

ÍNDICE

EDITORIAL	2
SPQ - NOVOS ÓRGÃOS DIRIGENTES	3
NOTICIÁRIO SPQ	4
LIVROS	
Química Orgânica (Volume 2) – <i>Pedro Paulo Santos</i>	19
ENTREVISTA	
Pedro M.P. Gois (Medalha Vicente de Seabra 2012)	21
ARTIGOS	
Amor e Sexo são (também...) Química	25
<i>Madalena M. M. Pinto</i>	
Amor e Desamor na Química	33
<i>Raquel Gonçalves Maia</i>	
A Química é Quem Mais Ordena	39
<i>Jorge Calado</i>	
História Breve dos Pigmentos: 5 – da pintura do Renascimento	49
<i>João M. Peixoto Cabral</i>	
QUÍMICA E ENSINO	
Equações de Palavras e Equações Químicas	57
<i>Carlos Corrêa e Fernando Pires Basto</i>	
MÓDULOS INQUIRY	
“Brushing up on Chemistry” – à descoberta da Química nas pastas de dentes: uma experiência com alunos do ensino básico	61
<i>Gabriela Reis</i>	
QUÍMICA PARA OS MAIS NOVOS	65
<i>Marta C. Corvo</i>	
DESTAQUES	69
AGENDA	72



Este é o primeiro número do QUÍMICA da responsabilidade da nova equipa editorial. Ao Doutor Helder Gomes, bem como à sua equipa, gostaria de expressar o meu reconhecimento pelo excelente trabalho desenvolvido em prol da SPQ, materializado nos muitos números do QUÍMICA legados ao longo de mais de três anos. Igualmente gostaria de lhe agradecer a preciosa ajuda prestada nos últimos meses, durante o processo de “transmissão da pasta”.

A publicação do presente número ocorre com um pequeno mas intencional atraso, de forma a não protelar a divulgação do elenco dos novos órgãos dirigentes da SPQ, eleitos durante o XXIII Encontro Nacional, recentemente realizado em Aveiro. Assim, dá-se particular destaque à carta dirigida aos sócios pela nova Presidente e pelo novo Secretário-Geral da SPQ, Professora Doutora Maria José Calhorda e Professor Doutor João Sérgio Seixas de Melo.

Num ano (como em todos!) em que se celebram vários centenários, com relevância e impacto em domínios diversos, a nova equipa editorial do QUÍMICA, constituída por Ana Paula Esteves (UMinho), António Mendonça (UBI), Carla Morais (UP), Carlos Baleizão (IST), Paulo Mendes (UE), e eu próprio, inspirou-se no bicentenário da publicação de *Amor e Preconceito*, o célebre romance de Jane Austen de 1813.

Jane Austen mostrou-nos de que forma os factores de natureza económica e social pesavam nas ligações matrimoniais da nobreza rural da Inglaterra georgiana mas todos acreditamos – ou preferimos acreditar – que entre as personagens inesquecíveis e eternas de Elizabeth Bennet e Mr. Darcy “houve mesmo química”.

Assim, a propósito de amor, paixão e atracção entre duas pessoas, este número do QUÍMICA inclui os artigos “Amor e Sexo são (também...) Química” e “Amor e Desamor na Química”.

E, nestes tempos em que a canção de Zeca Afonso “Grândola, Vila Morena” volta a escutar-se um pouco por todo o país, dando prova da sua, também, eternidade, o artigo “A Química É Quem Mais Ordena” não poderia ser mais actual. Trata-se de um artigo dedicado à vida e obra do genial Mendeleev e no qual a temática do amor, em sentido lato, não deixará também de ser encontrada.

Quanto ao artigo do Professor Peixoto Cabral, que desde longa data contribui para o QUÍMICA com o seu vasto conhecimento de Química da Arte, se não é um caso de paixão interrogo-me então sobre o que será...

Neste número destaca-se ainda a entrevista concedida ao QUÍMICA pelo Doutor Pedro Gois, a propósito da sua recente distinção com a Medalha Vicente de Seabra, atribuída biennialmente pela SPQ.

Por último regista-se que, por opção editorial, o QUÍMICA regressa à antiga ortografia.

Esperamos que continuem a apreciar o Boletim da SPQ!

João Paulo André

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 129, Abril – Junho 2013

Redacção e Administração

Av. da República, 45 - 3.º Esq. - 1050-187 Lisboa
Tel.: 217 934 637 ▪ Fax: 217 952 349
bquimica@quimica.uminho.pt
www.spq.pt

Editor

João Paulo André

Editores-Adjuntos

Ana Paula Esteves, António Mendonça
Carla Morais, Carlos Baleizão, Paulo Mendes

Comissão Editorial

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

Colaboradores desta edição

Helder Gomes e Joana Amaral

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

1 655 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 do QUÍMICA.

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

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

Publicação subsidiada pela

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

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

NOVOS ÓRGÃOS DIRIGENTES



Maria José Calhorda
(Presidente)



João Sérgio Seixas de Melo
(Secretário-Geral)

COMPOSIÇÃO DOS ÓRGÃOS ELEITOS

Presidência

Presidente: Maria José Calhorda (FCUL)
Vice-Presidente: Artur Manuel Soares Silva (UA)

Conselho Executivo

Secretário-Geral: João Sérgio Seixas de Melo (FCTUC)
Secretário-Geral Adjunto:
Alberto Canelas Pais (FCTUC)
Secretária-Geral Adjunta:
Marta Piñeiro Gomez (FCTUC)
Tesoureira: Cristina Maria Martins Moiteiro (FCTUC)

Mesa da Assembleia Geral

Presidente: Baltazar Manuel Romão de Castro (FCUP)
1.ª Secretária: Ana Cristina Moreira Freire (FCUP)
2.º Secretário: José Ricardo Ramos Franco Tavares (FCTUNL)

Conselho Fiscal

Presidente: Laura Ilharco (IST)
Secretário: Adelino Galvão (IST)
Relator: Pedro Paulo Santos (IST)

Caros Sócios,

Com a entrada da nova Direcção, eleita no XXIII Encontro Nacional da SPQ, dá-se início a uma nova etapa na vida da SPQ. Para alguns de nós a ligação à SPQ já vem de longe, para outros constituirá uma experiência (directiva) nova. Para todos constitui uma honra, e uma imensa responsabilidade, liderar esta instituição centenária, onde todos os químicos portugueses se devem sentir representados e acarinhados. No próximo triénio (2013-2015) pretendemos trilhar um caminho onde cada vez mais químicos possam partilhar e enquadrar iniciativas, modos de pensar e de ver a (ciência da) química, um desígnio que se deverá traduzir na fidelização e no incremento de sócios. Com o propósito de os atrair para a SPQ, fomentaremos a criação, passo-a-passo, de novas Delegações e Grupos ou Divisões, manteremos a actividade de todas as secções (Divisões e Grupos) existentes e reactivaremos outras que nos últimos anos têm estado mais adormecidas. De uma forma gradual retomaremos a dinâmica dos encontros sectoriais, espalhados ao longo do ano, e em ano diferente do encontro nacional. Manter, e se possível aumentar, a estabilidade financeira da SPQ será igualmente um dos nossos objectivos.

Procuraremos ser ouvidos a nível do Ministério da Educação e Ciência e na FCT (particularmente ao nível da constituição de conselhos científicos), tentando mostrar que a SPQ é o melhor interlocutor para dar voz aos químicos portugueses: uma sociedade científica com 102 anos onde temos certamente os mais capazes; excluir a SPQ é excluir os químicos dos seus próprios processos de decisão.

É também uma aspiração desta Direcção dinamizar ainda mais a internacionalização da actividade da SPQ, de forma a aumentar o impacto da Química portuguesa (desde já a área científica mais importante em Portugal em termos de produtividade e impacto - dados do ESI). Para tal, procuraremos aumentar o número de encontros (e de participantes) ibéricos e ibero-americanos, assim como estabelecer ligações mais estreitas com a Química brasileira, através da SBQ. Esta Direcção tentará igualmente melhorar a sua representação nas diferentes organizações europeias e mundiais (EuCheMS, IUPAC e conferências associadas), bem como no consórcio de revistas de Química europeias (ChemPubSoc) e nas Olimpíadas Ibero-americanas e Internacionais.

Para concretizar estes objectivos, contamos com todos os químicos, com as suas ideias, entusiasmo e dinamismo!

Maria José Calhorda

e

João Sérgio Seixas de Melo



XXIII ENCONTRO NACIONAL DA SOCIEDADE PORTUGUESA DE QUÍMICA

De 12 a 14 de Junho de 2013 teve lugar na Universidade de Aveiro o XXIII Encontro Nacional da Sociedade Portuguesa de Química. Após o grande sucesso do XXII Encontro Nacional da Sociedade Portuguesa de Química, que se realizou em Braga em 2011, subordinado ao tema “Cem Anos de Química em Portugal” e integrado nas comemorações do centenário da SPQ e do Ano Internacional da Química, o EN-SPQ voltou ao seu formato normal. Numa época de enormes desafios para a Sociedade, em particular para a Química, o tema aglutinador deste evento foi “Desafios em Química”. Foi, assim, solicitado aos quatro convidados que proferiram lições plenárias que abordassem os desafios que enfrentam nos seus actuais temas de investigação, os quais constituíam o objecto da sua conferência. Todos eles, de uma maneira geral, o fizeram, no entanto, o colega Vitor Ferreira (Presidente da Sociedade Brasileira de Química) foi mais além e ofereceu uma excelente visão dos desafios da Química e dos seus profissionais.



O Encontro iniciou-se com a entrega dos prémios Ferreira da Silva aos colegas Armando Pombeiro (Instituto Superior Técnico) e José Luís Costa Lima (Faculdade de Farmácia da Universidade do Porto), os quais proferiram em seguida as correspondentes lições. Os restantes dias incluíram 36 comunicações convidadas (*keynotes*) e 27 comunicações orais envolvendo colegas das diversas áreas da Química, de várias Universidades, Institutos Politécnicos, Escolas Secundárias e outras instituições. Uma das comunicações convidadas foi proferida pelo Director Geral da DOW Portugal, na qual nos proporcionou uma visão empresarial da “Química como solução para os desafios da sociedade”. Estas comunicações e as comunicações em cartaz estavam divididas em cinco temas gerais e aglutinadores: 1) novos produtos e materiais sustentáveis; 2) interfaces da Química: saúde, segurança, alimentação, ambiente e energia; 3) novas tecnologias; 4) energética e reactividade e 5) divulgação e educação em Química.

As 205 comunicações em cartaz foram divididas em duas sessões, as quais tiveram uma grande afluência dos participantes do congresso, tornando bastante animada a apresen-



Sessão de Abertura (da esquerda para a direita): Artur Silva (Presidente das comissões organizadora e científica); Joaquim Costa Leite (Vice-Reitor da Universidade de Aveiro), Mário Nuno Berberan (Presidente da SPQ), Augusto Costa Tomé (Director do Departamento de Química da Universidade de Aveiro)

tação e discussão dos mais recentes avanços e perspectivas futuras das várias áreas da Química.

O congresso terminou com a entrega da Medalha Vicente de Seabra ao colega Pedro Gois (Faculdade de Farmácia da Universidade de Lisboa), com a correspondente lição de encerramento.

O interesse demonstrado pelos 320 participantes inscritos neste congresso, incluindo investigadores seniores e muitos estudantes de licenciatura, mestrado e doutoramento, revela que a Química continua a ser uma área científica com muito interesse e forte desenvolvimento.

No final do primeiro dia do Encontro teve lugar a Assembleia Geral, muito concorrida por sinal, na qual se apresentaram e votaram os relatórios de contas e actividades referentes aos anos 2011 e 2012. Estes foram aprovados por unanimidade. Teve também lugar a eleição dos corpos gerentes da SPQ para o próximo triénio.



Sessão de Encerramento (da esquerda para a direita): Artur Silva (Presidente das comissões organizadora e científica); Maria José Calhorda (Presidente eleita da SPQ), Mário Nuno Berberan (ex-presidente da SPQ)

Em resumo, de 12 a 14 de Junho de 2013 estiveram na Universidade de Aveiro excelentes investigadores seniores e juniores e outros ainda aspirantes a sê-lo, apresentando e discutindo as mais recentes novidades, inovações científicas e tecnológicas e os desafios emergentes nas diversas áreas da Química.

Artur Silva
(artur.silva@ua.pt)

OLIMPIADAS DE QUÍMICA 2013

Mais uma vez a Sociedade Portuguesa de Química apoiou e incentivou a realização de actividades relacionadas com a Química, através das *Olimpiadas de Química* que envolveram muitos alunos de norte a sul do país. Nas *Olimpiadas de Química Júnior* inscreveram-se 285 escolas e nas *Olimpiadas de Química Mais* 146 escolas. As semifinais das *Olimpiadas de Química Mais* decorreram no dia 9 de Março de 2013, enquanto que as semifinais das *Olimpiadas de Química Júnior* decorreram entre 9 e 13 de Abril. Em comum parece que foi partilhada boa disposição, entusiasmo e Química.

Seguem-se os relatos dos eventos por onde passaram mais de 750 alunos dos ensinos básico e secundário para além dos professores acompanhantes, cuja acção foi decisiva para a preparação das equipas, e também de todos os colegas e alunos do ensino superior que organizaram os eventos.

SEMIFINAL OLIMPIADAS DE QUÍMICA⁺ NA UNIVERSIDADE DE AVEIRO



As actividades iniciaram-se com a recepção das equipas participantes e com uma sessão de abertura informal que contou com o Pró-Reitor Prof. Doutor Osvaldo Manuel da Rocha Pacheco e o Director do Departamento de Química Prof. Doutor Augusto Costa Tomé. Compareceram 38 escolas das 45 inicialmente previstas. A prova teve início às 11h15 e enquanto os alunos estavam concentrados a resolver a prova, os professores puderam aprender a utilizar/consultar a plataforma do Projecto Dolceta “*Consumer Classroom: uma janela aberta para a Educação do Consumidor*” e trocar impressões sobre este projecto com um dos responsáveis pela sua divulgação, o professor José M. G. Pereira do agrupamento de escola de Dairas. Seguiu-se o almoço oferecido pela Universidade de Aveiro numa das cantinas dos serviços sociais.

A tarde iniciou-se com o espectáculo “Química por tabela” que agradou tanto aos alunos como aos professores e que teve como momento alto a utilização do nitrogénio líquido.

Enquanto decorria o espectáculo o “júri de correcção de provas” trabalhava arduamente para conseguir ter os resultados das classificações no final do espectáculo.

Apurados os resultados das provas, que foram muito positivos e renhidos, estes foram divulgados na sessão de encerramento onde também foram entregues os prémios às três equipas apuradas para a Final.



Medalha de ouro

Medalha de ouro – Escola Secundária Infanta D. Maria (Coimbra), representada pelos alunos Maria Eduarda Sá Marta, Ana Patrícia Silva e Jorge Miguel Barbosa.

Medalha de prata – Escola Secundária com 3.º Ciclo do Ensino Básico Dr. Mário Sacramento (Aveiro), representada pelos alunos Juliana Couras Fernandes Silva, Gonçalo Xavier Ribeiro Nunes e Ricardo Alexandre Luís Silva Santos.

Medalha de bronze – Escola Secundária com 3.º Ciclo do Ensino Básico de José Estevão (Aveiro), representada pelos alunos André João Amaral Santos, Henrique Rui Neves Aguiar e Pompílio Carlos Vieira Souto.

O dia terminou com um lanche servido a todos os participantes.

Aos colaboradores que garantiram o sucesso de mais um evento agradecemos, bem como a todos os participantes. Aos vencedores despedimo-nos com um até breve na final e votos de sucesso na mesma.

Rosário Domingues

SEMIFINAL DAS OLIMPIADAS DE QUÍMICA JÚNIOR NO INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO

A etapa no Técnico foi muito cansativa, mas correu muito bem. Os participantes, 118, fizeram seis provas divididas por três anfiteatros e 3 laboratórios, provas que envolveram adivinhas, palavras cruzadas, *puzzle* da tabela periódica, etc..



1.º lugar – Escola Stuart de Carvalhais. Alunos: Mariana Lopes, Ricardo Barroso e Tomás Velez



2.º lugar – Colégio de São Tomás. Alunos: Maria Grilo, Berta Braga e Pedro Martin



3.º lugar – Escola Básica 2,3 do Caniço. Alunos: João Sousa, João Rodrigues e Jéssica Alcobia

Palmira F. da Silva

SEMIFINAL DAS OLIMPIADAS DE QUÍMICA JÚNIOR NA UNIVERSIDADE DO ALGARVE

Teve lugar no passado dia 13 de Abril mais uma edição das OQJ no Departamento de Química e Farmácia da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade do Algarve. Este ano participaram 18 equipas oriundas de 8 escolas do Algarve provenientes de Faro, Olhão, Albufeira e Castro Marim.

A semifinal do Algarve registou um nível competitivo muito elevado, tendo os primeiros lugares sido atribuídos por uma diferença mínima. Como habitualmente, a competição teve uma prova escrita, em que os concorrentes foram chamados a testar o seu conhecimento de base e a resolver problemas que punham à prova, também, o seu raciocínio lógico. Foram também chamados ao laboratório para actividades experimentais de observação e interpretação.



Os vencedores

Os vencedores da semifinal do Algarve foram:

Medalha de Ouro (na foto) – Escola Básica dos 2.º e 3.º Ciclos João da Rosa de Olhão.

Professora: Cristiana Maria do Carmo da Encarnação.

Alunos: Leonardo Santos Rodrigues, Marcelo Estêvão Marcelino, Alex dos Santos Magalhães.

Medalha de Prata – Escola Básica e Secundária de Albufeira.

Professora: Ana Luísa Gonçalves.

Alunos: David Miguel Morais Andrade, Nuno André Ferreira Libereiro e João Luna.

Medalha de Bronze – Escola Básica 2.º e 3.º Ciclos José Carlos da Maia de Olhão.

Professor: Francisco Miguel Dias Brito.

Alunos: Raquel Anjinho Jacob, Alexandre Miguel Pereira Correia e Rúben Filipe Brás de Sousa.

A Comissão Organizadora Local saúda os vencedores e todos os participantes e deseja os maiores êxitos aos representantes do Algarve na Final Nacional, que terá lugar no dia 14 de Maio.

A organização do evento foi da Eng.^a Catarina Pires e da Dr.^a Maria do Rosário Lopes, dedicadas técnicas superiores do DQF. Colaboraram nas provas vários docentes e investigadores do DQF.

Participaram na cerimónia de entrega de prémios o Director da Faculdade de Ciências e Tecnologia, Professor Rui Cabral e Silva, o Presidente do Departamento de Química e Farmácia, Professor Amadeu Brigas, e a Comissão Organizadora Local.

José António Moreira

SEMIFINAL DAS OLIMPIADAS DE QUÍMICA JÚNIOR NA UNIVERSIDADE DA BEIRA INTERIOR

Pelo nono ano consecutivo decorreu dia 13 de Abril no Departamento de Química da Universidade da Beira Interior a semifinal regional das Olimpíadas de Química Júnior. Nesta edição das OQJ participaram 110 alunos, integrados em 37 equipas, provenientes de 16 escolas dos distritos de Castelo Branco, Guarda e Viseu.

O evento contou na sua sessão de abertura com a presença da Presidente do Departamento de Química e da comissão organizadora que deram as boas-vindas a todos os participantes.

Durante a manhã, as equipas participantes realizaram duas provas com questões de escolha múltipla, uma de carácter mais teórico, que teve lugar no anfiteatro Prof. Pinto Peixoto, e outra de carácter experimental, que decorreu nos laboratórios do Departamento de Química. Neste período, os professores acompanhantes tiveram ao seu dispor uma visita a dois dos núcleos do Museu de Lanifícios da Universidade da Beira Interior, o Núcleo da Real Fábrica dos Panos e o Núcleo da Real Fábrica Veiga/Centro de Interpretação dos Lanifícios. Seguiu-se o almoço dos participantes na cantina da Faculdade de Engenharia da UBI.

A cerimónia de encerramento teve início às 15h30, com a divulgação dos resultados e entrega dos prémios. A medalha de ouro foi atribuída à equipa "Miúdas Atómicas", constituída pelas alunas Maria Luís Morão Patrício, Beatriz Rodrigues Matos Silvestre e Carolina Correia Paiva Parada, acompanhada pela Professora Graça Ventura da Escola Secundária com 3.º Ciclo do Ensino Básico Frei Heitor Pinto (Covilhã).



1.º Lugar

A medalha de prata foi atribuída à equipa "Garquímica 1", constituída pelos alunos Ricardo de Oliveira Valente Mo-

reno Rodrigues, Pedro Miguel Moutinho da Silva e Ingride Luzio Gaspar, acompanhada pelos Professores Maria Júlia Guedes Nunes Gil, Lúcia Marta de Castro Proença e João Paulo de Almeida Braz da Escola Básica Serra da Gardunha (Fundão).



2.º Lugar

A medalha de bronze foi atribuída à equipa "Combustíveis", constituída pelos alunos Diogo Vidas da Cruz, Luís Manuel Rodrigues Madeira e Manuel Francisco Silva Lúcio Gonçalves, acompanhada pela Professora Cristina Isabel Pedro de Paiva da Costa Albino do Externato Evaristo Nogueira (S. Romão).



3.º Lugar

Foi atribuída uma Menção Honrosa à equipa classificada em 4.º lugar, "That Acid", constituída pelos alunos André Jorge Nogueira Carvalho Gomes, Celso Alexandre Esteves Fuinhas e João Luís Vicente Pais, acompanhada pela Professora Maria José da Silva Fernandes da Escola Básica Integrada de São Domingos (Covilhã).



4.º Lugar

O evento contou com o patrocínio do Banco Santander Totta e da Reitoria da UBI e o apoio da Rotoquímica.

Ao pessoal docente e não docente do Departamento de Química e de outros serviços da UBI e, em especial, aos alunos dos 1.º, 2.º e 3.º ciclos de estudos em Química Industrial, Química Medicinal, Bioquímica e Biotecnologia, cuja colaboração foi essencial para levar a bom termo esta iniciativa, o nosso sincero agradecimento.

A todos os participantes destas Olimpíadas, o nosso bem-haja pela vossa presença e entusiasmo.

Maria de Lurdes Franco Ciríaco, Maria José Alvelos Pacheco

Organização das OQJ 2013 na UBI

SEMIFINAL DAS OLIMPIADAS DE QUÍMICA JÚNIOR NA UNIVERSIDADE DE COIMBRA

Decorreram sábado, 13 de Abril, no Departamento de Química da FCTUC as 9.ªs Olimpíadas de Química Júnior. Este ano contaram com a participação de 36 escolas tendo estado em prova cerca de 170 alunos do ensino básico (8.º e 9.º anos) da Região Centro (maioritariamente dos distritos de Coimbra, Leiria e Viseu). Foi um dia animado onde, enquanto os alunos efectuavam as provas, os professores puderam discutir com o Prof. Sérgio Rodrigues as novas metas do ensino básico, seus conteúdos programáticos e futuros programas, o ensino experimental da Química, bem como formas de melhor articular a ligação entre a universidade e o ensino secundário. Após um merecido almoço nas cantinas da UC, de tarde (enquanto a organização corrigia as provas) e dado que 2013 é o ano inter-nacional da “Matemática do Planeta Terra”, todos tiveram oportunidade de apreciar a palestra “Uma viagem sobre rodas exóticas” seguida de um *workshop*: “Bebe um sumo e faz o teu carro exótico” dada pela Prof.ª Fátima Leite (FCTUC) e seus colaboradores onde se encontrava a química Raquel Rondão.

Em cada ano que passa vamos notando que os nossos olímpicos vêm cada vez mais bem preparados e assim a grande maioria das equipas obteve resultados médios de 70% sendo que as três primeiras classificadas ultrapassaram os 90%.



Equipa vencedora

Em primeiro lugar ficou a equipa “Colecionadoras de isómeros” constituída pelas alunas Carolina Oliveira e Costa, Carolina Mendes Correia e Sofia Alexandra Ferreira Carvalho, orientadas pelo Prof. Desidério Carreira Pires da Escola Básica dos 2.º e 3.º Ciclos de Frei Estevão Martins, Alcobaça. Este professor, cuja equipa venceu o ano passado, vai na sua sexta vitória! Notável!

Em segundo lugar classificou-se a equipa “AMC”, composta pelos alunos Gabriel do Vale Correia, Inês Marques Monteiro e Mariana da Luz Belchior, acompanhados pela Prof.ª Sofia Requejo da Academia de Música de Cantanhede.

O terceiro lugar foi conquistado pela equipa “Os alcalino-químicos”, composta pelos alunos Daniela Amado Elói, David Ferreira dos Santos e João Figueiredo, orientados pelo Prof. António Manuel de Almeida, da Escola Básica dos 2.º e 3.º Ciclos Prof. Alberto Nery Capucho, Marinha Grande.

A organização das OQJ 2013 em Coimbra congratula-se com a prestação, empenho e boa disposição de todos os participantes e agradece o patrocínio da Reitoria da UC, Câmara Municipal de Coimbra, Caixa Geral de Depósitos, SPQ e da FCTUC, bem como o apoio da Porto Editora.

A todos os participantes o nosso desejo de sucesso, aos dois primeiros lugares os votos de felicidades para a final que se realizará igualmente no dia 4 de Maio no Departamento de Química da FCTUC.

J. Sérgio Seixas de Melo

Organização das OQJ 2013 na Universidade de Coimbra

SEMIFINAL DAS OLIMPIADAS DE QUÍMICA JÚNIOR NA FACULDADE DE CIÊNCIAS DA UNIVERSIDADE DE LISBOA

No dia 13 de Abril, decorreram, na Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, provas semifinais regionais das Olimpíadas de Química Júnior patrocinadas pela Sociedade Portuguesa de Química.

Os participantes começaram a chegar ao *campus* da FCUL bem cedo e, de acordo com o programa, a partir das 9 horas da manhã foram recebidos com um pequeno-almoço, gentilmente oferecido pela Presidência do DQB, seguindo-se a abertura oficial com a presença do Exm.º Senhor Director da FCUL, Professor Pinto Paixão. Seguiu-se um período de 2 horas e 30 minutos destinado à realização das provas teóricas e experimentais, estas montadas em triplicado em 3 laboratórios de química. Concorreram 31 equipas, de 3 elementos cada, de 27 Escolas Básicas e Secundárias, que foram sempre acompanhadas por alunos e docentes do DQB.

Durante a realização das provas, os professores acompanhantes das equipas tiveram oportunidade de assistir a uma

palestra “Bioactividade numa Chávena de Chá”, proferida pela professora Maria Luísa Serralheiro.

Após o período do almoço, oferecido pela FCUL, e enquanto eram corrigidas as provas, decorreu, num dos laboratórios, um interessante conjunto de experiências, preparado por alguns docentes do DQB, que, visivelmente, animou alunos e professores acompanhantes grande parte do período da tarde.

Finalmente, na Sessão de Encerramento das Olimpíadas, e no meio de grande animação, foram distribuídas pequenas ofertas, diplomas de participação e divulgados os resultados das provas.

Após ter sido anunciada a posição de cada equipa a partir da menos classificada, foram chamados ao palco todos os elementos das 3 equipas classificadas nos primeiros lugares e anunciados os 3.º, 2.º e 1.º classificados, por esta ordem, a quem foram distribuídos os prémios e entregues as medalhas de bronze, prata e ouro, oferta da SPQ, acompanhadas de diplomas.



1.º Lugar – Medalha de Ouro – Escola EB 2,3 – Professor Egas Moniz
Equipa N.º 22 “Os Bosões”: Diogo Miguel Oliveira Nunes, Nuno Miguel Leitão Afonso, Sebastião Raposo Mateus



2.º Lugar – Medalha de Prata – Escola EB 2,3 – Professor Egas Moniz
Equipa N.º 5 “Os Egas”: André Alexandre Pires Duarte, João Filipe Mimoso Rodrigues, Tiago Miguel Madaleno de Oliveira



3.º Lugar – Medalha de Bronze – Escola Técnica e Liceal de S.º António (Salesianos)

Equipa N.º 11 “Os Protagonistas”: Beatriz Flores Henriques, Diogo Loureiro da Silva, Maria Castella Bolota

Mais um êxito desta iniciativa, pois foi geral o entusiasmo e o agrado com que participaram professores e alunos das escolas, muito se devendo ao empenho e colaboração de alguns docentes e alunos do DQB.

Agradecemos o patrocínio das seguintes entidades: Livraria Escolar Editora; Banco Espírito Santo, BES; Faculdade de Ciências da UL; Departamento de Química e Bioquímica

**Maria Manuela Gomes da Silva Rocha,
Carlos Manuel Ferreira Borges**

Organização das OQJ 2013 na Universidade de Lisboa

SEMIFINAL DAS OLIMPIADAS DE QUÍMICA JÚNIOR NA UNIVERSIDADE DO MINHO

O Departamento de Química da Universidade do Minho organizou, pela nona vez consecutiva, as Olimpíadas de Química Júnior em colaboração com a Sociedade Portuguesa de Química. No passado dia 13 de Abril de 2013 estiveram presentes no *Campus* de Gualtar, em Braga, 90 alunos provenientes de 30 escolas da região, organizados em 30 equipas, acompanhados por mais de 30 professores.

Após uma curta cerimónia de boas vindas a todos os participantes, as provas tiveram início às 14h30 e decorreram nos laboratórios de ensino do Departamento de Química e no Anfiteatro da Escola de Ciências. Durante cerca de duas horas, as 30 equipas responderam a 24 questões na prova de laboratório, baseadas em situações e montagens experimentais e a outras 29 questões na prova de anfiteatro, baseadas em situações apresentadas com recurso a meios audiovisuais.

Pelas 17h00 todos os participantes tiveram oportunidade de assistir a uma palestra intitulada “O que fazer para tornar os polímeros nossos amigos?” apresentada pela Doutora Maria Gabriela Botelho. Foram sorteados alguns brindes pelos alunos participantes (blocos de notas, porta-chaves, agendas e canetas da UMinho).

A divulgação dos resultados, momento alto das OQJ, aconteceu por volta das 17h30. A medalha de ouro foi atribuída à equipa constituída pelos alunos Rui Ribeiro, João Rocha e Maria João Branco, da Escola EB 2,3 Júlio Brandão, de Famalicão. A medalha de prata foi entregue à equipa constituída pelos alunos André Marques, Daniela Silva e Tomas Werner, da Escola EB 2,3 Egas Moniz, de Guimarães. A medalha de bronze foi para a equipa constituída pelos alunos Rita Matos, José Abreu e João Pinto, da Escola EB 2,3 de D. Afonso Henriques, de Guimarães. Para além das medalhas da SPQ, estes alunos foram presenteados pelo Departamento de Química da UMinho com caixas de modelos moleculares, agendas, conjuntos de lapiseira e caneta e “USB Flash Drive”, de valor variável consoante o lugar obtido.



