Library*, Shooting Star Press, New York, 1995.
- [14] R.F. Moulds, *The British Journal of Radiology* **71** (1998) 1229-1254.
- [15] J. Liniecki, *Chemistry International* **33** (2011) 36-37.
- [16] gammaknife.org Web: http://www.gammaknife.org/gksl_why.html (acedido em 31-01-2011).
- [17] Nobelprize.org Web: http://nobelprize.org/nobel_prizes/chemistry/laureates/1935/ (acedido em 01-02-2011).

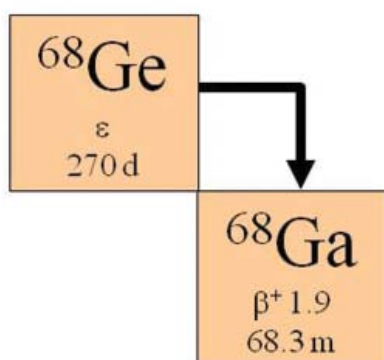


Figura 9 - Gerador de ^{68}Ga a partir do ^{68}Ge

- [18] H.H. Coenen, Flurine-18 Labeling Methods: Features and Possibilities of Basic Reactions, in *PET Chemistry The Driving Force in Molecular Imaging*, Springer, Berlin, 2007.
- [19] B. Gehler, F. Paulsen, M.Ö. Öksüz, T.K. Hauser, S.M. Eschmann, R. Bares, C. Pfannenber, M. Bamberg, P. Bartenstein, C. Belka, U. Ganswindt, *Radiation Oncology* **4** (2009) 56-63.
- [20] F.N. von Hippel, L.H. Kahn, *Science and Global Security* **14** (2006) 151-162.
- [21] DuPont Pharmaceuticals press release, News from the 2000 Scientific Meeting of the American College of Cardiology: "First study of its kind shows Cardiolite test can accurately predict heart disease risk and cardiac death in senior adults", March 14, 2000.
- [22] G. Subramanian, J.G. McAfee, R.J. Blair, F.A. Kallfelz, F.D. Thomas, *J. Nucl. Med.* **16** (1975) 744-755.
- [23] H.R. Maecke, M. Hofmann, U. Haberkorn, *J. Nucl. Med.* **46** (2005) 172s-178s.
- [24] H.R. Maecke, J.P. André, ⁶⁸Ga-PET Radiopharmacy: A Generator-Based Alternative to ¹⁸F-Radiopharmacy, in *PET Chemistry The Driving Force in Molecular Imaging*, Springer, Berlin, 2007.
- [25] B. Catz, D.W. Petit, H. Schwartz, F. Davis, C. McCammon, P. Starr, *Cancer* **12** (1959) 371-383.
- [26] S.I. Sherman, *Lancet* **361** (2003) 501-511.
- [27] H.R. Maxon, S.R. Thomas, R.C. Samarutunga, *Thyroid* **7** (1997) 183-187.
- [28] Food and Drug Administration Web: http://www.accessdata.fda.gov/drugsatfda_docs/label/2008/125019s135lbl.pdf (acedido em 01-02-2011).
- [29] European Medicines Agency Web: http://www.ema.europa.eu/docs/en_GB/document_library/EPAR_-_Product_Information/human/000547/WC500049469.pdf (acedido em 01-02-2011).
- [30] Food and Drug Administration Web: http://www.accessdata.fda.gov/drugsatfda_docs/label/2003/tosicor062703LB.pdf (acedido em 01-02-2011).
- [31] H.A. Jacene, R. Filice, W. Kasecamp, R.L. Wahl, *J. Nucl. Med.* **48** (2007) 1767-1776.
- [32] P.M. Cardarelli, M. Quinn, D. Buckman, Y. Fang, D. Colcher, D.J. King, C. Bebbington, G. Yarranton, *Cancer Immunol. Immunother.* **51** (2002) 15-24.
- [33] P. Stashenko, L.M. Nadler, R. Hardy, S.F. Schlossman, *J. Immunol.* **125** (1980) 1678-1685.



ACTUALIDADES CIENTÍFICAS

A TERRA GANHA UM DUPLO

Pela primeira vez, astrónomos descobrem um planeta exterior ao sistema solar que aparenta ter potencial para suportar a vida. Este planeta orbita uma estrela situada a apenas 20.5 anos-luz da Terra na constelação Balança, e é semelhante em tamanho e temperatura à Terra, tornando possível a existência de uma atmosfera e de água líquida – dois critérios essenciais que definem a habitabilidade de um meio.

Esta descoberta, que ainda carece de confirmação, foi anunciada em finais de Setembro de 2010 pela equipa do Lick-Carnegie Exoplanet Survey, nomeadamente por Steven S. Vogt, professor de astronomia e astrofísica da Universidade da Califórnia, em Santa Cruz, e o astónomo R. Paul Butler do Carnegie Institution of Washington.

Através da utilização do espectrómetro HIRES projectado por Vogt, no Telescópio Keck I situado no topo de Mauna Kea no Hawaii, a equipa monitorizou a anã vermelha Gliese 581 por 122 vezes durante um período de

mais de 11 anos, e aplicou o método das velocidades radiais (também conhecido por espectroscopia Doppler) para detectar a presença de dois planetas adicionais após a eliminação das contribuições dos planetas já previamente conhecidos (b, c, d, e), descobertos pela equipa do espectrómetro HARPS, no Observatório de La Silla, Chile, da ESO (European South Observatory). Assim, detectou-se um sinal com um ciclo de 445 dias, reconhecido como um novo planeta de órbita exterior denominado por f, e um sinal de 37 dias atribuído a outro novo planeta a que se atribuiu a designação de Gliese 581g.

Apesar de aproximadamente 500 exoplanetas já terem sido descobertos desde 1992, nenhum se revelou suficientemente pequeno, frio ou quente, para ser considerado como habitável. A maioria destes planetas corresponde a planetas gigantes, provavelmente similares aos gigantes gasosos Júpiter ou Saturno. Porém, à medida que a tecnologia dos telescópios evolui, esta permite aos astrónomos

o acesso à detecção de exoplanetas mais semelhantes à Terra em termos de tamanho ou órbita.

A novidade de Gliese 581g consiste no facto das previsões o situarem mais ou menos no meio da região de habitabilidade da sua estrela, o que informalmente o coloca na classe dos denominados planetas Goldilocks. No caso de se tratar de um planeta telúrico, condições atmosféricas favoráveis permitiriam as circunstâncias necessárias à existência de vida como a concebemos. Com uma massa de 3.1 a 4.3 vezes a massa da Terra, Gliese 581g é considerado uma super-Terra e constitui-se como o planeta Goldilocks conhecido de dimensões mais semelhantes às da Terra.

(Adaptado do artigo de 01/10/2010 de Elizabeth K. Wilson: Earth Gets A Doppelganger, Chemical & Engineering News, <http://pubs.acs.org/cen/news/88/i40/8840notw3.html>, e de http://en.wikipedia.org/wiki/Gliese_581_g)

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

Segurança para uma vida



Metrohm
Quality Service[®]



Titulação



Cromatografia Iónica



Medidores (pH, condutividade e concentração de iões)

A **MT Brandão** é desde Junho de 2010 a empresa responsável pela venda, assistência técnica e apoio aos produtos e clientes Metrohm. Dispomos de responsáveis especializados nas áreas de Titulação/Doseamento e Cromatografia Iónica com capacidade para assessorar e dar apoio em diversas aplicações, não só em novos projectos como também nos existentes.

A nossa equipa de Serviço Técnico, com formação específica na Metrohm, está autorizada a prestar qualquer tipo de intervenção, quer a nível de Manutenção Preventiva quer a nível de Reparação pontual.

www.metrohm.pt



M. T. BRANDÃO - PORTUGAL
RUA DE SERRALVES, 599
4150-708 PORTO - PORTUGAL

TEL (+351) 226 167 370
FAX (+351) 226 167 379

mtb@mtbrandao.com
www.mtbrandao.com



SUPERAÇÃO DO VITALISMO E O IMPARÁVEL DESENVOLVIMENTO DA SÍNTESE ORGÂNICA

FÁTIMA PAIXÃO^{1,*} E MARIETTE M. PEREIRA²

A síntese orgânica representou um marco capital na História da Química, conduzindo ao fim da filosofia vitalista que considerava que as substâncias constitutivas dos animais e das plantas eram de natureza diferente dos corpos minerais, não obedecendo às mesmas leis, nem podendo ser feitas em laboratório. Quase dois séculos volvidos, a filosofia emergente é, agora, a de uma síntese verde, ambientalmente mais sustentável.

Se o ano de 1789, com a publicação do Tratado Elementar de Química, de Lavoisier, marca, verdadeiramente, o nascimento da Química moderna, o desenvolvimento desta ciência, a partir do século XIX, foi assombroso para a humanidade. No início desse século, a diferença entre Química Mineral e Química Orgânica, que dava à segunda o domínio das substâncias cuja origem era um ser vivo, animal ou planta, era codificada numa filosofia vitalista que atribuía exclusivamente à vida, através de um criador, a possibilidade da existência de tais materiais que não poderiam ser feitos em laboratório [1, 2].

Berthollet e, ao mesmo tempo, Lavoisier, mostraram que as substâncias orgânicas, afinal, contém elementos conhecidos como o carbono, o hidrogénio, o oxigénio e, por vezes, o azoto ou mesmo outros elementos. Cerca de 1811, Gay-Lussac e Thénard realizaram algumas análises quantitativas em corpos orgânicos e, em 1823, Chevreul isolava e identificava completamente a composição dos ácidos gordos de origem animal e da glicarina [1]. O resultado prático imediato foi a substituição da candeia de sebo pela vela de estearina. Seguiram-se, entre outras, as identificações da morfina (extraída do ópio e com forte acção analgésica), da quinina (extraída da chinchona e usada nas águas

tónicas), da estricnina (extraída da noz vómica e conhecido veneno para ratos)... Os métodos de análise orgânica foram desenvolvidos depois de 1830, por Liebig. Tratava-se apenas, nestes processos, de decompor as substâncias e de reconhecer os seus constituintes; a reconstituição, ou seja, a **síntese**, permanecia *impraticada* e, segundo as ideias vitalistas, *impraticável*. Assim, se os compostos orgânicos não podiam ser feitos em laboratório e precisavam de uma força vital, seria legítima a dúvida relativa a que leis obedeceriam tais corpos. A resposta viria a estar, afinal, no percurso da Química Orgânica, no seu desenvolvimento ao longo do século XIX.

Um passo largo no caminho do desenvolvimento da Química Orgânica foi dado por Berzelius (1779-1848), químico sueco, experimentalista notável que levou a cabo inúmeras análises e descobriu o selénio e o tório e isolou o cálcio, o silício, o vanádio e o zircónio. Em 1826, publicou a primeira tabela de pesos atômicos com quarenta e dois elementos e de uma extraordinária precisão. A ele se deve a utilização das representações dos símbolos pela primeira letra ou pelas duas primeiras do nome em latim da substância simples e a introdução das noções de isomeria e de polimeria. Simultaneamente ao estudo, em 1823, em Paris, por Liebig, do fulminato de prata, o alemão Wohler, no laboratório de Berzelius, em Estocolmo, ao analisar o cianeto de prata, encontrou a mesma fórmula química. Berzelius,

alertado, dispôs-se a repetir exaustivamente as análises até que cedeu à ideia de que corpos diferentes podiam ter a mesma composição química, ou seja, serem isómeros entre si. Em 1827, este químico explicava as diferenças das propriedades dos dois compostos como resultado de duas diferentes forças vitais. E, sempre guiado pelo seu paradigma, descobriu, ainda, a catálise, uma combinação na qual um certo corpo saía das reacções tal como entrara.

O maior inimigo de Berzelius foi o francês Dumas (1800-1884), a quem se chama, com grande frequência, o fundador da Química Orgânica, e com quem aquele se viria a cruzar nas polémicas das interpretações teóricas que opunham o vitalismo e o atomismo naturalista. Dumas tornou-se ilustre pelos trabalhos sobre o álcool metílico, o anil, o álcool amílico, os amidos, os adubos, ou seja, no domínio então privilegiado da Química Orgânica.

E se Dumas foi o pai da Química Orgânica, estava reservado a Wohler a execução da primeira **síntese orgânica** que teve lugar no mundo. Em 1824, este químico sintetizou o ácido oxálico a partir de substâncias minerais e, no ano de 1828, seria sintetizada a ureia sem necessidade de rins ou, sequer, de qualquer ser vivo. Apesar disto, Berzelius continuava, ainda, firme na defesa do vitalismo e considerava as novas teorias emergentes como perigosas extrapolações filosóficas. Na sua ideia, mesmo que

¹Escola Superior de Educação, Instituto Politécnico de Castelo Branco;

E-mail: mfpaixao@ipcbr.pt

² Departamento de Química, Rua Larga, 3004-535 Coimbra, Universidade de Coimbra

com o tempo se conseguisse produzir, com corpos inorgânicos, várias substâncias de composição análoga à dos produtos orgânicos, esta imitação incompleta seria demasiado restrita para que se pudesse esperar produzir corpos orgânicos, tal como se conseguia, na maior parte dos casos, confirmar a análise dos corpos inorgânicos fazendo a sua síntese. Outros, como Gerhardt, embora considerassem as sínteses realizadas por Wohler devidas ao acaso e não significativas, começavam já a considerar apenas como momentânea a impossibilidade da **síntese orgânica**.

De facto, a síntese da ureia marcou uma data capital na História da Química, sistematicamente evidenciando as incapacidades explicativas das pretensões vitalistas. Contudo, alguns dos mais convictos, mantinham a ideia de que o cianeto de amónio, com o qual se sintetizara a ureia, podia encerrar forças anímicas que seriam incorporadas na nova ureia obtida. Finalmente, químicos como Kolbe e Berthelot sintetizariam compostos orgânicos directamente a partir dos elementos químicos, os mesmos que também entravam nos compostos minerais, afastando, assim, a ideia de qualquer força anímica que separasse a Química Orgânica da Química Inorgânica.

Podemos dizer que a intensa actividade experimental que se desenvolvia nos mais diversos domínios deu um precioso contributo para ultrapassar as teorias vitalistas que começavam a causar mais entraves do que a proporcionar avanços, por esse preconceito da impossibilidade da síntese laboratorial de compostos orgânicos. Não é, efectivamente, desprezável o efeito retardador que estas ideias causaram na evolução da Química.

Na mesma caminhada ao longo do século XIX, logo no ano de 1801, Proust enunciara a lei das proporções definidas, constatando que uma combinação química determinada teria sempre a mesma composição. Tal ideia foi rebatida por Berthollet para quem a composição quantitativa de uma combinação não era constante, mas antes dependente das quantidades de reagentes intervenientes na

reacção, pelo que as substâncias não se combinariam numa proporção fixa (uma tal constatação advinha de erros e imprecisões experimentais). Com o afã experimental de Berzelius, a proposta de Proust viria a triunfar.

Em muitas situações experimentais constatava-se, afinal, que, com frequência, dois elementos, ao combinarem-se, davam lugar a mais que um composto. É Dalton quem analisa ponderadamente estes processos e enuncia, em 1804, a lei das proporções múltiplas. Mas, se as leis ponderais haviam sido estabelecidas, não se tinha dado qualquer explicação satisfatória sobre “a que é que elas se deviam” e é aqui que entra a imaginação de Dalton para integrar essas leis ponderais numa teoria que as explicasse. Este químico retomou a ideia de constituição atómica da matéria, naturalmente que, desde logo, com a diferença introduzida pelo intervalo temporal que a separava da filosofia grega. Na nova proposta teórica, tudo se podia explicar considerando que um determinado composto, sem qualquer distinção pela sua natureza, se formava, sempre, pela união do mesmo número de átomos de cada um dos elementos que o integravam. Como cada tipo de átomo tinha um peso constante, as relações em peso eram inevitáveis.

É a partir de 1850 que a hipótese atómica vai sendo progressivamente admitida e que adquire rapidamente um conteúdo preditivo em todos os domínios da Química, sem excepção. Digamos que a admissão e consolidação da teoria atómica representou, na Química, um segundo grande avanço, como que uma segunda revolução química [3]. É, afinal, no ambiente experimental da Química Orgânica que a nova teoria acaba por sair reforçada, ao mesmo tempo que renova também esse domínio.

Kékulé (1829-1896), por meados do século XIX, já não podia dispensar a interpretação atómica. Este químico teve o mérito de tornar precisas certas noções que se encontravam ainda muito vagas, voltando à organização da matéria e à organização dos átomos nas moléculas. Explicou a isomeria como reorganização dos átomos

nas moléculas e retomou a noção de valência, de um novo ponto de vista. O carbono tetravalente (descoberto em 1858 por Kékulé e por Couper simultaneamente) conduziu à riqueza dos compostos orgânicos. Sete anos depois, Kékulé imaginava a representação hexagonal do benzeno onde nem todas as valências do carbono estavam saturadas. Este ciclo fechado teve como consequência um número fantástico de derivados: a naftalina, sintetizada por Aronheim, o alfa-naftol descoberto por Fitting, o estudo da antracina, da antraquinona, da piridina e, em geral, de todos os alcalóides.