Equipa classificada em 1.º lugar nas OQJ 2013 na Universidade do Minho, da Escola EB 2,3 Júlio Brandão, de Famalicão, acompanhada pela Prof.ª Maria Fátima Ferreira



Equipa classificada em 2.º lugar nas OQJ 2013 na Universidade do Minho, Escola EB 2,3 Egas Moniz, de Guimarães, acompanhada pela Prof.ª Sofia Machado



Equipa classificada em 3.º lugar nas OQJ 2013 na Universidade do Minho, da Escola EB 2,3 de D. Afonso Henriques, de Guimarães, acompanhada pela Prof.ª Helena Matos

Este evento contou com o patrocínio da SPQ, do Departamento de Química da Universidade do Minho e de algumas

empresas. A cobertura das OQJ foi feita pelos órgãos de comunicação social da região.

Maria Manuela Silva, Maria José Medeiros, Maria Gabriela Botelho, Maria Manuela Raposo, Susana Costa, Sílvia Lima

Organização das OQJ 2013 na Universidade do Minho

SEMIFINAL DAS OLIMPIADAS DE QUÍMICA JÚNIOR NA FACULDADE DE CIÊNCIAS DA UNIVERSIDADE DO PORTO

No dia 13 de Abril realizaram-se mais uma vez, no Departamento de Química e Bioquímica da FCUP, as semifinais das Olimpíadas de Química Júnior. As Olimpíadas correram bastante bem, todos os participantes no final do dia estavam bem dispostos e achando que o desafio tinha valido a pena.

Também era essa a mensagem recebida através dos professores acompanhantes. Participaram 34 escolas cada uma com uma equipa de 3 alunos. As provas, teóricas e de laboratório, decorreram durante a manhã.

O almoço foi na cantina da FLUP e ao princípio da tarde houve uma Palestra da Doutora Carla Morais “Porque pirilampiscam os pirilampos?... E muitas outras perguntas luminosas sobre Química”, que muito entusiasmou e interessou os alunos.

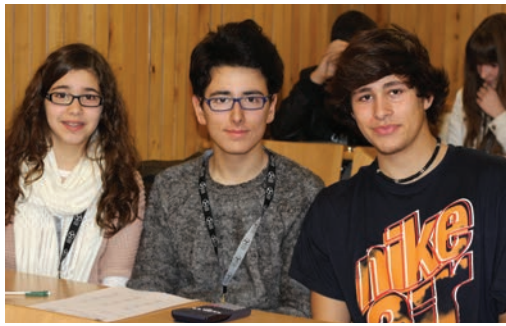
Por fim houve a divulgação das classificações e entrega dos prémios a que se seguiu um pequeno lanche. O esforço e trabalho que tivemos, que envolveu alguns colegas e funcionários e muitos alunos de boa vontade, valeu a pena!



1.º Lugar – Escola Básica dos 2.º e 3.º Ciclos Dr. Flávio Gonçalves
Professora Helena Maria Tavares
Alunos: Tiago Soares, Filipa Furtado e Pedro Anjo



2.º Lugar – Academia de Música Costa Cabral
Professora Joana Pontes Rebelo
Alunos: Ricardo Menezes, Diogo Meneses e Francisco Santos



3.º Lugar – Escola Secundária com 3.º Ciclo EB da Maia
Professora Helena Maria André do Rosário
Alunos: Pedro Oliveira, David Alves e Beatriz Martins

Ana Reis

SEMIFINAL DAS OLIMPIADAS DE QUÍMICA JÚNIOR NA UNIVERSIDADE DE TRÁS-OS-MONTES E ALTO DOURO

No passado dia 13 de Abril realizou-se mais uma edição das semifinais das Olimpíadas de Química Júnior. Esta iniciativa, destinada aos alunos dos 8.º e 9.º anos do ensino básico, insere-se num programa da Sociedade Portuguesa de Química e visa divulgar a Química como ciência experimental e promover o ensino e a aprendizagem desta ciência.

O evento, que contou com o apoio da Câmara Municipal de Vila Real, da Escola de Ciências da Vida e do Ambiente e da Reitoria da UTAD, foi organizado pelo Departamento de Química da UTAD e reuniu 25 equipas, num total de 75 alunos de escolas de vários concelhos da região norte.



As provas consistiram na resolução de questões baseadas em observações e manipulações de experiências adequadas aos *currícula* dos 8.º e 9.º anos de escolaridade. Tal como já vem sendo habitual, decorreu paralelamente mais um *workshop* de “Gastronomia Molecular”, destinado aos professores acompanhantes das equipas participantes das Olimpíadas, e que contou com a colaboração de vários alunos do 2.º Ciclo em Biotecnologia de Qualidade Alimentar.

No final, foi oferecido um lanche a todos os alunos e professores e foram divulgados os nomes dos premiados.

Nesta edição, os três primeiros lugares foram conquistados pelas seguintes equipas:

1.º Lugar – Escola Básica dos 2.º e 3.º Ciclos Gomes Teixeira – Armamar (equipa *Os Frâncios*): João Pedro Monteiro, Célia Cristina Oliveira Sarmiento e Pedro Adriano Castro Cruz.

2.º Lugar – Escola Básica dos 2.º e 3.º Ciclos D. Manuel de Faria e Sousa – Felgueiras (equipa *CO Valência*): Cláudia Maria Torres Oliveira, Jéssica Sofia Gomes Lopes e Samuel Oliveira Lopes.

3.º lugar – Escola Básica dos 2.º e 3.º Ciclos D. Manuel de Faria e Sousa – Felgueiras (equipa *As passas de Thomson*): Joana Isabel Lopes Silva, Silvana Rafaela Macedo Azevedo e Nuno Manuel Estebainha Azevedo.



Paulo Fernando da Conceição Santos, Maria João Paz Melo de Carvalho, Ana Margarida Duarte Ferreira, Cristina Maria Correia Marques

Organização das OQJ 2013 na UTAD

CHIMICA: A ARTE DE TRANSFORMAR A MATÉRIA



Capa do catálogo
<http://www.chimica.uevora.pt/>

Chimica: a arte de transformar a matéria. Foi este o título da exposição que esteve patente no Museu de Évora entre Janeiro e Maio de 2013. A exposição foi uma organização conjunta da Direcção Regional de Cultura do Alentejo, Museu de Évora, Centro de Química de Évora, Departamento de Química da Escola de Ciências e Tecnologia da Universidade de Évora e Escola Secundária André de Gouveia.

Estiveram expostos objectos que integraram o laboratório químico desenvolvido no Liceu de Évora, sito no Colégio do Espírito Santo, a partir de finais do séc. XIX. O espólio

apresentado, actualmente propriedade da Escola Secundária André de Gouveia, é o testemunho vivo da presença da Química em épocas passadas na cidade de Évora. O desafio da exposição foi libertar os objectos do seu contexto meramente químico e dá-los a conhecer ao grande público, permitindo que fossem olhados e interpretados sob outros pontos de vista.

A exposição teve bastante afluência de público em geral e elevada participação de alunos e professores das escolas do ensino básico e secundário da região e da Universidade de Évora. Foram organizadas visitas guiadas e promovidas actividades complementares com alguns alunos (realização de experiências que envolveram *medição*, *manipulação* e *transformação* da matéria, ideias retratadas na exposição) nos laboratórios do Departamento de Química da Escola de Ciências e Tecnologia da Universidade de Évora. A exposição foi ainda visitada por alunos e professores de várias escolas do país no âmbito da realização do 9.º Campeonato Nacional de Jogos Matemáticos e por outros grupos, nomeadamente, membros da Universidade Sénior de Évora, participantes do Colóquio “O Património Industrial: dos objectos ao território” e do programa do “Dia Internacional dos Monumentos e Sítios - O Património da Educação”, eventos que se realizaram em Évora durante o período da exposição.

Foi editado um catálogo da exposição e ainda organizado o ciclo de conferências “Conversas em Torno da Chimica” que teve como oradores convidados os Professores Antónia Fialho Conde da Escola de Ciências Sociais da Universidade de Évora, Fernanda Madalena Costa da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, Fernando Rosado da Escola Secundária André de Gouveia e Jorge Calado do Instituto Superior Técnico.



Visita guiada

Quem visitou a exposição teve oportunidade de, através dos objectos mostrados, viajar no tempo até ao final do séc. XIX e, entrando pelo séc. XX, vivenciar o ambiente de um laboratório de Química dessa época. Quem, contudo, não teve oportunidade de visitá-la poderá, sempre que quiser, espreitá-la no portal que lhe foi dedicado: www.chimica.uevora.pt/. Aqui pode encontrar todas as informações sobre a exposição e visualizar ou fazer o *download* do catálogo. Pode ser também um pretexto para visitar um passado que remonta à época do ensino jesuítico e à cultura científica na Universidade de Évora, saber um pouco mais sobre a Química e os seus objectos no Liceu de Évora ou sobre a presença da Química na Escola Normal de Évora. E ainda para uma pequena viagem por momentos da história da Química e pelas confluências de saberes, olhares e sentires proporcionadas pelos objectos científicos. Ainda vai, pois, a tempo de observar alguns dos objectos que deram vida ao ensino da Química no Liceu de Évora e testemunhar a harmonia entre a magia dos manuais escolares e a riqueza dos instrumentos de medida e dos utensílios de vidro, cerâmica ou metal usados na manipulação da matéria e na sua transformação. Não fosse a *Chimica: a arte de transformar a matéria!*

Paulo Mendes
(pjgm@uevora.pt)

Créditos das fotos: Susana Rodrigues
(Universidade de Évora)



Alguns dos objectos expostos



Inauguração da exposição

1.º ENCONTRO NACIONAL DE ESTUDANTES DE QUÍMICA



Sessão de abertura: Prof. Doutor Sebastião Formosinho, Doutor Gonçalo de Sá, Prof. Doutor João Gabriel Silva (Reitor da UC), Ana Maria Alves (Presidente do NEQ/AAC) e Prof. Doutor Jorge Calado

Por iniciativa do Núcleo de Estudantes de Química da Associação Académica de Coimbra (NEQ/AAC) e da co-

missão organizadora do 4th Portuguese Young Chemists Meeting (4.º PYChEM), realizou-se de 22 a 24 de Março o 1.º Encontro Nacional de Estudantes de Química (1.º ENEQUI), no Departamento de Química da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra.

A necessidade deste encontro foi despoletada pela ausência de um veículo exclusivamente direccionado aos alunos de licenciatura e mestrado na área da Química, que consubstancie uma ligação mais efectiva entre as diversas instituições de ensino superior portuguesas. O apelo realizado pela comissão organizadora teve como resultado a participação de perto de 300 alunos, representando 7 cidades e respectivas Universidades (Coimbra, Lisboa, Porto, Aveiro, Braga, Covilhã e Vila Real).

Observando a situação actual do ensino superior português é possível identificar sinais preocupantes a nível pedagógico, cultural e financeiro; contudo, a participação massiva dos pré-graduados na área da Química demonstra que actividades agregadoras e disruptivas têm futuro, nomeadamente na dinamização das relações intercidades e no planeamento de simpósios que acrescentem valor ao percurso curricular dos estudantes. Imbuído deste espírito, o 1.º ENEQUI teve como tema “Da Faculdade para o Mundo”, o que resultou num programa onde as temáticas do empreendedorismo e inovação, temas pouco abordados mas fundamentais no futuro de qualquer trabalhador, tiveram grande destaque. Em particular, realçamos as palestras que contribuíram com ferramentas-base destas disciplinas: (1) Eng.º Jorge Figueira (DITS/UC), sobre os processos de transferência de conhecimento das Universidades para o mercado; (2) Dr. Telmo Figueiredo (DuPont, Copenhaga, Dinamarca), sobre o mundo das patentes; (3) Eng.º Duarte Mineiro (*Principal* da Espírito Santo Ventures), respeitante ao financiamento de ideias e projectos empresariais; (4) Dr. Filipe Antunes (Cooling, DQ/UC), representando um grupo de investigação financiado por empresas exteriores à Universidade; (5) Prof. Doutor Luís G. Arnaut (Professor Catedrático do DQ/FCTUC e CSO da Luzitin, SA), como exemplo de uma empresa *start-up* do ramo da Química, e (6) Dr.ª Cláudia Silva (Directora de Investigação da Bluepharma, SA), como exemplo de uma PME activa na área da Química. Adicionalmente, a participação do Instituto de Emprego de Coimbra, do Instituto de Petróleos de Angola, da TheraLab (comercializadores da Depuralina®), da Hovione SA e da Paralab Lda concorreram para a abertura dos horizontes da empregabilidade para os químicos presentes.

A comissão organizadora do 1.º ENEQUI orgulha-se do lançamento dos prémios de mérito associados aos estágios curriculares de licenciatura e mestrado realizados no ano lectivo prévio ao encontro (2011/2012), respectivamente o “Prémio Licenciatura” e o “Prémio Mestrado”. Este ano, os prémios distinguiram a aluna de licenciatura Mayla Rosa (Universidade do Minho) e a aluna de mestrado Andreia Alves (Universidade de Coimbra). A atribuição dos mesmos ficou a cargo da Prof.ª Doutora Maria Minguéns Pereira, do Prof. Doutor Hugh Burrows e da Prof.ª Doutora Maria Ermelinda Eusébio. Da assembleia geral de alunos resultou um documento que será apresentado à próxima di-

recção da SPQ e que visa aproveitar a dinâmica criada pela participação massiva dos *quasi* químicos. Em concreto, este documento reporta dois momentos: a criação da Associação Nacional de Estudantes de Química (ANEQui), que represente todos os alunos de licenciatura e mestrado na área da Química e seja reconhecida pela SPQ, enquanto uma divisão activa e, em segundo lugar, a criação de uma plataforma de emprego *freeware*, em Química, que permita interligar de forma segura, útil e proactiva as empresas e graduados em Química. O NEQ/AAC e a comissão organizadora do 4.º PYChEM comprometem-se em redigir os estatutos da ANEQui e operacionalizar a plataforma de emprego, em conjunto com a SPQ e o Instituto de Emprego e Formação Profissional, de modo a apresentar e lançar estas entidades no 2.º ENEQUI, em Março de 2014, na Covilhã.



Vista geral do anfiteatro onde decorreu o 1.º ENEQUI

Agradecemos a todos os participantes a disponibilidade e entusiasmo, esperando que usufruam do 2.º ENEQUI na Covilhã de forma inesquecível e que façam da Química a vossa vida!

Gonçalo de Sá
(gsa@qui.uc.pt)

Comentários dos Participantes na Mesa Redonda “A Química e o Ensino Superior”:

Professor Doutor Sebastião Formosinho (Universidade de Coimbra)

“Os estudos de quimiometria para o perfil de citações das diferentes áreas científicas dos países mostram uma *convergência cultural*. Tal é devido, em parte, à própria actividade científica com o seu desiderato de um intento de universalidade para a prossecução da verdade, mas também às políticas desenvolvidas mormente na Europa, o que está em profundo contraste com o afastamento das economias que a presente crise está a causar entre diferentes países europeus. Daqui a alguns anos saber-se-á o vencedor – a continuação da edificação de uma “Casa Comum” europeia ou um “Confronto” de economias e de culturas?”

Professor Doutor Rui Fausto (Universidade de Coimbra)

“Tive o prazer de participar na Mesa Redonda que iniciou os trabalhos do 1.º ENEQUI. Ficou claro para mim que não será por falta de entusiasmo dos jovens estudantes de Química que o futuro desta ciência em Portugal deixará de estar assegurado. Que este entusiasmo inspire quem tem o

poder de, no nosso País, definir as estratégias de desenvolvimento do ensino da Química a nível superior e quem tem como missão criar as condições para que a investigação nesta área possa continuar a trilhar os caminhos do sucesso que a caracterizaram nas duas últimas décadas. Como tive oportunidade de salientar, importa mais do que nunca defender intransigentemente um Ensino Superior e um Sistema Nacional de Investigação Científica públicos, de qualidade e exigentes; um Ensino Universitário gratuito para todos os estudantes que nele se integrem com sucesso, que são a garantia de um País mais desenvolvido, socialmente melhor apetrechado e mais justo, e competitivo à escala económica global. Que seja, enfim, capaz de se ter uma visão estratégica do Futuro, que aproveite a força e a generosidade dos nossos jovens que bem patentes ficaram ao longo do 1.º Encontro Nacional dos Estudantes de Química.”

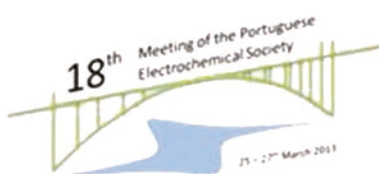
Professor Doutor Jorge Calado (Instituto Superior Técnico)

“O debate proporcionado pela mesa-redonda sobre a Química e o Ensino Superior foi dos mais estimulantes em que participei ao longo de toda a minha vida de professor e de investigador. Vai-se para a universidade não para aprender factos mas para aprender a pensar, e saber como reagir e actuar perante situações e problemas novos. A memória – que se exercita na infância e juventude decorando textos e listas – é essencial para estabelecer correlações entre fenómenos diferentes e, assim, inovar. A ciência ou está matematizada ou não é ciência. É fundamental dominar a Matemática, que é a língua de comunicação científica. Situada, na hierarquia das ciências, entre a Física e a Biologia, a Química é a ciência central. Apoia-se na Física para construir as bases que permitem esclarecer o comportamento dos sistemas biológicos. As diferenças de escala entre a Química e a Engenharia Química atenuaram-se. A diferença entre um químico e um engenheiro químico está na atitude, que é muito mais pragmática no segundo. É também aquilo que distingue um francês dum anglo-saxónico.”

Doutor João Paulo André (Universidade do Minho)

“Como participante na Mesa Redonda “A Química e o Ensino Superior”, no 1.º ENEQUI, tive a enorme satisfação de estar perante mais de duas centenas de rostos jovens, ansiosos por respostas a muitas interrogações perante uma futura carreira profissional. Viam-se, no fundo dos seus olhos, todas as incertezas do mundo, próprias da juventude, mas, simultaneamente vislumbrava-se também uma enorme certeza: a de que estão determinados a vencer!”

18.º ENCONTRO DA SOCIEDADE PORTUGUESA DE ELECTROQUÍMICA



Nos dias 25, 26 e 27 de Março realizou-se o 18.º Encontro da Sociedade Portuguesa de Electroquímica (SPE) no

Departamento de Química e Bioquímica da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto.

O encontro reuniu aproximadamente 130 participantes, dos quais cerca de um terço eram participantes estrangeiros oriundos de Espanha, República Checa, Reino Unido, Polónia, França, Bélgica, Brasil, Geórgia e Canadá. O programa científico incluiu 4 lições plenárias, 2 *keynotes*, 23 comunicações orais e 50 comunicações em painel. As lições plenárias ficaram a cargo do Prof. Richard G. Compton (Universidade de Oxford, Reino Unido), do Prof. Victor Lobo e do Prof. José Simões Redinha, ambos da Universidade de Coimbra e aos quais foram entregues os Prémios de Mérito da SPE, e também do Doutor Aleksey Yaremchenko (Universidade de Aveiro) a quem foi entregue o prémio Jovem Investigador SPE. As *keynotes* foram realizadas pelo Prof. Jiří Barek (Charles University, Praga, República Checa) e pelo Prof. António Cunha (Universidade de Aveiro).



Sessão de abertura, e da direita para a esquerda, Professor Armando Pombeiro presidente da SPE, Professor Victor Freitas presidente do QQB, Professor José António Rodrigues, *chairman* da organização



O sucesso do encontro foi possível não só pela participação de investigadores a trabalhar em diferentes áreas de aplicação da electroquímica, mas também pelo apoio e patrocínio de 20 instituições e empresas, dos quais 5 estiveram presentes no encontro com *stands*. Foram debatidos temas como electroanalítica, desenvolvimento de eléctrodos, corrosão, simulação electroquímica, energia e novos materiais.

O 18.º Encontro da Sociedade Portuguesa de Electroquímica mostrou que a electroquímica em Portugal se mantém activa e que, devido ao elevado número de participantes estrangeiros, é reconhecida internacionalmente. Neste contexto, será editado um número especial da *Portugaliae Electrochimica Acta*, revista da SPE, com contribuições científicas de participantes neste encontro.

A organização do 18.º Encontro da Sociedade Portuguesa de Electroquímica espera que o sucesso deste tenha ido de encontro às expectativas de todos os participantes e que, em 2014 em Aveiro, se dê continuidade à discussão e partilha científica no 19.º Encontro da Sociedade Portuguesa de Electroquímica.

A Comissão Organizadora do 18.º Encontro da Sociedade Portuguesa de Electroquímica

HOMENAGEM AO PROFESSOR JORGE CALADO

... UM JANTAR REPLETO DE LUZ...



O Professor Jorge Calado foi orador convidado do Conselho Regional Sul do Colégio de Engenharia Química e Biológica, num jantar-debate que decorreu a 23 de Abril, no Restaurante da Sede da Ordem dos Engenheiros, em Lisboa. Um (re)encontro de amigos, que à volta das mesas sentiram o prazer de estar com “o professor”, que nos falou sobre uma das suas últimas obras, o extraordinário livro *Haja Luz! Uma história da Química através de tudo*, editado pela IST Press.

Em 2011, ano em que a Química, enquanto ciência presente “no nosso dia-a-dia” e “em todo o lado”, foi celebrada por todo o mundo (Ano Internacional da Química), a IST Press, associando o Centenário do Instituto Superior Técnico, publicou este livro único, o qual foi recebido com entusiasmo pela Comunidade Científica e pelo público em geral.

Haja Luz! Uma história da Química através de tudo, cruza Ciências e Artes e, numa narrativa acessível a todos e de fascinante leitura, combina histórias que relembramos (por já as termos sabido/esquecido), ou com as quais tomamos conhecimento pela primeira vez.

O livro tem o segredo dos livros “mágicos”: aberta qualquer página, a narrativa começa, prende... apece recomeçar, saltar de página em página, voltar atrás... de salto em salto, de (re)começo em (re)começo, no sentido do descrito por Daniel Pennac em *Como um Romance* (ASA, 1992) sobre os direitos alienáveis que assistem ao leitor, disfrutando a obra para seu máximo deleite... ou simplesmente espriar os olhos pelas figuras sabiamente escolhidas e colectadas. Cada capítulo tem um enredo, um novelo de histórias para contar, muitas vezes personificadas nos actores-químicos e em ilustrações raras e escolhidas com um saber difícil de igualar.

Jorge Calado é uma figura ímpar da Química portuguesa, reconhecido pelos seus importantes contributos como cientista e professor de Engenharia Química. Com carreiras paralelas nas Ciências e nas Artes, conquistou um singular papel de relevo como homem de cultura artística e humanística.

O CV Oficial

Engenheiro Químico pelo IST-UTL, doutorou-se em Química em Oxford, iniciando uma carreira de vida científica dedicada aos grandes temas da Termodinâmica. Uma extensa bibliografia atesta esta actividade mundialmente reconhecida (170 artigos em revistas científicas internacionais; orientação de mais de 100 doutoramentos, directos e em co-orientação). Foi o primeiro químico a receber o Prémio Ferreira da Silva, o mais alto galardão da Sociedade Portuguesa de Química. Ensinou no Instituto Superior Técnico (Professor de Química-Física, 1972-2007) e na Universidade de Cornell, NY (como Professor Visitante e Professor Adjunto em Engenharia Química, 1980-1992, e 1998). Participou em numerosas e variadas Comissões (IUPAC, Conselho da Europa, NATO, INTAS e na Comissão Europeia); Membro de Conselhos Directivos (*Luso-American Educational Committee, Fulbright-Hays Program*). Foi eleito Membro da Academia das Ciências de Lisboa (Membro Correspondente em 1972 e Membro Pleno em 1988). Particularmente interessado nas relações paralelas e complementares entre Arte e Ciência, programou uma série de cursos de fronteira tais como: “The Art of Science”, “Science Studies: Science, Technology and Art”, e “The Limits of Science” em Cornell, também leccionados no IST. Uma presença constante como crítico cultural do semanário *Expresso* desde 1982, contribuindo, frequentemente, para o *Times Literary Supplement* (em temas como História e Filosofia da Ciência), para o *Opera News* (NY) e *Opera Now* (Londres). Programou, criou e dirigiu, em Portugal, os primeiros cursos em Administração de Arte (Instituto Nacional de Administração) e fundou a IST Press, a editora universitária mais activa em Portugal.

Recebeu, em 1999, a “Ordem de Mérito” (Grande Oficial) concedida pelo Sr. Presidente da República, como reconhecimento da sua contribuição para o sucesso da EXPO’98. A pedido do Ministro da Cultura, criou a Colecção Nacional de Fotografia em 1988-90. Desde 1991, tem assumido curadoria em mais de vinte exposições de fotografia em Portugal e no estrangeiro, das quais se destacam: *Waterproof* (para os 100 Dias do Festival/EXPO’98; catálogo 562 pp, Stemmler, Zurique) e *INGenuity* (na ocasião dos 50 anos da Fundação Calouste Gulbenkian; catálogo 656 pp, FCG, Lisboa), também exposta em Bruxelas.

O CV dos que conhecem “o professor”

Acabado o doutoramento em Oxford, “o professor” volta a Portugal, num período em que o sistema político se adivia agonizante e onde muitas reformas se esperavam e urgiam. Tive o prazer de ser seu aluno quando regressa para leccionar cadeiras de Química-Física (3.º ano do cur-

so de Engenharia Química). Para mim, e demais colegas, foi marcante a sua primeira entrada no enorme anfiteatro. Uma atitude de profunda abertura, um modo de ser e estar diferente, uma tentativa de contacto directo, uma modernidade não usual para fazer voar (*Learning to Fly*, como diria Paula Rego) aquelas mentes sentadas face a face. Falava de muitos assuntos em torno dos tópicos de ensino, enchendo-nos de metáforas, ideias, notas musicais e outras extasiadas visões de Arte, Literatura e Ópera surgiam do “nada” e com mestria encaixavam como uma luva no grande quadro panorâmico que nos era permitido antever. No limite, a qualidade e elevação eram o desafio. Muitos, muitos anos depois (mesmo muitos) durante a exposição *INGenuity* (50 anos da FCG), “o professor” conduziu uma visita guiada, iniciando a “aula” no *atrium*, solicitando aos presentes que se sentassem no chão, à sua volta, para ouvir a “história” que ia contar... Deliciosas recordações de aulas dadas no exterior do IST, na relva do jardim com um quadro improvisado... um estilo, um entusiasmo e ... nada tinha mudado...

Ao longo destes anos, todos os que contactaram assiduamente (ou mais esporadicamente) acompanharam esta personagem/actor da vida científica e cultural portuguesa, sentindo (testemunhando) o seu modo interveniente, activo, crítico... sempre justo e exigente com os seus alunos e metas científicas, e assim o é com os encenadores, cantores, fotógrafos e demais profissionais... elogiando, criticando (positiva ou negativamente) com um discurso extremamente bem fundamentado, contundente e preciso.

No jantar-debate na Ordem dos Engenheiros, “o professor” falou da sua infância, das suas motivações, dos percursos profissionais, das pessoas que o marcaram, da sua diversidade de interesses, não descurando uma das suas grandes paixões: a fotografia.

“O professor”, muito próximo de nós, partilhou saborosas histórias que se espalhavam nas muitas páginas do livro e, tal como neste, fez luz sobre muitos temas não esquecendo a “Santíssima Trindade” da Química: o pai (Boyle), o filho (Lavoisier) e o “espírito” (Mendeleev).

E agora é só esperar pelo novo ensaio anunciado sobre os “Limites da Ciência”!

José J. G. Moura

(jose.moura@fct.unl.pt; <http://sites.fct.unl.pt/biological-chemistryatfctunl>;
<http://docentes.fct.unl.pt/jjgm>)

Créditos das fotos: Fernando Caetano
(Universidade Aberta)



1ST SYMPOSIUM ON MEDICINAL CHEMISTRY OF UNIVERSITY OF MINHO

O 1st *Symposium on Medicinal Chemistry of University of Minho* decorreu no passado dia 17 de

Maio em Braga tendo reunido cerca de 120 participantes que debateram e discutiram alguns dos temas mais recentes relacionados com a Química Medicinal. O programa do encontro incluiu duas lições plenárias, três comunicações orais convidadas, quatro comunicações orais e cerca de noventa comunicações em painel.

As lições plenárias com os títulos *Targeting G-protein coupled receptors in cancer with radio(metal)labeled peptides: from bench to bed* e *Neurodegenerative diseases and drug discovery: How long how far?* estiveram a cargo do Professor Helmut Maecke do Departamento de Medicina Nuclear do Hospital da Universidade de Freiburg (Alemanha), galardoado em 2011 com a “Medalha Becquerel” da *Royal Society of Chemistry*, e da Professora Fernanda Borges da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto.

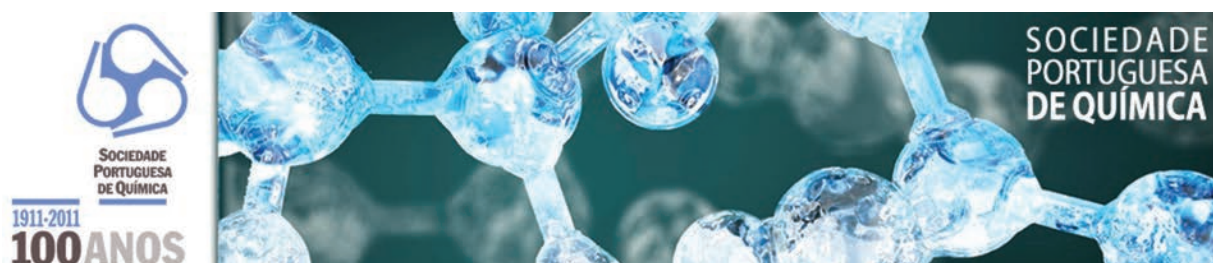
As comunicações orais convidadas foram proferidas pelos Doutores Pedro Gois da Faculdade de Farmácia da Universidade de Lisboa, Marco Gil da Hovione e Maria João Queiroz do Centro de Química da Universidade do Minho.



Professor Helmut Maecke

A organização deste evento, que contou com o apoio da Sociedade Portuguesa de Química, esteve a cargo da comissão de curso do Mestrado em Química Medicinal da Universidade do Minho que pretendeu promover a interacção entre estudantes, investigadores e empresas relacionadas com a Química Medicinal.

Paula Margarida Ferreira
(pmf@quimica.uminho.pt)





Durante o 10.º Encontro Nacional de Química Orgânica e 1.º Simpósio Luso-Brasileiro de Química Orgânica (4 a 6 de Setembro, na Faculdade de Farmácia da Universidade de Lisboa), irão ser entregues os prémios da Divisão de Química Orgânica da Sociedade Portuguesa de Química. Os prémios serão para **melhor Químico Orgânico Jovem 2013** e para **melhor Tese de Doutoramento em Química**

Orgânica 2013 e **melhor Tese de Mestrado em Química Orgânica 2013**.