Foi Wurtz (1817-1884) quem se fez, em França, profundo defensor do atomismo. Dumas, Saint-Claire Deville e Berthelot combateram, abertamente, o colega químico. Este último, nome incontornável na epopeia da Química Orgânica realizava em 1851 a síntese do álcool metílico, primeira etapa de uma longa série de outras sínteses, das quais a do acetileno viria a ser a mais memorável. Pela primeira vez, carbono e hidrogénio, na presença um do outro, combinavam-se para dar origem ao acetileno. Estudou ainda a esterificação dos álcoois puros através dos ácidos, processo a que se deve o éter sulfúrico da desinfeção das feridas e das anestésias. O seu espírito recusava-se, ainda, contudo, a admitir a hipótese atómica em que já se baseavam todos os cálculos da indústria química.

Mas os vitalistas não conseguiam travar a carreira de Wurtz. Do laboratório de Liebig este passou para a Faculdade de Medicina de Paris e daí para a Sorbonne, em 1875. Além da obra teórica em que se bate pelo atomismo, enriqueceu a Química Orgânica com a síntese das aminas em 1849 e do glicol em 1856. A sua obra foi completada por Karl Friedel (1832-1899) que, ouvindo Pasteur que ensinava na universidade de Estrasburgo sobre os mistérios da cristalografia, se interessou pela Química com as suas pesquisas sobre as cetonas e os aldeídos. Um tal trabalho valeu-lhe a condecoração da Legião de Honra. Sucedeu a Wurtz na cátedra de Química Orgânica da Sorbonne. Em 1877 publicava um novo método geral de síntese dos hidrocarbonetos e das ce-

tonas. Ao sintetizar a amilbenzina por meio de um original processo de catálise com o cloreto de alumínio, Friedel deu um impulso a toda a indústria química dos corantes e dos produtos farmacêuticos, ao mesmo tempo que beneficiava a indústria da petroquímica.

A nova teoria atômica da matéria abriu caminho à noção de peso atômico e sua determinação experimental, que seria base da classificação dos elementos, em meados do século, da realização de um enorme e variado trabalho experimental, do desenvolvimento dos diferentes ramos da Química e, afinal, do conhecimento da estrutura da matéria e da superação da distinção entre matéria viva e matéria mineral.

Reforçando o atomismo e baseando-se no conceito de valência, a Química

Orgânica foi, com a **Síntese**, conduzida a um estado de desenvolvimento que atingiu um ponto sem retorno. O século XIX foi, como não podíamos deixar de realçar, a era das grandes sínteses que alcançaram todo o seu esplendor no século XX com o desenvolvimento massivo da síntese de polímeros para novos materiais.

Os milagres dos químicos orgânicos foram as sínteses do plástico, dos silicões, das vitaminas, das hormonas, dos antibióticos... Mas, podemos considerar que no século XXI o paradigma mudou e, da síntese orgânica tradicional, que centrava o seu estudo mais na optimização dos rendimentos do que na economia atômica e minimização de resíduos, existe uma filosofia emergente de *síntese limpa/verde* e ambientalmente sustentável que

recorre a processos catalíticos mais selectivos e menos energéticos, solventes alternativos menos poluentes e, especialmente, já a reacções sem solvente [4, 5].

REFERÊNCIAS

- [1] J. Rosmorduc, *De Tales a Einstein. História da Física e da Química*, Editorial Caminho, Lisboa, 1983.
- [2] H.W., Salzberg, *From Caveman to Chemist. Circumstances and Achievements*, American Chemical Society, Washington, 1991.
- [3] S. Esteban Santos, *Introducción a la Historia de la Química*. UNED, Madrid, 2001.
- [4] G.W.V. Cave, C.L. Raston, J.L. Scott, *Chem. Commun.*, (2001) 2159-2169.
- [5] F.M. Silva, P.S.B. Lacerda, J. Jones Júnior, *Química Nova* **28** (2005)103-110.



ACTUALIDADES CIENTÍFICAS

PROMOVENDO O OXIGÉNIO

O oxigénio é considerado o patinho feio da ressonância magnética nuclear biomolecular. Apesar de ser um átomo chave na estrutura de proteínas e ácidos nucleicos, a análise de outros átomos importantes como carbono, hidrogénio, nitrogénio e fósforo é consideravelmente mais comum, já que os espectros ^{17}O -NMR apresentam, tipicamente, resoluções reduzidas. No entanto, num esforço de promover o oxigénio ao seu merecido lugar, investigadores desenvolveram um método que possibilita um modo mais prático de obtenção de espectros ^{17}O -NMR de biomoléculas, com resoluções muito superiores às conseguidas anteriormente. O post-doc Jianfeng Zhu e o espectroscopista NMR Gang Wu da Queen's University, em Kingston, Ontário, desenvolveram o procedimento referido (J. Am. Chem. Soc., DOI: 10.1021/ja1079207). Wu e colaboradores já tinham anteriormente reportado o uso de campos magnéticos ultra-fortes para a análise pioneira de complexos proteína-ligantes por espectroscopia ^{17}O -NMR em fase sólida

(Angew. Chem. Int. Ed., DOI: 10.1002/anie.201002041). Todavia, neste novo trabalho, foi desenvolvida uma técnica designada por transição central de quadrupolo NMR que permite a extensão da análise ^{17}O -NMR de alta resolução a biomoléculas em solução aquosa.

Ambos os estudos possibilitam o alcance de níveis de resolução sem precedentes para ^{17}O -NMR, e o novo método facultava um aumento de três ordens de magnitude do limite de tamanhos das biomoléculas acessíveis a análise NMR, em relação aos trabalhos anteriores. Wu salienta que o mais importante é o recurso à análise em solução, porque possibilita o estudo das moléculas biológicas no seu meio natural, em alternativa a uma estrutura cristalina rígida. A execução de ^{17}O -NMR revela-se problemático, porque o ^{17}O é um núcleo quadrupolar, que gera linhas espectrais NMR alargadas e de interpretação difícil. Zhu e Wu lidaram com esta questão através da aplicação de campos magnéticos especialmente intensos e do enfoque

em apenas um tipo de transição energética NMR, designada por transição central. Estas estratégias, conjugadas com a tendência das biomoléculas de tamanho elevado se movimentarem lentamente em solução (o que tende a minimizar o alargamento do sinal), permitiram uma redução das larguras dos sinais, aumentando significativamente a resolução do espectro.

A transição central de quadrupolo NMR pode ser usada no estudo de efeitos de ligação em deslocamentos químicos de oxigénio, formação de intermediários de reacção contendo oxigénio, ligações de ligandos com oxigénio a biomoléculas (como a ligação de oxalato a ovotransferrina, que consiste no objecto de um novo estudo). Wu e seus colaboradores prevêem que a nova técnica seja aplicável a complexos proteicos até 500 KDa.

(Adaptado do artigo de 03/01/2011 de Stur Borman: Elevating Oxygen, Chemical & Engineering News, <http://pubs.acs.org/cen/news/89/i01/8901notw4.html>)

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

ChemistryViews

- Presents top quality information

from



**ChemPubSoc
Europe**

an organization of 14 chemical societies in continental Europe, publishing world leading journals like *Chemistry – A European Journal*

- Gateway to WILEY's unique chemistry program including *Angewandte Chemie*, the flagship journal of



GESELLSCHAFT DEUTSCHER CHEMIKER

- Free to view magazine



ChemViews
Magazine of ChemPubSoc
Europe



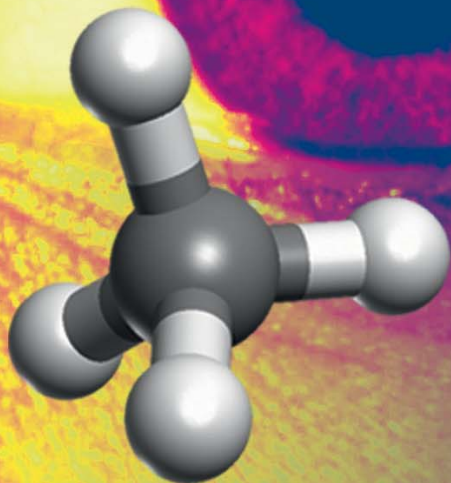
Spot your favorite
content at

www.ChemistryViews.org

 **WILEY-VCH**



**ChemPubSoc
Europe**



A SÍNTESE VERDE – (1) CONCEITO E GÉNESE

ADÉLIO A. S. C. MACHADO*

Discute-se o conceito de Síntese Verde (SV) e a sua génese, procurando caracterizar-se a Síntese Verde ideal e analisar as dificuldades da sua implementação. Finalmente, põe-se em evidência as ideias inovatórias no domínio da química de síntese que fizeram emergir o conceito moderno de SV nos inícios da década de noventa do século passado.

A concepção de vias de síntese, a par do design das moléculas dos novos compostos a preparar, são as actividades mais fulcrais da Química Verde (QV). Uma análise da via de síntese no contexto da QV revelou vários aspectos interessantes, dois dos quais serão abordados nesta sequência de dois artigos, que têm globalmente dois objectivos principais. O primeiro é apresentar e discutir o conceito de Síntese Verde (SV) como o alvo mais importante para implementação da Química Verde (QV) pelos químicos académicos. O segundo é mostrar que tem vindo a ser usada pela Indústria Química quase desde a sua emersão, estando a SV historicamente associada ao *processo contínuo* usado pela Química Industrial para o fabrico dos compostos de base em larga escala – certas características de verdura da síntese que implicam simplicidade química, nomeadamente a boa utilização dos átomos e o uso de reacções catalíticas, foram importantes na génese e desenvolvimento deste tipo de processo de fabrico.

Para cumprir o primeiro destes objectivos, neste artigo começa por apresentar-se o conceito de *via de síntese*, já que este é quase ignorado no ensino da química académica, e exemplifica-se como as suas características afectam a verdura da síntese.

Depois, caracteriza-se o conceito de *SV ideal*, discutindo-se as respectivas propriedades desejáveis, e exemplifica-se as razões por que a *SV real* fica quase sempre longe da ideal. Finalmente, apresenta-se brevemente os avanços de conhecimento químico que conduziram à génese da SV, muito ligada à da própria QV. O segundo objectivo acima será cumprido no artigo seguinte.

VIA DE SÍNTESE

Embora o ensino da química seja feito predominantemente com base em reacções químicas individualizadas, na prática industrial, os processos de fabrico de compostos envolvem em geral uma sucessão de reacções químicas: sucede quase sempre que a reacção usada como cerne do processo tem de ser precedida e seguida por outras reacções, isto é, é englobada numa *via* (ou *rota*) *de síntese* mais ou menos complexa (ver a Figura 1). Esta situação é inevitável porque não se consegue passar directamente dos reagentes disponíveis para o produto requerido e se tem de preparar um ou mais compostos *intermediários* até se chegar a ele, por meio de reacções sucessivas. Em consequência, as vias de síntese envolvem geralmente maior complexidade do que sugere o ensino académico, reducionista, da química – o que implica que, frequentemente, a obtenção do produto seja acompanhada por grande quantidade de resíduos, muito superior à dele.

Frequentemente, as vias de síntese concebidas pelos químicos académicos não são adequadas para a prática industrial, pelo que uma primeira etapa do desenvolvimento do processo industrial para fabrico de um composto consiste na escolha, revisão e optimização de uma síntese académica com vista a obter uma síntese adequada para ser realizada em grande escala – em que é importante atender, nomeadamente, à exequibilidade técnica e económica, essenciais na actividade industrial. Esta tarefa, realizada por equipas que integram químicos de processo e engenheiros químicos, é geralmente muito complexa e trabalhosa e não vai ser discutida aqui (embora seja muito importante – ver, por exemplo, [1-10]¹). A seguir apresentam-se apenas alguns conceitos básicos relevantes para permitir a compreensão das secções seguintes, e que façam sentir, em particular, por que uma concepção adequada da via de síntese é essencial para obter verdura.

No que respeita à implementação prática, a complexidade de uma via de síntese não depende apenas do número e natureza das reacções químicas que a constituem, mas também de vários outros factores operacionais, por exemplo:

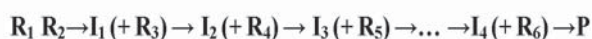
- (i) reacções consecutivas poderem, ou não, ser realizadas conjuntamente, de uma só vez, em grupos; e
- (ii) haver, ou não, necessidade de realizar operações físicas entre as reacções (separações, purificações, etc.).

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

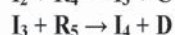
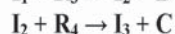
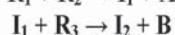
SÍNTESE EM QUÍMICA FINA

VIA DE SÍNTESE COM PASSOS MÚLTIPLOS

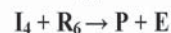
R_i REAGENTES
 I_j COMPOSTOS INTERMÉDIOS
P PRODUTO



PASSOS



...



EQUAÇÃO GLOBAL:



↓ ↓
PRODUTO RESÍDUOS

Figura 1 - Via de síntese: os processos químicos que envolvem vias sintéticas com muitos passos reaccionais com reagentes estequiométricos produzem quantidades relativamente elevadas de resíduos

Em princípio, a complexidade da realização prática da via de síntese será tanto menor quanto mais se puder agrupar reacções para serem realizadas em conjunto e quanto menos operações físicas de isolamento e purificação de intermediários forem necessárias entre as reacções consecutivas – neste caso, poupa-se meios de produção variados (ver adiante). Por isso, para aferir a complexidade/simplicidade das vias de síntese usa-se, além do número de reacções, dois conceitos que interessa considerar: *passo* e *etapa*. O número e os tipos de passos e a sua agregação em etapas influenciam marcadamente a complexidade operacional da via de síntese e os recursos requeridos por ela.

Passo. Define-se *passo químico* como sendo uma reacção que provoca uma mudança estrutural na molécula e origina um produto isolável – que, no entanto, pode não ser preciso separar, de facto, para continuar a realizar a via de síntese². O isolamento de um composto significa tempo, equipamento, trabalho, etc.,

enfim, custos adicionais, pelo que, na prática industrial, sempre dominada pelo controlo de custos, se se puder dispensar, não se faz. Quando se fazem comparações de vias de síntese, a via com um menor número de passos químicos poderá ser concretizada mais facilmente – se bem que seja preciso atender também à complexidade dos passos individuais.

O termo *passo de purificação* refere-se a operações de separação e tratamentos destinados a aumentar a pureza de um reagente intermediário ou do produto final (destilações, recristalizações, etc.). Os passos de purificação distinguem-se dos *passos químicos* porque, ao contrário destes, não envolvem ruptura e formação de ligações químicas.

Etapa. Por outro lado, define-se *etapa* como uma série de operações constituídas por um ou mais passos, químicos e de purificação, seguidas de isolamento de um composto como sólido, líquido ou em solução, que pode ser um reagente intermediário ou o pro-

duto final – entre as sucessivas reacções e operações de uma etapa não é necessário isolar compostos (na Figura 2 [11] exemplifica-se a diferença entre passo e etapa). Na prática, o número de etapas de uma via de síntese é o número de compostos que são isolados ao longo dela. Por exemplo, quando os compostos intermediários e final forem todos sólidos, a obtenção de cada sólido conclui uma etapa e o número de etapas da via de síntese é o número de sólidos isolados.

Estratégia de agregação de passos em etapas. Do ponto de vista da realização prática dos processos, em princípio, há vantagens em *concentrar o mais possível os passos em etapas* (ver exemplo na Figura 3) – poupa naturalmente trabalho, tempo de reactor, equipamento e outros recursos materiais, por exemplo, solventes e reagentes auxiliares, o que se traduz em desmaterialização da via e consequente aumento da sua veredura. No entanto, nem sempre esta é a melhor atitude, porque pode conduzir a etapas demasiado complexas, por exemplo por a sua execução ser difícil de controlar ou exigir equipamento específico. Neste caso, é melhor não sacrificar demasiadamente a simplicidade, apesar de esta ser um objectivo sempre a ter em conta, muito em particular na actividade industrial – por exemplo, se uma agregação de passos provocar uma deterioração intolerável da qualidade do composto obtido no fim da etapa, é preferível “dar os passos” em etapas separadas.

Protecção de grupos funcionais. Frequentemente, nas sínteses das moléculas orgânicas complexas que constituem a Química Industrial Fina, para obter selectividade, é necessário *proteger* parte dos grupos funcionais, quando se pretende realizar transformações noutros por meio de reacções químicas adequadas. Para isso, introduzem-se, mediante reacções adicionais, *grupos protectores* que se liguem aos grupos a conservar e os bloqueiem aquando da reacção nos grupos funcionais a transformar – isto é, que os *protejam* de modo a que não reajam. Depois de concretizada a transformação pretendida em outros locais da molécula, eliminam-se os grupos protectores dos grupos

bloqueados mediante reacções adicionais convenientes (ver exemplo na Figura 4 [12], em que um dos grupos cetona é protegido por reacção com etanodiol antes de se actuar sobre o outro). Este procedimento lida com os grupos funcionais de forma individual – considera-os e protege-os um a um – pelo que, na síntese de moléculas complexas, significa muito trabalho e dispêndio elevado de reagentes complementares, usados nas protecções.

As técnicas de protecção de grupos funcionais desenvolveram-se muito nos últimos cinquenta anos e passaram a ser invariavelmente usadas, por exemplo, na síntese total³ de compostos de origem bioquímica realizada no laboratório, cujas moléculas são frequentemente muito complexas – e, posteriormente, foram adoptadas rotineiramente mesmo na síntese de moléculas menos complexas. Aliás, a protecção de grupos funcionais, embora tivesse permitido a síntese de muitos compostos, foi responsável pelo aparecimento de um novo pesadelo dos químicos orgânicos de síntese: em certos casos, depois de chegar à molécula desejada, mas ainda protegida, tiveram a surpresa desagradável de não conseguir remover os grupos protectores – porque estes estavam teimosamente agarrados à molécula e resistiam à separação. Pior ainda, por vezes, quando os químicos intensificavam a agressividade do processo de remoção, este acabava por destruir a molécula, fazendo-os perder o trabalho que podia ter demorado muitos meses a realizar!