O regulamento encontra-se disponível em <http://10enqo.eventos.chemistry.pt/>

Divisão de Química Orgânica da SPQ

ACTUALIDADES CIENTÍFICAS

BIOCOMBUSTÍVEIS: CONVERSÃO CATALÍTICA DE ETANOL EM *n*-BUTANOL

É sabido que a adição de bioetanol ao combustível convencional contribui para a redução da emissão de gases poluentes e para a diminuição da dependência dos combustíveis fósseis. Contudo, a adição de bioetanol diminui a autonomia dos veículos em estrada, sendo necessário maior quantidade de combustível para percorrer a mesma distância. O *n*-butanol é uma melhor opção do que o etanol como biocombustível, nomeadamente pelo seu maior conteúdo energético. O biobutanol pode ser obtido, genericamente, a partir das mesmas matérias-primas usadas para a produção do bioetanol. Por esta razão, várias instalações fabris de produção de bioetanol, nomeadamente nos Estados Unidos, estão a ser convertidas para a produção de biobutanol. No entanto, a eficiência de conversão em biobutanol é ainda relativamente baixa devido, em parte, à inerente toxicidade do *n*-butanol para os microorganismos durante o processo de fermentação.

Em Abril deste ano, uma equipa de investigadores da Universidade de Bristol, em Inglaterra, liderada pelo Prof. Duncan F. Wass, apresentou, num encontro da *Division of Catalysis Science & Technology* da Sociedade Americana de Química, realizado em Nova Orleães, uma nova família de catalisadores de ruténio (complexos de Ru-areno-fosfinas) que convertem o etanol em *n*-butanol com elevada selectividade (superior a 95%) e eficácia (superior a 40%). De acordo com o Prof. Wass, com estes novos catalisadores, as instalações de produção de bioetanol não necessitariam de ser alteradas significativamente mas apenas adaptadas para a realização de uma etapa reaccional adicional, com menores custos. Neste contexto mencionou que são necessários entre 10 a 15 milhões de dólares para converter uma instalação de produção de bioetanol em biobutanol. Referiu ainda a flexibilidade do processo dado que a transformação catalisada de etanol em *n*-butanol poderá ser realizada quer com etanol proveniente da biomassa quer do petróleo.

O processo catalítico já está patenteado e a equipa de Wass encontra-se a trabalhar com investigadores da *BP Biofuels* para o desenvolvimento da tecnologia. Segundo Ian Dobson da *Butamax Advanced Biofuels*, uma *joint venture* criada pela *BP* e *DuPont*, existe a perspectiva de que a utilização destes catalisadores possa permitir a conversão do etanol em *n*-butanol com elevado rendimento e em grande escala.

(adaptado de *Ethanol-To-Butanol Conversion A Plus*, <http://cen.acs.org/articles/91/i15/EthanolButanol-Conversion-Plus.html> e *New catalysts convert ethanol to butanol with high selectivity; potential low-cost upgrade for ethanol plants*, <http://www.greencarcongress.com/2013/04/wass-20130411.html>)

Paulo Mendes
(pjgm@uevora.pt)

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.

Made in Europe for the World



ChemPubSoc
Europe

2011. Volume 4. 12 Issues
ISSN print 1864-5631
ISSN electronic 1864-564X

ChemSusChem

- brings together the latest developments in chemistry, energy and materials research for a more sustainable future
- publishes Communications, Full Papers, Reviews, Highlights, Book Reviews and more
- is published monthly
- is a sister of *Angewandte Chemie*

 **WILEY**
ONLINE LIBRARY
wileyonlinelibrary.com

Impact Factor*:
4.767

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



Supported by

ACES

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

cs-journals@wiley.com (Americas, Europe, Middle
East and Africa, Asia Pacific)

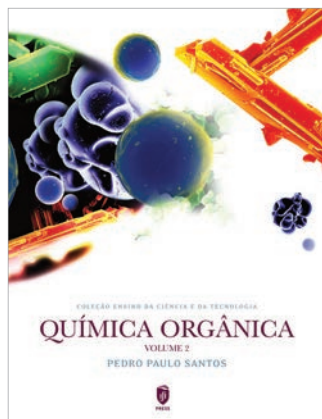
service@wiley-vch.de (Germany, Austria, Switzerland)

cs-japan@wiley.com (Japan)

www.chemsuschem.org

 **WILEY-VCH**

QUÍMICA ORGÂNICA – VOLUME 2



Ana M. Oliveira-Campos*

Autor: Pedro Paulo Santos

Editora: IST Press

N.º páginas: 664 * **ISBN:** 978-989-8481-25-2

O presente volume resulta da experiência adquirida pelo autor, ao ensinar Química Orgânica a alunos de diversas áreas de engenharia e química, e reflecte a influência do seu percurso como investigador e consultor na indústria farmacêutica.

Um livro de química orgânica, em língua portuguesa, é sempre bem vindo pelos alunos e professores. O primeiro livro de química orgânica pelo qual estudei (há mais de quarenta anos), foi o “Química Orgânica”, de Morrison e Boyd (tradução do Prof. M. Gomes da Silva, editado pela Fundação Calouste Gulbenkian, agora na 16.ª edição), e depois o “Guia de Mecanismos da Química Orgânica” de Peter Sykes (tradução em português do Brasil, 1969). Estes livros, nomeadamente o primeiro, foram grandes ferramentas de estudo para os alunos desse tempo.

Os manuais mais antigos usavam, em geral, a descrição exaustiva dos grupos funcionais e da sua reactividade. Ao longo do tempo, com os avanços na teoria e como resultado da experiência acumulada pelos professores, sentiu-se a necessidade de tornar a apresentação mais eficiente, com base na organização das reacções por classes, após os alunos terem adquirido as competências essenciais em termos de estrutura, estereoquímica e mecanismos, bem como a sua descrição gráfica.

No volume anterior a este, os alunos podem adquirir as noções básicas fundamentais no que respeita ao funcionamento das reacções orgânicas. O autor apresentou aí os conceitos fundamentais sobre moléculas orgânicas: estrutura, estereoquímica, reacções ácido-base, mecanismos de reacção, substituição nucleófila em átomos de carbono saturados, eliminação e reactividade de compostos insaturados.

Neste segundo volume, o autor pretende que os alunos ampliem esse conhecimento, continuando a focar-se na compreensão, em lugar da memorização, sendo a sequência pensada não em termos de descrição exaustiva dos grupos funcionais, mas em termos de reactividade e mecanismos. O autor chama-lhe “livro gráfico” com incidência na lógica dos processos e mecanismos. Qualquer professor de química orgânica insiste bastante para que os alunos adquiram o domínio da representação gráfica dos *electrões em movimento* que é essencial para compreender a química orgânica que vier a seguir.

Dada a importância da reactividade do grupo carbonilo em síntese orgânica, não é surpresa que o autor dedique uma parte substancial do livro à química de compostos orgânicos contendo esse grupo. Começa por apresentar a estrutura e depois a questão da reactividade, de forma integrada, para as várias famílias de compostos de carbonilo.

Segue-se um capítulo sobre reacções de adição ao grupo carbonilo de aldeídos e cetonas e um outro tratando as reacções de substituição nucleófila ao grupo carbonilo, de todas as classes, incluindo ácidos carboxílicos e os seus derivados. Termina com as reacções de substituição nucleófila com perda do átomo de oxigénio carbonílico, tratando com algum detalhe o caso particular da reacção de Wittig. Como exemplo de reacções de substituição nucleófila do grupo carbonilo com perda de oxigénio, *in vivo*, refere-se a transaminação.

A importância do tema seguinte traduz-se em mais quatro capítulos, onde se discute em pormenor a formação e reactividade dos vários tipos de enóis e iões enolato (ou equivalentes, por exemplo enaminas), nomeadamente as condições para a sua alquilação. Segue-se o tratamento das questões levantadas pela adição conjugada, em que se estuda em detalhe a adição de Michael. Salienta-se aqui o interesse da inclusão de exemplos bioquímicos paralelos às

* Professora Catedrática aposentada
Escola de Ciências da Universidade do Minho
anacampos44@gmail.com

reações descritas, tais como as reações de condensação aldólica e de Claisen.

No capítulo dos compostos aromáticos, para além do tratamento mais detalhado do benzeno e seus derivados, inclui-se a reactividade do naftaleno e de compostos heteroaromáticos. Tratam-se aspectos de reactividade e regioselectividade nas reações de substituição electrófila, apresentam-se os exemplos clássicos e ainda a introdução de substituintes de um átomo de carbono, no anel aromático. Discutem-se também os mecanismos de substituição nucleófila aromática e termina-se com a apresentação de compostos aromáticos com interesse industrial, nomeadamente corantes (por exemplo, bisfenol e vanilina).

A grande relevância dos tópicos oxidação-redução, rearranjos e grupos protectores, em síntese orgânica, discute-se nos três capítulos seguintes.

O capítulo de retrosíntese, incluindo a introdução ao “processo” e as definições dos termos utilizados e as *retrossínteses* típicas por classe de grupo funcional pode considerar-se em si próprio um capítulo de revisão, já que são postos em prática os conhecimentos adquiridos em várias áreas: a reactividade e interconversão de grupos funcionais e o uso de grupos protectores. Para este fim, é de grande ajuda a consulta dos esquemas com o resumo da reactividade dos vários grupos, que se encontram no final do livro. Este capítulo é fundamental para consolidar as competências dos alunos no que respeita às *relações* entre os grupos funcionais e ainda para desenvolver a criatividade.

Para além dos tópicos referidos, incluem-se também outros que são importantes do ponto de vista das aplicações que,

sem dúvida, vão despertar o interesse e a curiosidade dos alunos. Um dos capítulos descreve as principais reações de formação dos polímeros sintéticos mais conhecidos e faz uma referência breve às suas aplicações; o outro trata de algumas classes de compostos com relevância em organismos vivos e associadas ao metabolismo primário, tais como: açúcares e hidratos de carbono, ácidos nucleicos, proteínas e lípidos.

A apresentação é clara e rigorosa e o aspecto gráfico é apelativo, sendo os esquemas de fácil compreensão e completos ao incluírem as condições experimentais e os rendimentos. Chamadas de atenção, como a descrição de mecanismos de reacção ou das maneiras utilizadas para os estudar, bem como outras notas explicativas, ao lado da página, são também importantes ferramentas de aprendizagem. A inclusão de exemplos da indústria e de reações biológicas análogas às que são estudadas é relevante para que o aluno não esqueça a universalidade da química orgânica.

A bibliografia, em língua inglesa, contém apenas livros, quase todos muito recentes. O livro é relativamente grande (664 páginas), o que se compreende uma vez que cobre todas as matérias fundamentais da química orgânica; a organização esquemática facilita a sua utilização.

Concluindo, trata-se de um manual de qualidade que contribui para colmatar a lacuna de obras em língua portuguesa, que são em número reduzido. Espero que venha a fazer sucesso entre estudantes e docentes das áreas da química, bioquímica e engenharia, como uma ferramenta útil para aprendizagem da Química Orgânica, em Portugal e em países lusófonos.

ACTUALIDADES CIENTÍFICAS

NOVO MATERIAL NANOMÉTRICO NA LUTA CONTRA O CANCRO

Uma equipa da Universidade da Califórnia (EUA) desenvolveu uma cápsula polimérica nanométrica capaz de imobilizar complexos proteicos e que pode ser utilizada para destruir células tumorais de uma forma eficiente, e sem efeitos secundários para as células vizinhas saudáveis. O trabalho foi recentemente publicado na revista *Nano Today* [DOI: 10.1016/j.nantod.2012.12.003] e faz parte da nova tendência no campo da luta contra o cancro com base na nanotecnologia, através do desenvolvimento de terapias à nanoescala utilizando proteínas. Esta nova estratégia, que é menos invasiva que muitos dos métodos actuais, tem como base uma cápsula polimérica de derivados da acrilamida com aproximadamente 100 nm de diâmetro, e que transporta no seu interior uma proteína denominada apoptina. Uma vez no interior da célula, esta cápsula degrada-se devido ao potencial redutor do citoplasma e o complexo proteico é libertado, ocorrendo a sua acumulação no núcleo de células cancerígenas dando início a um programa de autodestruição celular. Por sua vez, as células saudáveis não acumulam a apoptina no núcleo, permanecendo viáveis. A utilização da cápsula polimérica é essencial nesta estratégia, pois possibilita a internalização do complexo proteico em células (a qual não ocorre se este estiver isolado), permitindo ainda manter as suas formas nativa e funcional. Esta nova estratégia contorna o risco de mutação genética inerente às terapias genéticas bem como evita os danos colaterais a células saudáveis que existem nas terapias químicas, devido à elevada selectividade entre células cancerígenas e saudáveis.

(adaptado de L. Donaldson, *Materials Today*, **16** (2013) 50-51)

Carlos Baleizão
(carlos.baleizao@ist.utl.pt)

PEDRO M.P. GOIS

MEDALHA VICENTE DE SEABRA 2012

ENTREVISTA CONDUZIDA POR
HELDER GOMES E JOÃO PAULO ANDRÉ



O Doutor Pedro M.P. Gois foi galardoado com a Medalha Vicente de Seabra 2012. Este prémio, instituído pela Sociedade Portuguesa de Química em 2002, tem como objectivo o reconhecimento de investigadores de idade não superior a 40 anos que tenham realizado em Portugal trabalho de investigação em Química com um elevado grau de qualidade, originalidade e autonomia. O Doutor Pedro Gois obtém este prestigioso Prémio com apenas 35 anos, desenvolvendo trabalho de investigação na área da Química Medicinal. Nesta entrevista temos oportunidade de conhecer o percurso e a motivação que acabaram por conduzir a esta distinção, bem como as perspectivas futuras de desenvolvimento da sua carreira.

BQ: Parabéns pela obtenção da Medalha Vicente de Seabra, atribuída pela SPQ como reconhecimento da qualidade, da originalidade e da autonomia do trabalho de investigação que realizou até à data. Como recebeu esta notícia?

PG: Obrigado; com espanto. Não estava à espera de tal distinção!

BQ: Recebeu esta distinção com apenas 35 anos; quais considera serem os aspectos mais marcantes na sua jovem carreira científica que permitiram destacar a sua candidatura entre as demais?

PG: A Química é uma ciência multifacetada, o que dificulta a comparação entre candidaturas. No meu caso, e é só dele que posso falar, tenho sempre procurado identificar problemas importantes na interface da Química Orgânica com a Química Biológica e Organometálica, desenvolvendo, sempre que possível, soluções eficientes e criativas para os mesmos. Felizmente, esta abordagem parece, por vezes, ter algum sucesso...

BQ: De que modo esta distinção pode contribuir para o desenvolvimento futuro do seu trabalho?

PG: Receber um prémio atribuído pela Sociedade Portuguesa de Química após nomeação de pares, é naturalmente motivo para contentamento pessoal e estou convencido de que esta medalha será um elemento diferenciador no meu percurso académico. No entanto, este prémio é sobretudo uma distinção para a equipa de alunos inteligentes e motivados que trabalham comigo; por isso espero que sejam eles os verdadeiros beneficiários.

BQ: Doutorou-se em 2005 pela Universidade Nova de Lisboa e entre 2005 e 2008 realizou trabalho de pós-dou-

toramento no Reino Unido, na Universidade de Sussex, University College of London e em Portugal no Instituto Superior Técnico. O que o motivou a realizar estes estudos fora de Portugal?

PG: Sempre considerei que a experiência internacional faz, necessariamente, parte de qualquer percurso académico, pelo que, depois de concluir o doutoramento na área da química orgânica sob orientação do Professor Carlos Afonso, optei por aprofundar os meus conhecimentos na área da catálise e da Química Organometálica. Foi neste contexto que ingressei na equipa dos Professores Stephen Caddick (UCL) e Geoffrey Cloke (Sussex) que, na altura, estavam a desenvolver estudos pioneiros de catálise mediada por paládio.



Doutor Pedro Gois no seu gabinete de trabalho

BQ: Ao voltar a Portugal, quais as grandes diferenças que encontrou nas condições oferecidas, comparando com as que teve durante esse período em Inglaterra?

PG: Reconheço que as condições oferecidas por muitas instituições estrangeiras (em particular as de topo) são melhores que as da maioria dos departamentos de Química nacionais. Na minha opinião, as maiores diferenças encontram-se ao nível das infraestruturas, diversidade e operacionalidade de equipamentos e no suporte técnico. No entanto, e apesar de algumas deficiências, acho que hoje é possível realizar trabalhos de qualidade internacional nas nossas instituições. A falta de massa crítica e a reduzida visibilidade internacional dos trabalhos realizados em Portugal nalgumas áreas, causam, na minha opinião, entraves bem mais difíceis de superar que as faltas materiais atrás mencionadas.

BQ: Em 2008 ingressou como investigador auxiliar na Faculdade de Farmácia da Universidade de Lisboa, no grupo de Química Medicinal (iMed.UL). A investigação nesta área e neste grupo foi algo procurado ou foi uma oportunidade que surgiu na altura certa?

PG: Em 2008 tive a oportunidade de ingressar noutras instituições, no entanto optei pela Faculdade de Farmácia, porque queria desenvolver a minha carreira na interface da Química Orgânica com a Biologia e porque nesta instituição teria a possibilidade de interagir com alunos de excelente qualidade e de formação adequada, para resolver problemas biológicos com “ferramentas orgânicas”.

BQ: Trabalha numa área que identifica de “Química Medicinal”! Contudo, realiza a sua investigação na Faculdade de Farmácia. Existindo também um domínio da Química designado como “Química Farmacêutica”, qual a especificidade do seu trabalho que o leva a “situar-se” na área da Química Medicinal?

PG: Não existe uma diferença substancial entre as duas áreas que referiu; de facto a Química Farmacêutica é actualmente reconhecida como Química Medicinal. Esta é uma área multidisciplinar, na qual um químico orgânico pode desempenhar um papel muito relevante na descoberta e optimização de moléculas com actividade biológica e no estudo dos seus mecanismos de acção. No nosso laboratório, estamos particularmente interessados em desenvolver metodologias sintéticas inovadoras e aplicá-las na descoberta de novas moléculas e de bioconjugados com actividade biológica.

BQ: Pode dizer-se que a Química Medicinal é um “hot topic”, dada a relevância e visibilidade social que investigações nesta área conseguem alcançar. Sente que é uma área onde o acesso ao financiamento continua a existir ou, aqui, também a crise se faz sentir?

PG: Nos últimos anos verificou-se um desinvestimento por parte das grandes empresas farmacêuticas na área da Química Medicinal, nomeadamente na fase inicial de des-

coberta e optimização de novas moléculas com actividade biológica. Este desinvestimento está de certa forma relacionado com o facto de um número reduzido de novos fármacos terem chegado ao mercado, apesar do forte investimento em I&D dos últimos anos. Estes desenvolvimentos preocupantes constituem, no entanto, uma excelente oportunidade para a Química Medicinal feita na academia, pois muita da investigação associada à fase inicial de descoberta de novos fármacos está a ser, de facto, transferida para o sector público. Por isso, espero que esta possa ser uma área de futuro para quem trabalha na academia.



O Doutor Pedro Gois e o seu Grupo de Investigação

BQ: O seu trabalho de investigação desenvolve-se em várias “frentes”. Gostaria de referir-se sumariamente a cada uma delas?

PG: No nosso laboratório temos actualmente três linhas de investigação activas. Estamos a desenvolver novas metodologias sintéticas com o objetivo de as aplicar na descoberta de novas moléculas com actividade biológica. Noutra linha, estamos a estudar a síntese de compostos contendo boro e a proceder à sua avaliação biológica como inibidores de importantes enzimas e, por fim, estamos a desenvolver novas metodologias que permitam a funcionalização selectiva da superfície de proteínas, com o objectivo de as aplicar na síntese de bioconjugados com utilidade terapêutica.

BQ: Qual é a mais-valia medicinal que destaca no caso específico dos compostos de boro?

PG: O boro é um elemento muito interessante e relativamente pouco estudado no que respeita às consequências químicas e biológicas, resultantes da sua incorporação na estrutura de moléculas orgânicas. O boro tem propriedades intrínsecas que o tornam muito apelativo para interagir com alvos biológicos. Por exemplo, sob a forma de ácido borónico, este elemento adquire um carácter de ácido de Lewis e estabelece facilmente ligações dativas com heteroátomos. Esta propriedade tem sido explorada no *design* de inibidores para proteases de serina e no desenvolvimento de sensores para hidratos de carbono. Outro aspecto muito interessante da química do boro resulta da sua coordenação com um átomo de azoto gerando uma ligação isoelectrónica com uma ligação C-C. Esta similitude pode, por

exemplo, ser explorada na síntese de isómeros de moléculas biologicamente activas. Estes exemplos, que apesar de muito importantes, não reflectem com justiça as imensas possibilidades deste elemento, são no entanto dois dos tópicos que presentemente mais me interessam.

BQ: Obteve recentemente uma das 155 bolsas de investigador FCT para desenvolvimento de carreira, num concurso nacional muito competitivo a que se opuseram 1200 investigadores. Que expectativas tem relativamente a esta nova figura de contratação e sobre a carreira dos investigadores portugueses em Portugal?

PG: A minha expectativa é que, finalmente, esta bolsa de investigador FCT seja a antecâmara para uma posição académica mais estável. Penso que muitos dos meus colegas procuram exactamente a mesma estabilidade, seja na carreira de docência ou de investigação. Acima de tudo, findos cinco anos de muito trabalho e muitas expectativas, espero que não estejamos a iniciar um novo ciclo que termine com o enriquecimento dos quadros de recursos humanos de muitas universidades estrangeiras.

BQ: Que mensagem deixa aos jovens investigadores portugueses que estão a realizar os seus doutoramentos e almejam, como muitos outros, prosseguir uma carreira de investigação de alto nível?

PG: Na minha opinião, a decisão mais importante para quem queira iniciar uma carreira na investigação é a selecção do tópico. Esta escolha acaba muitas vezes por definir o impacto da investigação produzida e a capacidade de angariar financiamento em concursos competitivos. Esta decisão, aparentemente simples, é por vezes tomada com pouca informação e condicionada pelo ambiente científico em que o aspirante a investigador está inserido. Neste particular, recomendo muita leitura antes de traçar um rumo. Quem quiser realmente ingressar nesta carreira, para além de muita paixão, tem de saber que inicia uma corrida sem fim, onde a capacidade de inovar, executar e apresentar trabalhos experimentais de qualidade são prerrogativas da mesma. Tudo isto parece particularmente exigente, e é de facto, no entanto é uma corrida que vale muito a pena fazer.

BQ: Se pudesse escolher gostaria de ingressar na carreira académica, ou prefere uma carreira de investigação em exclusividade?

PG: Sem dúvida a carreira académica, gosto muito de dar aulas e do contacto com os alunos mais jovens.

BQ: Em 2008 foi co-fundador do Grupo de Químicos Jovens da SPQ, tendo sido co-presidente até 2010. Este grupo tem revelado muito dinamismo e mostrado ser uma mais-valia para a SPQ. Como vê a evolução do grupo desde a sua criação e como gostaria que evoluísse?

PG: Com muita alegria! Quando eu, o Carlos Baleizão e o Frederico Ferreira criámos o GQJ tínhamos a esperan-

ça que este fosse um grupo dinâmico, à imagem dos seus jovens membros; no entanto, o sucesso das actividades do grupo excedeu as minhas expectativas e demonstra que a comunidade mais jovem da SPQ tem realmente muita qualidade e vontade de fazer. Não posso deixar de dar os parabéns a todas as direcções que realmente tornaram o GQJ num grupo incontornável da SPQ.

BQ: No seu currículo, para além de um registo de publicações científicas notável para a idade que tem, encontra-se também um conjunto não desprezável de patentes. Como surgiram e como vê a necessidade de patentear os resultados científicos obtidos?

PG: As patentes surgiram naturalmente com o reconhecimento do potencial comercial dos trabalhos que estavam a decorrer. Na minha opinião, as patentes são muito importantes, não por corresponderem a uma forma alternativa de publicação de resultados científicos, mas pelo que representam em termos de potencial comercial que, caso se realize, pode contribuir significativamente para a melhoria financeira das instituições e dos laboratórios envolvidos no desenvolvimento do produto ou processo.

BQ: Estando ainda no início da sua carreira científica, e tendo chegado já a um patamar tão elevado em termos de actividade, que ambições e projectos profissionais tem para o futuro?

PG: Obrigado pelo elogio mas não tenho a certeza de ter atingido qualquer patamar! A minha ambição está em poder continuar todos os dias a fazer, com qualidade, aquilo de que gosto...nada mais!

BQ: A entrevista chegou ao fim, muito obrigado pelo tempo disponibilizado e uma vez mais parabéns pelo Prémio.

PG: Muito obrigado.

Nota Biográfica do Doutor Pedro M.P. Gois

Pedro M.P. Gois nasceu em Lisboa em 1977. Licenciou-se em Química na Universidade Nova de Lisboa, onde obteve também o grau de Doutor em Química Orgânica, em 2005, sob a supervisão do Professor Carlos Afonso. Entre Maio de 2005 e Maio de 2008, trabalhou como investigador pós-doutorado na Universidade de Sussex com o Professor F. Geoffrey N. Cloke FRS, na *University College* de Londres com o Professor Stephen Caddick e no Instituto Superior Técnico com o Professor Carlos Afonso. Em Maio de 2008 ingressou, como Investigador Auxiliar, no grupo de Química Medicinal da Faculdade de Farmácia da Universidade de Lisboa (iMed.UL) e em 2012 obteve uma bolsa de investigador FCT para desenvolvimento de carreira. Para além desta distinção e da Medalha Vicente de Seabra, atribuída recentemente pela Sociedade Portuguesa de Química, o Doutor Pedro Gois, obteve, nos últimos 5 anos, os seguintes prémios e distinções: lição plenária “European Journal of Organic Chemistry” no 6.º Simpósio espanhol-

-português-japonês de Química Orgânica, em 2012; representante português no *Workshop* de Jovens Investigadores da EuCheMS, em 2009; Menção Honrosa no Prémio Jovens Investigadores UTL (UTL/Deloitte), em 2008; repre-

sentante nacional na “European Young Chemists Network” da EuCheMS, em 2008/2009; co-fundador e co-presidente do Grupo de Químicos Jovens da Sociedade Portuguesa de Química, em 2008/2010.

ACTUALIDADES CIENTÍFICAS

FENILBUTAZONA (BUTE) – O CONTROVERSO ANALGÉSICO PARA CAVALOS

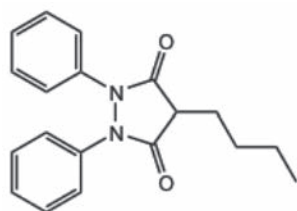
Nos primeiros meses deste ano foi notícia nos meios de comunicação social o escândalo associado à adulteração de produtos alimentares com carne de cavalo em vários países Europeus. Constituirá esta contaminação um perigo real para a saúde humana?

Em medicina veterinária é prática comum administrar fenilbutazona, um anti-inflamatório não esteróide, a cavalos com dores nas articulações, bem como na recuperação de fracturas ósseas nestes animais. Este composto é obtido, na forma de cristais, por condensação em meio básico de *n*-butilmalonato de dietilo com hidrazobenzeno.

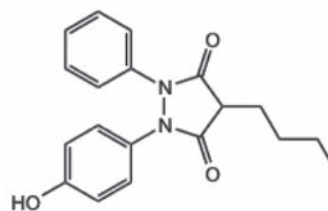
A fenilbutazona tem um modo de acção análogo ao de outros anti-inflamatórios, nomeadamente a aspirina, e efeitos secundários também idênticos. Nos seres humanos, a sua utilização pode provocar úlceras gástricas, danos nos rins e hemorragias internas e os seus metabolitos podem causar anemia aplásica. Isto significa que se uma pessoa ingerir carne de cavalo a que tenha sido administrado *Bute* - mesmo vários dias antes do abate – os seus metabolitos podem estar presentes na carne, sendo potencialmente tóxicos. O principal metabolito da fenilbutazona é a oxifenbutazona, de estrutura química semelhante e que também apresenta propriedades anti-inflamatórias.

A fenilbutazona pode apresentar efeitos tóxicos em cavalos, quando administrada em doses elevadas e durante um tempo prolongado. Contudo, sendo os cavalos animais de grande porte é razoavelmente seguro proceder ao seu tratamento com este anti-inflamatório sem risco de sobredosagem, contrariamente ao que acontece com o ser humano ou com outros animais, como por exemplo, o cão. Não obstante, a fenilbutazona não está autorizada para o tratamento de cavalos de corrida alguns dias antes das competições, pois melhora o desempenho destes, sendo, por isso, uma das substâncias que é controlada em testes de dopagem. Um dos maiores escândalos associado às corridas de cavalos nos Estados Unidos da América remonta ao *Kentucky Derby* de 1968, quando o cavalo vencedor foi desclassificado por terem sido encontrados vestígios de *Bute* na urina, tendo esta sido a única desqualificação em 133 anos de história deste *derby*.

A carne de cavalo que é vendida legalmente para consumo humano em países como França e Itália é regularmente testada pela UE para detecção desta e de outras possíveis substâncias tóxicas. No entanto, até à data, não foram encontrados vestígios de *Bute* (ou dos seus metabolitos) nos produtos alimentares contaminados com carne de cavalo não controlada. Mesmo que tivessem sido detectados, estariam presentes em quantidades que não constituiriam risco para a saúde pública. Mais uma vez a lei dos *media* impera: os riscos são exageradamente aumentados para criar notícias sensacionalistas.



Fenilbutazona



Oxifenbutazona

(adaptado de *Molecule Home Page da School of Chemistry da Universidade de Bristol*; “Molécula de Abril” de 2013 por Paul May, <http://www.chm.bris.ac.uk/motm/motm.htm> acedido em 04 de Abril de 2013)

Ana Paula Esteves
(aesteves@quimica.uminho.pt)

AMOR E SEXO SÃO (TAMBÉM...) QUÍMICA

Madalena M. M. Pinto

Centro de Química Medicinal da Universidade do Porto, Departamento de Química, Laboratório de Química Orgânica e Farmacêutica, Faculdade de Farmácia da Universidade do Porto
madalena@ff.up.pt

“O Amor e o Sexo são (também...) Química” porque muito do que se encontra na base das várias emoções associadas ao amor, à paixão e ao sexo, bem como à comunicação entre indivíduos da mesma espécie é... pura química! Neste artigo é dada ênfase aos principais grupos de moléculas intervenientes em eventos químicos endógenos, associados a mecanismos hormonais e neurotransmissão cerebral que, interagindo entre si, modulam muitos dos fenómenos que explicam comportamentos psico-socio-sexuais.

Assim, serão indicadas, com exemplos estruturais, famílias químicas nomeadamente esteróides, ácidos gordos, derivados aminados e péptidos, e a respectiva associação com acontecimentos e estados de espírito encontrados em diferentes fases da vida associadas ao amor e ao sexo.

1. INTRODUÇÃO

Quando se fala de um “triângulo amoroso” não se pressupõe, à partida, que se esteja a falar sob o ponto de vista químico, mas tal pode ser o caso... e como? Quando duas pessoas apaixonadas dizem frases como “amor à primeira vista” ou “há uma química entre nós” provavelmente estarão literalmente certos, pois há várias substâncias químicas a nível cerebral associadas a esse estado de espírito. Num quadro de enamoramento, paixão, ligação amorosa e desejo sexual é possível encontrar três fases principais que podem estar em sequência ou, em alguns casos, coexistir no mesmo indivíduo e às quais estão associadas moléculas de natureza química variada (Figura 1). Para que essas substâncias exerçam a sua bioactividade terão que, ao interagir com o alvo biológico, seguir o princípio universal do reconhecimento molecular. Para tal, as “pequenas moléculas” terão de ser reconhecidas pelas “biomacromoléculas alvo”, nomeadamente receptores, através da complementaridade de forma, estereoquímica e electrónica, formando um complexo que elicitará a resposta do organismo a esse estímulo químico.

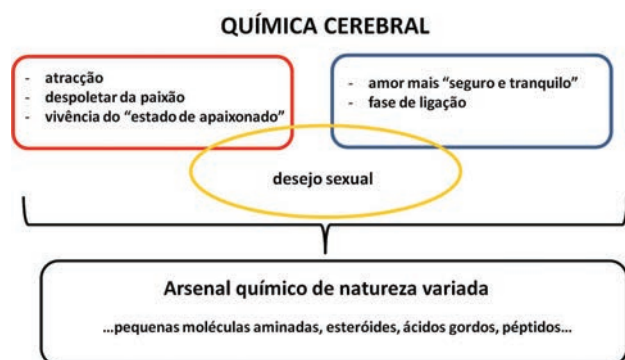


Figura 1 – Diversos tipos de moléculas associadas às diferentes fases do amor e do sexo

Assim, serão enumerados grupos de compostos que intervêm na definição dos géneros, na atracção entre os sexos e

na explicação de fenómenos que muitas vezes influenciam os relacionamentos, como por exemplo, entre várias situações, a tensão pré-menstrual ou a necessidade do parceiro adormecer depois do acto sexual. O entendimento destes acontecimentos pode levar a uma melhoria do relacionamento entre os elementos de um casal ou a providenciar, se for o caso, potenciais soluções terapêuticas para algumas patologias.

2. “PEQUENAS – GRANDES” MOLÉCULAS...

2.1 ESTERÓIDES

No arsenal químico dos esteróides, as hormonas sexuais são determinantes não só para a definição dos géneros, mas também pela intervenção nas várias fases referidas, desde a comunicação química à modulação na produção de outras substâncias intervenientes na fase de ligação, por exemplo.

As moléculas características das hormonas sexuais são de natureza esteróide, com a testosterona representando o protótipo molecular da masculinidade e do grupo dos androgénios, e com o estradiol e a progesterona como representantes do género feminino e dos grupos dos estrogénios e progestagénios, respectivamente (Figura 2).

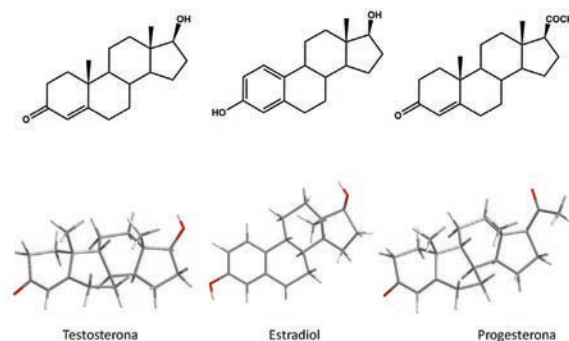


Figura 2 – Moléculas de esteróides características das hormonas sexuais masculinas (testosterona) e femininas (estradiol e progesterona)

É interessante notar que estas hormonas, embora concorram de forma definitiva para a diferenciação dos géneros e das respectivas características secundárias, correspondem a compostos que apresentam aproximações interessantes:

- são encontrados concomitantemente em ambos os sexos, obviamente em concentrações diversas para cada um deles e também nas diferentes fases da vida [1];
- a nível biossintético verifica-se que o colesterol é a matéria-prima de todos eles e que todos se relacionam entre si através de modificações moleculares efectuadas por diversos sistemas enzimáticos [2] (Figura 3);
- a nível estrutural é possível encontrar várias semelhanças significativas, com porções moleculares das hormonas femininas a integrarem também a molécula da testosterona, como é o caso do anel D do estradiol e do anel A da progesterona que são idênticos aos existentes na testosterona (Figura 4).

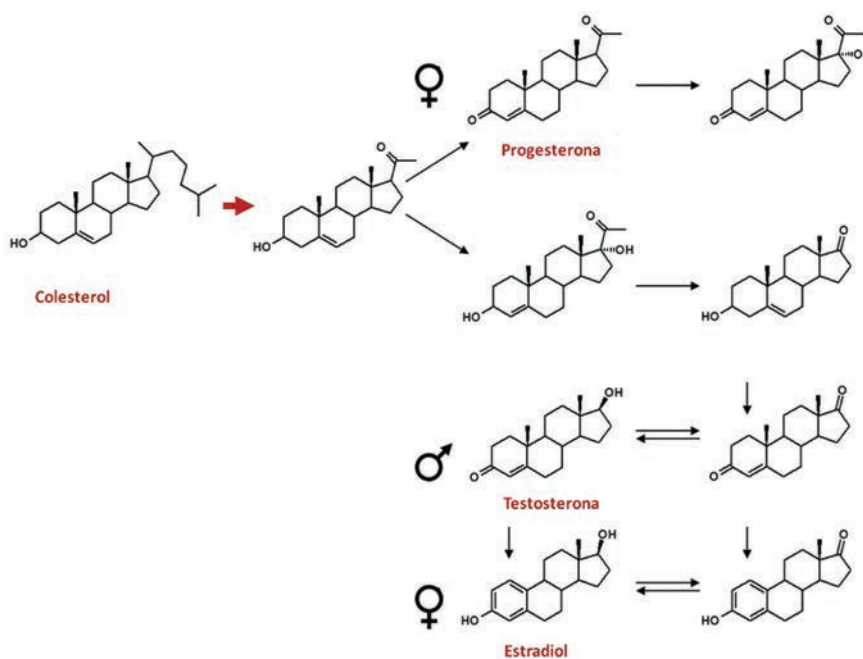


Figura 3 – Esquema biossintético simplificado para hormonas femininas e masculinas

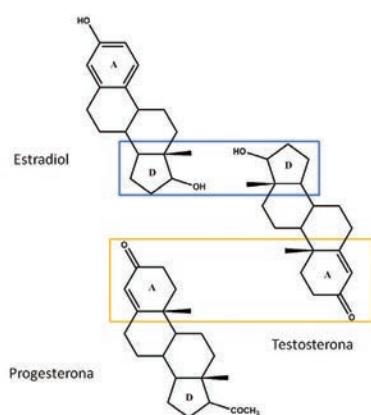


Figura 4 – Porções moleculares comuns a hormonas femininas e masculinas

O mecanismo de acção a nível molecular, no que concerne às hormonas sexuais, segue a regra universal do reconhecimento molecular entre a molécula activa e o bioalvo. A título de exemplo, a interacção da testosterona com os prin-

cipais aminoácidos foi determinada e avaliada por cristalografia de raios X e química computacional (Figura 5 A), assim como no caso do estradiol com o receptor estrogénico (Figura 5 B). Essas interacções dependem, para além da tridimensionalidade do esqueleto carbonado, da composição estrutural dos anéis A e D, levando assim à expressão da respectiva actividade biológica [3-7].

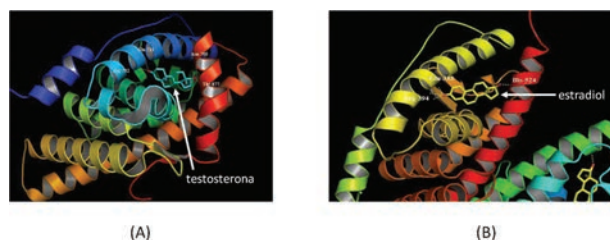


Figura 5 – Ligação da testosterona ao receptor androgénico (A) (<http://www.pdb.org;código: 2AM9>) e ligação do estradiol ao receptor estrogénico (B) (<http://www.pdb.org;código: 1a52>)

Mas a acção de moléculas esteróides não se limita à actividade hormonal, pois têm influência directa na modulação de outras substâncias intervenientes no amor e no sexo, como sejam a oxitocina e a vasopressina, que serão focadas adiante. A interligação das hormonas esteróides com a química cerebral, no que concerne a neurotransmissores, é também conhecida. Curiosamente a testosterona pode ser considerada como afrodisíaca para ambos os sexos [8], mas devemos ter em consideração que a quantidade de testosterona no homem é, dezenas a centenas de vezes, mais abundante que na mulher [9]. Assim, a testosterona activa o hipotálamo, levando a pensamentos eróticos e ao aumento de sensações nas zonas erógenas, provavelmente por induzir um aumento de libertação de dopamina; como veremos adiante a dopamina está associada a sentimentos de desejo e de sensação de recompensa.

A atracção entre géneros e a comunicação química em humanos ainda hoje são temas controversos e despertam inte-

resse crescente, não só sob o ponto de vista científico, mas também pelo potencial comercial que podem envolver.

E aqui é quase imperioso mencionar as “famosas” ... feromonas!¹

O termo feromonas foi cunhado por Karlson e Luscher em 1959 [10] para definir substâncias segregadas para o exterior por um indivíduo e recebidas por outro indivíduo da mesma espécie, no qual essas substâncias provocam uma reacção específica, um comportamento definido ou um processo de desenvolvimento.

Na área das moléculas associadas a substâncias feromonais é possível encontrar compostos odoríferos e não odoríferos, detectados pelos sistemas olfativo e pelo órgão vomeronasal. Os esteróides associados a uma actividade dita feromonal pertencem a ambos os grupos e podem ser encontrados na pele, no suor, nos testículos e nos ovários [10-13].

Para os compostos encontrados em humanos e que não revelam odor, mas provocam alterações comportamentais em indivíduos usados como receptores nos ensaios efectuados, é presumido que actuam através da estimulação do órgão vomeronasal, independente do sistema olfativo, mas com conexões ao hipotálamo; é de notar que este está ligado ao controlo de várias emoções, nomeadamente temperatura corporal, batimentos cardíacos e sexo [11-14].

Vários esteróides foram testados na procura de substâncias feromonais (Figura 6, números 1-7), sendo os mais activos os compostos (6) e (7) (Figura 6).

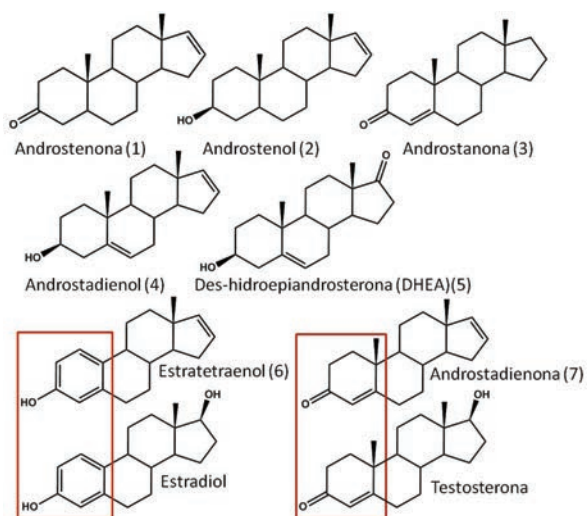


Figura 6 – Esteróides usados em testes de activação do órgão vomeronasal (1-7)

Dos resultados obtidos foi verificada que a reacção aos esteróides indicados (6) e (7) era género-dependente, ou seja, os homens mostraram-se mais sensíveis ao estratetraenol

(6) e as mulheres à androstadienona (7), o que poderá ser explicado pela semelhança estrutural com a hormona feminina estradiol e a hormona masculina testosterona, respectivamente (assinalada com um rectângulo na Figura 6) [15-20].

Muitos estudos foram desenvolvidos e algumas metodologias utilizadas contestadas, mas têm surgido na literatura resultados bastante interessantes envolvendo a actividade de esteróides [21-23].

Se se considerar esta área numa perspectiva da Química Medicinal, sem dúvida que poderemos encontrar um estímulo para quem pretender desenvolver fármacos que possam contribuir, tanto para a resolução de problemas de fertilização, como para novos desenvolvimentos na área da anticoncepção.

Outras substâncias pertencentes à família dos esteróides, designados de neuroesteróides, estão também envolvidas neste “jogo químico” no qual os “jogadores” são moléculas de natureza química tão variada.

Os neuroesteróides, dos quais são exemplos a pregnenolona e a des-hidroepiandrosterona (Figura 7), são produzidos tanto no sistema nervoso central como periférico, actuando de forma independente relativamente às hormonas sexuais [24, 25].

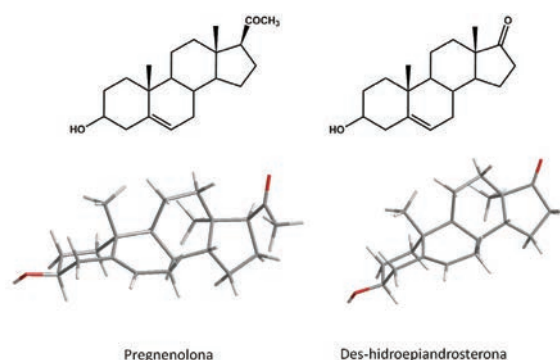


Figura 7 – Exemplos de neuroesteróides naturais

A pregnenolona e a des-hidroepiandrosterona, assim como os respectivos derivados sulfatados, são encontrados no cérebro de mamíferos, actuando em receptores não só do hipocampo, mas também da amígdala, podendo assim estar associados a respostas emocionais. O mecanismo de acção dos neuroesteróides não está ainda completamente entendido, mas testes com derivados sintéticos neuroactivos ajudam a alicerçar apreciações de que esta família de compostos tem influência na modulação noradrenérgica e serotoninérgica [25, 26], assim como impacto na libido [27]. Para além disso, parecem condicionar vários efeitos fisiológicos associados a diversas patologias mentais e distúrbios sexuais [28]. Assim, a este grupo de substâncias pode ser conferido um grande potencial terapêutico, pois poderão vir a ser medicamentos do futuro para várias áreas, nomeadamente tratamento da depressão e disfunção sexual masculina e feminina.

¹ Como as feromonas humanas não estão definitivamente comprovadas, o conceito associado neste artigo é o de feromonas putativas humanas.

2.2 ÁCIDOS GORDOS E DERIVADOS

É do conhecimento geral que certos odores têm a capacidade de influenciar as emoções, o humor e até os sistemas endócrino e imunitário. Esses efeitos podem estar associados a uma única substância ou a um “bouquet” de vários compostos e a capacidade de detecção de odores é gênero-dependente. Por exemplo, as mulheres manifestam uma maior capacidade para detectar odores do tipo almiscarado do que os homens; para além disso, a capacidade olfactiva varia ao longo do período menstrual, estando relacionada com o nível de estrogénios na circulação.

Assim, é fácil de entender porque é que a sensibilidade a certos odores está alterada em mulheres que tomam a pílula anticonceptiva, que se encontram em pós-menopausa e nas grávidas. Mas não estamos a falar de perfumes caros... estamos a falar do odor corporal! Na verdade os odores corporais feminino e masculino são diferentes, sendo o primeiro adocicado e o segundo almiscarado. E mais uma vez a química explica! O odor corporal masculino tem na sua composição esteróides, cetonas macrocíclicas e lactonas, que no conjunto conferem esse aroma almiscarado [14, 29, 30].

Sem dúvida que o odor corporal resultante do suor, que começa a ser produzido pelas glândulas sebáceas apócrinas durante a puberdade, tem composição diversa em homens e mulheres. Isso resulta não só da diversidade estrutural entre essas glândulas para os dois géneros, sobretudo a nível axilar, mas também do dimorfismo bacteriano que degrada as secreções glandulares inodoras, constituídas predominantemente por ésteres lipídicos, produzindo ácidos gordos responsáveis pelo odor caprino do suor (Figura 8) [31].

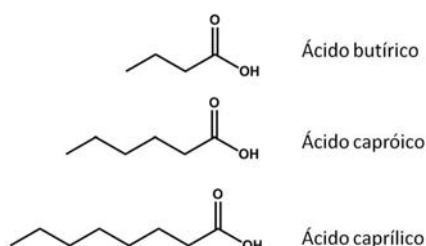


Figura 8 – Ácidos gordos associados ao odor caprino do suor

Mas não é só no suor que se pode encontrar esse tipo de ácidos gordos de baixo peso molecular. Também estão representados nas secreções vaginais, sendo designados de copulinas (Figura 9).

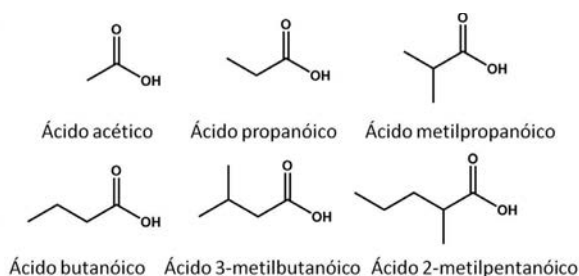


Figura 9 – Ácidos constituintes de secreções vaginais humanas

A composição qualitativa e quantitativa dessas substâncias varia durante o período menstrual, com uma concentração crescente até ao período da ovulação, com um odor menos forte e menos desagradável [32-37].

Segundo reza a história, Napoleão, que estava para regressar de uma batalha, numa carta enviada para a sua amada Josefina, pedia-lhe para ela não se banhar, de modo a deixar bem concentrado o seu odor natural...será que Napoleão já “sabia” o que eram copulinas?!

Vários estudos foram desenvolvidos com humanos e com macacos *rhesus*, tendo em alguns deles sido encontrados resultados de alteração na relação interpessoal em humanos. As mulheres às quais tinha sido feita aplicação de copulinas de fêmeas *rhesus* foram consideradas por alguns dos homens participantes no estudo como as mais interessantes [38].

Assim, é inegável que estas pequenas moléculas serão responsáveis por alterações comportamentais socio-sexuais; resta provar se podem ser consideradas feromonas...

2.3 DERIVADOS AMINADOS - NEUROTRANSMISSORES

Mas se os esteróides estão associados à definição dos sexos, à atracção e comunicação química entre indivíduos, há outras substâncias que manifestam um papel determinante no que se designa “amor à primeira vista” ou até que explicam o “estar a morrer de amor” por alguém! São as amins biogénicas cerebrais que funcionam como neurotransmissores. Desse grupo podem ser destacados alguns compostos pelo seu papel interveniente na química do amor e do sexo (Figura 10).

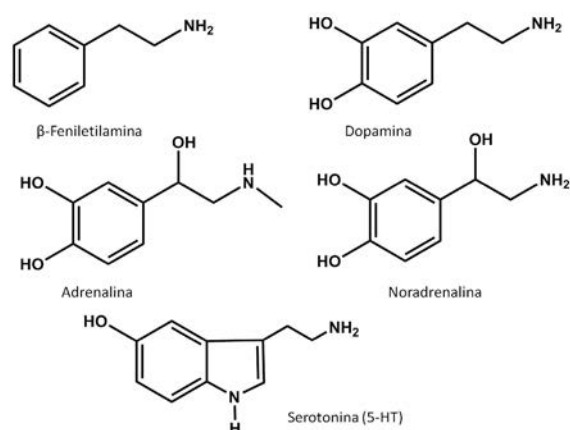


Figura 10 – Exemplos de algumas amins cerebrais

A β-feniletilamina está ligada à fase da paixão, em que os enamorados se sentem num estado de euforia. Estruturalmente a β-feniletilamina é muito semelhante à anfetamina, podendo intensificar a neurotransmissão catecolaminérgica, acelerando o fluxo de informação entre neurónios, aumentando o nível de dopamina [8, 39].

A β-feniletilamina é rapidamente metabolizada pela enzima monoaminoxidase, permanecendo pouco tempo na

fenda sináptica, mas pelas características da sua acção é muitas vezes associada ao “amor à primeira vista” e designada de “cupido químico”.

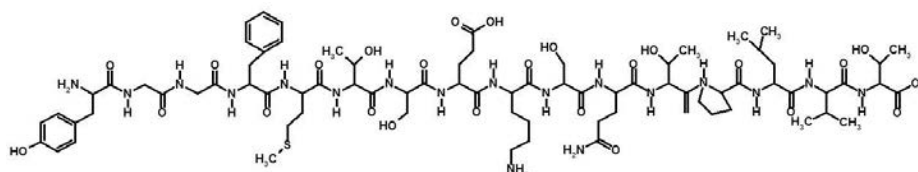
A dopamina é uma das aminas biogénicas cerebrais que desempenha um papel fundamental na fase da paixão e enamoramento, na fase do amor romântico. O aumento da dopamina está associado a uma focagem de atenção no ser amado, com um comportamento predominantemente dirigido para o alvo da paixão [40, 41], considerando apenas as qualidades, vendo o ser amado como especial [42]. Outros sintomas desta fase são a exaltação mental, falta de sono e de apetite [43]. Os níveis de dopamina explicam o comportamento que caracteriza o “mecanismo de recompensa quí-

jogo, correspondendo a outra fase do desenvolvimento emocional na área do amor: os péptidos.

2.4 PÉPTIDOS

No grupo dos derivados peptídicos as endorfinas e encefalinas, assim como a oxitocina e a vasopressina, têm um lugar de destaque.

As endorfinas, tal como o nome indica (derivado de *endo* – interno e *morfina*), estão associadas a analgesia endógena [49] e as primeiras encontradas foram isoladas do hipotálamo, existindo quatro tipos: α , β , γ e δ . Na Figura 11 encontra-se o exemplo da estrutura da α -endorfina.



α -Endorfina

Figura 11 – Exemplo da estrutura de uma endorfina

mica”, associado a sensações de excitação, maior energia e euforia, levando em certos casos a uma dependência dessa sensação de felicidade, se o sentimento é correspondido, ou de autodestruição, se é contrariado, levando ao aumento da produção de dopamina que leva a um maior empenho na conquista do objecto do desejo [44, 45].

A noradrenalina é a precursora da adrenalina; assim, um aumento desta amina biogénica leva, por exemplo, à sensação de euforia e taquicardia. A actividade manifestada pela noradrenalina depende da região cerebral que é activada. Nas pessoas apaixonadas o aumento de noradrenalina leva a estados de energia aumentada, episódios de insónia, perda de apetite e lembranças de pormenores de momentos que foram passados com o ser amado [46].

A serotonina, ou 5-hidroxitriptamina, é associada frequentemente à fase do amor romântico e à tendência para o “sonhar acordado”. A alteração dos níveis de serotonina explica também os pensamentos irresistíveis e até obsessivos sobre o(a) parceiro(a) [41], sendo que esta situação tem semelhanças com o que acontece em quadros patológicos obsessivo-compulsivos. Em estudos a nível cerebral foi verificado que a concentração de serotonina era semelhante em apaixonados e pacientes que manifestavam essa doença [47, 48]. Tendo em conta o que se sabe destes neurotransmissores e a sua implicação na fase da paixão não será por acaso que um filme que fez sucesso se intitulava “O amor é o melhor remédio” (no original: “Love & other drugs”).

Mas tendo em conta os efeitos referidos para essas substâncias, com predominância para efeitos excitatórios, focagem cerebral, etc., é previsível que esse estado não possa “durar para sempre”...assim, outras moléculas entram em

As encefalinas são também péptidos de menor dimensão (Figura 12) e, conjuntamente com as encefalinas e as dinorfinas, são apelidadas de “opioides endógenos”.

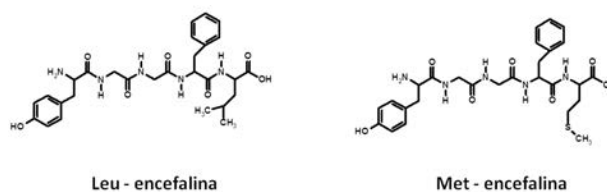


Figura 12 – Exemplo de estruturas de duas encefalinas (Leucina-Encefalina e Metionina-Encefalina)

É interessante notar que a produção destas substâncias, a nível cerebral e na hipófise, está associada à produção de estrogénios, com estes a induzirem a expressão de genes para receptores de encefalinas; este facto poderá estar relacionado com a capacidade feminina de tolerar a dor a estímulos fortes durante o acto sexual [50]. Na verdade as endorfinas desempenham um papel importante no comportamento sexual, pois o acto de tocar o parceiro, de trocar olhares temos, por exemplo, convida a uma troca amorosa. Como já foi referido, estas substâncias encontram-se associadas à fase do amor relacionada com uma maior tranquilidade, sentimentos de estabilidade e bem-estar aumentando o envolvimento entre os parceiros.

Quanto à oxitocina e à vasopressina, as respectivas estruturas foram determinadas por Vincent du Vigneaud em 1953, o que lhe valeu o Prémio Nobel da Química (1995). Estes dois neuropéptidos, que funcionam como neuro-hormonas, têm estruturas muito semelhantes (Figura 13), ambas contendo nove aminoácidos, em que dois resíduos de cisteína se encontram ligados por uma ponte dissulfureto; a oxito-

cina e a vasopressina diferem na respectiva sequência por dois aminoácidos (Figura 13).

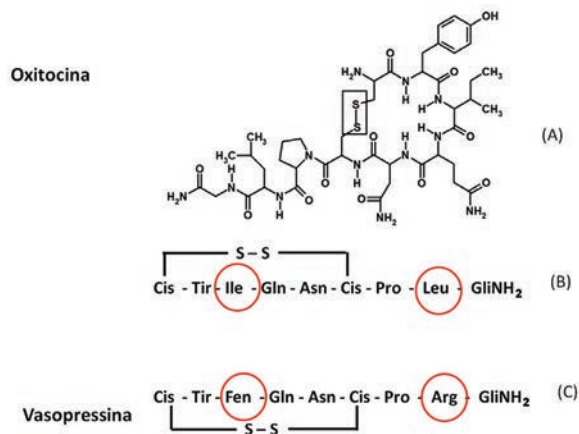


Figura 13 – Estrutura da oxitocina com indicação dos aminoácidos constituintes e da ligação dissulfureto (A), representação simplificada (B), comparativamente com a vasopressina (C) (aminoácidos diferentes nas duas estruturas - destacados em círculos).

A inter-relação da oxitocina com as hormonas sexuais não deverá ser ignorada. A produção de estrogénios e testosterona aparece aumentada por influência da oxitocina, mas a relação da oxitocina com as hormonas femininas é mais significativa na medida em que acontece de uma forma concertada; ou seja, a produção de oxitocina também é modulada por estrogénios e progesterona. Os níveis de estrogénios aumentados podem explicar a maior sensibilidade ao toque por parte da mulher em certas fases do período menstrual e, no caso da progesterona, a diminuição rápida no momento do parto estará associada ao aumento da oxitocina que intervém nas contracções uterinas e na produção do leite materno.

A relação com a dopamina também não pode ser excluída, pois experiências com animais puseram em evidência que a intervenção concertada da oxitocina e vasopressina com sistemas dopaminérgicos poderá estar associada a sensações de recompensa [51]. Talvez daí a sensação “gostosa” que é sentida entre os parceiros depois de “fazerem as pazes” após uma zanga ...

Embora os efeitos destas substâncias, no que se refere à sua intervenção no relacionamento entre os parceiros, ainda tenha alguns aspectos não completamente clarificados [50], alguns trabalhos de pesquisa desenvolvidos demonstraram que a oxitocina e a vasopressina estão implicadas na resposta sexual humana [52].

Foi verificado que os níveis de oxitocina subiam durante o orgasmo em ambos os sexos e que a vasopressina aumentava no homem durante a excitação sexual, voltando ao nível normal depois da ejaculação; quanto à oxitocina demorava cerca de 30 minutos a regressar ao nível normal. Os níveis de oxitocina e vasopressina parecem afectar a amígdala, modulando a intensidade da excitação durante o orgasmo e na fase pós-coito [52].

A secreção de oxitocina e de vasopressina aumenta pela estimulação dos genitais e dos mamilos durante o acto se-

xual e o orgasmo. Assim, também a Química explica a importância da fase dos “preliminares”...a oxitocina aumentando fortemente na mulher e a vasopressina no homem, contribuem para a contracção uterina e para a manutenção da erecção, levando a uma sensação de união, ligação entre os parceiros e sensação de bem-estar [53].

Sem dúvida que as conclusões mais recentes apontam para a confirmação de que a oxitocina e a vasopressina contribuem de uma forma importante para a atracção, para a sensação de ligação e até do “curar as feridas” após uma briga entre os parceiros. Por isso, muitos abraços, muitos beijos, muitos olhares românticos e teremos aumentada a produção de oxitocina e de vasopressina [54]!

3. CONCLUSÃO

Como a Química não é “determinista” dever-se-á ter em conta todas as áreas que se encontram na base dos fenómenos referidos e que, de uma forma interdisciplinar, contribuem para o seu entendimento, nomeadamente, fisiologia, antropologia, bioquímica, psicologia...

A lição a tirar é que não é possível produzir o amor numa reacção de laboratório (nem nos deveremos deixar tentar por essa ideia...), mas que amor e sexo sem química não existem!

Como conclusão final poder-se-á dizer que todas as moléculas intervenientes no amor e no sexo funcionam “em rede” (Figura 14), ou seja, devem “jogar” entre si para que haja um comportamento harmonioso, a nível bioquímico, fisiológico, psicológico emocional...enfim, para que possamos ser felizes nos nossos relacionamentos, nas diferentes fases da vida.

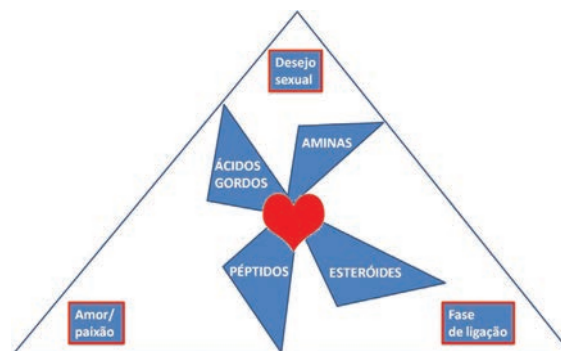


Figura 14 – Interligação entre as substâncias envolvidas nas diferentes fases do amor e do sexo

AGRADECIMENTOS

À Doutora Marta Correia da Silva pela colaboração na elaboração de algumas figuras.