No entanto, mesmo que não ocorram desastres deste tipo, cada protecção significa sempre, pelo menos, duas reacções adicionais na via de síntese (uma de protecção, outra de desprotecção) e envolve reagentes auxiliares estequiométricos, que podem ou não ser recuperados e reciclados no desbloqueamento. Por outro lado, a protecção/desprotecção é frequentemente responsável por um abaixamento do rendimento da síntese, que pode ser acentuado quando, por exemplo, a remoção se mostra difícil ou ocorrem reacções laterais indesejadas nos grupos protectores. Em suma, o “andar para atrás e para a frente” do resguardo/desbloqueamento de gru-

PASSO E ETAPA

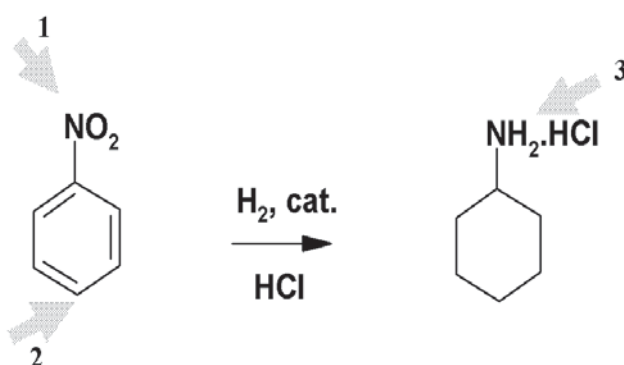


Figura 2 - Diferença entre passo e etapa: a transformação de nitrobenzeno em cloreto de ciclohexanoamónio pode ser realizada numa única etapa mas consta de três passos químicos: (1) redução do grupo nitro; (2) redução do anel aromático; e (3) formação do sal ónio

AGREGAÇÃO DE PASSOS EM ETAPAS

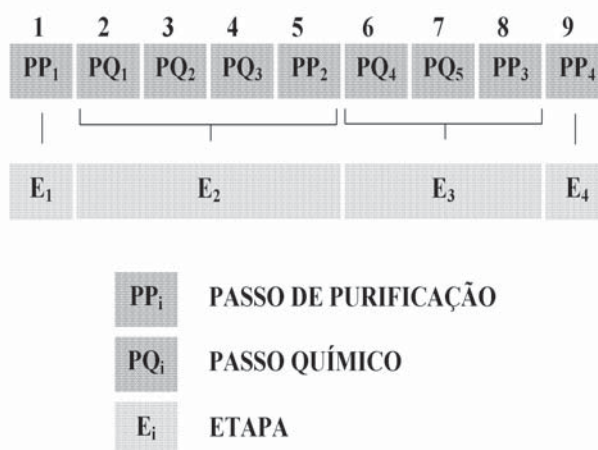


Figura 3 - Importância da agregação de passos em etapas: a agregação representada permite realizar o processo de 9 passos em 4 etapas – o que só exige 4 unidades de equipamento

USO DE GRUPO PROTECTOR

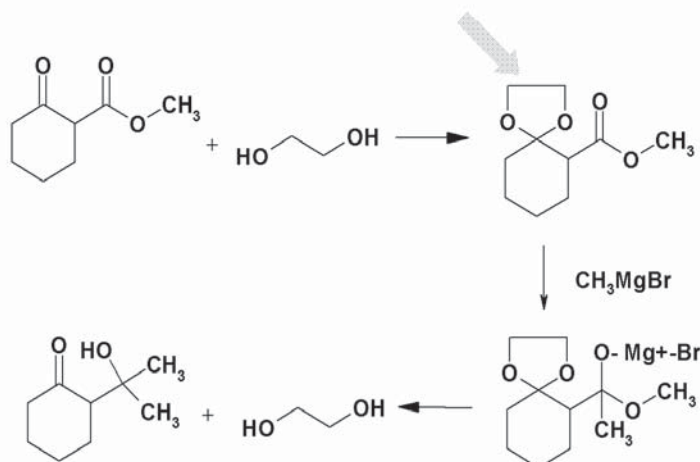


Figura 4 - O uso de grupos protectores complica a síntese: o etanodiol é usado para introduzir um grupo protector com o fim de impedir um dos dois grupos cetona de reagir com um reagente de Grignard, mas depois desta reacção o grupo tem de ser desbloqueado – estas operações acrescentam dois passos extra à síntese e baixam a economia atómica

pos contribui, frequentemente de uma forma substancial, para uma perda de eficácia operacional da síntese e para a produção de uma elevada quantidade adicional de resíduos; por isso, no contexto da QV, é muito importante que as vias de síntese sejam planificadas de forma a evitar, na medida do possível, a necessidade de usar grupos protectores.

DA SV IDEAL À REALIDADE DA SV

Quando presentemente se desenvolve uma nova via de síntese com o objectivo de otimizar a respectiva verduira, se todos os Doze Princípios da QV [13, 14] forem cabalmente cumpridos, a via materializará a chamada SV *ideal*. Assim, pode-se tentar definir as características essenciais da síntese ideal a partir daqueles Princípios, usando as respectivas metas (ver a Figura 5). Esta figura lista (seguir a seta) as características ideais de uma via de síntese, com respeito sucessivamente a:

- (i) *implementação química* – simplicidade, etapa única (situação rara!), segurança química, rendimento total, máxima eficiência de átomos, ausência de desperdício de reagentes, etc.; e
- (ii) *efeitos ambientais* – ambientalmente aceitável, reagentes renováveis, produto não tóxico, sem produção de resíduos e sem emissão de poluentes, etc.

Não se garante que a listagem de características da SV ideal apresentada na figura seja exaustiva (omite, por exemplo, os requisitos de energia), por isso se termina o percurso na estrela com um ponto de interrogação (?). As reacções de síntese, tal como as senhoras, são frequentemente sofisticadas e complexas – e, tal como a *mulher ideal*, a síntese ideal só existe na mente do químico verde, sendo difícil, se não impossível, encontrá-la na prática. No entanto, se porventura o for, é de esperar que tenha virtudes, ou vícios, insuspeitados, o que justifica que à interrogação se acrescente a exclamação (“?!”). Por exemplo, a figura exclui, embora seja óbvia se se pretender usar a síntese em Química Industrial, a necessidade de ela ser economicamente viável (o valor de venda do produto tem de cobrir os

CARACTERÍSTICAS DA SV IDEAL

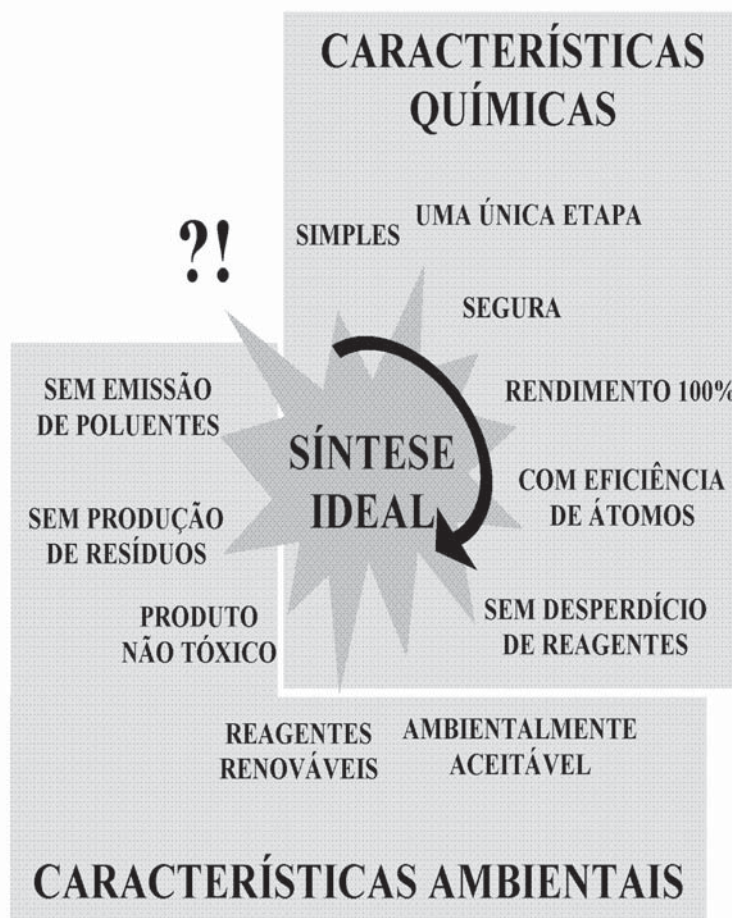


Figura 5 - Características da SV ideal: as características procuram traduzir os Doze Princípios da QV

custos dos reagentes e demais custos de produção, com margem positiva – o lucro). Ora, um “vício terrível” que a grande maioria das vias de síntese académicas apresentam é não conseguirem ser realizadas à escala industrial sem dar prejuízos... Embora a apresentação do conceito de SV ideal feita na Figura 5 seja útil, já que permite a visualização global das metas a perseguir, na prática, dada a complexidade da química, não é possível atingi-las todas em pleno. Na realidade, a concepção da SV é bastante árdua, porque envolve a consideração simultânea de variados factores, referentes a todos os Doze Princípios, para todo o ciclo de vida do composto e do respectivo processo de síntese. Na Tabela 1 exemplifica-se a variedade de tais factores (não se pretende ser exaustivo, só se apresentou um por Princípio), usando o chamado enquadramento R_4 [15], que vinca a

necessidade de prestar atenção simultaneamente a Reacções, Resíduos, Reagentes e Recursos. A Tabela sugere bem a complexidade e dificuldades de design da SV para cumprir os Doze Princípios em globo.

É claro que existe uma forte inter-relação entre a natureza das reacções químicas que podem ser usadas na via de síntese e a verduira desta, em particular, por exemplo, no que diz respeito às características químicas que permitem o percurso da via com bom aproveitamento no produto dos átomos dos reagentes. Quanto a este aspecto, aborda-se a seguir uma importante mudança de atitude dos químicos, que ocorreu há cerca de vinte anos e foi determinada pela sua crescente consciencialização sobre a importância do problema dos resíduos em Química Industrial – e que muito contribuiu para a gênese da QV.

Tabela 1 - Exemplos de aspectos a considerar na concepção da via para cumprir os Princípios e obter SV

Aspecto	Princípio
Reacções	
Evitar o uso e produção de compostos tóxicos	4
Realizar o controlo cuidadoso dos processos químicos	11
Usar reacções seguras	12
Resíduos	
Evitar a formação de resíduos	1
Maximizar a incorporação dos reagentes no produto	2
Evitar derivatizações	8
Reagentes	
Privilegiar o uso de catalisadores em detrimento de reagentes estequiométricos	9
Usar e conceber compostos inócuos	3
Usar e conceber compostos degradáveis	10
Recursos	
Usar matérias-primas e reagentes renováveis	7
Eliminar/minimizar solventes e substâncias auxiliares	5
Minimizar os requisitos energéticos	6

QUADRO 1

CONCEITOS DE AVALIAÇÃO DA UTILIZAÇÃO DOS ÁTOMOS NAS REACÇÕES

ECONOMIA ATÓMICA

RAZÃO (%) ENTRE A MASSA DE ÁTOMOS DOS REAGENTES ESTEQUIOMÉTRICOS INCORPORADOS NO PRODUTO E A MASSA TOTAL DE ÁTOMOS NOS REAGENTES

UTILIZAÇÃO ATÓMICA

RAZÃO (%) ENTRE A MASSA DE PRODUTO E A SOMA DAS MASSAS DE TODAS AS SUBSTÂNCIAS PRODUZIDAS NA REACÇÃO (PRODUTO E COPRODUTOS)

FACTOR E

RAZÃO (EM VALOR) ENTRE A MASSA DOS RESÍDUOS PRODUZIDOS E A MASSA DO PRODUTO

MUDANÇA DE POSTURA DOS QUÍMICOS – DO DESPREZO PELOS RESÍDUOS À QV

No início dos anos noventa do século XX, os químicos orgânicos de síntese descobriram finalmente, após

mais de cento e cinquenta anos de prática de inventar novas moléculas no laboratório⁴, que a arte da síntese consistia não só em obter o composto desejado, mas também em não obter resíduos. Por outras palavras, um objectivo importante que as reacções de

síntese devem cumprir é incorporar os átomos aportados pelos reagentes na molécula do produto e não nas moléculas que se formam paralelamente a esta, as quais, em princípio, constituem resíduos.

Esta mudança de postura na visão das reacções de síntese, de reducionista para sistémica, resultou da introdução dos conceitos de *economia atómica* (Trost, 1991) [16], e de *utilização atómica* e *factor E* (de “Environmental factor”) (Sheldon, 1992) [17,18], que aliás contribuíram para formatar o Primeiro (Prevenção de resíduos) e Segundo (Economia atómica) dos Doze Princípios da QV, formulados poucos anos depois [13].

Estes conceitos são hoje muito importantes porque servem de base a *métricas de massa*, usadas cada vez mais na avaliação da *verdura* da química (ver, por exemplo, [19]), pelo que as suas definições são apresentadas no Quadro 1. Os dois primeiros conceitos avaliam a extensão da incorporação dos átomos dos reagentes no produto que se quer preparar – a meta da reacção.

Essa extensão deve ser a maior possível para que se perca a menor quantidade possível de átomos em resíduos – um objectivo tão importante como obter rendimento elevado. O factor E, cujo uso tem ganho importância crescente no domínio da química de síntese [20], ao comparar a massa de resíduos com a de produto, põe em evidência a extensão do problema da produção de resíduos no fabrico das substâncias químicas.

Estes novos conceitos de avaliação (“metrificação”) das reacções químicas trouxeram consigo um modo inovador de olhar para o design da via de síntese, que passou a incluir a perseguição do embutimento no produto dos átomos proporcionados pelos reagentes a fim de minimizar a produção de resíduos.

A inovação pode ser expressa, em linguagem económica, em termos do conceito genérico de produtividade⁵: os químicos devem perseguir a produtividade dos átomos, um dos factores básicos que usam nas reacções químicas (outro é a energia).

A introdução desta linguagem económica na química é um pouco mais recente que os conceitos de economia atómica e factor E (o conceito de *produtividade atómica* deve-se a Steinbach e Winkerback, 2000) [21]. A relação da produtividade atómica com as métricas de massa referidas acima foi discutida com detalhe em [19]. O conceito de produtividade atómica é importante porque integra a SV no contexto mais global da *desmaterialização*, que, a par da diminuição da intensidade energética⁶ (“*desenergialização*”), constituem os pilares da *eco-eficiência* – constituindo uma ponte importante entre a QV e a Ecologia Industrial.

CONCLUSÕES

A discussão anterior sugere que o ensino da química deve dar mais atenção ao conceito de via de síntese e, em particular, ao de SV, cujo design é complexo (e, frequentemente, elusivo), o que acarreta que a sua prática seja afinal problemática e custosa, exigindo uma mudança de atitude mental dos químicos no sentido de adquirirem uma postura sistémica. Esta mudança está implícita nos conceitos de economia atómica e utilização atómica, devidos respectivamente a Trost e Sheldon, que constituem “saltos em frente” inovatórios de grande calibre quanto à visão que os químicos devem ter da síntese orgânica. Este facto merece ser realçado, já que as mudanças de paradigma são sempre difíceis de concretizar.

No artigo seguinte desta série discutir-se-á como a prática histórica da síntese em Química Industrial evidencia que, em variadas situações, esta introduziu vias de síntese com características verdes de raiz; e que vários processos químico-industriais foram sendo depois aperfeiçoados no sentido de perseguir o aumento da verdura presentemente embutida na ideia de SV ideal. Esta antecipação de conclusões do artigo seguinte, embora seja prematura, é incluída aqui para terminar este com uma perspectiva optimista: a SV pode ser complexa e difícil, mas a história mostra que, se os químicos lutarem por ela, podem atingi-la em grau elevado.

NOTAS

- Os livros [1-2], pequenos textos com menos de 100 páginas, são úteis para os químicos não profissionais da síntese e professores que quiserem obter uma ideia global da importância e problemas do escalamento da via de síntese.
- Por exemplo, duas reacções sucessivas que envolvam um intermediário transiente, não isolável, constituem apenas um único passo.
- Chama-se *síntese total* a um processo de síntese realizado totalmente por via química, em oposição a processos de síntese em que se parte de um produto natural isolado a partir da natureza, portanto de origem biológica, cuja molécula é modificada por reacções químicas para obter outro composto – neste caso, o composto é obtido por *síntese parcial*.
- A primeira síntese de uma molécula orgânica foi realizada em 1828, pelo químico alemão F. Wohler (1800-1882) – a ureia, $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$; esta experiência marca o nascimento da Química Orgânica. O marco seguinte desta foi a síntese do primeiro composto orgânico artificial (“sintético”), o corante malvina, por W. H. Perkin (1856), quando pretendia sintetizar o quinino.
- A produtividade de um factor de produção é a razão entre quantidade de produto e a quantidade de factor usado, por exemplo, é bem conhecida a produtividade do trabalho.
- A intensidade energética é a razão da energia dispendida por unidade de valor dos bens produzidos, por exemplo, para uma economia nacional é a razão entre a energia total gasta pelo país e o respectivo Produto Interno Bruto (na base anual).