REFERÊNCIAS

- [1] D. Cadbury, *The feminilization of nature - our future risk*, Penguin Books, London, 1997

- [2] T. Nograday, *Medicinal Chemistry - A Biochemical Approach*, Oxford University Press, Inc., New York, 1988
- [3] E. Ottow, H. Weinmann, *Nuclear Receptors as Drug Targets*, WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim, 2008
- [4] W. L. Duax, J. F. Griffin, D. C Rohrer, "Steroid conformation, receptor binding, and hormone action", in A.S. Horn, C.J. de Ranter (ed.), *X-ray crystallography and drug action*, Oxford University Press: New York (1984) 405.
- [5] R.E. Babine, "Molecular Recognition of Nuclear Hormone Receptor-Ligand Complexes" in R.E. Babine, S.S. Abdel-Meguid (ed.), *Protein Crystallography in Drug Discovery*, WILEY-VCH Verlag GMBH & Co. KGaA: Weinheim (2004) 1.
- [6] H. Kubinyi, "Hydrogen Bonding: The Last Mystery in Drug Design?" in B. Testa, H. van de Waterbeemd, G. Folkers, R. Guy (ed.) *Pharmacokinetic Optimization in Drug Research- Biological, Physicochemical and Computational Strategies*, Verlag Helvetica Chimica Acta, Zurich, Wiley-VCH: Weinheim (2001) 513.
- [7] K.P. Jesus-Tran, P.L. Côté, L. Cantin, J. Blanchet, F. Labrie, R. Breton, *Protein Science* **15** (2006) 987-999.
- [8] H. Fisher, *Why we love?*, Henry Holt and Company, LLC., New York, 2004.
- [9] R.S. Swerdlof, C. Wang, A.P.S. Hikim "Hypothalamic-pituitary-gonadal axis in men" in D.W. Pfaaf, A.P. Arnold, A.M. Etger, S.E. Fahrback, R.T. Rubin (ed.) *Hormones, Brain and Behavior*, Elsevier Science: USA (2002) Vol. 5, 1.
- [10] P. Karlson, M. Luscher, *Nature* **183** (1959) 55-56.
- [11] K.P. Bhatnagar, T.D. Smith, *J. Anat.* **199** (2001) 289-302.
- [12] R. Tirindelli, C. Mucignat-Caretta, N.J. Ryba, *Trends Neurosci.* **21** (1998) 482-486.
- [13] J. N Labows Jr., "Odor detection, generation and etiology in the axilla", in C. Felgen, K. Laden (ed.) *Antiperspirants and deodorants*, Marcel Dekker: New York. (1988) 321-343.
- [14] M. Halpern, A. Martinez-Marcos, *Prog. Neurobiol.* **70** (2003) 245-318.
- [15] L. Monti-Bloch, B.I. Grosser, *J. Steroid Biochem. Mol. Biol.* **39** (1991) 573-582.
- [16] S. Jacob, L.H. Kinnunen, J. Metz, M. Cooper, M.K. McClintock, *Neuroreport.* **12** (2001) 2391-2394.
- [17] B.I. Grosser, L. Monti-Bloch, C. Jennings-White, D.L. Berliner, *Psychoneuroendocrinology.* **25** (2000) 289-299.
- [18] S. Jacob, M.K. McClintock, *Horm. Behav.* **37** (2000) 57-78.
- [19] S. Jacob, S. Garcia, D. Hayreh, M.K. McClintock, *Horm. Behav.* **42** (2002) 274-283.
- [20] S. Jacob, D.J. Hayreh, M. K. McClintock, *Physiol. Behav.* **74** (200) 15-27.
- [21] S.L. Black, C. Biron, *Behav. Neural. Biol.* **34** (1982) 326-330.
- [22] I. Savic, H. Berglund, B. Gulyas, P. Roland, *Neuron.* **31** (2001) 661-668.
- [23] N.M. Morris, J. Udry, *J. Biosocial. Sci.* **10** (1978) 147-157.
- [24] S. Kawato, M. Yamada, T. Kimoto, *Adv. in Biophys.* **37** (2003) 1-48.
- [25] S.H. Mellon, L.D. Griffin, *TRENDS in Endocrinology & Metabolism* **13** (2002) 35-43.
- [26] F. Broekhoven, R.J. Verkes, *Psychopharmacology* **165** (2003) 97-110.
- [27] S.R. King, D.J. Lamb, *Sexuality, Reproduction & Menopause* **4** (2006), 20-23.
- [28] R.D. Strous, R. Maayan, A. Weizman, *Eur. Neuropsychopharmacol.* **16** (2006) 155-230.
- [29] B.W. Brooksbank, D.A. Wilso, D.A. MacSweeney, *J. Endocrinol.* **52** (1972) 239-251.
- [30] D.B. Gower, B. A. Ruparelia, *J. Endocrinol.* **137** (1993) 167-187.
- [31] D.B Gower, A. Nixon, A.I Mallet, "The significance of odorous steroids in axillary odour", in S. Van Toller, G.H. Dodd, (ed) *Perfumery: the psychology and biology of fragrance*, Chapman & Hall: London (1988) 47.
- [32] K. Grammer, B. Fink and N. Neave, *Eur. J. Obstet. Gynecol. Reprod. Biol.* **118** (2005) 135-142.
- [33] R.P. Michael, R.W. Bonsall, M. Kutner, *Psychoneuroendocrinology* **1** (1975) 153-163.
- [34] R.F. Curtis, J.A. Ballantine, E.B. Keveren, R.W. Bonsall, R.P. Michael, *Nature* **232** (1971) 396-398.
- [35] G. Preti, G R. Huggins, *J. Chem. Ecol.* **1** (1975) 361-376.
- [36] R.P. Michael, R.W. Bonsall, P. Warner, *Science* **186** (1974) 1217-1219.
- [37] R.L. Doty, M. Ford, G. Preti, G.R. Huggins, *Science* **190** (1975) 1316-1318.
- [38] J.J. Cowley, A.L. Johnson, B. W. Brooksbank, *Psychoneuroendocrinology* **2** (1977) 159-172.
- [39] H. Fisher, A. Aron, D. Mashek, H. Li, L.L. Brown, *Archives of Sexual Behavior* **31** (2002) 413-419.
- [40] W. Schultz, *Nature Reviews Neuroscienc.* **1** (2000) 199-207.
- [41] M. Luciana, P.F. Collins, R.A. Depue, *Cerebral CórteX* **8** (1998) 218-226.
- [42] S.L. Murray, J.G. Holmes, *Personality and Social Psychology Bulletin* **23** (1997) 586-604.
- [43] N.D. Volkow, G.-J Wang, M.W. Fischman, R.W. Foltin, J.S. Fowler, N.N. Abumrad, S. Vitkun, J. Logan, S.J. Gatley, N. Pappas, R. Hitzemann, C.E. Shea, *Nature* **386** (1997) 827-830.
- [44] A. Abbot, *Nature* **419** (2002) 872-874.
- [45] W. Schultz, P. Dayan, P.R. Montague, *Science* **275** (1997) 1593-1598.
- [46] M.G. Griffin, G.T. Taylor, *Behavioral Neuroscience* **109** (1995) 466-473.
- [47] D. Marazziti, H.S. Akiskal, A. Rossi, G.B. Cassano, *Psychological Medicine* **29** (1999) 741-745.
- [48] E. Hollander, M. Fay, B. Cohen, R. Campeas, J.M. Gorman, M.R. Liebowitz, *Am. J. Psychiatry* **145** (1988) 1015-1017.
- [49] M.E.M. Martinez, N. Pedrón, *Ginecologia & Obstetricia de México* **67** (1999) 183-187.
- [50] O.W. Pfaff, *DRIVE, Neurobiological and Molecular Mechanisms of Sexual Motivation*. A Bradford Book, The MIT Press, Massachusetts, 1999.
- [51] T.R. Insel, *Physiol. Behav.* **79** (2003) 351-357.
- [52] J. Debiec, *FEBS Letters* **581** (2007) 2580-2586.
- [53] G.C Gonzaga, R.A. Turner, D. Keltner, B. Campos, M. Altemus, *Emotion* **6** (2006) 163-179.
- [54] J.-P. Goui, C.S. Carter, H. Pournajafi-Nazarloo, R. Glaser, W.B. Malarkey, T.J. Loving, J. Stowell, J.K. Kiecolt-Glaser, *Psychoneuroendocrinology* **35** (2010) 1082-1090.

LEITURA ADICIONAL

- M.M. M. Pinto, *Química do Amor e do Sexo*, Lidel – edições técnicas, Lda, Lisboa, 2010
- M.M.M. Pinto, *Chemistry of Love and Sex*, Verlag Helvetica Chimica Acta, Zurich (Switzerland) and WILEY-VCH, Weinheim (Federal Republic of Germany), 2012

ACTUALIDADES CIENTÍFICAS

A ENERGIA POR DETRÁS DA SOPA PRIMITIVA

Embora seja geralmente aceite que alguns compostos químicos importantes para a vida vieram de meteoritos que bombardearam a Terra primitiva, os investigadores não têm sido capazes de explicar como é que rochas inanimadas se transformaram nos blocos do *edifício* da vida.

Bryant *et al.* (2013) mostraram como um composto químico, análogo ao que é encontrado em todas as células vivas, e vital para produção da energia em qualquer ser vivo, poderia ter sido criado quando os meteoritos contendo minérios com fósforo caíram em ambientes quentes como lagos situados em zonas de vulcões, que seriam provavelmente comuns na Terra primitiva.

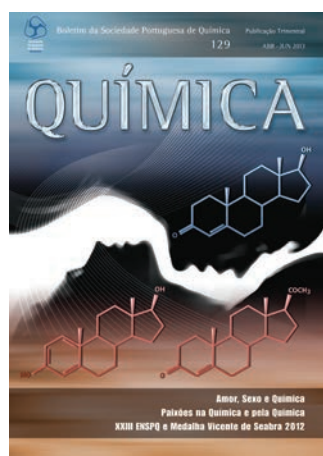
Toda a vida na Terra é alimentada por um processo quimiosmótico, em que o trifosfato de adenosina (ATP) é sintetizado durante a respiração e gasto para libertar a energia necessária para o metabolismo. Uma vez que as enzimas necessárias para a criação e quebra de ATP não deveriam existir na Terra durante o período em que a vida apareceu originalmente, isso levou os cientistas a procurar um composto químico mais simples mas com propriedades semelhantes ao ATP, que contudo, não necessitasse de enzimas para efectuar a transferência de energia.

O fósforo é o elemento chave da molécula de ATP e de outras biomoléculas fundamentais da vida, como o ácido desoxirribonucleico (DNA). O fósforo normalmente encontra-se na Terra sob a forma de fósforo(V), que é, em grande medida, insolúvel em água e apresenta uma baixa reactividade química. A Terra primitiva foi regularmente bombardeada por meteoritos e poeira interestelar rica em minérios exóticos, incluindo a forma mais reactiva de fósforo, o minério de ferro-níquel-fósforo *schreibersite*. Bryant *et al.* (2013) simularam o impacto de um meteorito numa zona quente vulcanicamente activa e fluida, nos primórdios da Terra. Para isso, colocaram amostras do meteorito *Sikhote-Alin*, um meteorito de ferro que caiu na Sibéria em 1947, no fluido ácido retirado da zona geotérmica de Hveradalur, na Islândia. As amostras foram deixadas a reagir com o fluido ácido, em tubos de ensaio incubados pela água termal quente circundante, durante quatro dias, e deixadas por mais 30 dias à temperatura ambiente. Ao analisar a solução resultante foi encontrado pirofosfito, $(P_2O_5)^{4-}$, semelhante ao pirofosfato $(P_2O_7)^{4-}$ que constitui a parte do ATP responsável pela transferência de energia.

Os investigadores acreditam que este composto pode ter actuado como uma forma primitiva de ATP, no que tem sido designado por “vida química”. Este teria sido, afinal, o passo intermédio entre a rocha inorgânica e a primeira célula biológica viva.

(adaptado do artigo de 08/04/2013: *Origin of Life: Power Behind Primordial Soup Discovered*, <http://www.sciencedaily.com/releases/2013/04/130404122234.htm> e D.E. Bryant, *et. al. Geochimica et Cosmochimica Acta*, **109** (2013) 90-112)

António Mendonça
(mendonca@ubi.pt)



Artigos

Livros

Notícias

Entrevistas

Química e Ensino

Actualidades Científicas

Agenda e Destaques

Química para os + Novos

AMOR E DESAMOR NA QUÍMICA

Raquel Gonçalves Maia*

Departamento de Química e Bioquímica, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa
rmcgonc@gmail.com

Nos primeiros tempos da fundação da ciência química, existem casos isolados de pares dedicados à disciplina, os Lavoisier ou os Marcet, por exemplo. A evolução social, porém, introduziu uma profunda alteração no papel do trabalho científico na comunidade. Em pleno século XX, um advogado que se permitisse ter um laboratório químico equipado com o melhor arsenal da sua época – e que desse aulas laboratoriais aos sábados acompanhado da mulher – seria muito mais do que um excêntrico; e os Lavoisier não o eram.

No período de transição da Ciência Amadora para a Ciência Profissional, o meio envolvente é dúbio; consente, mas distingue os géneros. É possível categorizar os pares de acordo com as suas expectativas, de um membro do casal em relação ao outro e de cada um deles em relação à comunidade científica em geral. Assistência ou unidade? Benefício ou malefício? Reconhecimento ou esquecimento? É essencialmente no par que encontramos as diferenças de atitude. Cada duo regeu a seu modo a interação privada e pública da sua prática científica.

Na Ciência Profissional, os estereótipos são ultrapassados e só a responsabilidade partilhada, tanto no lar como no laboratório, permite um “final feliz”.

1. INTRODUÇÃO

A Química sempre foi e será uma ciência de atracções; e de repulsões. O interesse mútuo pela disciplina, a fascinação de um pelo trabalho de outro, um plano de investigação organizado e dual, a cooperação, o entusiasmo, a devoção a uma tarefa específica, compreender o macroscópico através da análise do microscópico, os átomos, as moléculas, as ligações – porque de ligações se trata – se aliados e enleados em sensibilidades e conciliações de carácter podem produzir um verdadeiro “par”, duas pessoas onde o afecto e a actividade se enlaçam como uma teia de DNA.

A Química é particularmente propícia a este fenómeno... todos o sabemos. São múltiplas as publicações em que o apelido se repete. São muitos os exemplos soltos que, à solta, encheriam páginas de novela. Optámos por outra via. Decidimos categorizar, no tempo e no grau, sem delimitar excessivamente as fronteiras, a inter-relação dos membros do casal na sua dupla função, particular, privada e íntima, e na prática científica, menos discreta e tendencialmente mais objectiva. Nem de outro modo seria justo.

O contexto social que envolvia o trabalho científico – a Ciência Amadora – até ao último quartel do século XIX, sofreu uma distorção muito significativa nas décadas seguintes vindo a tornar-se na Ciência Profissional que o pós-Segunda Guerra Mundial estabilizou. E o papel da mulher na sociedade, com a sua entrada no ensino superior, colocou o doméstico e o académico em conflito e fez emergir um cenário muito mais colorido, pelo menos a Ocidente.

É exactamente neste intervalo de passagem que se vislumbram os casos mais interessantes e onde as opções individuais têm maior peso.

Uma coisa parece-nos certa: o trabalho do “génio solitário” só existe por desvio à regra. E tudo indica que, salvo raras excepções, a produtividade científica é superior, em quantidade e em qualidade, quando resulta de um casal, quando a discussão sai as portas do laboratório e alastra pelas várias divisões da casa partilhada.

Mas nem tudo são rosas e são várias as questões sem resposta. A intimidade profissional tende a perturbar a avaliação dos resultados. Quem faz o quê? Num congresso, quem apresenta as conclusões? Num artigo, quem inscreve o nome em primeiro lugar (ou em último)? O reconhecimento é devido a quem? Os filhos, se os há, são um elemento de união ou de perturbação no comprometimento científico do par?

2. A CIÊNCIA AMADORA

Diz-se, e a meu ver com razão, que a ciência química, objectiva e despojada de adereços alquímicos, começou em França com Antoine Laurent Lavoisier. Desculpemos-lhe o *calórico*... Lavoisier e sua mulher constituem um excelente exemplo de colaboração científica; e de emancipação da mulher...

Marie-Anne Pierrette Paulze, filha de Jacques Paulze, antigo sócio da *Ferme Générale* [1], desposou Lavoisier em Dezembro de 1771, tinha ela 14 anos e o noivo 27. Nessa época, já Lavoisier amealhara uma boa reputação. Graduado em Leis, este advogado sem exercício apresentara trabalhos

* Professora Catedrática aposentada

sobre a iluminação das ruas de Paris, estudos sobre o gesso, “peso específico” de líquidos e características das águas regionais; em projecto, tinha ainda um mapeamento mineralógico de França. Em suma, mais do que o suficiente para se justificar que lhe tenham sido abertas as portas da Academia das Ciências. Com uma quota na *Ferme* e uma boa figura não era, pois, partido a desprezar. Um jantar convite do seu “velho” colega pôs-lhe Marie-Anne no caminho – uma bonita jovem, loura, com uns olhos de azul intenso. Amor à primeira vista? Não se sabe. Mas a ambos convinha o negócio: o estatuto de homem casado para Lavoisier e a libertação de um candidato a marido, por quem sentia “profunda aversão”, por parte de Marie-Anne.

Terá sido um casamento feliz? A resposta é estranhamente difícil... Não, decerto, pelos padrões actuais, mas as tolerâncias e intolerâncias no século XVIII eram bem diferentes. Viveram juntos e trabalharam juntos até que “a morte nos separe”. Não surgiram filhos. Passada uma década sobre o matrimónio, Marie-Anne frequentava, assídua mas discretamente, a casa do químico Pierre-Samuel Dupont, amigo do casal. Lavoisier, por seu lado, ou terá sido ainda mais discreto ou dedicara-se de alma e coração aos seus diversos trabalhos; era um marido ausente.

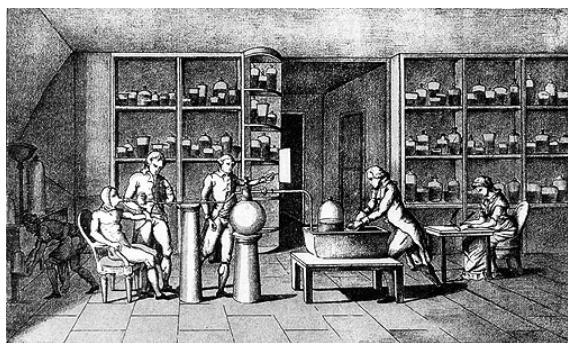


Figura 1 – Marie-Anne assistindo ao marido, ambos à direita, durante uma experiência científica sobre a respiração humana [2]

Na vertente científica, porém, o cenário foi bem diferente. Marie-Anne foi uma dedicada colaboradora do marido. Com ele aprendera Química, tendo complementado o seu saber com lições tidas com Jean-Baptiste Bucquet e continuadas presenças em palestras científicas nas Tulherias. Era exímia, e a ela Lavoisier entregava a responsabilidade de muitas experiências efectuadas no laboratório e mesmo o magistério dos cursos que ministrava aos fins-de-semana. Aprendeu latim e inglês, a fim de poder traduzir artigos e livros do marido e assim torná-lo conhecido além-fronteiras. Aprendeu desenho com o retratista neo-clássico Jacques-Louis David, o que lhe permitiu ilustrar com enorme detalhe as diversas publicações de Lavoisier; e legar-nos pela imagem as suas actividades conjuntas.

Papel de “musa e de secretária” foi como a descreveu Jean-François Ducis em forma de poema. Bem mais do que isso. Em termos científicos, mesmo depois da morte de Lavoisier, mesmo durante a sua vivência com Benjamin Thompson, Conde de Rumford, que desembocou em casamento, e divórcio quatro meses depois, Marie-Anne pugnou por elevar a dimensão da obra do excelso químico Lavoisier.

Sensivelmente na mesma época, vivia em Inglaterra o casal Jane Haldimand Marcet – Alexander Marcet. Marcet nascera na Suíça e veio a ser *lecturer* de Química Médica no *Guy's Hospital* em Londres e *Fellow* da *Royal Society*. Para ele, a Química era “a mais útil das ciências experimentais” e a que mais contribuía para o avanço da Medicina. Montou um pequeno laboratório. Dedicava-lhe tempo e atenção actualizada. Partilhava os avanços da ciência com Jane, filha de um rico banqueiro de origem suíça que acreditava na educação igualitária de rapazes e raparigas.

Antes de mais, não deixa de ser interessante referir algumas semelhanças e diferenças entre as duas mulheres, Jane e Marie-Anne. Ambas tinham ficado órfãs de mãe (aos 15 e 13 anos, respectivamente) e, como era costume na época, substituíram-na nos afazeres domésticos. Mas, enquanto Marie-Anne cedo casou, Jane só o fará em 1799, com 31 anos de idade. Apesar disso, e ao contrário de Mme Lavoisier, dará à luz 4 filhos. A Química surge na vida de uma e de outra através de uma aprendizagem junto do cônjuge, que não se furta ao encargo, bem pelo contrário. Marie-Anne apoia e revela o trabalho do marido; Jane empreende um trabalho próprio, de escrita de divulgação da Química, particularmente dedicado às mulheres, embora com a ajuda, discussão crítica e construtiva (por vezes, exaltada...) e mesmo alguma participação directa de Marcet. Um trabalho prolongado no tempo, muito provavelmente entrecortado pelo nascimento dos filhos.

O livro *Conversations on Chemistry*, um permanente diálogo a lembrar os “dois principais sistemas do mundo” de Galileu, surgiu no Reino Unido em 1806. Mil exemplares vendidos num ano! O autor? Desconhecido; apenas se sabia que era do sexo feminino. Seguiram-se dezenas de edições e traduções em várias línguas, bem atestando o impacto havido junto do público [3]. Alexander Marcet estava lá, revendo, corrigindo e modernizando – com sérias e úteis consequências para o seu próprio trabalho e conhecimento científico. Não, não se tratava de publicar trabalho de investigação, mas tratava-se de Química, uma ciência erudita, divulgada face a leitores de “fracos recursos”.

Os dois casais, Lavoisier e Marcet, viveram num tempo onde a instituição universidade e o percurso académico estavam longe de ter o peso avaliador da ciência que se faz como veio a ter no futuro próximo. Embora com características diferenciadoras, ambos desfrutaram da relação marido-professor vs. mulher-aluna numa complementaridade que beneficiou ambos os cônjuges.



Figura 2 – Alexander Marcet (1847) e Jane Marcet (1858)

3. O INTERVALO

A primeira universidade no Reino Unido a admitir mulheres e a conferir graus académicos foi a Universidade de Londres em 1878. Na mesma altura, a Universidade de Oxford permitia que as mulheres assistissem às aulas e fizessem exames, mas, só após 1920, veio a conceder diplomas (a nova lei teve efeitos retroactivos). Em 1880 o *Newnham College* para raparigas era institucionalizado na Universidade de Cambridge. A presença feminina nas universidades francesas terá começado por volta de 1861 na Universidade de Lyon. A Universidade de Paris só o fará em 1880. No virar do século, a percentagem de raparigas nas universidades francesas rondava os 3%, número este que evoluiu muito rapidamente logo na primeira década do século XX.

O significado imediato desta ascensão feminina indica que, em termos de instrução, homens e mulheres passaram a poder atingir o mesmo nível de conhecimentos. Outra virtude desta ocorrência foi proporcionar o contacto mais efectivo entre géneros, com o seu concomitante e espontâneo encontro amoroso. São muitos os casais que se formam e trocam votos. Muitos são também os que trabalham no mesmo espaço laboratorial, no espaço “deles”. Porquê? Porque se já é possível atingir o mesmo expoente de instrução por parte das mulheres – bacharelato, licenciatura e mesmo doutoramento – não lhes é ainda devido o mesmo patamar profissional. É na correlação de interesses e vontades de cada membro do casal que se vai definir o grau de partilha.

3.1 PRIMEIRO GRAU

Num primeiro grau de relação, a mulher trabalha lado a lado com o marido, mas é percebida a nível de “assistente”, isto é, como uma dextra executante das ideias científicas do homem, mesmo que ambos tenham frequentado idêntico estudo académico. Por muito brilhante que o seu trabalho seja, é sempre trabalho de retaguarda do investigador-professor seu marido. Ele detém, em geral, uma posição académica, sobe na hierarquia, e ela é tolerada, sem contrato nem vencimento, a seu lado. Publicam em comum e, por vezes, o nome da mulher surge em primeiro lugar. É ao homem, porém, que é dado o maior crédito e recompensa, atenuando exageradamente o contributo feminino. O mundo académico foi durante muito tempo um “mundo cão” neste domínio. Esta redução e maximização de visibilidades é uma interpretação puramente social; os casais de primeiro grau assumiram-na “à letra” e, no entanto, nada impedia que na esfera íntima se avaliassem de outro modo...

Em 1947, foi outorgado a (Sir) Robert Robinson o Prémio Nobel da Química “pelas suas investigações de produtos de plantas de importância biológica, especialmente os alcalóides”. Recebeu-o sozinho. Na sua longa *Nobel Lecture*, intitulada “*Some polycyclic natural products*”, refere a mulher por duas vezes, perto do início para especificar que “*my wife and I* elaborámos testes rápidos para certas matérias corantes” e, no final, com as seguintes palavras:

“... permitam-me dizer o quanto devo à ajuda constante de *minha mulher*, não exactamente o primeiro, mas de longe o meu mais consistente colaborador, e durante o mais longo período de anos” [4].

Mas, afinal, quem era a mulher de Robert Robinson? Gertrude Maud Walsh (Robinson), sua colega de curso nos tempos da Universidade de Manchester. Foi aí que o namoro começou. Ambos se graduaram em Química em 1907. Casaram cinco anos depois. Gertrude Maud foi uma mulher dedicada à família – criaram dois filhos [5]. Uma dedicação, porém, que soube integrar a partilha com o marido das mais diversas actividades, quer lúdicas, quer científicas. A música e o montanhismo foram peças importantes no seu convívio, assim como a activa parceria de investigação de excelente qualidade que empreenderam na Universidade de Oxford. Gertrude ideou experiências, desenvolveu técnicas, publicou artigos científicos com o seu nome em lugar de destaque... curiosamente em quase todos aqueles cujo tema foi o mote da entrega do Nobel a Robert Robinson.

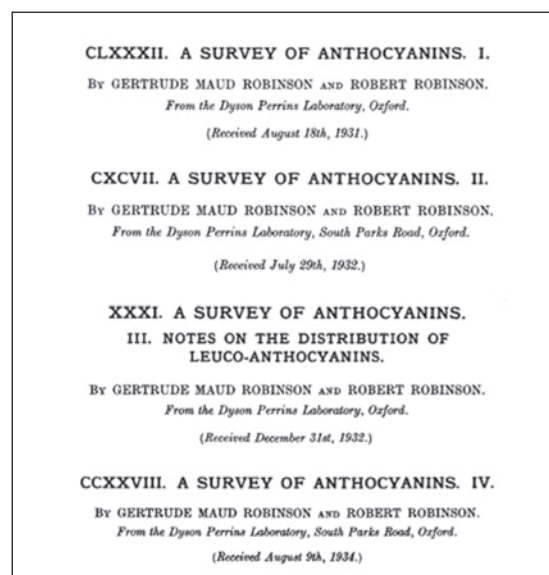


Figura 3 – Cabeçalhos de artigos dos Robinson sobre antocianinas, pigmentos responsáveis por uma grande variedade de cores nas plantas [6]

Ter-se-ia ela ressentido pela ausência de reconhecimento da sua participação? Não sabemos. Mas nada nos diz que Gertrude Maud Robinson não atingiu os seus objectivos – sabe-se que sempre que um congresso ou uma simples reunião acontecia em Oxford impulsionada por Robert Robinson, ela era uma anfitriã perfeita e nada distante – as suas *parties* eram famosas e o seu encanto pessoal e autêntico interesse pelos outros (alunos, em particular) presenças constantes. Teve, provavelmente, o que queria ter. Certo é, todavia, que o simples chapéu de “dona-de-casa” não foi o seu e é evidente que o progresso da Química muito beneficiou com a prática científica do casal [7].

3.2 SEGUNDO GRAU

No período de transição entre séculos, nem sempre a atitude dos dois membros de um casal de cientistas se revestiu das características atrás citadas, apesar do contexto social

não ser marcadamente diferente de país para país, pelo menos na Europa. A química alemã Ida Tacke, depois Ida Tacke-Noddack, por exemplo, manteve uma longa e feliz vida afectiva e uma intensa colaboração com o seu marido, o químico Walter Noddack – mas o casal sempre surgiu a público como uma “unidade”, ainda que sem dissipar o brilho pessoal de um e de outro.

Ida estudou Engenharia Química na *Technische Hochschule* em Berlim; pertenceu à primeira geração das suas estudantes. A tese final, em Química Orgânica, versou sobre anidridos de ácidos gordos de elevada massa molecular. Corria o ano de 1921. Ainda nesse ano, Ida empregou-se na AEG's *Turbine factory*, com a função de estudar óleos e viscosidade de fluidos. Foi uma das primeiras mulheres a laborar como engenheira na indústria química. Pouco tempo depois, porém, será a Química Inorgânica, e mais especificamente os elementos da Tabela Periódica, que vão merecer a sua atenção. Walter Noddack em nada será alheio a esta mudança... Um pouco antes de finalizar o seu curso, Ida conhecera Walter e tivera oportunidade de testemunhar o entusiasmo contagiante que este transmitia quando falava dos elementos químicos por descobrir. A atracção foi mais do que científica. O casamento realizou-se cinco anos depois e a parceria durou cerca de quarenta.

O berlinense Walter Noddack estudou Ciências Naturais (Química, Física e Matemática) na Universidade de Berlim. Defendeu tese de doutoramento em fotoquímica, tendo por supervisor o conceituado Walther Nernst (Prémio Nobel da Química em 1920). Nernst gostou do seu pupilo e a sua “protecção” valeu a Noddack um lugar de assistente na Universidade. Logo depois passa para o *Physikalisch-Technische Reichsanstalt* (PTR) onde, nos anos seguintes, desenvolve o laboratório químico e tem uma carreira fulgurante. Entre as suas investigações, sobressai a procura de novos elementos químicos. Ida integra este projecto como “convidada”; o trabalho é voluntário...

É espontaneamente que Ida abandona a sua carreira na indústria e abraça de alma e coração a pesquisa iniciada por Noddack. A partir desse momento o projecto é comum, o trabalho subdividido e a dedicação de ambos sem limites. Por volta de 1925, foi comunicada à Academia Prussiana das Ciências a descoberta dos elementos 43 e 75. O 43 chamar-se-ia *masurium* e o 75 *rhenium* [8]. Muito trabalho se seguiu de forma a poderem obter quantidades suficientes destes elementos para lhes garantir credibilidade e atribuir propriedades. Experiências posteriores foram incapazes de reproduzir os resultados que o casal apresentara no que respeita ao elemento 43. A descoberta do tecnécio veio a ser atribuída a Carlo Perrier e Emílio Sègre (1937), mas algum debate ainda persiste. A descoberta do rénio teve a colaboração de Otto Berg.

Depois, de Berlim para Freiburg (1935), de Freiburg para Estrasburgo (1942) e de Estrasburgo para o modesto *Philosophisch-Theologische Hochschule* em Bamberg, na Baviera (1946), Ida esteve sempre ao lado do marido, ele supervisionando oficialmente o laboratório, ela como

colaboradora, quase sempre sem paga e sem estatuto. Nunca reivindicou fortemente um lugar efectivo no quadro de uma universidade ou de um instituto de investigação, o que só a título muito excepcional lhe foi concedido na Universidade de Estrasburgo [9]. Ao tempo, na Alemanha assim como noutros países da Europa, era perfeitamente tolerável que as mulheres solteiras tivessem um emprego. Assim que casavam, todavia, eram forçadas a deixar os seus empregos e a dirigir a sua atenção para o bem-estar da casa e da família; aos homens era exigido que providenciassem o sustento da mulher e dos filhos. A lei surgira em consequência do depauperamento económico pós-Grande Guerra e só viria a ser revogada em 1932.

Ida era colaboradora sim, uma mera assistente nunca! Os Noddack foram sempre uma “unidade de trabalho”. Embora algumas vezes não tenham publicado em conjunto e outros parceiros tenham surgido nas diferentes linhas de investigação de Walter, em questões fundamentais eram ambos autores – e o pronome “nós” era sistematicamente utilizado por um e por outro. É todavia a Ida Noddack que se deve o histórico artigo sobre o elemento 93, onde questiona a interpretação dos “transurianos” de Enrico Fermi (e, consequentemente, de Lise Meitner e Otto Hahn) e sugere o fenómeno da cisão nuclear [10]. Os Noddack não tiveram filhos, o que, naturalmente, permitiu a Ida empreender actividade científica a tempo inteiro.

A morte de Walter Noddack tem aura de romance. Subitamente, um ataque cardíaco tirou-lhe a vida. Tal como Romeu, pensou que a mulher – longe, em tratamento e sem atender o telefone – teria falecido. Ida, todavia, sobreviveu-lhe quase duas décadas. Continuou a investigar e a publicar durante ainda mais alguns anos.

Casais houve neste período cuja ambição por uma reconhecida carreira científica era meta independente para ambos os membros do casal. Não nos parece que Ida Tacke-Noddack tivesse como fundamental esse projecto de vida. Na sua partilha de existência com Walter Noddack, Ida traçou, isso sim, uma oportunidade de trabalhar em investigação de qualidade, para além de qualquer prerrogativa de celebridade pessoal; mas com plena consciência do prémio que introduziu no dueto.



Figura 4 – Ida Tacke-Noddack e Walter Noddack (1925) - Cortesia do PTR

3.3 O TERCEIRO DEGRAU

O grau tem por significado especificar o nível hierárquico, a posição, a categoria; o degrau, por seu turno, contém o grau mas, através do “de”, torna-se meio de se elevar e de atingir um fim superior.

Nos casais Marie e Pierre Curie e Irène e Frédéric Joliot-Curie, por exemplo, ambos os elementos do par conseguiram, não só erigir uma identidade científica própria, mas ainda torná-la inconfundível a nível internacional. Nos casos citados, todos foram agraciados com o Prémio Nobel. Mas não se pense que foi fácil; não o foi a nível social, tal como não o foi a nível privado.

São por demais conhecidas as actividades científicas dos casais Curie e Joliot-Curie. Não nos debruçaremos, pois, pelas descobertas do rádio e do polónio, nem pela da “radioactividade artificial”, que melhor chamada seria de “induzida”.

Pierre Curie apaixonou-se por Marie ao primeiro encontro; e, não fosse a timidez e o dever que Marie a si própria impunha, que não teríamos pejo em dizer que o sentimento foi desde logo mútuo. O casal veio a receber o Prémio Nobel da Física em 1903 (juntamente com Henri Becquerel) pelos estudos sobre radioactividade. Mas Marie não fora nomeada pelo Comité Nobel! Foi a saudável inconfidência do matemático sueco Mittag-Leffler, aliada à perspicácia do físico, igualmente sueco, Knut Ångström no que respeita às leis que regem a entrega do prémio, que facultou que não fosse avante uma tremenda injustiça. Pierre Curie também colaborou...



Figura 5 – Marie e Pierre Curie (1900) e Irène e Frédéric Joliot-Curie (1935) nos seus laboratórios em Paris

O recebimento do Nobel alterou a vida dos Curie. Se o pecúlio envolvido veio satisfazer necessidades básicas e um pouco mais, certo é que a paz de que usufruíam para alimentar a investigação perdeu-se. E duas filhas, Irène e Ève, absorviam atenção. Pierre lamenta-se: “Não pensas em mais nada senão nessa criança (Irène)”. A ligação afectiva do par estava completamente entrelaçada com a partilha intelectual e o trabalho de laboratório. “Vais ao laboratório?”, pergunta Pierre na manhã do dia 19 de Abril de 1906. “Não me atormentes”, responde Marie, após uma noite em branco com a pequena Ève, doente, nos seus braços. Foram as últimas palavras trocadas, escassas horas antes de Pierre Curie morrer. No seu diário, em traje negro, Marie Curie

escreve: “... e a última frase que te disse não foi uma frase de amor e carinho”.

Marie, viúva, continuou a sua obra de cientista. Recebeu um segundo Prémio Nobel, agora em Química em 1911, mas nunca foi admitida no reduto da Academia das Ciências de França. Tal como o não será a sua filha décadas mais tarde: “ao menos são coerentes...”, comentará Irène Joliot-Curie.

Irène e Frédéric Joliot casaram em 1926. Teria Frédéric verdadeiramente amado Irène [11]? A “Princesa Irène”, a filha dotada dos Curie, tinha uma carreira científica que se adivinhava apadrinhada e de sucesso. Diz-se que foi a jovem – talvez fria, talvez indiferente ou talvez não – quem escolheu o rapaz, o seu “Príncipe Consorte”. Pouco importa. Frédéric era genial e Irène uma profunda conhecedora do tema de trabalho. Durante vários anos trabalharam em conjunto e trabalharam muito bem. Dois filhos nasceram da união, uma rapariga e um rapaz que vieram a ser cientistas, e o fruto da investigação foi agraciado com o Nobel da Química em 1935. Depois de 1936, a dupla desfez-se no Instituto do Rádio; Irène permaneceu cientista, mas Frédéric enveredou por uma carreira mais ligada à política, militar e científica.

Tanto Marie como sua filha e genro vieram a morrer de doenças ligadas aos efeitos da radioactividade. A aura, porém, de que todos usufruíram permanece intacta. As colaborações conjugais dos Curie e dos Joliot-Curie foram altamente produtivas, com resultados científicos que, muito provavelmente, ultrapassaram o que seria de esperar do somatório simples das individualidades.

Mas nos casais de “terceiro degrau” muitos foram também os insucessos – a história tende a esquecê-los. Um exemplo pode encontrar-se na colaboração, tão intensa quanto fugaz, que existiu no par sueco Hans von Euler-Chelpin e Astrid Cleve von Euler.

Ambos químicos, ambos dedicados investigadores, ambos ambiciosos... Ele recebeu o Prémio Nobel da Química em 1929, por estudos sobre a fermentação. Ela foi a primeira mulher sueca a obter um doutoramento numa disciplina científica. Casaram em 1902. Dez anos depois o casamento terminou em divórcio. Entretanto, cinco filhos tinham nascido e uma intensa colaboração científica, com publicações



Figura 6 – Hans von Euler-Chelpin (1929) e Astrid Cleve von Euler

relevantes em nome dos dois autores [12], marcara os seus primeiros anos de vida em comum. A pesada estrutura familiar afectou decisivamente a vida privada e científica do casal. Ele sobreviveu, e bem, como cientista; ela não.

4. A CIÊNCIA PROFISSIONAL

Uma dedicação totalmente “livre” à Ciência nunca existiu, mas a subjugação a uma prática profissional é, a partir de meados do século XX, indispensável. Muito mudou. Ambos os elementos de um casal de cientistas, independentemente do género, desejarão partilhar uma feliz vida privada, mas provida de uma dinâmica científica de sucesso para ambas as partes. É frequente que a investigação de um tema se inicie em conjunto. O próprio avanço exponencial do conhecimento científico, contudo, veio permitir, se não mesmo obrigar, que cada membro do casal se especialize num dos aspectos do problema. É saudável. Deste modo, é evitada a competição e a contribuição por associação de resultados traz para a colaboração uma mais valia e celeridade na resolução do tema em estudo. A vida privada e os compromissos sociais ganham tempo; são mais facilmente partilhados. Trabalhar em instituições diferentes, por seu lado, pode ser muito vantajoso para o sucesso da carreira científica de ambos os cônjuges, mas nem sempre para o pleno êxito de um trabalho de cooperação.

É evidente que os filhos complicam a relação que se deseja de dupla seta. A decisão de “constituir família” é complexa na vida privada e, muito mais ainda, quando percursos científicos estão em jogo. Olhemos à nossa volta e tiremos as conclusões.

REFERÊNCIAS

- [1] *A Ferme Générale* era uma instituição francesa do *Ancien Régime*, criada em 1726, que, essencialmente, administrava e colectava impostos em nome do rei; dispunha de uma fortuna colossal e o seu quadro de sócios era muito bem remunerado.
- [2] Desenho de Marie-Anne Paulze Lavoisier.
- [3] Jane Marcet, instigada pelo marido, escrevera já um livro sobre Física dirigido à sua irmã mais nova; depois, mais dois *bestsellers* saíram das suas mãos, um dedicado à “Economia Política” e outro à “Filosofia Natural”.
- [4] No original: “... *I must be allowed to say how much I owe to the constant help of my wife, not quite the first, but much my most consistent collaborator, and over the longest period of years*”.
- [5] Na primeira gravidez Gertrude deu à luz um nado-morto, na segunda um rapaz portador de síndrome de Down e na terceira uma rapariga que veio a ser médica.
- [6] *Biochem. J.* **25** (1931) 1687-1705; **26** (1932) 1647-1664; **27** (1933) 206-212; **28** (1934) 1712- 1720.

- [7] Gertrude Maud faleceu em 1954. Dois anos depois, Robert Robinson, numa viagem aos Estados Unidos da América, veio a conhecer Stearn Sylvia Hillstrom e com ela casou em 1957.
- [8] Os nomes em causa representavam uma dupla homenagem, à região Masúria, região da actual Polónia e terra dos ancestrais de Noddack, e ao rio Reno e à *Rhineland* onde nascera Ida.
- [9] É possível, como alguns indícios apontam, que os Noddack, embora não filiados no partido Nazi, tivessem simpatia pela sua causa...
- [10] I. Noddack, *Z. Angew. Chem.* **47** (1934) 653-654.
- [11] Até ao fim da sua vida, Frédéric Joliot-Curie sempre afirmou que casou “por amor” e não por Irène ser filha da “Grande Senhora”.
- [12] Entre 1903 e 1907 publicaram em comum 18 artigos num total de 19.

SUGESTÕES DE CONSULTA

- M.S. Bell, *Lavoisier no Ano Um, O Nascimento de uma Nova Ciência numa Época de Revolução*, Gradiva, Lisboa, 2007.
- D. Brian, *The Curies – A Biography of the Most Controversial Family in Science*, Wiley, Nova Jérсия, 2005.
- A. Donovan, *Antoine Lavoisier: Science, Administration and Revolution*, Blackwell, Oxford, 1993.
- R. Gonçalves-Maia, *O Legado de Prometeu – Uma Viagem na História das Ciências*, Escolar Editora, Lisboa, 2006.
- R. Gonçalves-Maia, *O Legado de Nobel – Perfis da Ciência no Século XX (1900-1959)*, Escolar Editora, Lisboa, 2008.
- R. Gonçalves-Maia, *Marie Skłodowska Curie – Imagens de outra face*, Edições Colibri, Lisboa, 2011; Editora Livraria da Física, São Paulo, 2012.
- J. Marcet, *Conversations on Chemistry*, Dodo Press, Gloucester, 2008.
- M. Rayner-Canham e G. Rayner-Canham, *Chemistry Was Their Life – Pioneer British Women Chemists, 1880-1949*, Imperial College Press, Londres, 2009.
- R.L. Sime, *Lise Meitner: a Life in Physics*, University of California Press, Berkeley, 1996.
- M. Skłodowska-Curie, *Autobiographical notes & Pierre Curie*, Dom Wydawniczo-Promocyjny GAL, Varsóvia, 2010.
- *For Better or For Worse? Collaborative Couples in the Sciences* (Science Networks. Historical Studies, vol. 44), ed. A. Lykknes, D.L. Opitz e B.V. Tiggelen, Birkhäuser, Springer Basel, 2012.
- *Creative Couples in the Sciences*, ed. H.M. Pyciol, N-G. Slack e P.G. Abir-Am, Rutgers University Press, Nova Jérсия, 1996.

Faça-se sócio da SPQ, receba o Boletim QUÍMICA e tenha acesso:

Às últimas notícias do mundo da Química ■ A artigos de relevo sobre a Química ■ A entrevistas com membros ilustres da Química ■ A uma agenda dos mais importantes eventos sobre Química aqui e além fronteiras.

A QUÍMICA É QUEM MAIS ORDENA*

Jorge Calado

Centro de Química Estrutural, Instituto Superior Técnico, UTL
jcalado@ist.utl.pt

A Química quer saber de que é que são feitas as coisas, e o que acontece quando pomos as coisas em contacto umas com as outras (para fazer ainda outras). Ordenar é contar. Desde o início a Química contou com números pequenos. Os Gregos reduziram tudo a quatro elementos e a quatro propriedades, mais os amores e ódios entre eles. Como diziam os pitagóricos, "Avancem do um até ao quatro e surge o dez, a mãe primordial de todas as coisas". De facto, $1+2+3+4=10$, tantos quantos os dedos das duas mãos. A Química moderna começa com a redefinição do conceito de elemento e a sua associação ao átomo. No final do século XVIII e princípio do século XIX percebeu-se que os elementos se combinavam na proporção de números inteiros e pequenos. Por exemplo, a ferrugem (óxido férrico) são três partes de oxigénio e duas de ferro. Daí à teoria atómica (de Dalton) foi um passo. Entretanto percebia-se que a Química da vida (plantas e animais) estava ligada ao carbono (e ao hidrogénio, oxigénio, nitrogénio, etc). A Química Inorgânica era mais difícil de sistematizar. Até que surgiu uma espécie de calmuque russo, com grandes qualidades pedagógicas e a precisar de ganhar dinheiro. Era (e seria sempre) também um homem de amores fortes. Escreveu um livro – o melhor livro de Química de todos os tempos? – e houve luz, com a Tabela Periódica. Dalton e Mendeleev puseram a Química na ordem, e hoje é a Química quem mais ordena. Pelo meio, houve várias revoluções...

1. NO PRINCÍPIO ERA O QUATRO

A Química começou com um número: quatro! Como diziam os pitagóricos, "Avancem do um até ao quatro e surge o dez, a mãe primordial de todas as coisas". De facto, $1+2+3+4=10$, tantos quantos os dedos das duas mãos. Há os quatro elementos dos gregos, os quatro pontos cardeais, os quatro temperamentos (sanguíneo, fleumático, melancólico e colérico), os quatro humores (sangue, bílis amarela, bílis preta e fleuma), as quatro estações do ano, as quatro partes do dia (manhã, tarde, crepúsculo e noite), os quatro cantos do quadrado e do rectângulo, os quatro continentes (até à descoberta da Austrália no princípio do século XVII). E mais: os quatro rios do jardim do Paraíso (Pichon, Gihon, Tigre e Eufrates), os quatro Evangelhos, os quatro cavaleiros do Apocalipse, os quatro arcanjos do Islão (Gabriel, Miguel, Asrael, Rafael), os quatro reis celestes (Budismo), as quatro verdades nobres do Budismo (o sofrimento, a sua causa, o seu fim, e o caminho para o fim), as quatro bestas celestes da China (tartaruga, tigre branco, pássaro vermelho, dragão), os quatro naipes do baralho de cartas, as quatro operações da aritmética, os quatro estados da matéria (sólido, líquido, gás e plasma), as quatro fases da Lua, os quatro satélites jovianos descobertos por Galileu (Io, Ganimedes, Calisto e Europa), as quatro asas dos insectos, os quatro grupos sanguíneos (A, B, AB e O ou zero), as quatro valências do carbono, as quatro bases nitrogenadas do ADN, as quatro coordenadas do espaço-tempo, as quatro forças fundamentais (electromagnética, gravitação, forte e fraca), as quatro leis da termodinâmica,

os quatro números quânticos (principal, azimutal, magnético e spin), os quatro instrumentos dum quarteto de cordas, os quatro andamentos da sinfonia, os quatro versos de uma quadra popular, as quatro rodas dos carros, as palavras de quatro letras (em inglês, que em português têm cinco...). Para os jovens da minha geração, os quatro Beatles. Chega?

O cardinal cinco também é importante. Os cinco dedos da mão. Os cinco poliedros regulares. As cinco máquinas elementares dos Gregos (roda e eixo, alavanca, cunha, roldana e parafuso). Os quatro continentes que afinal eram cinco. Os quatro elementos mais o éter ou a quintessência. Os cinco livros do Torah (Génesis, Exodus, Leviticus, Números e Deuteronomia). As cinco orações diárias a Alá. As cinco forças (desdobrando a electromagnética). O pentágono da secção áurea e a quinta perfeita, símbolos duma qualidade estética na pintura, arquitectura e música.

A Química procura responder a uma curiosidade universal: de que é que são feitas as coisas? Os Gregos, que sabiam tudo, deram-nos a primeira teoria química (elementos) e o primeiro modelo físico (átomos). Como tal, a Química começou mesmo com os quatro elementos de Empédocles de Agrigento (século V a.C.) – o tal que julgava que era imortal e foi vítima do mais agressivo de todos os elementos, o fogo. Precipitou-se na cratera do vulcão do Monte Etna e nunca mais foi visto. Segundo Empédocles, os elementos andariam associados aos deuses – o ar a Zeus, a terra a Hera, o fogo a Hades (Inferno) e a água a Nestis (ou Perséfone) – e as respectivas interações seriam reguladas pelas forças do amor e do conflito (Vénus e Marte, ou seja, amor e ódio, atracção e repulsão). Um século depois de Empédocles, Aristóteles (século IV a.C.) introduziu um quinto elemento – o éter ou quintessência, que enche o espaço sideral, ficando assim completa a correspondência entre

* Conferência proferida no Auditório 2 da Fundação Calouste Gulbenkian, em Lisboa, a 19 de Outubro de 2011, no âmbito das comemorações do Ano Internacional da Química.

os elementos e os poliedros platônicos regulares: o fogo representado pelo tetraedro, a terra pelo cubo, o ar pelo octaedro, a água pelo icosaedro e o éter pelo dodecaedro. A propósito: a hipótese do ‘éter’ daria lugar, vinte e três séculos depois, à teoria da relatividade! O fogo, porém, continuava a ser ainda mais excêntrico e insubstancial do que o éter. A Química é filha do fogo (como será, mais tarde, filha da electricidade e das partículas- α , uma reminiscência do éter).

Mais do que substâncias, os elementos eram tomados como *qualidades* ou propriedades. A Natureza era composta de sólidos, líquidos e gases, isto é, de terras, de águas e de ares. A água líquida pertencia ao elemento água, mas a neve e o gelo eram do domínio da terra. Por outro lado, cada elemento era acompanhado (caracterizado) por duas de quatro características sensoriais: frio ou quente, seco ou húmido. Assim, por exemplo, o ar seria quente e húmido, enquanto a terra seria seca e fria – o que permite representar a tetrassomia ou doutrina dos quatro elementos por um quadrado duplo (Figura 1).

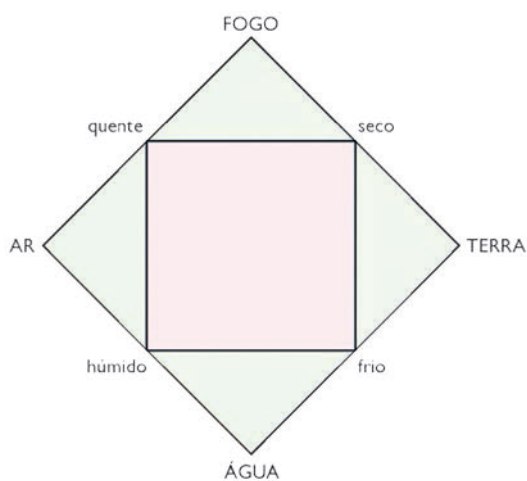


Figura 1 – Os Quatro Elementos

Antes de Empédocles, nos séculos VII e VI a.C., Tales de Mileto (água), Xenófanes de Cólofon (terra), Anaxímenes de Mileto, (ar) e Heraclito de Éfeso (fogo) tinham proposto a água, a terra, o ar e o fogo, respectivamente, como elementos primordiais a que todos os outros se reduziriam. Aristóteles recuperou esta ideia de uma matéria primordial, única e universal, que não seria necessariamente qualquer dos quatro elementos. Se tudo era feito daqueles quatro elementos, nas proporções certas, então seria possível transformar umas coisas nas outras, por exemplo, os metais vis, como o chumbo, em ouro. Parecia impossível; mas seria? Se era viável a uma lagarta metamorfosear-se em crisálida e depois em borboleta, porque não mudar o chumbo em ouro, com a ajuda do mercúrio, elemento alquímico por excelência? (A propósito, sabemos hoje que ouro e mercúrio são elementos adjacentes na Tabela Periódica.) O célebre poema de Ovídio (43 a.C.-ca. 17/18 d.C.), *Metamorfoses* (8 d.C.), é exemplar a este respeito: parte da criação do mundo e acaba com a glorificação de Júlio César, através de centenas de narrativas que envolvem a transmutação de deuses e homens em animais, árvores,

rios, rochas, etc. Afinal, tudo é feito de *mudança*, como reiterou Luís de Camões (1524-1580):

Todo o mundo é composto de mudança,
Tomando sempre novas qualidades.

Produzir ouro através da pedra filosofal: foi esta a demanda (que não terá sido inútil...) dos alquimistas, que durou até à segunda metade do século XVII. Robert Boyle (1627-1691) e Isaac Newton (1643-1727) foram dos últimos e mais ilustres alquimistas. Até que...

2. VÊM AÍ AS REVOLUÇÕES

[*Ouvem-se as passadas da marcha do povo que antecedem “Grândola, Vila Morena”, de José (Zeca) Afonso, a canção que despoletou a Revolução de 25 de Abril de 1974.*]

Grândola, vila morena

Terra da fraternidade

O povo é quem mais ordena

Dentro de ti, ó cidade.

A Química, despoletadora de revoluções, também é filha de revoluções. Chegou a altura de apresentar o Honorável Robert Boyle (1627-1691), filho do súbdito mais rico de Inglaterra e o verdadeiro pai da Química. Estudou no Colégio de Eton mas não frequentou a universidade. Ainda bem! Aos 12 anos (1639), o pai mandou-o fazer o *Grand Tour*, na companhia do irmão mais velho e de um tutor. A viagem pela Europa, o contacto com outras culturas e outras línguas, a exposição às grandes obras de arte (pintura, arquitectura) e novas técnicas e descobertas científicas (em França, Suíça e Itália) constituíam a melhor educação. Quando regressou (1644), a Inglaterra estava em plena Guerra Civil (1642-1651). Boyle tinha 17 anos, fizera voto de castidade e o pai perdera a maior parte da fortuna apoiando o rei, Charles I (executado em 1649). É nestas condições difíceis que ele inicia os trabalhos científicos que dariam origem aos vários ramos da Química. Toda a gente conhece a Lei de Boyle – o volume de um gás é inversamente proporcional à pressão: o produto pV é constante, a temperatura constante – que marca a matematização (quantificação) de uma classe de produtos, os ‘ares’, que dominavam então os estudos alquímicos.

Mas a revolução maior vai ao âmago do conceito de elemento. Boyle intuiu que o ar não era um elemento, mas sim composto de três partes: vapores de água e dos animais vivos, emanação do magnetismo terrestre associada à luz (seria o oxigénio), fluido compressível e dilatável, responsável pela mola (elasticidade) do ar (seria o nitrogénio). Repetiu, com uma aboboreira indiana, a experiência do salgueiro realizada por Joan Baptista van Helmont (1577-1644) no princípio do século XVII, e concluiu, com base nas práticas agrícolas ancestrais, que a água não era o único constituinte das plantas; afirmou que os chamados corpúsculos do ar também contribuía. Boyle foi o iniciador

de uma teoria proto-atômica da matéria: o tamanho, forma e angulosidade dos corpúsculos (*little bodies*) explicariam as propriedades das substâncias.

Boyle fez estudos sobre o peso e a extensão da atmosfera (que seria cada vez mais rarefeita, à medida que se subia em altitude), investigou as propriedades biológicas do ar e a sua importância na respiração (sem saber do oxigênio), estudou fenômenos como a porosidade e o transporte através de membranas, preocupou-se com a produção de baixas temperaturas (fundamento da criogenia), caracterizou os ácidos, álcalis e sais (descobriu um indicador de ácido-base), etc., e foi um dos primeiros a isolar o fósforo a partir da urina (1680). Milagre: obtivera uma substância extraída do corpo humano, produtora de luz, sem queimar. Seria a alma, a pedra filosofal? O que se sabe, é que Boyle esfregou as partes genitais com fósforo e verificou que causava uma inflamação desconfortável. Fica por esclarecer o que teria levado um homem casto a fazer tal experiência... Meus caros: esqueçam a Madame Curie (1867-1934) e o seu segundo Prémio Nobel (1911). O Ano Internacional da Química comemora os 350 anos da publicação de *O Químico Céptico* (1661), de Robert Boyle – Figura 2.

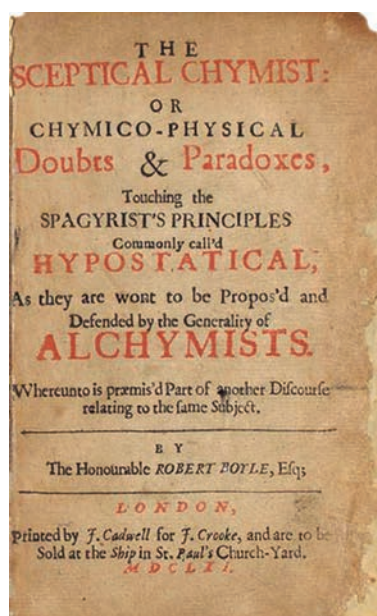


Figura 2 – ROBERT BOYLE, *O Químico Céptico*, 1661

3. A QUÍMICA DÁ-SE ARES

Os gases constituíram o fio condutor do desenvolvimento da Química (com a ajuda do fogo e, mais tarde, da electricidade). De facto, é preciso energia para saber de que é que as coisas são feitas. Tal como a curiosidade das crianças as leva a destruir os brinquedos, também os filósofos naturais (cientistas) tentavam destruir e decompor as substâncias para perceber como eram feitas. Sabia-se que era possível extrair ares das terras mais diversas, isto é, que aquecendo sólidos se libertavam gases ('ares factícios'); ou misturando terras com águas, isto é, metais com ácidos. Se o ar não era um elemento, a água também não era (e muito menos a terra, fonte dos materiais mais diversos). A água era, afinal, composta de oxigênio e hidrogênio na bonita proporção de

1 para 2, como demonstrou, em 1784, Henry Cavendish (1731-1810), o descobridor do hidrogênio (1766): 208 medidas de 'ar deflogisticado' (o nome que Joseph Priestley dera ao oxigênio, 1774) combinavam-se com 423 medidas de 'ar inflamável' (o nome que Cavendish dera ao hidrogênio) para formar água. A razão é 2,03. Notável, para a época, tanto mais que Cavendish era um praticante da chamada investigação de "cordel e lata", embora muito precisa. Era o químico modesto e tímido (embora fosse muito rico).

No final do século XVIII, a Química andava nos ares, em mais do que um sentido. Ar fixo (dióxido de carbono), ar flogisticado (nitrogênio), ar deflogisticado (oxigênio), ar inflamável (hidrogênio), ar ácido (cloreto de hidrogênio), ar alcalino (amoníaco), ar dos pântanos (metano), os vários óxidos de nitrogênio, etc. E havia químicos que "se davam ares", como Benjamin Franklin (1706-1790) – pai-fundador da América – dizia do seu amigo Joseph Priestley (1733-1804). E era no ar que estava a chave que permitiu o desenvolvimento espectacular da Química no final do século XVIII: o ar deflogisticado ou oxigênio. Quando Antoine Lavoisier (1743-1794) percebeu que o oxigênio, preparado por Priestley por decomposição do óxido mercúrico, HgO, existia naturalmente no ar, e qual o seu papel nas combustões, nomeadamente na respiração, a Química entrou na maioria. Não era necessário introduzir artifícios como a postulação dum flogisto negativo para explicar porque é que um metal calcinado aumentava de peso (em vez de o perder). A combustão é uma combinação com o oxigênio.

As revoluções também são alimentadas a oxigênio. Jean-Paul Marat (1743-1793) misturou tudo – fogo, luz e electricidade – e inventou um 'fluido ígneo' que acreditava ter isolado. Quando Lavoisier desmontou e desacreditou as *Investigações físicas sobre o fogo* (1779) de Marat, arranjou um inimigo figadal para a vida, que muito contribuiria para a sua condenação e morte. (Lavoisier foi guillotinado em 1794.) Do outro lado da Mancha, o pastor Priestley, apoiante da Revolução Francesa e da independência da América, veria a sua casa, laboratório e capela saqueadas e destruídas pela população a 14 de Julho de 1791, precisamente quando se comemoravam dois anos sobre a Revolução (Figura 3). Pouco tempo depois, Priestley emigrava para a América, onde morreu em 1804.



Figura 3 – JOHANN ECKSTEIN, *Multidão saqueando e incendiando a casa de Priestley em Birmingham*, 14 de Julho de 1791

A memória de tão nefasto acontecimento está em Portugal. Uma tetraneta de Priestley, a escritora e jornalista Susan Priestley Lowndes (1907-1993), casou em 1938 com o jornalista português Luiz Marques (1898-1976) e veio para Portugal. Com ela veio o quadro de Johann Eckstein (1736-1817) representando a destruição da casa de Priestley, um incidente que o pintor testemunhou presencialmente. Veio também mobiliário pertencente a Joseph Priestley e vários objectos pessoais, entre os quais o *tankard* de prata por onde bebia cerveja! Aproveito esta oportunidade para homenagear a memória de Paulo Lowndes Marques (1941-2011), filho de Susan e Luiz, recentemente desaparecido; foi ele quem, muito generosamente, me proporcionou estas recordações.

4. QUÍMICA PITAGÓRICA

À medida que se iam decompondo as substâncias (para perceber de que é que elas eram feitas), ou criando novas substâncias à custa de outras, já existentes, descobriu-se que havia relações quantitativas interessantes (universais) entre os vários componentes. Por exemplo, Joseph-Louis Proust (1754-1826) enunciou a sua lei das *proporções definidas* em 1799: “somos forçados a reconhecer que há, na Natureza, uma mão invisível que se serve dum balança para formar os compostos”. Em 1803, John Dalton (1766-1844), um modestíssimo professor primário que comia com talheres de osso (em vez de prata), generalizou-a de uma forma ainda mais bela na sua lei das *proporções múltiplas* que, uma vez mais, punha em evidência a importância dos números inteiros 1, 2, 3 (mais raramente 4 e 5). Se dois elementos puderem combinar-se entre si para formar mais do que um composto, as massas diferentes de um desses elementos que se combinam com uma massa fixa do outro estão entre si numa razão simples de números inteiros e pequenos. Já era conhecida a variedade de óxidos de nitrogénio (nitroso, nítrico, dióxido, etc), e Dalton investigou os compostos de carbono e hidrogénio, nomeadamente o metano, CH_4 , e o acetileno, C_2H_2 (Figura 4). Ficava por esclarecer o mistério de um sólido (carbono) mais um gás (hidrogénio) dar outro gás. A base de Dalton era Manchester, e por isso está homenageado no Grande Salão da Câmara Municipal, num grande painel pintado por Ford Maddox Brown (1821-1893) nos anos 1880, que mostra Dalton a colher metano (gás do fogo) em terrenos pantanosos nos subúrbios da cidade, na companhia de um grupo de alunos, mais ou menos interessados.