REFERÊNCIAS

- S. Lee e G. Robinson, *Process Development – Fine Chemicals from Gram to Kilograms*, Oxford, 1995.
- J. H. Atherton e K. J. Carpenter, *Process Development: Physicochemical Concepts*, Oxford, 1999.
- N. G. Anderson, *Practical Process Research & Development*, Academic Press, 2000.

- W. Cabri e R. Di Fabio, *From Bench to Market – The Evolution of Chemical Synthesis*, Oxford, 2000.
- G. H. Vogel, *Process Development – From the Initial Idea to the Chemical Production Plant*, Wiley-VCH, 2005.
- D. Walker, *The Management of Chemical Process Development in the Pharmaceutical Industry*, Wiley-Interscience, 2008.
- M. Nafissi, J. A. Ragan e K. M. DeVries, “From Bench to Pilot Plant – Process Research in the Pharmaceutical Industry”, *ASCSymp. S.817* (2002).
- A. F. Abdel-Magid e J. A. Ragan, *Chemical Process Research – The Art of Practical Organic Synthesis*, *ACS Symp. S. 870* (2004).
- M. Zlokarnik, *Scale-up in Chemical Engineering*, Wiley-VCH, 2002.
- G. B. Tatterson, *Process Scaleup and Design*, NC A&T State University, 2002.
- D. J. C. Constable, A. D. Curzons, L. M. F. Santos, G. R. Geen, R. E. Hannah, J. D. Hayler, J. Kitteringham, M. A. McGuire, J. E. Richardson, P. Smith, R. L. Webb e M. Yu, “Green Chemistry Measures for Process Research and Development”, *Green Chem. 3* (2001) 7-9.
- M. C. Cann e M. E. Connelly, *Real-World Cases in Green Chemistry*, ACS, 2000, p. 9.
- P. T. Anastas e J. C. Warner, *Green Chemistry – Theory and Practice*, Oxford UP, 1998, p. 30.
- A. A. S. C. Machado, “Química e Desenvolvimento Sustentável – QV, QUIVES, QUISUS”, *Química – Bol. S. P. Q. 95* (2004) 59-67.
- X. Domènech, *Química Verde*, Rubes, 2005, p. 46.
- B. M. Trost, “The Atom Economy – A Search for Synthetic Efficiency”, *Science 254* (1991) 1471-1477.
- R. A. Sheldon, “Organic Synthesis – Past, Present and Future”, *Chem. Ind. (London)* (1992) 903-906.
- R. A. Sheldon, “Consider the Environmental Quotient”, *ChemTech 24* (3) (1994) 39-47.
- A. A. S. C. Machado, “Métricas da Química Verde – A Produtividade Atómica”, *Química – Bol. S. P. Q. 107* (2007) 47-55.
- R. A. Sheldon, “The Factor F: Fifteen Years On”, *Green Chem. 9* (2007) 1273-1283.
- A. Steinbach e R. Winkerbach, “Choose Products for Their Productivity”, *Chem. Eng.* (2000, Abril) 94-104.

DA QUÍMICA À BIOQUÍMICA: O PERCURSO CIENTÍFICO DE KURT JACOBSONH EM PORTUGAL (1929-1979)

ISABEL AMARAL*

A ciência é o resultado da sua história. É justamente por isso que nos propomos revisitar a obra de Kurt Paul Jacobsohn (1904-1991), um cientista alemão que realizou em Portugal grande parte da sua carreira científica, tornando-se assim uma figura da história da ciência portuguesa que importa conhecer e divulgar.

Kurt Jacobsohn emigrou para Portugal em 1929 e aqui permaneceu até 1979, data em que se retirou para Israel. Criou em Portugal uma escola de investigação - sediada num instituto de investigação de gestão privada, o Instituto de Investigação Científica Bento da Rocha Cabral - que lhe permitiu instituir a bioquímica como nova área disciplinar, tendo acrescentado à dimensão fisiológica da bioquímica portuguesa a dimensão química.

Iniciou a primeira página da história da bioquímica em Portugal com um programa de investigação inovador centrado na enzomologia e no estudo do metabolismo intermediário, a partir do qual estabeleceu uma rede de interesses científicos que se expandiram do instituto que o acolheu para a Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, onde a bioquímica acabaria por se consolidar como área científica independente em 1982.

INTRODUÇÃO

O legado de Kurt Jacobsohn para a história da bioquímica em Portugal está intimamente associado à história do Instituto de Investigação Científica Bento da Rocha Cabral, criado por vontade testamentária de Bento da Rocha Cabral (1847-1921)¹. Foi com grande surpresa que os seus testamenteiros se viram confrontados com a disposição que determinava a criação de um instituto de investigação em Lisboa, a exemplo dos institutos Rockefeller e Carnegie, nos Estados Unidos, confiado a Ferreira de Mira² [1, 2], o instituto que recebeu o seu nome, Instituto de Investigação Científica Bento da Rocha Cabral (IRC) [3, 4] – Figura 1.

Em 1925, iniciaram-se os trabalhos de investigação no instituto e em 1929 estavam definidas as áreas de investigação, com os respectivos espaços laboratoriais: a fisiologia, a microbio-

logia, a histologia e a química biológica. A secção de química biológica foi a última a ser instalada porque a investigação experimental em Portugal nesta área era considerada incipiente, ao contrário da Alemanha, onde o estudo dos processos metabólicos estava nesta altura em pleno apogeu. Ferreira de Mira, na qualidade de director do IRC, deslocou-se a Berlim, ao *Kaiser*

Wilhelm-Institut für Biochemie, então sob a direcção de Carl Neuberg³ [5, 6], a quem pediu que lhe indicasse um dos seus colaboradores que pudesse instalar em Portugal um laboratório de bioquímica no Instituto Rocha Cabral. Neuberg indicou-lhe Kurt Jacobsohn (Figura 2), que aceitou o convite. Veio para Portugal no início da sua carreira científica, com apenas 25 anos e



Figura 1 - Fotografia da fachada principal do Instituto de Investigação Científica Bento da Rocha Cabral

* Departamento de Ciências Sociais Aplicadas, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa, 2829-516 Caparica
E-mail: imsp-amaral@fct.unl.pt

recém-casado. Realizou a viagem de núpcias a caminho de Portugal, juntamente com os seus pais [5, 6].

Ferreira de Mira e a administração do IRC estabeleceram com ele um contrato por um período de quatro anos, período após o qual, se tornou vitalício.

Kurt Jacobsohn obteve deste modo uma situação financeira que lhe permitia encarar o futuro com alguma esperança, dado já ser evidente na época o processo que conduziria ao extermínio de judeus pelo III Reich.

REVISITANDO A VIDA E OBRA DE KURT JACOBSONH

Kurt Jacobsohn, de ascendência judaica, nasceu em Berlim a 31 de Outubro de 1904. Iniciou a sua carreira de químico no ensino secundário no Luisen-Gymnasium zu Berlin. Ingressou na *Friedrich-Wilhelms-Universität zu Berlin* em 1923 e, em 1924, fez o exame de admissão aos Institutos de Química Orgânica e de Química-Física nesta universidade. Entre 1926 e 1928, preparou a tese de doutoramento sob orientação de Carl Neuberg. Em 1927 tinha já sido nomeado por Carl Neuberg como assistente do instituto de investigação que dirigia em Berlim, funções que desempenhou até Abril de 1929 [5, 6]. A partir desta

altura desenvolveu toda a sua carreira científica e académica em Portugal.

Em 1935 adquiriu a nacionalidade portuguesa e recebeu equivalência do grau de Doutor conferido pela Universidade de Berlim ao de Doutor em Ciências Físico-Químicas pela Universidade de Lisboa. A partir desta data ingressou então na Faculdade de Ciências por proposta de D. António Pereira Forjaz. Foi responsável pela regência de várias disciplinas: o Curso Teórico de Noções Gerais de Química-Física (1936-1942), o curso de Análise Química (1942-1947) e Química Orgânica (1942) e o curso de Química Médica (1948-1954). Tornou-se professor catedrático de Química Orgânica em 1955 e, em 1974, abandonou a carreira docente universitária após jubilação [5, 6].

Foi secretário, bibliotecário, director do laboratório de química da Faculdade de Ciências e vice-reitor da Universidade de Lisboa entre 1966 e 1970. Como professor, publicou vários livros de texto de química em colaboração com docentes da Faculdade de Ciências e com investigadores do Instituto Rocha Cabral [5, 6].

Kurt Jacobsohn foi o principal impulsor da bioquímica e “entre nós sempre lutou pela criação dessa cadeia [a bioquímica] e, depois dela

criada [em 1964] foi seu regente até à jubilação” [7]. A criação da licenciatura em bioquímica, pela qual Jacobsohn sempre se bateu viria a ser homologada poucos anos após a sua ida para Israel, em 1980. Embora não tenha sido fundada por si, viria a sê-lo por alguns dos seus discípulos [5, 6].

Kurt Jacobsohn era sócio de todas as sociedades científicas portuguesas, entre as quais, a *Sociedade Portuguesa de Biologia* e a *Sociedade Portuguesa de Ciências Naturais*, a *Sociedade Portuguesa de Química e Física* e a *Société de Chimie Biologique de Paris*. Assumiu vários cargos de direcção em revistas nacionais e estrangeiras, com destaque para a *Sociedade Portuguesa de Química e Física*, a *Sociedade Portuguesa de Biologia*, os *Archives Portugaises des Sciences Biologiques*, *Enzymologia*, *Archives of Biochemistry*, *Vitamine*, *Fermente*, *Hormone*, *Experimental Medicine and Surgery*, e, *Biological Abstracts* [5, 6].

Ao longo de 50 anos de carreira publicou cerca de 290 trabalhos, quer no âmbito da investigação científica da sua escola de investigação, como na vertente pedagógica, visualizados esquematicamente no Gráfico 1 [5, 6].

A produção científica, num total de 240 artigos, reflecte o grande número de publicações realizadas em periódicos estrangeiros especializados em enzimologia e em bioquímica, como podemos visualizar no Gráfico 2.

Ao analisarmos a actividade científica de Kurt Jacobsohn, facilmente nos apercebemos das estreitas ligações internacionais que este mantinha, em particular com a Alemanha. É notória a sua influência no estabelecimento de canais de comunicação privilegiados com os principais periódicos especializados em bioquímica e em enzimologia, onde difundiu a obra da sua escola.

UM OLHAR PELA INVESTIGAÇÃO

Ao chegar a Portugal, em 1929, criou uma escola de investigação em enzimologia, dedicando-se ao estudo do metabolismo celular, com particular enfoque no estudo das enzimas in-



Figura 2 - Fotografia tirada na Sala da Direcção do IRC, no dia da Comemoração dos 25 anos do Instituto, em 1951, onde se identificam Kurt Jacobsohn em pé à esquerda, Joaquim Fontes e Liesel Jacobsohn (sua esposa) em baixo, e à esquerda, Ferreira de Mira

tervenientes nestes processos, acompanhando as alterações conceptuais e metodológicas da disciplina a nível europeu. O programa de investigação que concebeu, baseado na tradição química alemã, faz uma abordagem molecular dos fenómenos biológicos. Inclui estudos de síntese química de diferentes compostos intervenientes em reacções catalisadas por enzimas; a análise estrutural e o estudo cinético de diversos enzimas pouco estudados na época; e ainda o estudo do metabolismo celular, procurando justificar o modo de acção dos enzimas do ponto de vista da regulação metabólica. Para a concretização destes objectivos, utilizou técnicas específicas de doseamento de diferentes macromoléculas biológicas, algumas delas desenvolvidas pela própria “escola”, outras optimizadas. Dentre este conjunto de técnicas salienta-se a polarimetria, a fluorimetria, a dispersão óptica rotatória, a espectropolarimetria e a aplicação de radioisótopos como indicadores em estudos bioquímicos [5, 6].

Entre os biocatalisadores conhecidos na época escolheu prioritariamente um grupo de enzimas, as alcenoicas⁴, cujas características os tornam acessíveis a estudos cinéticos. Estes enzimas catalisam reacções que estabelecem equilíbrios químicos simples e acessíveis à análise, porque neles estão representados tanto os reagentes como os produtos da reacção em condições apreciáveis, e, além disso, como são compostos opticamente activos, são facilmente doseados. Desta forma era possível estudar o problema tanto do ponto de vista estático como dinâmico e, ao mesmo tempo, confrontar os valores cinéticos encontrados com as condições energéticas do sistema, de acordo com a segunda lei da termodinâmica [5, 6].

O desenvolvimento da enzimologia foi lento na história da bioquímica. Embora algumas contribuições para o estudo de enzimas tenham surgido no início do século XIX, como a amilase, a pepsina, a catalase e a invertase, o que é facto é que em 1920, apenas eram conhecidos cerca de 12 enzimas que não tinham ainda sido isolados e pouco se conhecia acerca da sua natureza química e catalítica [5,

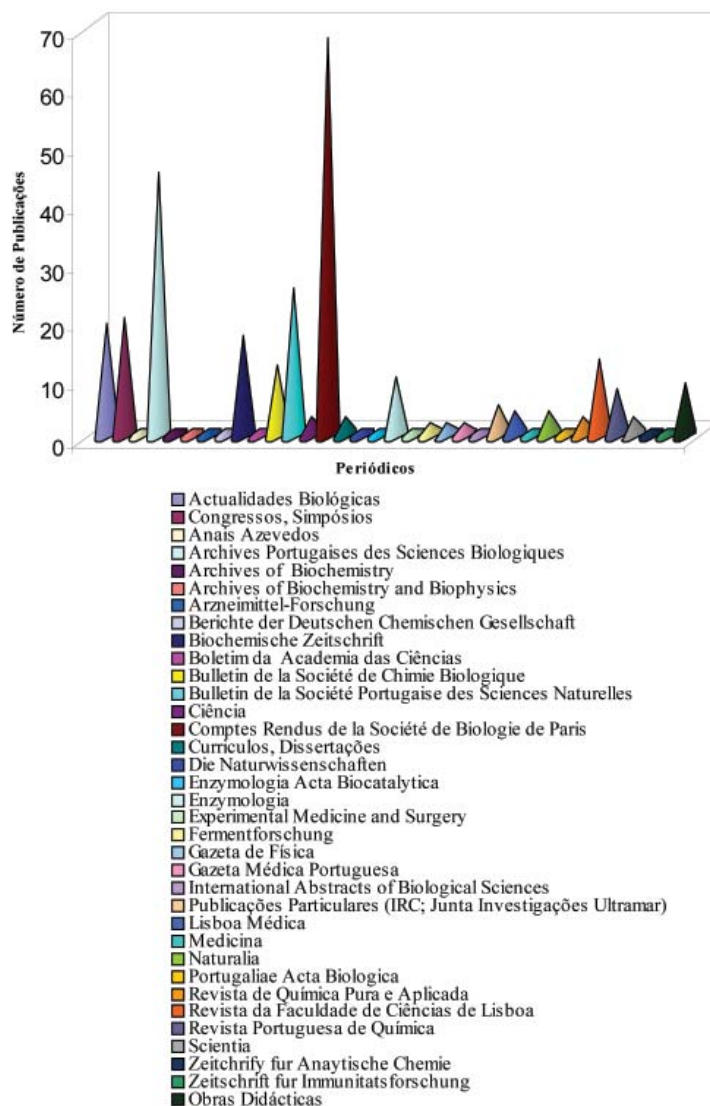


Gráfico 1 - Total de Publicações de Kurt Jacobsohn efectuadas entre 1929 e 1979, distribuídas pelos vários periódicos nacionais e estrangeiros

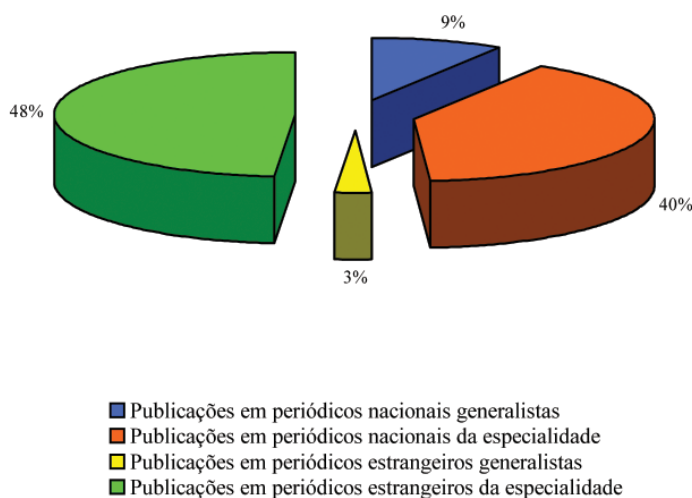


Gráfico 2 - As publicações totais de Kurt Jacobsohn efectuadas entre 1929 e 1979, distribuídas por diferentes tipos de periódicos

6]. A partir desta data, a descoberta e a separação dos enzimas conheceu uma grande expansão, à qual não foi alheio Kurt Jacobsohn e os seus seguidores. O estudo enzimológico que o grupo realizou, incidiu sobre vários enzimas com particular incidência nas seguintes alcenoicases: a fumarico-hidratase (fumarase), a fumarico-amoniacase (aspartase) e as aconitases. Para além destes enzimas, a “escola” estudou também outro tipo de enzimas, as esterases, como a colinesterase, e ainda a tiaminase, a fosfatase [8-10], a urease [11, 12], a glicerofosfatase [13] e a tirosinase [14], e realizou também ensaios da actividade catalítica de alguns enzimas em condições fisiológicas, e em situações patológicas, causadas quer por doença, quer por lesões operatórias [5, 6].

Os enzimas que constituíram o cerne do programa de investigação, e nos quais o grupo mais se distinguiu, foram os seguintes: fumarase, aspartase, aconitases, colinesterase e tiaminase.

O enzima fumarase foi descoberto em 1919 por Einbeck e em 1921, Battelli e Stern demonstraram a sua existência, classificando-o como um enzima que catalisa a hidratação do ácido fumárico mediante a formação de ácido málico levógiro (l-malato) [5, 6]. Entre 1931 e 1937, com base nos estudos realizados no laboratório de Kurt Jacobsohn no IRC, confirmou-se a existência deste equilíbrio, e o enzima incluiu-se noutra grupo enzimático passando a designar-se por fumárico-hidratase. Este resultado surgiu na sequência de vários estudos realizados no Instituto nos quais foram encontradas várias fumarases e poucas hidratases, e pelos conhecimentos que existiam na época sobre a importância do ciclo degradativo dos glúcidos [15-21]. Havia assim todo o interesse em alterar a nomenclatura enzimática, colocando a fumarase no grupo das alcenoicases, à semelhança da aspartase. A proposta foi internacionalmente aceite [22].

A partir de 1955, no 3º Congresso Internacional de Bioquímica realizado em Bruxelas, foi admitida a possibilidade de se formar uma Comissão Internacional de Enzimas, e então, a fu-

marase, que a “escola” designou por Fumarico-Hidratase, continuou a ser uma das designações recomendadas pela Comissão embora o enzima fosse classificado noutra classe, a classe das hidro-liases. Trata-se de fazer a classificação do enzima que catalisa a reacção inversa: em vez da formação de l-malato a partir de fumarato, como a “escola” propôs, a nova classificação envolve a formação de fumarato e de uma molécula de água, a partir de l-malato. O enzima recebeu a designação de l-malato hidrolase (EC 4.2.1.2) [23].

Relativamente à aspartase, Kurt Jacobsohn seguiu a mesma via de raciocínio, realizou estudos análogos sobre o equilíbrio biocatalítico com os sistemas da aspartase e das aconitases em simultâneo com os da fumarase, levando-o a propor que o enzima que catalisava a reacção de transformação do ácido fumárico em ácido l-aspartico era do mesmo tipo da fumarase. Todavia, actualmente, o enzima passou a ser incluído no grupo das liases, l-aspartato amónia-liase (EC 4.3.1.1) [24] e aspartase passou a ser uma designação não recomendada. No entanto, a “escola” envolvendo-se neste raciocínio tentou resolver a hipótese, mas verificou que apenas o ácido fumárico sofre este tipo de fermentações, não tendo sido verificado outros exemplos de ácidos não saturados acessíveis a uma hidratação ou aaminação enzimática [25, 26], atribuindo-se a isso o papel fisiológico altamente específico que o ácido fumárico tem no metabolismo celular.

O problema da degradação metabólica do ácido cítrico ocupava nesta época os bioquímicos do mundo inteiro e particularmente da Alemanha. A partir dos primeiros trabalhos de Martius e Knoop [27], em que estes autores assumiam que a fumarase seria o enzima actuante sobre o ácido cis-aconítico, os investigadores da “escola” de Jacobsohn envolveram-se no estudo desta problemática e as suas contribuições permitiram reforçar algumas ideias sobre reacções parciais envolvidas no ciclo dos ácidos tricarboxílicos proposto por Krebs em 1936 [28] e conduziram a “escola” ao estabelecimento de novos pressupostos sobre o mecanismo da biocatálise em geral⁵.

A colinesterase e a tiaminase, dois sistemas enzimáticos, eram na época sistemas cuja actividade se considerava estar directa ou indirectamente relacionada com a vitamina B1, que tinha um interesse clínico muito valorizado, em particular, pela secção de fisiologia do IRC da qual faziam parte os investigadores que adquiriam formação bioquímica no laboratório de Kurt Jacobsohn. Seria pois natural que a “escola” optasse por estabelecer uma linha de investigação para o estudo sistemático destes sistemas, procurando dar aos resultados obtidos uma explicação bioquímica [29] que servisse tanto aos médicos como aos bioquímicos do Instituto [30-35]. Foi provavelmente a investigação mais complexa realizada pelo grupo de investigação de Kurt Jacobsohn cujos resultados não foram significativamente expressivos para identificar estrutural e funcionalmente os dois sistemas enzimáticos.

No que respeita às investigações realizadas no âmbito do metabolismo lipídico, o grupo de Jacobsohn seguiu o mesmo esquema de análise estrutural de alguns enzimas envolvidos no metabolismo lipídico, bem como a influência exercida por vários iões em várias vias da lipogénese lipídica e outras vias relacionadas [36, 37], com o objectivo de obter um maior conhecimento acerca dos mecanismos regulatórios nos quais estes iões podiam influenciar o metabolismo dos ácidos gordos, triacilgliceróis, fosfolípidos, colesterol e acetoacetato, elementos representantes dos constituintes lipídicos celulares.

BREVES CONCLUSÕES

A bioquímica, enquanto área de investigação, surgiu em Portugal em 1929, num instituto privado de investigação dirigido e frequentado por médicos, mas levou meio século a institucionalizar-se nas faculdades de ciências do país.

A presença de Kurt Jacobsohn na Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa estimulou o interesse pela bioquímica de alguns alunos da Licenciatura em Ciências Físico-Químicas. Todavia, tudo parece indicar que a Secção de Química da Faculdade de Ciências de Lisboa não terá compre-

endido a craveira científica de Kurt Jacobsohn, nem terá tirado partido da sua presença, no sentido de promover a investigação científica nesta área a partir dos finais dos anos 40. Apenas em 1964 pôde incluir a disciplina no *curriculum* da licenciatura em Ciências Físico Químicas.

A presença de Jacobsohn no IRC e na então Secção de Química da FCUL, apesar das dificuldades que possam ter existido, constituiu a base a partir da qual a bioquímica se foi lentamente consolidando, cristalizando-se numa licenciatura da especialidade, em 1982, na Faculdade de Ciências de Lisboa. Tendo sido, em Portugal, o primeiro investigador com formação especializada em bioquímica e o que primeiro assumiu a identidade profissional de bioquímico, a figura de Kurt Jacobsohn e a sua “escola” de investigação são, indubitavelmente, parte integrante da história da bioquímica em Portugal.

NOTAS

- ¹ Bento da Rocha Cabral nasceu em Paradelas de Guiães, concelho de Sabrosa. Casou no Brasil com Maria Jaymot e não deixou descendentes directos. Bento da Rocha Cabral viajava muito pelo estrangeiro, em particular pela Europa e pela América e desde sempre se mostrou sensível à ideia de deixar no seu País parte da sua riqueza destinada a obras de interesse colectivo. Para mais pormenores sobre as cláusulas testamentárias de Rocha Cabral consulte-se a obra, Ferreira de Mira, *O Instituto de Investigação Científica Bento da Rocha Cabral* (Coimbra, Imprensa da Universidade de Coimbra, 1926).
- ² Rocha Cabral não conhecia pessoalmente Ferreira de Mira, mas conhecia o seu trabalho no Instituto de Química Fisiológica da Faculdade de Medicina de Lisboa, na vereação da Câmara Municipal de Lisboa, no Parlamento, onde foi deputado em três legislaturas, mas principalmente através da sua actividade jornalística. Ferreira de Mira, por várias vezes reclamara publicamente a dificuldade de se desenvolver a investigação científica em Portugal, já que no seu

entender, reinava no país uma mentalidade alicerçada num anti-cientismo primário. Ferreira de Mira publicava artigos de opinião n' *A Lucta* e entre 1912 e 1922 defendeu insistentemente, a ideia do mecenato no sentido de se constituírem centros de investigação privados, com poderes e recursos para gerir a sua própria investigação, a exemplo dos Institutos Rockefeller e Carnegie, nos Estados Unidos.

- ³ Carl Neuberg foi considerado um dos bioquímicos alemães mais importantes da segunda geração provenientes de uma tradição associada à Química Orgânica. Foi um dos cientistas mais medalhados do seu tempo, de tal forma que foi criada uma medalha em seu nome pela *American Society of European Chemists*. Recebeu de Adolf Hitler a condecoração de herói da Pátria pelas suas contribuições científicas durante a 1ª Guerra mas, apesar de ter sido nomeado três vezes pela Academia Sueca, nunca recebeu o Prémio Nobel. A sua obra realizada com a colaboração de vários investigadores e estudantes resume-se a cerca de 900 publicações efectuadas nos laboratórios onde esteve.
- ⁴ Estes enzimas catalisam a saturação da ligação dupla de diferentes alcenoicos existentes na natureza pela fixação de certos compostos minerais, como a água, bases azotadas, etc. São enzimas que intervêm na fermentação metabólica dos glúcidos, em conformidade com os esquemas de Szent-Györgyi e de Krebs, fazendo a transição para o metabolismo dos ácidos gordos e dos aminoácidos.
- ⁵ Estes trabalhos respeitantes ao ciclo do ácido cítrico, no qual Kurt Jacobsohn detectou reacções particulares, são referidos por Polonowski. M., Polonowski, *Biochimie Médicale*, Paris: Masson et Cie (1947) 447.

REFERÊNCIAS

- [1] I. Amaral, “Na Vanguarda da Modernidade: o dinamismo sinérgico de Marck Athias, Celestino da Costa e Ferreira de Mira na primeira metade do séc. XX”, in R. Pita e A. L. Pereira, (ed.), *Estudos do Século XX*, Coim-

bra: Imprensa da Universidade de Coimbra (2004) 263-282.

- [2] I. Amaral, *Annals of Science* **63**(1) (2006) 85-110.
- [3] M. B. Ferreira de Mira, *O Instituto de Investigação Científica Bento da Rocha Cabral*, Coimbra: Imprensa da Universidade de Coimbra (1926).
- [4] I. Amaral, R. E. Pinto e A. Carneiro, «La Recherche Biomédicale au Portugal — l'Héritage du IRC (1922-1953),» in R. Belot, M. Cotte e P. Lamard, (ed), *La Technologie au Risque de l'Histoire*, Paris: BERG International Éditeurs - Université de Technologie de Belfort-Montbéliard (2000) 329-336.
- [5] I. Amaral, *As Escolas de Investigação de Marck Athias e de Kurt Jacobsohn e a Emergência da Bioquímica em Portugal*, Dissertação de Doutoramento: Universidade Nova de Lisboa (2002).
- [6] I. Amaral, *A Emergência da Bioquímica em Portugal: as escolas de investigação de Marck Athias e de Kurt Jacobsohn*, Textos Universitários de Ciências Sociais e Humanas, Lisboa: FCG/FCT (2006).
- [7] J. M. Cruz, *Homenagem a Kurt Jacobsohn*, Lisboa: Instituto Rocha Cabral (1979) 3.
- [8] K. Jacobsohn, F.B. Pereira, *Comptes Rendues de la Société de Biologie de Paris*, **107** (1931) 1168-1170.
- [9] K. P. Jacobsohn, *Biochemische Zeitschrift*, **230** (1931) 304-311.
- [10] J. M. Rosado, *Revista da Faculdade de Ciências*, **2** (1953) 15-22.
- [11] K. P. Jacobsohn, M. Cruz, *Archives Portugaises des Sciences Biologiques*, **7** (1945) 59-61.
- [12] K. P. Jacobsohn, M. Cruz, *Archives Portugaises des Sciences Biologiques*, **7** (1945) 73-75.
- [13] K. P. Jacobsohn, M. Cruz, *Archives Portugaises des Sciences Biologiques*, **7** (1945) 62-64.
- [14] M. B. Ferreira de Mira; K. P. Jacobsohn, Separata do *Livro da IIª Reunião Biológica Portuguesa* (1947) 338-342.
- [15] K. P. Jacobsohn, M. Cruz, *Comptes Rendues de la Société de Biologie de Paris* **124** (1931) 94-96.
- [16] K. P. Jacobsohn, *Biochemische Zeitschrift* **239** (1931) 449-455.
- [17] K. P. Jacobsohn, J. Tapadinhas, F. B. Pereira, *Biochemische Zeitschrift*, **249** (1932) 71-74.
- [18] K. P. Jacobsohn, J. Tapadinhas, *Recherches sur l'Équilibre du Système de la Fumarase*, Lisboa: Instituto Ro-

- cha Cabral (1934).
- [19] K. P. Jacobsohn, J. Tapadinhas, *Comptes Rendues de la Société de Biologie de Paris* **118** (1935) 1110-1112.
- [20] P. Cunha, K. P. Jacobsohn, *Comptes Rendues de la Société de Biologie de Paris* **123** (1936) 609-610.
- [21] K. P. Jacobsohn, *Comptes Rendues de la Société de Biologie de Paris* **124** (1937) 1028-1029.
- [22] H. v. Euler, *Chemie der Enzyme*, 2, (1934), 533, 555.
- [23] M. Florin, E. Stotz, *Comprehensive Biochemistry – Enzyme Nomenclature*, Vol. 13, Amsterdam: Elsevier Publishing Company (1965) 166-167.
- [24] M. Florin, E. Stotz, *Comprehensive Biochemistry – Enzyme Nomenclature*, Vol. 13, Amsterdam: Elsevier Publishing Company (1965) 170-171.
- [25] K. P. Jacobsohn, *Biochemische Zeitschrift* **282** (1935) 374-382.
- [26] K. P. Jacobsohn, M. Soares, *Enzymologia* **1** (1936) 183-190.
- [27] C. Martius, F. Knoop, *Z. Physiol. Chem.* **246** (1937) 1-6.
- [28] H. A. Krebs, *Perspectives in Biology and Medicine*, **14** (1970) 154-170.
- [29] K. P. Jacobsohn, *Portugaliae Acta Biologica* **1** (1945) 123-128.
- [30] K. P. Jacobsohn, A. Cruz, J. Tapadinhas, *Bulletin de la Société Portugaise des Sciences Naturelles* **14** (1943) 45-47.
- [31] K. P. Jacobsohn, M. D. Azevedo, *Archives Portugaises des Sciences Biologiques* **9** (1947) 124-125.
- [32] K. P. Jacobsohn, M. D. Azevedo, *Comptes Rendues de la Société de Biologie de Paris* **145** (1951) 1736-1738.
- [33] K. P. Jacobsohn, M. D. Azevedo, *Comptes Rendues de la Société de Biologie de Paris* **146** (1952) 953-955.
- [34] K. P. Jacobsohn, M. D. Azevedo, *Enzymologia*, **24** (1962) 123-128.
- [35] K. P. Jacobsohn, M. D. Azevedo, *Revista Portuguesa de Química* **11** (1969) 121-125.
- [36] K. P. Jacobsohn, M. D. Azevedo, *Archives Portugaises des Sciences Biologiques* **10** (1949) 86-88.
- [37] R. Leal, R., M. P. Rodrigues, *Archives Portugaises des Sciences Biologiques* **17** (1972) 21-27.



ACTUALIDADES CIENTÍFICAS

NANOPARTÍCULAS NA CADEIA ALIMENTAR

Os cientistas pouco sabem ainda sobre como a libertação de algumas das mais de 2 milhões de toneladas de nanopartículas produzidas todos os anos irão afectar os organismos no meio ambiente. Um novo estudo revela que as minhocas *Eisenia fétida* podem ingerir nanopartículas de ouro do solo circundante, acumulando-as nos seus tecidos – uma descoberta com implicações significativas na cadeia alimentar (Environ. Sci. Technol., DOI: 10.1021/es101885w).

Os fabricantes de cosméticos, roupa e instrumentação médica incorporam nanopartículas nos seus produtos. Em condições de utilização normal, como por exemplo em lavagens, estes produtos libertam nanopartículas para as águas residuais, onde terminam como lamas residuais. Nos Estados Unidos e na Europa, os agricultores aplicam essas lamas residuais como fertilizante nos seus campos agrícolas.

O toxicologista ambiental Jason Unrine, da Universidade de Kentucky, Lexington, e seus colegas, procuraram saber se as nanopartículas aplicadas em campos agrícolas poderiam entrar na cadeia alimentar. “Uma vez que

esperávamos que os nanomateriais se agregassem às partículas do solo, estávamos inicialmente muito cépticos sobre a possibilidade de captura dessas nanopartículas pelos organismos”, referiu Unrine. Para confirmar, a equipa de Unrine misturou minhocas – organismos próximos da base da cadeia alimentar – com solo artificial contaminado com nanopartículas de ouro. “Usamos nanopartículas de ouro pelo facto de serem estáveis, insolúveis e facilmente detectáveis”, afirmou Unrine. Após 28 dias, os investigadores examinaram os tecidos das minhocas para procurar vestígios das nanopartículas. Os cientistas utilizaram primeiro LA-ICP-MS (espectrometria de massa acoplada a um indutor de plasma com extracção por ablação a laser) para mapear a distribuição total de ouro nos tecidos das minhocas. Depois usaram uma técnica mais morosa, microespectroscopia de raios X utilizando a radiação de sincrotrão, em regiões seleccionadas, para confirmar que o ouro estava na forma metálica e não em resíduos iónicos resultantes do processo de produção das nanopartículas. Unrine e colegas encontraram nanopartículas de ouro de 20 e 55 nm distribuídas

por todo o corpo das minhocas, tendo as concentrações mais elevadas sido encontradas no intestino. Embora as nanopartículas de ouro não tenham afectado significativamente a mortalidade das minhocas, as minhocas expostas reduziram a sua descendência até 90%. Unrine planeia estudos futuros para examinar mais detalhadamente as respostas biológicas das minhocas a nanomateriais.