Joseph Gay-Lussac (1778-1850) – que favorecia o uso do volume, em vez da massa, na procura de relações quantitativas para os gases – estabeleceria (1805) que os volumes de gases reagentes se combinam também na proporção de números inteiros e pequenos. Recorde-se que ordenação é uma correspondência com a sucessão de números naturais: 1, 2, 3, ...

Hoje a noção de elemento está associada ao átomo, e foram, de facto, estas constatações aritméticas e pitagóricas que levaram Dalton a formular a sua teoria atómica (por volta de 1805): “os elementos químicos são feitos de parti-



Figura 4 – FRANCIS LEGATT CHANTREY, Monumento a John Dalton, Câmara Municipal de Manchester

culas de matéria minúsculas e indivisíveis, chamadas átomos, que mantêm a sua individualidade em todas as reacções químicas”. A hipótese era demasiado bonita para não excitar a imaginação dos químicos mais audaciosos (embora muitos outros continuassem a negar a existência de átomos durante mais de um século, até se entrar em pleno século XX; achavam que os átomos eram meros artifícios de cálculo, sem base física). O fotoquímico Henry Roscoe (1833-1915), discípulo de Robert Bunsen (1811-1899), afirmava em 1880 que os átomos eram “bocados redondos de madeira inventados pelo Sr. Dalton”. Já em 1900, nove anos antes de receber o Prémio Nobel de Química, Wilhelm Ostwald (1853-1932) escrevia que havia a *possibilidade* de as substâncias serem compostas de átomos, mas que não havia a *certeza*.

O conceito de átomo na Química permitiu a diversidade através da simplicidade. Tal como os números são feitos de números primos, as moléculas são feitas de átomos. Veja-se como as permutações de um número finito e pequeno de objectos geram uma multiplicidade enorme de situações! 3 gera 6, 5 gera 120, e 10 (o número de dedos das duas mãos) mais de 3 milhões (3 628 800). Seria preciso esperar 150 anos até encontrar outra situação semelhante com a sequenciação e emparelhamento das bases nitrogenadas, que está na base do código genético. Imaginem-se as possibilidades: as letras do genoma humano (correspondentes às quatro bases, G(uanina), C(itosina), A(denina) e T(imina)) numa sequenciação de três biliões! (As diferenças individuais estão apenas em uma em cada mil.)

Um dos químicos que duvidava da utilidade dos átomos, mas que muito admirava Dalton era Humphry Davy (1778-1829), professor de Química na *Royal Institution* de Londres. Convidou logo Dalton para dar um curso de vinte lições, no Inverno de 1804. Davy tinha apenas 25 anos (e Dalton mais 12), e tratou o colega com grande deferência. Ao contrário de Davy, Dalton não tinha grandes qualidades pedagógicas. Davy pediu-lhe para escrever as lições, obrigou-o a ensaios, ouviu-o, e depois deu ele próprio a

lição para exemplo de Dalton (que aproveitou as dicas de Davy). Assim se ensina e faz pedagogia!

Entre os mais entusiastas pela teoria atômica, estava o sueco Jöns Berzelius (1779-1848), um dos mais notáveis e importantes químicos de todos os tempos (pelo menos tão importante e omnisciente como Lavoisier). Berzelius, que se correspondia com Davy, pediu ansiosamente a este para lhe arranjar um exemplar do famoso livro de Dalton, *Um Novo Sistema de Filosofia Química* (1808). Quando, finalmente, o livro lhe chegou às mãos, ficou desapontado. Não só Dalton tratava a teoria atômica quase de passagem, como as ideias eram baseadas em análises muito pouco precisas da composição de compostos. Um ponto de discórdia assentava na simbologia (Guyton de Morveau, Lavoisier e outros químicos franceses já tinham tratado da nomenclatura em 1787). Dalton representara os átomos dos elementos por bolinhas de várias espécies: abertas, com centro, cheias, com um traço, com dois traços, etc.

Berzelius propôs letras e, no caso dos átomos compostos, índices correspondendo às proporções de combinação. A Química começava a entrar na ordem: adquiria uma gramática e tornava-se tão fácil de ler como qualquer língua estrangeira. Dalton não gostou: com letras e índices ou expoentes, parecia-lhe que a Química estava escrita em hebraico!

5. CABEÇAS NO AR

Pensar nos gases é pensar no ar, e pensar no ar é pensar no céu. É na Física e Química dos gases que a ciência intersecta a religião. Uma das consequências foi o avanço da meteorologia. Não será um acaso o facto de Dalton ter sido um quase exacto contemporâneo do farmacêutico Luke Howard (1772-1864) – este era apenas seis anos mais novo – o homem que classificou e baptizou os vários tipos de nuvens (*cumulus*, *cirrus*, *stratus*, etc.) no seu *Ensaio sobre a modificação das nuvens* (1803). Tal como o grande poeta William Wordsworth (1770-1850), Dalton era oriundo do Distrito dos Lagos – onde o tempo (meteorológico) domina as conversas. Não admira: a presença da água e das montanhas provoca uma grande variabilidade de condições atmosféricas – ventos, chuvas e neblinas. Há, de facto, razões específicas para pôr os ingleses a falar do tempo. Fica, pois, explicada a verdadeira obsessão de Dalton com as observações meteorológicas, ocupação de toda uma vida. O primeiro livro que publicou foram as *Observações e Ensaios Meteorológicos* (1793), e o último trabalho, *Da queda da chuva, etc., etc., em Manchester durante 50 anos* (1844). Entre eles ficaram registadas mais de 200 000 observações meteorológicas!

A questão fundamental que se punha em relação ao ar era saber se era um composto ou uma mistura. Por um lado, a proporção de uma parte de oxigénio para quatro partes de nitrogénio parecia indicar a formação de um composto, ON_4 ; por outro lado, a variação da composição com a altitude apontava para uma simples mistura. E no ar encontrava-se vapor de água, dióxido de carbono, etc. Dalton

percebeu que o ar era uma mistura de gases. Daqui até ao conceito de *pressão parcial* – a pressão que o componente gasoso numa mistura exerceria se ocupasse todo o volume da mistura – foi um passo. Aqui está uma maneira simples de exprimir a composição de uma mistura gasosa: a soma das pressões parciais de todos os componentes reproduz a pressão total da mistura gasosa.

Com a Revolução Industrial, o centro do saber científico e técnico mudara dos centros universitários para a província. Oxford desprezara as ciências. Iam longe, praticamente esquecidos, os tempos de Boyle! Em Cambridge, o cientista mais activo seria o irascível professor lucasiano de matemática Charles Babbage (1791-1871), inventor da chamada *máquina das diferenças* – o primeiro computador. Denunciara o estado das coisas nas *Reflexões sobre o Declínio da Ciência em Inglaterra e sobre Algumas das Suas Causas* (1830) e escandalizava-se com o facto de “um génio, como o Sr. Dalton, se ter de dedicar à escravidão da instrução primária” para ganhar a vida. Londres enredara-se na política e o parlamento ignorava a ciência.

Dalton conseguira um lugar de professor no *New College* – uma academia dissidente com uma excelente biblioteca – e mudara-se para Manchester em 1793, aos 27 anos. Aí viveu mais de 50 anos. O seu refúgio era a Sociedade Literária e Filosófica, mais conhecida como *Lit & Phil*, fundada em 1781. Na segunda metade do século XVIII, Manchester tornara-se numa das grandes metrópoles industriais da Inglaterra, isto é, do mundo. Na base da sua riqueza económica estavam a cerveja e os têxteis. Em 50 anos, a população mais do que quadruplicara. Manchester foi uma das primeiras cidades (1803) a usar a iluminação a gás. (Londres só o faria em 1807.) Na ciência e na técnica, Manchester era um farol (como fora Edimburgo umas décadas antes). Porém, não há bela sem senão, e o senão, aqui, era a poluição, visível nas centenas de chaminés. Quando o químico Justus Liebig (1803-1873) visitou a cidade em 1837, comparou-a a um inferno! (Professor na Universidade de Giessen, Liebig estabeleceria aí uma das primeiras e mais importantes escolas de Química, principalmente no domínio da Química Orgânica.)

6. ESQUERDA E DIREITA

O filósofo e empresário alemão Friedrich Engels (1820-1895) visitou Manchester várias vezes (o pai fundara lá uma fábrica de têxteis) e aproveitou para estudar a condição da classe operária em Inglaterra. O país fora pioneiro nos recenseamentos, inquéritos e estatísticas – aquilo a que hoje chamamos bases de dados – o que lhe facilitou a investigação sociológica. O resultado foi o revolucionário *A Condição da Classe Trabalhadora em Inglaterra* (1845). Três anos depois, Engels assinava, com Karl Marx (1818-1883), o *Manifesto do Partido Comunista*. Engels analisou a vida em grandes cidades como Manchester e Londres, onde “o homem pode deambular horas a fio, sem alcançar o princípio do fim, sem encontrar o mais pequeno indício que o leve a pensar que há campo aberto ao seu alcance”.

É esta a visão que Gustave Doré (1832-1883) nos deixou nas ilustrações que fez para *Londres – Uma Peregrinação* (1872), uma perceptiva publicação do jornalista inglês Blanchard Jerrold (1826-1884). Na labuta diária, de casa para o trabalho e do trabalho para casa, as pessoas passavam umas pelas outras como se não tivessem nada em comum. Nas palavras de Engels, “A dissolução da humanidade em mônadas, nas quais cada uma vive segundo um princípio à parte, este mundo de *átomos*, foi aqui levado ao seu limite máximo”. (O itálico é meu.) Para Engels, as pessoas não eram *átomos*, tal como hoje dizemos que as pessoas não são *números*. Mais de um século depois, Margaret Thatcher (1925-2013), primeira-ministra britânica, proclamaria que o que não existe é a sociedade: “there is no such thing as society. There are individual men and women, and there are families”. (A sociedade não existe. Há indivíduos, homens e mulheres, e há famílias.) São as diferenças entre a esquerda e a direita (políticas).

O curioso é que também existe, na Química, uma esquerda e uma direita, como mostrou Louis Pasteur (1822-1895), em 1847. Conheciam-se (1820) duas formas de ácido tartárico (e de tartaratos), quimicamente idênticas – uma opticamente activa (dextrógira) e a outra inactiva (a que Gay-Lussac deu o nome de ácido racémico). (Em Química, o qualificativo de ‘opticamente activo’ significa que a substância tem a propriedade de fazer rodar o plano de polarização da luz.) O jovem Pasteur examinou os cristais de ácido racémico ao microscópio e verificou que havia cristais esquerdos e direitos (quanto à orientação relativa das faces); separou-os com uma pinça, e mostrou que a solução aquosa dos cristais de um tipo era dextrógira (fazia rodar o plano de polarização da luz para a direita), e que a solução dos cristais do outro tipo era levógira (fazia rodar o plano de polarização da luz para a esquerda). Percebia-se então porque uma mistura, em partes iguais, dos dois tipos de cristais (ácido racémico) era opticamente inactiva.

Pasteur teve muita sorte. De facto, são raríssimos os casos em que uma mistura de moléculas esquerdas e direitas se separa espontaneamente em cristais que contêm apenas moléculas esquerdas e outros que contêm apenas moléculas direitas. Os casos conhecidos contam-se quase pelos dedos de uma mão... Por outro lado, no caso dos tartaratos, tal separação ocorre apenas num intervalo estreito de temperatura. Se Pasteur tivesse realizado a experiência no Verão, com temperaturas no laboratório de trinta e tal graus centígrados, não teria conseguido resolver o problema! O responsável por tais diferenças – esquerda e direita – é uma das maravilhas da química, tão bela como as nossas duas mãos (ou a Vénus de Milo): o átomo de carbono *assimétrico*. E mais não digo...

7. AS FAMÍLIAS

Compreender é relacionar e ordenar. As coisas começaram a tornar-se interessantes quando Davy percebeu que havia semelhanças entre elementos diferentes: o potássio e o sódio (que ele isolara e descobrira); o iodo com o cloro (e, mais tarde, o bromo). Halogéneo – que vem do Grego

para sal ou mar – foi também um nome dado ao cloro. E verifica-se aqui uma coisa de espantar: uma família de elementos – a única, aliás – com elementos nos três estados da matéria, em condições normais: cloro (gasoso), bromo (líquido), iodo (sólido). Para os Gregos seria o mesmo que dizer que o ar, a água e a terra pertenciam todos à mesma família!

Multiplicaram-se as famílias: metais alcalinos (lítio, sódio e potássio), metais alcalino-terrosos (magnésio, cálcio, estrôncio e bário), halogéneos, do oxigénio (com o enxofre e o selénio), do nitrogénio (com o fósforo, o arsénio, o antimónio e o bismuto). Esta última família, aliás, também é bastante curiosa: começa com um gás (N), continua com um não-metal (P), dois metalóides (As, Sb) e termina num metal (Bi). Seguiram-se as regularidades maravilhosas e harmónicas. Johann Döbereiner (1780-1849), professor da Universidade de Jena e amigo de Goethe (1749-1832), verificou (1829) que a massa atómica do potássio era a média aritmética das massas atómicas do lítio e do sódio e que o mesmo acontecia com a massa atómica do estrôncio em relação ao cálcio e ao bário, ou com o bromo em relação ao cloro e ao iodo. São as tríades de Döbereiner. Depois surgiu a musicalidade da Lei das Oitavas, descoberta pelo inglês John Newlands (1837-1898), em 1863: arrumando (ordenando) os elementos por ordem de massa atómica, constata-se que oito elementos separam o lítio (3) do sódio (11) e este do potássio (19), ou o néon do árgon, ou o oxigénio do enxofre, ou o nitrogénio do fósforo, etc. Dó, ré, mi, fá sol, lá, si, dó. Em vez da música-física das esferas de Johannes Kepler (1571-1630), haveria a música-química dos elementos.

Entretanto (1862) o geólogo francês Alexandre-Emile de Chancourtois (1820-1886), habituado a planear mapas, inscreveu vinte e quatro elementos ao longo de uma hélice cilíndrica (com uma circunferência de base de dezasseis unidades, a massa atómica do oxigénio) e constatou o alinhamento vertical de elementos da mesma família (Figura 5). Conclusão: “as propriedades dos elementos são as propriedades dos números”. Eis a primeira tabela periódica, chamada *parafuso telúrico* (porque o telúrio, elemento da família do oxigénio, aparecia a meio da tabela).

O artigo foi publicado nos *Comptes Rendus* (da Academia das Ciências de Paris), mas sem a tabela, e ninguém percebeu. Alemanha, Inglaterra, França; um, dois, três, quatro, etc. químicos intuindo o mesmo. Quando estas coisas acontecem – neste caso, a constatação de regularidades na distribuição dos elementos – é sinal de que algo importante anda no ar. (Passou-se o mesmo com a descoberta do oxigénio, um pouco por todo o lado: Suécia, Inglaterra, França.) Mesmo assim, a evidência daquelas regularidades (periodicidade) foi recebida com indiferença, troça e, até, hostilidade. Para muitos, a massa (ou o volume) atômicos eram apenas uma etiqueta, tão significativa como o nome do elemento. Encontrar tendências ordenando os elementos por massa atómica era, apenas, uma curiosa – mas irrelevante coincidência. Até que...

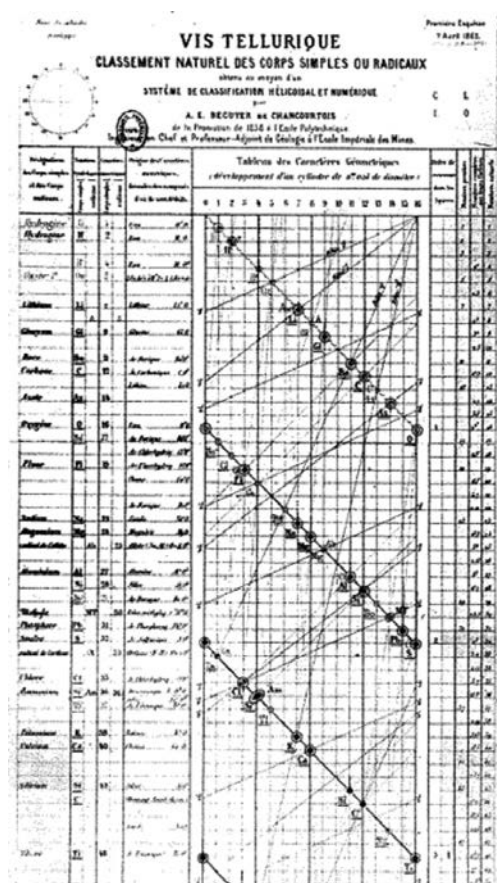


Figura 5 – O parafuso telúrico de Chancourtois

8. A SAGA DE MENDELEEV

Chegou a vez de Dmitri Mendeleev (1834-1907), o grande herói da Química russa, proponente da moderna Tabela Periódica dos elementos. A primeira coisa a assinalar é que esta Tabela resultou de um esforço pedagógico e da necessidade de escrever um livro de texto bom, para ganhar dinheiro. Mendeleev aproveitou a oportunidade para arrumar a Química, tal como o Czar Aleksandr II estava a arrumar a Rússia com as suas Grandes Reformas (económicas, sociais e políticas) nos anos 1860 e 1870. Emancipação dos servos, estatuto universitário, conselhos rurais, reforma do sistema judicial e da censura, autonomia autárquica – aquilo a que chamamos hoje reformas estruturais – houve de tudo, e foi assim que a Rússia começou a acertar os passos com a Europa Ocidental. É preciso acrescentar que Mendeleev tinha tudo contra si, mas triunfou. Lembro-me muito dele nos tempos que correm.

Mendeleev tivera um começo de vida difícil: nascera na Sibéria – o cu de Judas – no seio de uma família modesta; o pai cegara quando Dmitri tinha meses; ficou órfão de pai aos 13 anos; a mãe teve de se empregar para sustentar os catorze filhos (ou seriam dezasseis?), mas perdeu o emprego quando a fábrica onde trabalhava ardeu; apercebendo-se do talento do filho mais novo, Dmitri, quis à viva força matriculá-lo na universidade. A mais próxima era em Moscovo, a mais de 2000 km de distância, sem estradas nem caminho-de-ferro. Foram para Moscovo à boleia, de carroça ou carruagem e a pé. Meses de viagem. Quando chega-

ram, foi-lhes dito que não havia quota para estudantes da Sibéria. Mais 650 km de trajeto até São Petersburgo. Aí sim, conseguiu matricular Dmitri – então com dezasseis anos – no Instituto Pedagógico. Poucos meses depois, Maria Dmitrievna Mendeleeva morria tuberculosa. Na hora da morte, aconselhou o filho: “Evita as ilusões, insiste não nas palavras mas no trabalho. Procura pacientemente a verdade científica e divina.”

Dmitri nunca mais a esqueceu – exemplo vivo de um inabalável amor filial. Em 1887, 37 anos após a morte da mãe, dedicou-lhe um dos seus trabalhos mais importantes: “Investigações das soluções aquosas segundo o seu peso específico” (1887), onde abordava o problema das ligações químicas em solução. As palavras escolhidas são significativas: “Este trabalho é dedicado à memória de uma Mãe pelo seu filho mais novo. [Uma Mãe que] ensinou pelo exemplo, corrigiu com amor, e que, com o desejo de o entregar à ciência, abandonou com ele a Sibéria, gastando assim as suas últimas forças e recursos”.

No Instituto Pedagógico de São Petersburgo, Mendeleev revelou-se o melhor aluno da turma, com direito a uma Medalha de Ouro. Mas as dificuldades não tinham acabado: após a conclusão do curso, foi-lhe diagnosticada uma tuberculose, com expectativa de vida de apenas alguns meses. Não desistiu. Procurou alívio no clima ameno da Crimeia, e arranjou um lugar de professor de liceu em Odessa. O problema era a Guerra da Crimeia, literalmente ao pé da porta. Não perdeu tempo, e aproveitou para escrever a tese de mestrado. A boa nova é que, afinal, não estava tuberculoso: o primeiro diagnóstico revelara-se errado! Voltou para São Petersburgo para defender a tese, e em 1859 obteve uma bolsa do governo para especialização no estrangeiro.

Para um russo, o destino óbvio era Heidelberg, onde havia já uma distinta colónia de intelectuais russos; dez por cento dos estudantes universitários provinham da Rússia. Pelo caminho visitou, em Paris, os grandes químicos franceses, e conheceu Liebig em Munique. Em Heidelberg, pontificavam, na Química e na Física, Robert Bunsen (1811-1899), Gustav Kirchhoff (1824-1887) e Emil Erlenmeyer (1825-1909). O amigo Aleksandr Borodine (1833-1887), que se distinguiria igualmente como compositor, escolheu Erlenmeyer; Mendeleev optou pelos laboratórios de Bunsen e Kirchhoff (que achou deficientes e onde pouco aprendeu). Como dois amigos, Mendeleev e Borodine viajaram juntos pela Europa (Itália) e participaram na famosa (e primeira!) Conferência Internacional de Química, em Karlsruhe (1860). Em 1861, Mendeleev estava de regresso à Rússia: o objectivo, agora, era o doutoramento. Para ganhar algum dinheiro, escreveu e publicou *Química Orgânica* (1861), um livro de texto muito elogiado por Nikolai Zinine (1812-1880) – o melhor químico russo da época – e que seria premiado pela Academia de Ciências.

Sob pressão duma das irmãs, em 1863 Dmitri sucumbiu a um casamento arranjado (e infeliz), que produziu dois filhos. Continuava a preparar a tese de doutoramento e a dar aulas em várias instituições (escola militar, instituto técni-

co). Uma vez doutorado (1865), foi nomeado professor adjunto da Universidade de S. Petersburgo, mas sem direito a salário. Tinha pouco mais de 30 anos, era pai de família e vivia com sérias dificuldades financeiras (Figura 6).



Figura 6 – IVAN KRAMSKOY, Dmitri Mendeleev, 1878

9. A TABELA PERIÓDICA

A solução estava em mais trabalho. Mendeleev precisava de escrever outro livro, desta vez dedicado à Química Inorgânica. Mas enquanto a Química Orgânica lidava com poucos elementos e era relativamente fácil de organizar, a Química Mineral ou Inorgânica lidava com uma variedade estarrecedora de elementos. Como fazer sentido de tudo isto? Mendeleev planeou os seus **Princípios de Química** em dois volumes: o primeiro, dedicado aos elementos monovalentes (metais alcalinos e halogéneos) e aos elementos básicos da Química Orgânica (carbono, hidrogénio, oxigénio e nitrogénio), apareceu em 1868; o segundo, que tratava dos restantes elementos (então conhecidos), foi publicado em 1870. É, na opinião de muitos – entre eles Oliver Sachs (n. 1933), o médico e professor de neurologia da Universidade de Columbia – o melhor livro de Química jamais publicado.

A história é conhecida. Mendeleev era um grande pedagogo, com uma enorme cultura e múltiplos interesses, que encantava os estudantes. Nos **Princípios de Química**, quis tornar a Química atraente e lógica. Como ordenar e relacionar os cinquenta e tal elementos do 2.º volume? Por outras palavras, como meter a Química na ordem (para que ela, por sua vez, nos impusesse as suas ordens)? Mendeleev procedeu de modo sistemático, coligindo as propriedades dos elementos, nomeadamente a respectiva massa atómica. Como gostava de jogar às paciências, utilizou um baralho de cartas, uma para cada elemento e experimentou vários tipos de ordenações. Em Março de 1869 fez-se luz: sentiu e descobriu, sem margem para dúvidas, que as propriedades

dos elementos eram “funções periódicas das suas massas atómicas”.

É verdade: Chancourtois e outros tinham chegado aqui primeiro, mas sem perceberem muito bem o alcance da descoberta. Mendeleev, porém, acreditava na força das suas convicções. Se a ordem (de semelhanças) parecia alterada, é porque a massa atómica estava errada (mal determinada). Daí os pontos de interrogação (?) na sua primeira tabela. Era o caso do berílio (a que se atribuíra massa 14), e que, portanto, aparecia colado ao nitrogénio, o que era um disparate; Mendeleev atribuiu-lhe massa 9 (o que estava certo) e inscreveu-o no grupo do magnésio (alcalino-terrosos), o que fazia quimicamente sentido.

Inverteu ainda as posições do iodo (com massa atómica 126.9) e do telúrio (127.6), mais as do cobalto (58.9) e do níquel (58.7) – o que, dada a proximidade dos valores, seria aceitável – mas duplicou (!) a massa atómica do urânio, causando um verdadeiro escândalo! Até aí, julgava-se que o elemento mais pesado era o bismuto. Não era, de facto, e Mendeleev tinha razão – dos conhecidos, o elemento de maior massa atómica era o urânio. Por algum motivo, os elementos seguintes seriam chamados transurânicos. Foi preciso esperar uns sessenta ou setenta anos até se descobrirem (fabricarem) o neptúnio e o plutónio – este último, sim, o mais pesado dos elementos primordiais.

Mendeleev não se ficou por aqui, e foi mais longe, num rasgo de génio, ao prever a existência de elementos ainda por descobrir. Como e porquê? Porque nas suas famílias de elementos havia buracos ou lacunas. Como não acreditava em saltos na Natureza (o horror ao vácuo?), postulou a existência de novos elementos, baptizou-os e previu-lhes as propriedades (massa atómica, densidade, ponto de fusão, etc.). Por exemplo, a seguir ao alumínio (mesma família) e perto do zinco, haveria um elemento a que deu o nome de *eka*-alumínio (do sânscrito *eka*, para um) – que viria a ser o gálio, descoberto em 1875. Idem para o *eka*-silício, que seria o germânio (identificado em 1886), e para o *eka*-manganês ou tecnécio – um metal radioactivo fabricado em 1937 pelo italiano Emilio Segrè (1905-1989). Mas também se enganou: num trabalho escrito em 1902 e publicado em 1904, **Uma Concepção Química do Éter**, considerou dois elementos mais leves que o hidrogénio, componentes de uma atmosfera interestelar (éter). O mais leve teria uma massa atómica da ordem da centésima milionésima parte da do hidrogénio.

É injusto conhecer Mendeleev apenas através da Tabela Periódica. As suas contribuições para a Química (e para as políticas científicas do Estado) são tão ou mais importantes do que as de Lavoisier. Isomorfismo, capilaridade, ponto crítico, Química das soluções, meteorologia, gaseificação do carvão – eis alguns dos temas e assuntos investigados por Mendeleev. Paladino da agricultura racional, foi também fundador da indústria do petróleo russa, e interessou-se pela indústria do ferro nos Urais. Foi co-fundador da Sociedade Russa de Física e Química (1868) e membro do Gabinete Russo de Pesos e Medidas (responsável pela introdução do sistema métrico, embora a título facultativo).

Em 1882, Dmitri Mendeleev casou-se pela segunda vez (embora já vivesse em união de facto e tivesse uma filha, Liubov). Tecnicamente era um bigamo, pois não esperara os seis anos legais após o divórcio da primeira mulher. Mas continuava indispensável ao Czar como conselheiro científico. Infelizmente, o Czar reformista, Aleksandr II (1818-1881), foi assassinado em 1881, e o novo Czar Aleksandr III (1845-1894) revelou-se muito menos liberal. Mesmo assim, quando lhe fizeram notar a situação ilegal de Mendeleev, terá retorquido: “Pois é, ele pode ter duas mulheres, mas eu só tenho um Mendeleev”. Não tardou muito até que o governo começasse a assumir posições reacionárias e repressivas, tentando travar os ventos do progresso (e até revogando as anteriores reformas liberais). Durante a grave crise estudantil de 1890, Mendeleev participou nas reuniões dos estudantes e defendeu-os resolutamente perante o governo. Ao saber que o ministro se recusara a receber a carta de protesto, demitiu-se da cátedra universitária (embora continuasse as suas pesquisas científicas).

No final do século XIX, Mendeleev atingia o auge da fama, muito considerado em todos os meios científicos e artísticos. Por justiça, devia ter recebido o primeiro Prémio Nobel da Química em 1901 (atribuído a van't Hoff). Não aconteceu, nem aconteceria nos cinco anos seguintes (morreu em 1907). Na literatura, Lev Tolstoi (1828-1910) teria o mesmo destino. O que poucos valorizam é o facto de Mendeleev se ter distinguido, também, como crítico de arte e ter sido eleito (1894) para a Academia Russa das Artes. Viajava para receber honrarias e doutoramentos *honoris causa*. Em Londres (1884), William Perkin (1838-1907), o descobridor do corante cor-de-malva (que revolucionou

a tinturaria e a indústria química) viu-o como uma criatura extravagante, um verdadeiro calmuque (uma comunidade de budistas da Mongólia que emigraram para a Rússia no século XVII, estabelecendo-se no Baixo Volga). Outra semelhança com Lavoisier: o Salão ou tertúlia dos Mendeleev era frequentado pelos grandes intelectuais e artistas russos: compositores como Borodine ou Modest Mussorgsky (1839-1881), artistas como Ilya Repin (1844-1930), considerado o maior pintor russo (e que, aliás, lhe pintou o retrato, envergando as vestes doutorais da Universidade de Edimburgo). A filha, Liubov Mendeleeva, distinguiu-se como actriz e promotora do bailado russo, e pelas várias paixões que despertou e cultivou: casou com o poeta Aleksandr Blok (1880-1921) e teve um caso tórrido com o escritor Andrei Bely (1880-1934) – os dois maiores expoentes do simbolismo russo. O apelido Mendeleev/Mendeleeva é sinónimo de amor: filial, paternal, conjugal, erótico e profano.

Mas a glória da Química é a Tabela Periódica, que toda a gente devia saber de cor (Figura 7). É o mais belo e admirável Palácio de Memória que conheço. Cada elemento tem o seu número de ordem, Z (o número de electrões, que é também o número de protões do núcleo), e vai do hidrogénio, o elemento do espaço sideral, até ao ununóctio de $Z=118$, nascido e confirmado em 2002, mas ainda não baptizado. Tudo o que existe é feito de átomos, moléculas, substâncias químicas. Esta casa (Auditório 2 da Fundação Calouste Gulbenkian), eu e todos vós – o público; este livro, os seus autores e os respectivos leitores. Aqui, na Tabela, estão os números. Aí, a ler, a ouvir e a pensar (sonhar), estão as pessoas, a sociedade. A Química, essa, está em toda a parte.

Porto Editora

Tabela Periódica dos Elementos

Legenda:

- Configuração electrónica
- Simbolo químico
- Estados de oxidação
- Electroactividade (Pauling)

Massa atómica (A): Massa atómica relativa ao átomo de carbono-12 e recomendada pela IUPAC em 2007. Para elementos sem rúctidos estáveis, os valores apresentados em itálica indicam a massa do isótopo mais estável desse elemento.