“Este estudo fornece a melhor evidência até à data sobre a transferência de nanopartículas do solo para os tecidos”, refere Rubert Hurt, um engenheiro ambiental da Universidade de Brown, que é da opinião também de que este estudo pode ter implicações significativas: “As nanopartículas são encontradas tipicamente em baixas concentrações no ambiente, mas irão ter um potencial muito maior para afectar a saúde humana se bioacumularem na cadeia alimentar.”

(Adaptado do artigo de 07/10/2010 de Laura Cassiday: *Nanoparticles Worm Their Way Into The Food Web*, *Chemical & Engineering News*, DOI:10.1021/CEN093010144555)

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

FREIRE MARRECO E EU, UM SÉCULO DEPOIS

MARIA FILOMENA CAMÕES*

“A Universidade é Universal”

Fernando Carvalho Barreira (1928-1976)

O Prémio Freire Marreco é o prémio de maior prestígio e o único que inclui uma medalha, atribuído anualmente pela Universidade de Newcastle-upon-Tyne, UK, ao seu melhor aluno de Mestrado em Química, MChem. Começou por ser atribuído em 1904 e era constituído por uma medalha de bronze e livros num valor de £5; hoje em dia é bastante superior! Foi instituído em honra e memória de Algernon Freire Marreco (filho de pai português e mãe inglesa), o primeiro Professor de Química do Colégio Armstrong de Ciência de Newcastle (Figura 1), na altura da Universidade de Durham, fundado em 1871.

A existência do Prof. Algernon Freire Marreco chegou ao meu conhecimento em 1971, quando, por feliz coincidência, eu, aluna de Doutoramento recém-chegada à Universidade de Newcastle, me deparei com as celebrações do primeiro centenário da fundação do Colégio Armstrong de Ciência. Eu, que até aí, por alegadamente “ser a primeira pessoa portuguesa a chegar ali”, me vinha confrontado com estranhas questões, algumas das quais dariam anedotas dignas de antologia, sobre Portugal e os hábitos dos Portugueses. Aí estava eu, jovem estudante portuguesa no estrangeiro, a colher da semente do conhecimento, que afinal tinha sido lançada, havia não tanto tempo assim, por um compatriota! Desde então empenhei-me em saber mais sobre este dois homens, Pai e Filho, que apesar de terem sido figuras de primeira linha na



Figura 1 - Colégio Armstrong da Universidade de Newcastle-upon-Tyne, UK

divulgação da Química do século XIX na Inglaterra Vitoriana e no fomento de relações científicas com Portugal, permanecem pouco conhecidos!

Algernon Freire Marreco (1835-1882) foi o mais velho dos 11 filhos de António Joaquim Freire Marreco (1787-1850), um português de Penafiel, emigrado para o Brasil em 1808, juntamente com o Rei D. João VI e a Corte Portuguesa que se instalaram no Rio de Janeiro, escapando às tropas Napoleónicas que invadiram e tentaram subjugar Portugal. Quando, após 12 anos, em 1820, o Rei regressou a Portugal, António Joaquim Freire Marreco (o nome Marreco foi alcunha adquirida no Brasil, associada por qualquer razão, não tanto a algum defeito físico, mas a “patos marrecos”; a alcunha foi depois adoptada como sobrenome oficial), voltou também. Embora haja registos da sua permanência aqui em 1822 como sócio da nova Sociedade Promotora da Indústria Nacional, a quem terá oferecido um folheto sobre uma nova impressora de ferro inventada por George Clymer, é certa a sua presença em Londres, em 1821, associada ao comércio de vinhos, em

parceria com William Harrison e o filho, Thomas Elliot Harrison, famoso engenheiro de comboios. O negócio prosperou e, em 1825, adquiriu uma casa a que chamou “Cintra Cottage” em Stoke-Newington, onde inclusivamente albergou Almeida Garrett, a quem arranhou trabalho e meios de subsistência em França.

António Joaquim Freire Marreco promoveu e fundou a primeira associação de químicos, no Mundo, de cujos órgãos directivos fez parte, a *London Chemical Society* que, apesar de ter tido vida curta, 1824-1825, lançou o primeiro jornal científico inteiramente dedicado à Química, *The Chemist*, 1824, 1, 197, 192, 206, 221, 237; 2, 162e, “escrita para o cidadão comum, anónimo, que quer saber notícias de Química, por exemplo acerca de Davy”. A ideia foi retomada em 1841 pela *Royal Society of Chemistry*, que só mais tarde, se tornou também num *forum* académico.

O seu nome consta das listas de endereços de Londres até 1830, mas a partir daí são-lhe conhecidos vários endereços em County Durham, em Northumberland, no Nordeste de Inglaterra, onde, em associação com os Stephenson, investiu no desenvolvimento de projectos ferroviários, na exportação de carvão de Newcastle-upon-Tyne para Portugal e na exploração das potencialidades da cal como reagente químico.

Durante a sua estadia em Inglaterra, António Joaquim Freire Marreco manteve ligações fortes a Portugal. Foi agraciado com a Ordem de Cristo pela Rainha de Portugal, D. Maria II,

* CCMM-DQB-FCUL, C8 Campo Grande, 1749-016 Lisboa, Portugal
E-mail: fcamoes@fc.ul.pt

em 1837, foi secretário da comissão de refugiados em Londres e foi nomeado representante português em Londres da Grande Loja Maçônica do Brasil.

Após alguns anos de actividade em Inglaterra, António Joaquim Freire Marreco regressou a Portugal com a mulher, Anna Laura Harrison (17 anos mais nova, sobrinha de William Harrison, filha de John Fairweather Harrison), as duas filhas e o filho Algernon, nascido a 3 de Novembro de 1835, na casa de família na Military Road, South Shields. Os 8 filhos que tiveram posteriormente nasceram já em Portugal. Após o seu falecimento, a 19 de Agosto de 1850, com idade de 62 anos, a viúva, que lhe sobreviveu 42 anos, optou por regressar a Inglaterra com os filhos.

Algernon Freire Marreco, que tinha frequentado a escola em Portugal, continuou os estudos na famosa Collingwood Bruce School. Fascinado com a Química, foi trabalhar nos laboratórios Thomas Richardson em Portland Place, nº 5, Newcastle-upon-Tyne e dava lições particulares a um guinéu por semana. Os trabalhos que efectuou sobre minerais, solos, águas e outros produtos levaram a que se tivesse tornado no mais famoso analista do Norte de Inglaterra, respeitado e reconhecido por clientes tais como a Companhia do Gás e os Caminhos de Ferro, que tinham começado a perceber a importância da Química para o desenvolvimento das suas actividades. Em breve se tornou Sócio de Thomas Richardson, docente de Química na Universidade de Durham e no Colégio de Medicina de Newcastle-upon-Tyne, que em 1859 o nomeou seu Assistente. Algernon sucedeu-lhe em 1867. Quatro anos mais tarde, em 1871, quando foi fundado em Newcastle-upon-Tyne, o Colégio Armstrong da Universidade de Durham, Algernon Freire Marreco foi o seu primeiro Professor de Química. Os dois Colégios fundiram-se em

1937 no *King's College* que integrou a Universidade de Newcastle-upon-Tyne aprovada oficialmente em 1963. Algernon Freire Marreco fundou a secção da Chemical Society em Newcastle-upon-Tyne, de que foi o primeiro Presidente. Fundou também o Museu Tecnológico de Newcastle-upon-Tyne e a primeira associação, a nível mundial, de profissionais da Ciência, o Chemistry Institute (1877).

Não são muitos os escritos do Professor A. Marreco, mas uma comunicação em que apresenta resultados de uma série de experiências sobre explosão de poeiras de carvão, publicada em *Transactions of the North of England Institute of Mining and Mechanical Engineers*, constitui uma das contribuições mais valiosas para a história do assunto.

Orador exímio, era linguista fluente e falava com transbordante entusiasmo e forte sentido de humor. Muito respeitado pelos seus alunos, alguém o descreveu como “um professor talhado no céu, amado por alunos e amigos, terror de malfeitores (*evil-doers*) em relação aos quais a sua língua foi um chicote impiedoso”. Como professor, considerava que alguém nessa posição deveria dedicar-se inteiramente à missão de ensinar e defendeu o seu ideal de que a partir do dia da sua nomeação, nunca mais recebeu qualquer remuneração por trabalho não relacionado com a sua função e com o currículo das disciplinas que leccionava. Ao contrário de seu pai, Algernon era politicamente conservador, sendo no entanto defensor da emancipação da Mulher.

Algernon Freire Marreco, homem notável na sua área e em muitas coisas para além dela, morreu, em sofrimento, solteiro e sem descendência, a 27 de Fevereiro de 1882, na sua residência de Westmorland Road, Newcastle-upon-Tyne. O seu funeral, para o qual, a seu pedido, não houve os tradicionais convites, foi uma das maiores e

mais impressionantes manifestações de sempre, em Newcastle.

António Joaquim Freire Marreco jaz no Cemitério Inglês em Lisboa. A sua campa (Figura 2) é mantida pelo Banco Espírito Santo cuja origem remontará a uma casa de câmbio da Calçada dos Paulistas eventualmente adquirida à família de António Joaquim Freire Marreco por “José”, nascido a 13 de Maio de 1850, filho de pais incógnitos, sendo dado como certo ser filho ilegítimo de Simão da Silva Ferraz de Lima e Castro, Conde de Rendufe, e de Maria Angelina Saraiva, uma mulher do povo, com quem sempre morou (e com o padrasto, o marceneiro Luís José Machado Lopes, na Travessa dos Fiéis de Deus, no Bairro Alto); tendo por padrinhos um funcionário da igreja e Nossa Senhora, adoptou, pelo Crisma, o nome José Maria do Espírito Santo e Silva (sendo que Silva é o segundo nome do Conde de Rendufe), o Patriarca da Família Espírito Santo, bisavô de Ricardo Salgado, actual administrador do Banco Espírito Santo.



Figura 2 - Campa de António Joaquim Freire Marreco no Cemitério Inglês, em Lisboa

REFERÊNCIAS

C.A.Russell, *Lit & Phil Bicentenary Lectures*, Newcastle, 1994, p.104 [capítulo 6]



Ano Internacional da
QUÍMICA

2011

ESTUDO DA EVOLUÇÃO DO CONCEITO DE “ÁTOMO” ATRAVÉS DE UMA ACTIVIDADE COM OS PAIS NO COMPUTADOR (APC)

EMANUEL ALEXANDRE COUTINHO DE FREITAS REIS

Desde cedo o homem se interrogou sobre como a matéria seria constituída. A expressão “átomo” surgiu na Grécia antiga e marcou profundamente a Ciência. Embora o termo tenha perdurado, o conceito associado à palavra foi sendo refinado ao longo do tempo. Hoje, a palavra “átomo” designa algo completamente diferente das entidades idealizadas pelos filósofos gregos.

O átomo é uma entidade complexa mas fundamental para o estudo da química. No entanto, uma compreensão profunda da sua estrutura exige elevada abstracção.

Por este motivo, é frequente os alunos sentirem dificuldades no estudo da estrutura atómica. A estratégia tradicionalmente usada pelo professor consiste em apresentar sequencialmente um conjunto de modelos de cariz histórico, procurando evidenciar as características que motivaram a sua adopção e/ou substituição.

Contudo, muitos alunos acabam por limitar-se a memorizar as características dos modelos, por vezes de forma apressada, podendo inclusive

desprezar ou deturpar a sequência cronológica apresentada. Nestas condições, torna-se difícil assegurar que as aprendizagens realizadas são de facto significativas e que não constituem uma eventual origem de ideias confusas [1, 2]. Esta situação é especialmente grave tendo em conta o carácter basilar dos conceitos em causa que, se não forem correctamente interiorizados, condicionarão decisivamente as aprendizagens futuras.

Apresentamos neste artigo uma sequência de tarefas que julgamos poder ser uma boa estratégia para abordar a evolução dos modelos atómicos e que se enquadra no que Paiva [3] caracteriza como “Actividades com os Pais no Computador” (APC).

Numa APC, o aluno é convidado a realizar em casa, com o auxílio de familiares (pai, mãe ou outro), uma série de tarefas de cariz tendencialmente investigativo que envolvem o uso do computador.

São várias as virtudes que podem ser apontadas a uma APC:

- Promove o envolvimento activo do aluno e compromete-o com o seu processo de aprendizagem
- Envolve e responsabiliza o Encarregado de Educação nas aprendizagens do aluno

- Promove o desenvolvimento e a mobilização de saberes/competências de diversas áreas no aluno
- Incentiva o uso do computador como uma ferramenta de produção e não apenas como um meio de consulta
- Promove e desenvolve no aluno capacidades de trabalho colaborativo/cooperativo.

A presente APC foi elaborada de acordo com as orientações curriculares oficiais da disciplina de físico química e pensada para ser aplicada a alunos do nono ano do ensino básico.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer ao Prof. Dr. João Paiva e à Mestre Carla Morais as preciosas sugestões que apresentaram.

REFERÊNCIAS

- [1] **Atomic Theory**, <http://jcfowers1.iweb.bsu.edu/rlo/chematomictheory.htm> [consultado em 5/01/2011]
- [2] **Chemistry Misconceptions**, <http://resources.educ.queensu.ca/science/main/concept/chem/c07/C07CDTL1.htm> [consultado em 6/01/2011]
- [3] Paiva, João – *Boletim da Sociedade Portuguesa de Química*, 2010, 118, 57-63

Centro de Investigação em Química, Departamento de Química e Bioquímica, Faculdade de Ciências, Universidade do Porto, Rua do Campo Alegre, 687, P-4169-007 Porto, Portugal
Escola Secundária António Sérgio, Av. Nuno Álvares, s/n 44400-233 Gaia, Portugal
E-mail: emanreis@gmail.com

Vá a www.spq.pt

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

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



Actividades com os Pais no Computador (APC)

A evolução do conceito de átomo

Emanuel Alexandre Coutinho de Freitas Reis

Centro de Investigação em Química, Departamento de Química e Bioquímica, Faculdade de Ciências, Universidade do Porto, Rua do Campo Alegre, 687, P-4169-007 Porto, Portugal
Escola Secundária António Sérgio, Av. Nuno Álvares, s/n 4400-233 Gaia, Portugal

A – Caros alunos e pais/ familiares:

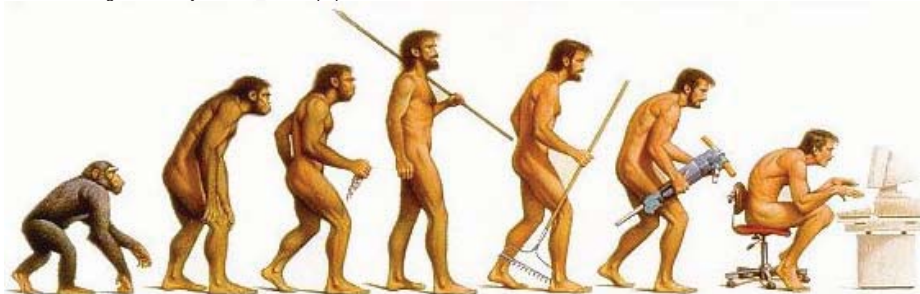


Nesta actividade, propomos que em conjunto explorem a forma como evoluiu o conceito de átomo ao longo dos tempos e percebam o impacto que essa evolução teve e continua a ter na Humanidade! Conhecer um pouco mais a História da Ciência ajudará a perceber como o conhecimento científico se constrói e progride. É muito importante que sigam todas as indicações que vos forem sendo apresentadas. O trabalho deverá ser entregue ao professor com este enunciado, podendo ser elaborado em formato digital, sob a forma de um ficheiro de texto, ou numa folha de papel. Neste ultimo caso, o cronograma e as figuras deverão ser impressas e coladas na folha a entregar. A secção **C** é para ser realizada individualmente pelo(a) aluno(a). Nas secções **D**, **E** e **F** constam as tarefas que o(a) aluno(a) e os pais (ou familiares) realizarão em conjunto. Bom trabalho e obrigado pela colaboração!

B – Contexto:



“Os Homens primitivos facilmente distinguem os materiais que usavam para a confecção de roupas, para manufactura de ferramentas, ou simplesmente para a sua alimentação, tendo desenvolvido uma linguagem própria para descrever estas realidades, como "peles", "pedra" ou "coelho". Contudo, esses povos ancestrais não possuíam o nosso conhecimento sobre a constituição dos materiais.” Adaptado de: Anthony Carpi, Ph.D. "Matter: Atoms from Democritus to Dalton," *Visionlearning* Vol. CHE-1 (1), 2003. http://www.visionlearning.com/library/module_viewer.php?mid=49



De facto, o mundo seria muito diferente se um conjunto de estudiosos ao longo dos anos não tivesse investigado a constituição da matéria. Não teria sido possível desenvolver novos materiais, as reacções químicas seriam fenómenos misteriosos e, por isso, provavelmente quase todas as comodidades e tecnologias que a Ciência proporcionou à Humanidade não existiriam. Ainda hoje, o estudo do átomo concentra a atenção dos cientistas, pois continua a ser uma fonte de novos conhecimentos, com impactos profundos em diversas áreas do saber.

C – Área de trabalho individual:



Até meados do século XIX, o átomo era considerado a menor partícula em que se poderia dividir a matéria. Mas tu já sabes que essa visão está desactualizada! Recordando o que já aprendeste no 8º ano:

- C1.** Identifica os três tipos de partículas constituintes dos átomos, caracterizando-as quanto à massa, carga e localização no átomo.
- C2.** Distingue átomo, de molécula e de ião.
- C3.** Distingue substância elementar, substância composta e mistura de substâncias.

D – Área de trabalho colaborativo pais/alunos:



Dentro de cada uma das seis áreas a sombreado seguintes, encontra-se um pequeno texto que apresenta as ideias-chave que marcaram a forma como o Homem compreendia o átomo num dado momento que hoje marca a História da Ciência. Nestes textos, que não estão dispostos por ordem cronológica faltam algumas palavras.

Segundo o MODELO ATÓMICO DE _____, os átomos seriam esferas de carga _____ distribuída uniformemente, nas quais se encontravam dispersos os electrões, com carga _____, em número suficiente para que a carga eléctrica global do átomo fosse _____. Este modelo, frequentemente conhecido como “modelo do bolo de passas”, derrubou definitivamente a ideia da indivisibilidade do átomo, uma vez que considera a existência de _____ no átomo.

O MODELO ATÓMICO DE _____ baseava-se nas seguintes hipóteses:
A matéria é constituída por corpúsculos muito pequenos, chamados átomos. Os átomos são partículas esféricas, maciças, indivisíveis, indestrutíveis, invisíveis a olho nu e electricamente neutras. Átomos do mesmo _____ são idênticos.
Nas reacções químicas, os átomos não são _____ nem _____, somente se modifica a sua distribuição. A combinação de iguais ou diferentes tipos de átomos origina os diferentes _____.

O MODELO ATÓMICO DE _____ surgiu como consequência de uma experiência que provou que o átomo não era uma esfera maciça. De acordo com este modelo, o átomo era constituído por um núcleo que continha cargas eléctricas positivas – os _____ -, e que os electrões giravam em torno deste núcleo, descrevendo órbitas elípticas (modelo planetário). Admitia ainda que, na região do núcleo, estava concentrada a quase totalidade da _____ do átomo. Foi o primeiro modelo a prever a existência do núcleo e previu, também, a existência de um outro tipo de partículas sem carga – _____ – que só foram detectados experimentalmente, mais tarde, pelo físico _____.

As TEORIAS _____ são um conjunto de teorias surgidas na _____ antiga, principalmente devido a Leucipo e _____, que estabeleciam a ideia de que a matéria é constituída por pequeníssimos corpúsculos, a que se deu o nome de átomos (palavra que significa _____).

Segundo o MODELO ATÓMICO DA _____ não é correcto afirmar que o electrão percorre uma órbita.
Existe antes uma nuvem electrónica, resultante do movimento muito rápido dos electrões, constituída por _____ que indicam as zonas do espaço em torno do núcleo, preferencialmente ocupadas pelos electrões dos diferentes níveis de energia.
Apenas se pode fazer referência à probabilidade de encontrar os electrões num determinado instante: a zona de maior probabilidade de encontrar os electrões situa-se junto ao _____, mas não nele próprio. A densidade electrónica é maior nas zonas interiores da nuvem; para regiões mais afastadas, a probabilidade de encontrar os electrões diminui, tornando-se a nuvem electrónica menos densa.
No entanto, átomos de _____ diferentes têm tamanhos diferentes. O tamanho dos átomos relaciona-se com o afastamento dos _____ em torno do seu núcleo. Ou seja, relaciona-se com o tamanho da sua nuvem electrónica.

De acordo com o MODELO ATÓMICO DE _____ os electrões movem-se em torno do núcleo, em órbitas circulares bem definidas.
A cada órbita corresponde um _____ de energia.
Um electrão pode passar de uma órbita para a outra, por _____ ou _____ de energia. Admitia que se o electrão recebesse energia poderia transitar para uma órbita de maior _____, à qual corresponderia maior energia. O átomo ficaria, assim, num estado _____. Esse estado seria instável, pois o electrão teria tendência a regressar ao estado de _____ energia – o estado fundamental.



D.1 Procura descobrir as várias palavras em falta em cada um dos textos anteriores com a ajuda do teu familiar. Para tal, recorre a algumas fontes de informação que consideres adequadas tais como: sítios da internet, livros, etc.

Nota: Caso pretendas entregar o trabalho em papel, deverás fotocopiar e recortar cada uma das áreas a sombreado para mais tarde colá-las na folha de trabalho. Se pretendes entregar em formato digital, poderás recorrer à funcionalidade “copiar/colar”/“copy/paste” para copiar os textos para o processador de texto.

D.2 Ainda com a ajuda do teu familiar e de outras fontes de informação, analisa cada um dos textos e estabelece a ordem cronológica correcta. Com a ajuda da Chave de Datas acede ao sítio http://www.teach-nology.com/web_tools/materials/timeline/ e elabora um cronograma (“timeline”), associando uma data ao nome do modelo/teoria a que cada um dos textos se refere.

Chave de Datas: sec VI a.c. 1803 1897 1911 1913 1927

Nota: Caso pretendas entregar o trabalho em papel, deverás imprimir a página com o cronograma que criaste, recortá-lo e depois colá-lo na folha de trabalho. Se pretendes entregar em formato digital, poderás recorrer à funcionalidade “ferramenta de recorte”/“snipping tool” do Windows Vista/7 (ou “printscreen” nas versões anteriores do Windows) para criar uma imagem do teu cronograma que depois poderás colar no teu processador de texto.

D.3 Procura na internet uma imagem que consideres ser uma ilustração adequada de cada um dos modelos atómicos do teu cronograma.

Nota: Caso pretendas entregar o trabalho em papel, deverás imprimir a imagem que escolheste, recortá-la e depois colá-la na folha de trabalho. Se pretendes entregar em formato digital, poderás inseri-la directamente no teu processador de texto.

E – Para continuar:



E1. Apesar desta investigação, poderão ter ficado algumas dúvidas ainda no ar. Deverão ser registadas todas as questões que subsistam para depois o aluno tentar esclarecer na escola com o auxílio do professor e dos colegas de turma.

E2. Hoje em dia os cientistas sabem que as partículas sub-atómicas consideradas nos modelos atómicos que estudaste não constituem o conjunto das partículas mais elementares da matéria. Investiga e procura listar quais as partículas que actualmente são consideradas mais elementares. Elabora um texto sistematizando os dados que recolheste.

E3. Investiga que actividades (pesquisas, experiências) têm sido realizadas no âmbito do estudo do átomo e das partículas que o constituem. Elabora uma apresentação contendo o resultado das tuas pesquisas.

F – Avaliação dos intervenientes:



Muito obrigado! Antes de mais, queremos agradecer pela colaboração e por todo o empenho colocado na realização desta actividade. Pedimos, por favor, que façam o preenchimento da tabela seguinte assinalando com uma X a coluna que melhor corresponde à vossa opinião sobre o item em observação. **Escala:** 1- Muito Mau; 2- Mau; 3- Razoável; 4- Bom; 5- Muito Bom.

		1	2	3	4	5
1 - O que achei do desafio inerente à actividade	Pais					
	Aluno					
2 - Como foi o meu desempenho nas questões técnicas, com o computador?	Pais					
	Aluno					
3 - Como foi o nosso nível de diálogo?	Pais					
	Aluno					
4 - Contributo para a melhoria dos conhecimentos científicos?	Pais					
	Aluno					
5 - Contributos para melhorar a vida, pessoal e em sociedade?	Pais					
	Aluno					
6 - Contributos desta actividade para relacionar harmoniosamente o computador, o estudo e o diálogo familiar?	Pais					
	Aluno					
7 - Como estava a proposta inerente à actividade em termos de clareza, motivação e recursos fornecidos?	Pais					
	Aluno					
8 - Na globalidade como avalio esta actividade?	Pais					
	Aluno					

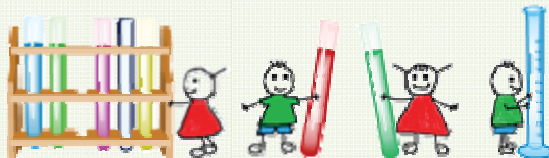
Outras observações: _____

Grato,
O Professor _____

Química para os mais novos

Marta C. Corvo

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



Introdução

As acções de divulgação de ciência junto de adolescentes pré-universitários têm vindo a tornar-se cada vez mais frequentes. No entanto, esta divulgação para o público, e junto dos mais novos em particular, é também extremamente importante, uma vez que permite estimular o desenvolvimento de uma cultura científica de um modo geral. No que diz respeito às crianças, esta é uma aposta a longo prazo, mas se pudermos simplesmente contribuir para uma melhor compreensão do mundo que as rodeia já será gratificante. Com o objectivo de proporcionar “experiências científicas” para crianças dos 5 aos 10 anos, recolhi alguns exemplos que utilizam materiais de uso corrente e que podem ser executados pelas próprias crianças com a supervisão de adultos. Fica aqui o exemplo de dois destes trabalhos. Estas experiências foram apresentadas com excelente recepção, no contexto de um *workshop* de ciência organizado para crianças dos 5 aos 10 anos com os respectivos pais (Escola Básica 1ºCiclo/Jardim de Infância da Portela de Sintra).

1-Cromatografia em T-shirt

Atenção: O álcool é bastante inflamável, não se deve aproximar de chamas ou fontes de aquecimento. Fazer a experiência em zonas bem ventiladas.

Material:

- 1 T-shirt lisa
- Marcadores de diferentes cores
- 1 Copo de plástico
- 1 Elástico
- Álcool
- Frasco conta-gotas



Procedimento:

1. Colocar o copo de plástico por dentro da T-shirt (no meio), com a abertura do copo na zona que se quer colorir. Prender a T-shirt no copo com o elástico.



2. Desenhar algumas bolas com os marcadores no centro da porção de tecido presa. Pode-se usar outra cor para preencher os espaços entre os primeiros pontos.
3. Deixar pingar lentamente álcool no centro do círculo (cerca de 20 gotas). Atenção: Não deixar que o álcool pingue muito depressa. À medida que o álcool é absorvido pelo tecido, a cor começará a espalhar-se.



4. Enquanto continuar a deitar o álcool, o desenho vai continuar a espalhar-se. Não deixar que exceda o limite do copo.
5. Deixar o desenho secar (3-5 minutos) antes de passar a outra área da T-shirt. Usar as combinações de cores que se quiser.



Explicação:

Esta experiência utiliza uma técnica que se chama cromatografia e é usada nos laboratórios para separar os vários componentes de uma mistura. As cores dos marcadores resultam da combinação de várias partículas, os pigmentos. Quando se colocou o álcool, este arrastou consigo os pigmentos que compõem a tinta das várias canetas. Como as diferentes partículas da tinta têm diferentes tamanhos e pesos, a velocidade com que “andam” no tecido também é diferente. Por isso umas cores ficaram mais perto do círculo inicial e outras mais longe.

II-Como funcionam os detergentes?

Material:

- Leite (gordo ou meio gordo)
- 1 Prato de plástico
- Corante alimentar (vermelho, amarelo, verde)
- Detergente
- Cotonetes



Procedimento:

1. Deitar o leite dentro do prato de modo a cobrir o fundo completamente. Deixar repousar uns instantes.
2. Adicionar uma gota de cada um dos corantes ao leite. Tentar colocar as gotas próximas umas das outras, no centro do prato.
3. Com uma cotonete limpa, tocar no centro do leite. Observar o que acontece.
4. Na outra ponta da cotonete colocar uma gota de detergente, e voltar a tocar no leite durante 10 a 15 segundos. Observar novamente o que acontece.



5. Adicionar outra gota de detergente à ponta da cotonete e tentar novamente. Experimentar colocar a cotonete em diferentes partes do leite. O que é que faz a cor no leite mexer?



Explicação :

O leite é constituído essencialmente por água, mas também tem vitaminas, minerais, proteínas e gordura. As gorduras e as proteínas são sensíveis às alterações do ambiente que as rodeia (o leite). Quando adicionamos detergente alteramos este ambiente, e as moléculas de proteínas e gorduras começam a mover-se em todas as direcções. O detergente faz com que a gordura se misture melhor com a água do leite. As moléculas de detergente formam grupos como se fossem esferas, a que se chamam micelas, e a gordura é apanhada no meio destas micelas. Os corantes permitem-nos observar estas alterações, porque também são “empurrados” de um lado para o outro.

Bibliografia

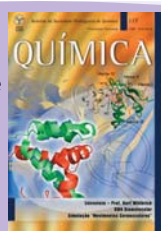
[1] http://www.cienciaviva.pt/Projectos/pollen/livroPT_pollen.pdf.

[2] <http://www.stevespanglerscience.com/experiments> acedido em 14/04/2010.

[3] J. Wiese, *Magic Science 50 Jaw-Dropping, Mind-Boggling, Head-Scratching Activities for Kids*, John Wiley & Sons, Inc., 1998, p. 25-26.



Sociedade



Portuguesa



Química



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

9º ENCONTRO NACIONAL DA DIVISÃO DE CATÁLISE E MATERIAIS POROSOS (9ENCMP) DA SOCIEDADE PORTUGUESA DE QUÍMICA (SPQ)
JANEIRO-FEVEREIRO 2012 NO PORTO

A Delegação do Porto da SPQ e a Divisão de Catálise e Materiais Porosos, em colaboração com a Universidade do Porto, através da Faculdade de Engenharia e da Faculdade de Ciências, gostaria de anunciar a realização do 9º Encontro Nacional de Catálise e Materiais Porosos, que terá lugar no Porto em Janeiro ou Fevereiro de 2012.

O programa científico inclui plenárias e palestras convidadas, comunicações orais e posters sobre temas de catálise homogénea e heterogénea, materiais porosos e processos de adsorção. Este encontro é uma excelente oportunidade para discussões úteis entre jovens cientistas, académicos e industriais que estão interessados nestes domínios multidisciplinares.

Os jovens investigadores são particularmente encorajados a participar e comunicar o seu trabalho. O portal do encontro com mais informações será disponibilizado em breve.

O Encontro será organizado sob os auspícios do Ano Internacional da Química 2011 e do Centenário da SPQ.

E: jlfaria@fe.up.pt



19TH BIENNIAL MEETING OF THE INTERNATIONAL SOCIETY FOR MOLECULAR RECOGNITION
16-19 JUNHO 2011 EM TAVIRA

O 19º Encontro bienal da Sociedade Internacional para o Reconhecimento Molecular irá decorrer em Tavira, no hotel Vila-Galé Albacora beach resort, entre os dias 16 e 19 de Junho de 2011.

Este encontro pretende evidenciar os avanços científicos mais recentes sobre o reconhecimento e a ligação molecular nas áreas da bioengenharia, ciências da vida e nanotecnologia. Será dada particular atenção aos aspectos do reconhecimento relacionado com a sinalização e diferenciação celular, bem como ao desenvolvimento e aplicação de dispositivos e metodologias baseadas na afinidade e reconhecimento molecular, principalmente no que respeita à engenharia de processos de purificação e biossensores. O programa científico, inclui, entre outros temas, (i) Cinética e termodinâmica de interações biomoleculares, (ii) Modelação Computacional aplicada ao estudo de afinidade e desenvolvimento de fármacos, (iii) Interações em Biologia Celular: vias de sinalização, (iv) Interações entre proteínas na saúde e na doença, (v) Biomateriais e biomimética e (vi) Nanotecnologia, micro e nanosistemas.

Mais informações encontram-se apresentadas na página Web do encontro.

E: cbme@ualg.pt

URL: <http://events.dechema.de/affinity2011.html>

11TH INTERNATIONAL CHEMICAL AND BIOLOGICAL ENGINEERING CONFERENCE
5-7 SETEMBRO 2011 EM LISBOA



A 11ª Conferência Internacional em Engenharia Química e Biológica, **CHEMPOR 2011**, irá realizar-se na Caparica, entre os dias 5 e 7 de Setembro de 2011. Esta conferência, cuja organização coube ao Departamento de Química da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa, juntamente com a Ordem dos Engenheiros, tradicionalmente reúne participantes do meio académico e da indústria, investigadores, engenheiros, bem como todos aqueles interessados nos avanços mais recentes em diversas áreas da Engenharia Química e Biológica. Esta conferência pretende ser um fórum de discussão aberto e multidisciplinar, dando, contudo, especial atenção às contribuições provenientes do meio industrial, com ênfase especial para as colaborações entre equipas do meio académico e indústria. Desta forma, a conferência CHEMPOR 2011 proporcionará, sem dúvida alguma, uma excelente oportunidade para a apresentação e discussão dos resultados e avanços mais recentes no campo da Engenharia Química e Biológica.

O programa científico da conferência abordará temas tais como: Engenharia de processos-produtos químicos e biológicos, Desenvolvimento de processos: intensificação e sustentabilidade, Biorrecursos e bioenergia, Desenvolvimento de materiais para a inovação de processos e produtos, Métodos e ferramentas para a gestão da complexidade, Transferência de tecnologia, Empresas spin-off e cadeia de valores: políticas e casos de estudo.

A língua oficial da conferência será o inglês. Mais informações podem ser consultadas na página Web da conferência.

URL: <http://www.dq.fct.unl.pt/chempor2011>

XIV ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS:
EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS PARA O TRABALHO, O LAZER E A CIDADANIA
29 SETEMBRO-1 OUTUBRO 2011 EM BRAGA



Vai realizar-se, de 29 de Setembro a 1 de Outubro de 2011, na Universidade do Minho, o XIV Encontro Nacional de Educação em Ciências: Educação em Ciências para o Trabalho, o Lazer e a Cidadania.

Este Encontro, de carácter bienal, é uma reunião científica que tem vindo a ser organizada rotativamente por uma Universidade e por uma Escola Superior de Educação.

A XIV edição deste Encontro, organizada pela Universidade do Minho, visa a discussão e a disseminação de trabalhos de investigação na área da Educação em Ciências, dando especial atenção àqueles que se centram na Educação em Ciências para o Trabalho, o Lazer e a Cidadania.

Reunindo especialistas nacionais nesta área, o Encontro constitui, não só uma oportunidade para professores, educadores e estudantes tomarem conhecimento dos re-

centes avanços, teóricos e empíricos, na área da Educação em Ciências, mas também para os investigadores obterem feedback sobre os seus trabalhos.

E: enec2011@ie.uminho.pt

URL: <http://sites.ie.uminho.pt/xivenec>



**5TH EUChEMS CONFERENCE ON NITROGEN LIGANDS
4-8 SETEMBRO 2011 EM GRANADA, ESPANHA**

A 5ª Conferência em Ligandos de Azoto decorrerá em Granada, Espanha, nos dias 4 a 8 de Setembro de 2011, sendo organizada com o patrocínio da EuCheMS. Este evento dá continuidade a uma série de conferências anteriormente realizadas em Itália e Alemanha, nomeadamente em Alghero (1992), Como (1996), Camerino (2004) e Garmisch-Partenkirchen (2008), com o objectivo de atrair cientistas com interesses de investigação nesta área, não somente da Europa, mas de todo o globo. É incentivada, em particular, a participação de jovens cientistas.

Comparativamente à edição anterior (2008), as Comissões Científica e Organizadora procuraram alargar a temática da conferência, explicitando tópicos adicionais como subtítulo da conferência. Assim, o programa científico incluirá, por exemplo, os avanços mais recentes no campo da Química de Coordenação, Química Bioinorgânica, Materiais e Catálise homo e heterogénea de sistemas contendo ligandos de azoto. A conferência inclui não só sessões plenárias e comunicações por convite, como também um determinado número de apresentações orais seleccionadas de entre os trabalhos submetidos, havendo adicionalmente lugar para sessões de posters. As sessões plenárias serão proferidas por investigadores de renome internacional, de variados países de diferentes continentes, incluindo Europa, Ásia e América.

Informações detalhadas sobre a conferência poderão ser encontradas na página Web da mesma.

E: nligands@ugr.es

URL: <http://www.ugr.es/~nligands/index.htm>



**19TH EUChEMS CONFERENCE ON ORGANOMETALLIC CHEMISTRY
(EUCOMC XIX)
3-7 JULHO 2011 EM TOULOUSE, FRANÇA**

A EuCOMC é a maior e mais relevante conferência sobre Química Organometálica que se realiza a nível europeu, sendo organizada sob os auspícios da divisão de Química Organometálica da Associação Europeia para as Ciências Químicas e Moleculares (EuCheMS). A 19ª edição deste

congresso irá ter lugar, de 3 a 7 de Julho de 2011, no Campus do Instituto Politécnico Nacional de Toulouse, França, dando seguimento à edição anterior que ocorreu em Junho de 2009 em Gotemburgo, na Suécia. Esta série de conferências, que ocorre de dois em dois anos, veio dar continuidade à série anteriormente conhecida como FE-CHEM, cuja primeira edição teve lugar em 1976 em Varsóvia, Polónia.

Ao longo do tempo, o congresso EuCOM tem-se afirmado como um evento de elevada reputação, caracterizado por excelentes apresentações e discussões científicas. Com alcance e temas similares aos da série internacional (ICOMC), é um congresso que atrai a presença de cientistas de renome internacional no campo da Química Organometálica, bem como participantes de todo o mundo, para além dos países membros da EuCheMS. À semelhança de edições anteriores, espera-se uma elevada participação, tornando o encontro suficientemente grande para abranger as mais diversificadas facetas da Química Organometálica e suas interfaces com outras disciplinas, mas simultaneamente suficientemente pequeno permitindo manter um contacto próximo entre os conferencistas.

O programa incidirá sobre todos os avanços mais recentes e novas tendências na área da química Organometálica e contará com sessões plenárias, sessões plenárias proferidas por jovens investigadores, comunicações por convite, comunicações orais e apresentações em poster.

E: Rinaldo.poli@lcc-toulouse.fr

URL: <http://www.eucomc2011.org>



**EURO FOOD CHEM XVI - TRANSLATING FOOD CHEMISTRY TO HEALTH
BENEFITS
6-8 JULHO 2011 EM GDANSK, POLÓNIA**

Sob os auspícios da divisão de Química Alimentar da Associação Europeia para as Ciências Químicas e Moleculares (Food Chemistry Division, EuCheMS), realizar-se-á na Polónia, entre os dias 6 e 8 de Julho de 2011, o XVI EuroFoodChem, estando a sua organização sob responsabilidade conjunta da Faculdade de Química da Universidade de Tecnologia de Gdansk e do Instituto para a Reprodução Animal e Investigação Alimentar (IAR&FR) da Academia Polaca de Ciências (PAS) situado em Olsztyn.

Desde a sua criação, as conferências EuroFoodChem têm procurado abordar os principais desafios, bem como avanços científicos e oportunidades na área da química alimentar. Actualmente, a interligação entre alimentos e saúde constitui uma força motora para a indústria do sector alimentar, um aspecto importante para os consumidores, uma prioridade para os decisores políticos e um desafio significativo para as entidades reguladoras. Desta forma, o XVI EuroFoodChem pretende abordar esta temática, contando com a participação de intervenientes de diversas áreas. Para além deste ser um evento que pretende estimular a discussão científica e troca de informações,

pretende ainda promover oportunidades de início de colaborações no âmbito de investigações trans-nacionais, fomentar a interacção entre alunos e jovens investigadores com cientistas de renome nas áreas da química alimentar e saúde, assim como promover a interacção entre comunidade académica e indústria.

Entre os principais tópicos que serão abordados neste congresso, salientam-se os seguintes: Composição química de alimentos, Compostos bioactivos, Antioxidantes: efeitos químicos versus efeitos biológicos, Tratamentos pós-colheita e qualidade e segurança alimentar, Tecnologias emergentes, Alimentos funcionais, Mecanismos biológicos desencadeados por componentes alimentares, Impacto do processamento na composição dos alimentos e efeitos para a saúde, Nutrigenómica e nutriEPIgenómica.

E: agnieszka.bartoszek@pg.gda.pl

URL: <http://www.eurofoodchemxvi.eu>



43TH IUPAC WORLD CHEMISTRY CONGRESS

30 JULHO-7 AGOSTO 2011 EM SAN JUAN, PORTO RICO

Entre os dias 30 de Julho e 7 de Agosto de 2011, ano em que se comemora o Ano Internacional da Química, Porto Rico terá a honra de receber o 43^o Congresso Mundial de Química da IUPAC. Simultaneamente, irá decorrer a 46^a Assembleia Geral da IUPAC e a 70^a Conferência Anual e Exibição de Química de Porto Rico (PRChem2011).

O principal objectivo do 43^o congresso da IUPAC será estabelecer uma porta de entrada para novos campos interdisciplinares de ciência a cujo desenvolvimento se tem assistido na última década, promover a ciência e a tecnologia como base que permita o alcance de um ambiente sustentável, e fortalecer a colaboração entre as gerações de jovens investigadores, com especial destaque para as Caraíbas e América-Latina, com os seus pares em outras partes do Mundo.

O Congresso incluirá conferências plenárias, simpósios, apresentações orais, apresentações em formato de poster, workshops e reuniões de grupos. Haverá dez sessões simultâneas, duas sessões de Posters e dois workshops por dia. Estão agendadas um total de 7 conferências plenárias, que serão proferidas por laureados com o Prémio Nobel da Química, nomeadamente pelo Professor Aaron Ciechanover (Israel, Prémio Nobel 2004), Professor Richard Ernst (Suíça, Prémio Nobel 1991), Professor Robert R. Grubbs (EUA, Prémio Nobel 2005), Professor Roald Hoffmann (EUA, Prémio Nobel 1981), Professor Mario Molina (México, Prémio Nobel 1995), Professor Richard R. Schrock (EUA, Prémio Nobel 2005) e Professor Ada E. Yonath (Israel, Prémio Nobel 2009).

Para incentivar os jovens cientistas a participar neste congresso único, os organizadores criaram dois programas diferentes. O primeiro programa é especialmente voltado para jovens cientistas de países em desenvolvimento e países economicamente desfavorecidos, o segundo é aberto

aos químicos de qualquer país. Aos candidatos seleccionados, serão atribuídos prémios até 1500\$ como uma contribuição para as despesas de viagem e para o pagamento da inscrição no congresso. Informações detalhadas sobre este e outros assuntos, podem ser consultadas na página Web do congresso.

E: ginfante@iupac2011.org

URL: <http://www.iupac2011.org>



EUROanalysis 16
European Conference on Analytical Chemistry
Challenges in Modern Analytical Chemistry
Belgrade, Serbia - Congress Center SAVA - 11-15 September 2011

EUROANALYSIS 16

11-15 SETEMBRO 2011 EM BELGRADO, SÉRVIA

Após o sucesso de edições anteriores, o 16^o evento da bem conhecida série de conferências EUROanalysis realizar-se-á em Belgrado de 11 a 15 de Setembro de 2011. Com o lema "Desafios da Química Analítica Moderna", esta conferência Europeia encontra-se aberta a contribuições de todas as sub-áreas da Química Analítica, quer teóricas, quer experimentais, pretendendo destacar novas perspectivas e desenvolvimentos de importância actual. As conferências EUROanalysis, que se realizam com carácter bienal, constituem um ponto de encontro da Divisão de Química Analítica da EuCheMS, associação que congrega diversas sociedades de Química nacionais em toda a Europa, e à qual pertence também a Sociedade Portuguesa de Química (SPQ). Apesar de ser um fórum verdadeiramente Europeu, tem atraído um número crescente de cientistas de outras partes do mundo.

Em 2011, coube à Divisão de Química Analítica da Sociedade Química da Sérvia, em conjunto com a EuCheMS, a organização do EUROanalysis 16. Este congresso pretende reunir o maior número possível de químicos analíticos, Europeus e de outras regiões do globo, provenientes de diversas vertentes (mundo académico, I&D, indústria, agências de regulamentação, entre outros) para apresentar os seus resultados e descobertas mais recentes e discutir com os colegas os novos avanços da Química Analítica. O programa científico encontra-se estruturado nas seguintes áreas temáticas: Espectroscopia, Cromatografia, Espectrometria de Massa, Química Electroanalítica, Química Radioanalítica, Bio e Quimiosensores, Técnicas Hifenadas, Preparação de Amostras, Separações Químicas, Química Bioanalítica, Análises Ambientais, Análises de Alimentos, Análises de Fármacos, Desafios Forenses em Química Analítica, Análises Avançadas de Materiais, Quimiometria, Desenvolvimento de Equipamentos, Ensino da Química Analítica no início do século XXI e Nanoanalítica.

A conferência será ainda precedida de um dia preenchido com Cursos de curta duração, estando disponíveis um total de 7 cursos diferentes, como por exemplo: Espectroscopia aplicada (elucidação estrutural de compostos orgânicos); Métodos específicos para o controlo de qualidade em alimentos e Conhecimentos básicos em Espectrometria de Massa e suas aplicações na indústria farmacêutica.

E: nebojsa@congrexpo.co.rs

URL: <http://www.euroanalysis2011.rs>

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

11-14 Abril 2011 em Manchester, Reino Unido

First EuCheMS Inorganic Chemistry Conference (EICC-1)
 URL: <http://www.rsc.org/ConferencesAndEvents/RSCConferences/EICC1>

26-29 Abril 2011 em Stellenbosch, África do Sul

11th UNESCO/IUPAC Workshop and Conference on Functional Polymeric Materials and Composites
 E: hpasch@sun.ac.za
 URL: <http://academic.sun.ac.za/UNESCO/Conferences/Conference2011/index.htm>

1-6 Maio 2011 em Brunnen, Suíça

46th EUCHEM Conference on Stereochemistry
 E: jkms@cam.ac.uk
 URL: <http://www.stereochemistry-buergerstock.ch>

2-5 Maio 2011 em Seattle, USA

33rd Symposium on Biotechnology for Fuels and Chemicals
 E: bill.adney@nrel.gov
 URL: <http://www.simhq.org/meetings/sbfc2011/index.asp>

18-20 Maio 2011 em Praga, República Checa

First International Conference on Organic Food Quality and Health Research
 E: Monika.Tomaniova@vscht.cz
 URL: http://www.fqh2011.org/fqh2011_announcement.pdf

22-26 Maio 2011 em Quioto, Japão

IUPAC International Congress on Analytical Sciences 2011
 E: ICAS2011_secretary@anchem.mc.kyoto-u.ac.jp
 URL: <http://icas2011.com>

23-27 Maio 2011 em Siena, Itália

Third European Workshop in Drug Synthesis (III EWDSy)
 E: didonna2@unisi.it
 URL: <http://www.unisi.it/eventi/ewds/index.html>

23-27 Maio 2011 em Pretória, África do Sul

11th International Conference on Frontiers of Polymers and Advanced Materials
 E: walter.focke@up.ac.za
 URL: <http://web.up.ac.za/default.asp?ipkCategoryID=13080>

13-15 Junho 2011 no Porto

4th Iberian Meeting on Colloids and Interfaces (4ª Reunião Ibérica de Colóides e Interfaces (RICI4))
 E: rici4@fc.up.pt
 URL: <http://rici4.fc.up.pt>

16-19 Junho 2011 em Tavira

19th Biennial Meeting of the International Society for Molecular Recognition - Affinity 2011
 E: cbme@ualg.pt
 URL: <http://events.dechema.de/affinity2011>

19-22 Junho 2011 em Aberdeen, Escócia

4th International IUPAC Symposium on Trace Elements in Food
 E: j.feldmann@abdn.ac.uk
 URL: <http://www.abdn.ac.uk/tef-4>

20-27 Junho 2011 no Porto

XXXIV World Congress of the International Organisation of Vine and Wine
 E: congress@oiv2011.pt
 URL: <http://www.oiv2011.pt>

27-30 Junho 2011 em Dijon, França

11th International Conference on Carbon Dioxide Utilization
 E: secretariat@ffc-asso.fr
 URL: <http://www.ffc-asso.fr/ICCDU/index.html>

26 Junho-1 Julho 2011 em Singapura

NanoFormulation 2011

E: john.jones@formulation.org.uk
 URL: <http://www.nanoformulation2011.com>

3-6 Julho 2011 em Braga

XXII Encontro Nacional da SPQ (XXII ENSPQ)
 E: xxiienspq@quimica.uminho.pt
 URL: <http://www.spq.pt/eventos/xxiienspq>

3-7 Julho 2011 em Estrasburgo, França

XIXth International Symposium on Photophysics and Photochemistry of Coordination Compounds
 E: isppcc-2011@unistra.fr
 URL: <http://isppcc-2011.unistra.fr>

3-7 Julho 2011 em Brighton, Reino Unido

6th International Symposium on Macrocyclic and Supramolecular Chemistry
 URL: <http://www.ISMSC2011.org>

3-7 Julho 2011 em Toulouse, França

19th EuCheMS Conference on Organometallic Chemistry
 E: Rinaldo.poli@icc-toulouse.fr
 URL: <http://www.eucomc2011.org>

6-8 Julho 2011 em Gdansk, Polónia

Euro Food Chem XVI - Translating food chemistry to health benefits
 E: agnieszka.bartoszek@pg.gda.pl
 URL: <http://www.eurofoodchemxvi.eu/>

10-15 Julho 2011 em Creta, Grécia

17th European Symposium on Organic Chemistry (ESOC 2011)
 E: info@esoc2011.com
 URL: <http://www.esoc2011.com>

18-20 Julho 2011 em Ourense, Espanha

2nd International Congress on Analytical Proteomics
 E: proteomass@proteomass.org
 URL: <http://sing.ei.uvigo.es/ICAP>

30 Julho-7 Agosto 2011 em San Juan, Porto Rico

43rd IUPAC World Chemistry Congress
 E: ginfante@iupac2011.org
 URL: <http://www.iupac2011.org>

31 Julho-4 Agosto 2011 em Glasgow, Reino Unido

23rd International Congress of Heterocyclic Chemistry
 E: ichc2011@meetingmakers.co.uk
 URL: <http://www.ichc2011.com>

28 Agosto-3 Setembro 2011 em Coimbra

14th European Conference on the Spectroscopy of Biological Molecules
 URL: <http://www.ecsbm2011.com>

31 Agosto-3 Setembro 2011 em Budapeste, Hungria

4th European Conference on Chemistry for Life Sciences
 E: 4eccls@mke.org.hu
 URL: <http://www.4eccls.mke.org.hu>

4-8 Setembro 2011 em Granada, Espanha

5th EuCheMS conference on Nitrogen Ligands
 E: nligands@ugr.es
 URL: <http://www.ugr.es/local/nligands>

Janeiro-Fevereiro 2012 no Porto

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

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