Elementos representativos: Elementos de transição: Elementos de transição interna: Gases nobres

Estados físicos nas condições normais de pressão e temperatura: Preto – sólido; Azul – líquido; Vermelho – gasoso; Cinza – preparado por síntese.

Um elemento em negrito representa os estados mais comuns.

Fontes:

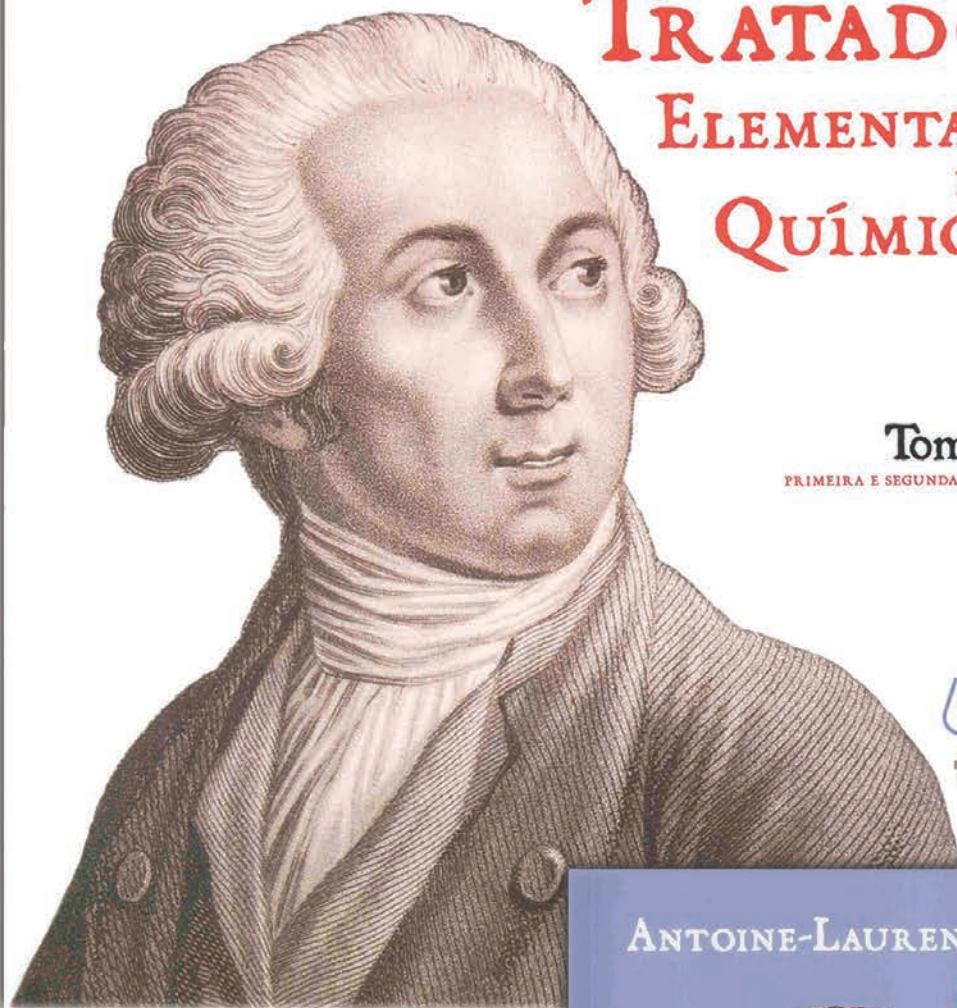
- IUPAC, International Union of Pure and Applied Chemistry.
- MIT (Massachusetts Institute of Technology).
- University of Sheffield.
- Peter Atkins.
- Raymond Chang.

Os elementos com números atómicos superiores ao 112 necessitam de ser sintetizados pela IUPAC.

Figura 7 – Tabela Periódica [Porto Editora]

ANTOINE-LAURENT LAVOISIER

TRATADO
ELEMENTAR
DE
QUÍMICA



Tomo I

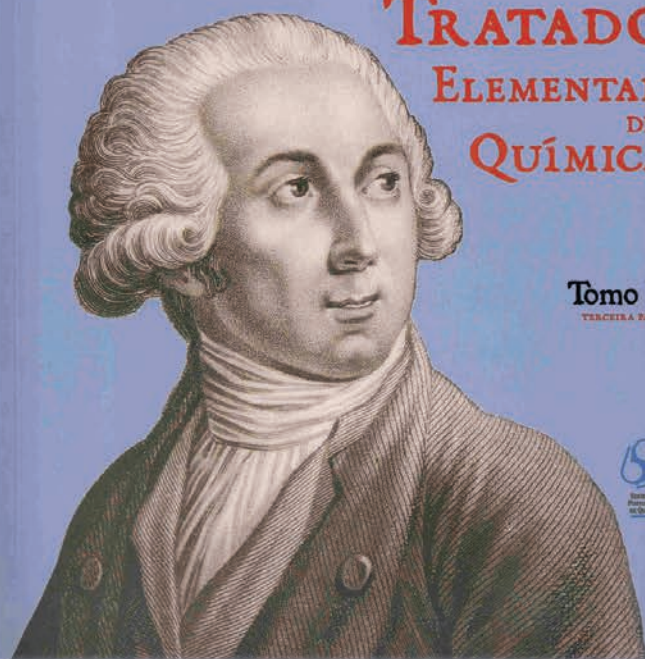
PRIMEIRA E SEGUNDA PARTES



SOCIEDADE
PORTUGUESA
DE QUÍMICA

ANTOINE-LAURENT LAVOISIER

TRATADO
ELEMENTAR
DE
QUÍMICA



Tomo II

TERCEIRA PARTE



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

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

TOMO I e II

P.V.P.: 32 euros

Sócios da SPQ: 20 euros

ENCOMENDAS À SPQ

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

Telefone: 21 793 46 37

email: sede@spq.pt

HISTÓRIA BREVE DOS PIGMENTOS: 5 – DA PINTURA DO RENASCIMENTO

João M. Peixoto Cabral*

Instituto Superior Técnico
peixotocabral@sapo.pt

Apresentam-se os pigmentos usados na pintura europeia dos séculos XV e XVI e referem-se as suas propriedades, focando a atenção sobretudo naqueles que foram descobertos durante esse período assim como nos que, sendo já conhecidos, começaram a ser produzidos recorrendo a novas matérias-primas. Devido a limitações de espaço, o artigo foi dividido em duas partes. Na primeira, que agora se publica, expõem-se os pigmentos vermelhos. Na segunda, que será publicado no próximo número do QUÍMICA, descrevem-se os pigmentos de outras cores.

1. INTRODUÇÃO

Convém lembrar que o movimento cultural de renovação artística desenvolvido a partir de Florença durante as primeiras décadas do século XV no sentido da recuperação dos ideais da Antiguidade Clássica, a que Georgio Vasari [1] chamou *Rinascita*, despontou em princípios do século XIV graças à intervenção de poetas como Dante Alighieri e Francesco Petrarca, precursores do Humanismo, e de pintores como Giotto di Bondone, criador do estilo naturalista e excepcional inovador, seja quanto à maneira de representar as figuras e compor as cenas seja quanto à técnica.

Giotto, em vez de adoptar o estilo medieval, segundo o qual as personagens eram reproduzidas de modo esquemático geralmente de frente e distribuídas de acordo com a sua importância relativa, optou por criar obras mais realistas, com as figuras distribuídas naturalmente mesmo quando se tratava da figura de Cristo, como se pode ver, por exemplo, no fresco *A Traição de Cristo* (Figura 1) – um dos lindíssimos murais da Capela dos Scrovegni (ou da Arena) em Pádua - onde Ele é representado meio oculto pela capa amarela de Judas ao lado doutras personagens, uma das quais se encontra de costas, contrariando também o que era hábito fazer-se. No que diz respeito à técnica, a sua principal inovação consistiu na retoma e aperfeiçoamento da prática de modelação das formas mediante contrastes tonais entre luz e sombra, conhecida vulgarmente pelo nome de *chiaroscuro*, a qual teria sido iniciada no século V a. C. pelo pintor ateniense Apollodoros e várias vezes perdida e recuperada ao longo do tempo. É de assinalar, contudo, que durante o período do Renascimento se verificaram na pintura outras inovações técnicas, as mais importantes das quais foram a perspectiva linear e o desenvolvimento da pintura a óleo.

A perspectiva linear – construção geométrica que cria a ilusão de profundidade numa superfície bidimensional – foi descoberta pelo arquitecto florentino Filippo Brunelleschi,



Figura 1 – GIOTTO, *A Traição de Cristo*. Fresco. 1,82 x 1,82 m. Capela da Arena, Pádua

projectista e construtor da famosa cúpula da catedral de Florença. Segundo Antonio Manetti [2], seu biógrafo, Brunelleschi teria pintado por volta de 1415 dois quadros com perspectivas traçadas recorrendo à sua nova técnica: um, representando o *battistero di San Giovanni*, visto da porta ocidental da catedral, e um outro, representando a *Piazza della Signoria* vista do horto do *orsanmichele* (mosteiro de São Miguel, hoje desaparecido), que infelizmente se perderam. Não se conhece nenhum documento deixado por Brunelleschi sobre os processos desta sua inovação. Todavia, decerto os terá revelado a Masaccio e a Donatello, autores das primeiras obras conhecidas onde foram aplicados, designadamente o fresco *A Santíssima Trindade* (Figura 2) numa parede da basílica de *Santa Maria Novella*, em Florença, e o baixo-relevo *O Banquete de Herodes* (Figura 3) na pia baptismal do *battistero* de Siena. Os princípios matemáticos em que se baseiam só foram porém divulgados em 1434 por Leon Battista Alberti – grande humanista e igualmente arquitecto – no seu tratado *De Pictura* [3], escrito em latim em 1435, dedicado ao Príncipe de Mântua, e no ano seguinte numa edição mais curta em italiano (*Della Pittura*), dedicado ao seu amigo Brunelleschi. Em 1540, a versão latina foi impressa em Basileia, sendo esta a que teve maior difusão.

* Professor Catedrático Convidado Jubilado

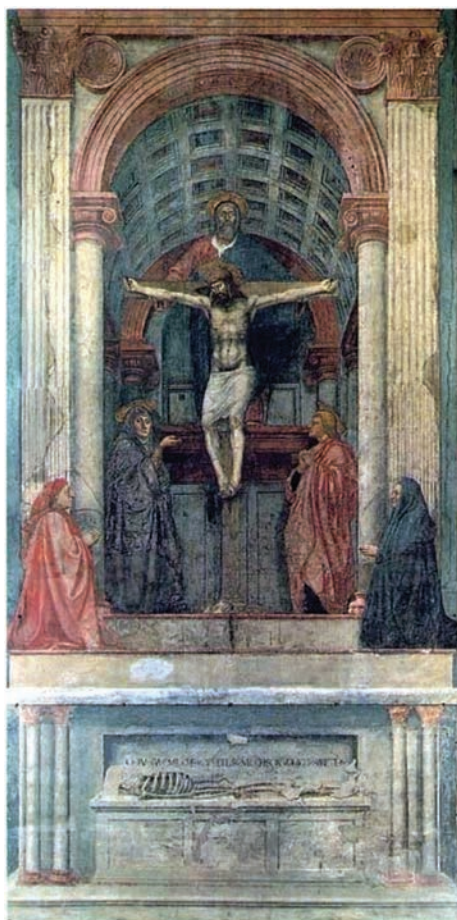


Figura 2 – MASACCIO, *Santíssima Trindade com a Virgem, S. João e dois Doadores*. Fresco destacado da parede. 6,67 x 3,17 m. Santa Maria Novella, Florença



Figura 3 – DONATELLO, *Banquete de Herodes*. Pânção em bronze dourado. 60 x 60 cm. Baptistério, Pia Baptismal, Siena

A descoberta da pintura a óleo começou por ser atribuída ao pintor flamengo Jan van Eyck, por Vasari. Tal atribuição subsistiu até ao último quartel do século XVIII, altura em que o iluminista alemão G. E. Lessing divulgou uma passagem do manuscrito *De diversis artibus* de Theophilus [4], do século XII, que achara por volta de 1770 na biblioteca do Duque de Brunswick em Wolfenbüttel, onde se fala na moagem de pigmentos com óleo de linhaça e no uso da respectiva tinta na pintura sobre madeira, mostrando que

a pintura a óleo já estaria a ser empregada muito antes de van Eyck. Não obstante, procurou-se justificar o referido uso considerando que se trataria duma técnica rudimentar, destinada apenas a trabalhos decorativos grosseiros, e não duma «verdadeira» pintura a óleo. Desde então, o estudo da origem da pintura a óleo tem constituído uma das linhas essenciais de investigação na área dos materiais em história da arte, quer recorrendo a métodos de análise físico-química, quer procurando novas fontes escritas e tentando fazer a sua correcta interpretação. No que respeita à análise de materiais, destaca-se o excelente trabalho realizado no Departamento de Conservação da *National Gallery* de Londres e relatado no volume 18 do *National Gallery Technical Bulletin*, de 1997. Relativamente à pesquisa de fontes escritas, sobressai o recente trabalho de Mark Clarke [5] sobre o manuscrito anónimo medieval *Liber diversarum arcium*, também conhecido pelo nome de manuscrito de Montpellier, cuja existência era conhecida há muito tempo mas que pouco interesse havia despertado.

Este manuscrito é um verdadeiro tratado prático de pintura, com mais de quinhentas instruções técnicas, compreendendo quatro livros: o primeiro, dedicado aos princípios fundamentais da arte de representação pictórica (desenho, preparação de pigmentos e ligantes, mistura de pigmentos, modelação e douradura); o segundo, à pintura a óleo sobre madeira (preparação de painéis, óleos e vernizes, análise do comportamento de alguns pigmentos em óleo, imitação de *sgraffito*¹, etc.); o terceiro – o mais pequeno – à pintura mural; e o quarto, à pintura sobre vidro e cerâmica, bem como a outras técnicas decorativas auxiliares, designadamente, a douradura, o prateamento e a coloração de metais, o tingimento de peles e a preparação de gemas artificiais. De acordo com Clarke, teria começado a ser escrito possivelmente à volta de 1300 não só com receitas já conhecidas mas também com novas receitas, muitas delas provenientes do Norte da Europa (Alemanha, Flandres, França e Sul de Inglaterra) às quais, no decurso do século XIV, foram sendo adicionadas outras (sobretudo da Itália). Por volta de 1400-1430, o manuscrito (hoje perdido) foi copiado provavelmente em Veneza, cópia essa - a única conhecida - que em 1431 pertencia a um médico veneziano; no século XVIII estava na posse do cardeal Albani em Roma, e no fim desse século foi levado para França após a ocupação de Roma pelo exército francês. Quem pela primeira vez chamou a atenção para ele foi Guglielmo Libri Carucci dalla Sommaja, um conde e matemático italiano que ficou conhecido, sobretudo, por ter sido o maior ladrão de manuscritos de todos os tempos.

O *Liber diversarum arcium* representa o estado da arte da pintura na Europa por volta de 1400, sendo um importante testemunho do que se fazia na época precedente à de van Eyck. Mostra-nos, sem sombra de dúvida, que nessa época a pintura a óleo já era usada em vários países desde a Escandinávia até à Península Ibérica, com um grau de sofisticação maior que o descrito por Theophilus, e que, tal como outras técnicas de pintura, era ditada por práticas há

¹ Pintura ou desenho ornamental a fresco, imitando baixos-relevos.

muito estabelecidas como a da modelação das formas que constitui uma grande parte do manuscrito.

Assim, ao contrário do que afirmou Vasari, van Eyck não foi o inventor da pintura a óleo. Foi, no entanto, um dos primeiros a descobrir as suas grandes virtudes, entre as quais a propriedade de modificar com proveito as cores numa têmpera sobrepondo-lhes velaturas a óleo, transparentes, doutras cores. Com efeito, procedendo criteriosamente deste modo, van Eyck conseguiu introduzir nas suas pinturas cores vivas maravilhosas que apenas com a têmpera a ovo nunca teria sido possível obter. Há que notar, porém, que a pintura a óleo trouxe também alguns inconvenientes, devidos sobretudo ao facto de o índice de refração dos óleos secantes ser diferente do da têmpera a ovo, o que leva a que os pigmentos não apresentem forçosamente a mesma cor com esses dois tipos de ligantes. O azul-ultramarino, por exemplo, mostra-se mais escuro no óleo do que na têmpera, sendo por esse motivo que os pintores do Renascimento o misturavam com branco-de-chumbo para lhe restituir a cor característica dos mantos azuis das Virgens que figuram nas pinturas medievais. Por outro lado, o vermelhão, que foi o mais precioso pigmento da Idade Média, é menos brilhante no óleo do que na têmpera a ovo, o que contribuiu para provocar a sua desvalorização.

O desenvolvimento da pintura a óleo, promovido por van Eyck e os seus colegas flamengos, depressa chegou ao conhecimento dos artistas de países vizinhos, espalhando-se depois para Sul onde, na Itália, um dos primeiros a adoptá-la parece ter sido Antonello da Messina. Pouco a pouco a pintura a óleo foi ganhando adeptos, de tal modo que, no início do século XVI, já estava a ser mais praticada pelos artistas italianos do que a pintura a têmpera [6].

É curioso notar que esta inovação técnica está de certo modo ligada às mudanças económicas ocorridas na Europa em finais do século XIV, resultantes da passagem de uma economia baseada na agricultura para uma economia baseada na manufactura e no comércio, típica dos centros urbanos, as quais foram acompanhadas por alterações sociais apreciáveis com repercussões importantes na cultura e consequentemente nas artes visuais. Elas levaram ao aparecimento duma burguesia endinheirada de grandes mercadores e de banqueiros, muitíssimo empenhados em ostentar o seu elevado *status* financeiro, o que contribuiu de forma significativa não só para um aumento da procura de obras de arte como ainda para uma mudança de gostos.

2. PIGMENTOS USADOS

Apesar dos enormes progressos que se verificaram nos séculos XV e XVI no que diz respeito às técnicas de pintura, pouco se progrediu durante esse período quanto ao uso de novos pigmentos. Com efeito, além dos herdados de épocas anteriores [7-11], os artistas do Renascimento dispuseram de poucos mais, a saber: 1) *pigmentos vermelhos* - lacas de carmim e de brasil, produzidas a partir de novas matérias-primas; 2) *pigmentos amarelos* - goma-guta; 3) *pigmentos verdes* - resinato de cobre, malaquite artificial e sulfatos

básicos de cobre; 4) *pigmentos azuis* – azul-de-esmalte e cinzas; 5) *pigmentos cinzento-escuros* – bismuto.

2.1 PIGMENTOS VERMELHOS

Os pigmentos vermelhos mais usados foram os já conhecidos antes, sobretudo o vermelhão (sulfureto de mercúrio) e as lacas vermelhas, as quais, como dissemos num artigo precedente [10], se produziam adsorvendo um corante vermelho natural num substrato insolúvel e inerte, que era em geral o óxido de alumínio hidratado mas podendo ser também uma terra calcária, cré, farinha ou qualquer outro material branco. Os corantes utilizados eram extraídos quer de insectos fêmea pertencentes à superfamília dos *Coccoidea*, quer de raízes de plantas da família das *Rubiaceae*, quer ainda de madeiras de árvores da subfamília das *Caesalpiniaceae*, cujos constituintes cromogéneos são antraquinonas nos dois primeiros casos e, no último, hoimsoflavonóides [12-14].

Os pintores renascentistas dispuseram, pois, de uma grande variedade de lacas vermelhas, a saber: *i*) a laca indiana, a laca de quermes e a laca de carmim, que eram preparadas empregando corantes extraídos de insectos fêmea das espécies *Kerria lacca* Kerr, *Kermes vermilio* Planchon, e *Porphyrophora polonica* L. ou *Porphyrophora hamelii* Brandt, presentes em certas plantas oriundas da Índia, da bacia do Mediterrâneo, e da Polónia e Arménia, respectivamente; *ii*) a laca de garança, que era produzida utilizando um corante extraído da raiz da garança-dos-tintureiros, planta herbácea da espécie *Rubia tinctorum* L., originária do Médio-Oriente e do leste da bacia do Mediterrâneo; e *iii*) a laca de brasil, que era preparada fazendo uso de um corante extraído da madeira de um arbusto da espécie *Caesalpinia sappan* L., existente no Sudeste Asiático [15, 16].

Repare-se que, durante todo o século XV, os corantes usados na preparação das referidas lacas eram extraídos de matérias-primas provenientes quer da Ásia quer da Europa. Após a descoberta das Américas, começaram a utilizar-se também corantes extraídos de novas matérias-primas exploradas por Espanhóis e Portugueses no continente americano, com os quais se fizeram novas lacas, nomeadamente: *i*) uma laca de carmim, empregando um corante extraído de uma espécie de insectos até então desconhecida dos europeus, que viviam sobre cactos existentes no México; e *ii*) algumas lacas semelhantes à de brasil, utilizando corantes extraídos de madeiras vermelhas de certas árvores que abundavam nalgumas regiões da América Central e da América do Sul. Vejamos em que consistem estas novas lacas.

2.1.1 LACA DE CARMIM

Muito antes de os Espanhóis terem concluído a conquista do Império Asteca em 1521, já os povos mesoamericanos produziam um corante vermelho a partir de insectos fêmea a que chamavam cochinhilha ou cochonilha, parasitas da figueira-da-índia - um cacto da espécie *Opuntia ficus-indica*

L. -, insectos esses que foram classificados em 1835 por O. Costa com o nome de *Dactylopius coccus*.

O documento asteca mais antigo onde se faz referência à cochinha – *Matrícula de Tributos*, de 1511-1512 – é um registo dos tributos cobrados pelos estados da Tripla Aliança² aos estados dominados do Sul. Uma cópia deste documento foi incluída no *Codex Mendoza*, assim intitulado por ter sido Don Antonio de Mendoza – o primeiro vice-rei de Nova Espanha – quem o fez redigir em 1540. Nele se diz que os estados dominados deviam fornecer aos estados dominantes 4,4 toneladas de cochinha por ano [17].

Após a conquista, os Espanhóis procuraram desenvolver a produção de cochinha, a qual se repartia em duas variedades – cochinha doméstica e cochinha silvestre – diferenciáveis pelo tamanho e revestimento do insecto: a doméstica tem um corpo maior (comprimento de 4-6 mm, quando completamente desenvolvida) e o seu revestimento é pulverulento; a silvestre tem um revestimento felpudo, fazendo lembrar algodão. Depois de colhidas, as cochinhas eram mortas e secas, por exposição prolongada ao sol ou por aquecimento em estufas ou em fornos, dando origem a dois tipos de produto – grana fina e grana silvestre -, sendo a fina destinada geralmente à exportação. É interessante notar que, embora a produção de grana estivesse longe de atingir o elevado nível de produção da prata, a grana foi a seguir à prata a mercadoria mais valiosa exportada pelo vice-reino de Nova Espanha para a Europa. As primeiras remessas teriam chegado a Sevilha em 1523 e, passado pouco tempo, as quantidades exportadas atingiam valores à roda de 115 toneladas por ano. Em 1542, estava a ser usada em Florença e, em 1543, em Veneza. Há relatos de que, em 1550, estaria a ser procurada em Antuérpia e que, nos anos de 1560, se encontrava disponível em Londres. Ainda no século XVI, começou a ser re-exportada para a Pérsia e outros países da Ásia, através de Veneza, e, por outro lado, começou também a ser enviada directamente da costa ocidental do México para o Extremo-Oriente, primeiro para as Filipinas e depois para a China. Em finais do mesmo século, o consumo de grana mexicana já havia ultrapassado o de quermes [16,17].

Na Europa, a produção do corante extraído da grana mexicana foi iniciada no segundo quartel do século XVI e, naturalmente, o mesmo aconteceu com a laca preparada a partir dele, sendo o processo de preparação idêntico ao usado para o quermes, para as cochinhas da Polónia e da Arménia, e para a garança. É de crer, no entanto, tendo em atenção o estudo efectuado por Kirby *et al.* [16, 18] sobre as receitas de laca referidas em manuscritos de diversas épocas, que durante os séculos XV e XVI tal processo começasse pela extracção do corante de trapos tingidos, mediante um tratamento com álcali, e não directamente a partir da respectiva matéria-prima como se fazia antes.

² A Tripla Aliança foi a última confederação de estados indígenas, situados no vale do México durante o período pós clássico mesoamericano, sendo formada pelos estados México-Tenochtitlan, Texcoco e Tlacopan.

Entre finais do século XVI e princípios do século XVII Antonio Neri³ divulgou, no seu tratado sobre a arte do vidro [19], um processo mais simples de preparação da laca, segundo o qual se começava por extrair o corante directamente da grana, usando uma solução de alúmen em álcool, em seguida a fase líquida era separada da sólida e, por fim, a laca era precipitada juntando ao extracto uma solução aquosa de alúmen.

Pela mesma altura, foi descoberto um segundo processo de preparação, consistindo essencialmente em precipitar a matéria cromogénea existente na cochinha sob a forma de um complexo ou sal metálico, o qual tinha a vantagem de dar uma laca praticamente isenta de óxido de alumínio. É de notar que este processo funciona apenas com insectos da espécie *Dactylopius coccus* e não com os das outras espécies atrás referidas, em virtude de a quantidade de matéria cromogénea que contêm (19-20 %, em peso) ser cerca de dez vezes maior que a existente no quermes e maior ainda que a presente nas cochinhas da Polónia e da Arménia. Segundo Kirby *et al.* [18], tal descoberta parece ter sido feita por acaso nos anos de 1580, em consequência de um erro praticado por um monge franciscano ao preparar um fármaco a partir do corante extraído da cochinha.

A principal substância cromogénea existente nos insectos da espécie *Dactylopius coccus* é o ácido carmínico (Figura 4) – a mesma dos insectos *Porphyrophora polonica* e *Porphyrophora hamelii* – o qual foi isolado pela primeira vez em 1818 pelos químicos franceses Pierre Joseph Pelletier e Joseph Caventou, que um ano antes tinham isolado a clorofila e em 1820 isolaram a quinina. Constitui 93-97 % da matéria colorante, sendo a parte restante, de acordo com análises efectuadas por cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC), composta por ácido quermésico (0,1 % em média), ácido flavo-quermésico (0,4 %) e quatro substâncias de estrutura desconhecida, representadas pelos símbolos dcII (2,3 %), dcIII (0,1-2,4 %), dcIV (1,4 %) e dcVII (0,4 %), das quais a componente dcII é amarela [21,22].

Note-se que, mediante o método de análise por HPLC, se consegue separar perfeitamente o ácido carmínico do ácido quermésico e dos ácidos lacáicos – principais substâncias cromogéneas existentes nos insectos das espécies *Kermes*

³ Antonio Neri (1576–1614) foi um padre italiano que se dedicou à alquimia e se notabilizou por ter publicado em 1612 um tratado sobre a arte do vidro - *L'arte vetraria distinta in libri sette* - o qual foi traduzido e publicado em várias línguas, designadamente: 1) inglês, em 1662, por Christopher Merret - médico inglês, sócio da *Royal Society*, que lhe adicionou diversas notas, quer da sua lavra, quer doutros autores; Merret dedicou-o a Robert Boyle, que lhe sugerira a tradução; 2) latim, traduzido da edição inglesa, em 1668; 3) alemão, em 1679, por Johann Kunckel - alquimista alemão que em 1678 conseguira preparar o fósforo independentemente de Hennig Brand, que o descobriu em 1669 e mantivera o processo em segredo [20]; 4) francês (traduzido da edição alemã), em 1752, por M. D*** (i. e., Paul-Henri Thiry, barão d'Holbach), obra esta que está dividida em duas partes, a primeira, compreendendo os sete livros de Antonio Neri, as notas de Merret sobre Neri e as observações de Kunckel sobre estes dois autores, e a segunda parte, da autoria de Kunckel, consistindo numa recolha de diversas operações relativas à arte do vidro.

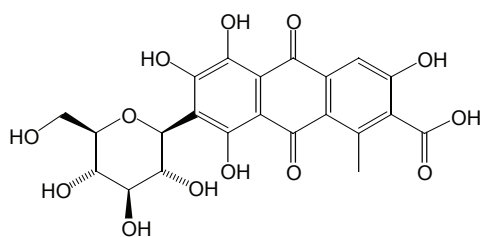


Figura 4 – Ácido carmínico

vermilio e *Kerria lacca*, respetivamente - o que permite diferenciar facilmente os corantes extraídos destes últimos insectos dos extraídos de insectos da espécie *Dactylopius coccus* e, por conseguinte, as lacas produzidas a partir deles. Mais difícil, porém, é estabelecer a diferença entre os corantes produzidos a partir da espécie *D. coccus* e os produzidos a partir das espécies *Porphyrophora polonica* e *Porphyrophora hamelii* e, por consequência, entre as respectivas lacas, sendo necessário para tal medir as percentagens das substâncias menores presentes nestes corantes (ácido quermésico, ácido flavo-quermésico e dcII), as quais parecem variar de espécie para espécie, sobretudo a da substância dcII, cujo valor se tem revelado mais alto em corantes de cochililhas da América do que em corantes de cochililhas da Arménia e da Polónia. Note-se, ainda, que a associação da espectrometria de massa à cromatografia líquida HPLC parece tornar a análise mais eficaz [23]. Além disso, a aplicação de métodos de análise multivariada à análise dos dados parece melhorar a eficácia da discriminação [24].

Vem a propósito referir que a análise por HPLC de corantes naturais em têxteis históricos, associada aos métodos complementares de análise atrás mencionados, na medida em que permite identificar as espécies de insectos (americanos ou doutras origens) utilizados na sua produção, poderá desempenhar um papel muito importante na determinação da proveniência e datação dos referidos têxteis [25, 26].

2.1.2 LACA DE BRASIL

Antes de Pedro Álvares Cabral ter descoberto o Brasil, terra a que deu o nome de Vera Cruz, já os indígenas extraíam um corante vermelho da madeira duma árvore, designada por ibira-pitanga ou orabutã, característica da Mata Atlântica, que se estendia por uma vastíssima área ao longo da linha do litoral desde o Rio Grande do Sul até ao Rio Grande do Norte, com o qual pintavam os seus corpos. Como essa madeira era semelhante à madeira de brasil (*Caesalpinia sappan*), importada da Ásia, os Portugueses chamaram-lhe pau-brasil.

Nos primeiros anos do século XVI, o pau-brasil foi a principal fonte de riqueza da Terra de Vera Cruz, oficialmente crismada Terra de Santa Cruz. Em 1506-07, a colheita atingia c. 20 mil quintais⁴ ao ano, ou seja, c. 1175 t/ano, que se

vendiam com bons lucros por toda a Europa. Assim, aquela região identificou-se com a «terra do pau-brasil», nome que depressa se substituiu à terminologia oficial impondo o seu peso em adopção permanente [27]. Pelos finais da década de 1520, os Franceses começaram a percorrer as costas brasileiras, capturando quantos navios podiam. E em 1555 tentaram mesmo formar uma colónia – a França Antártica – estabelecendo-se na região da actual cidade do Rio de Janeiro, mas em 1560 acabaram por ser expulsos pelos Portugueses. Entretanto, foram explorando o pau-brasil e traficando continuamente com a Europa, tráfico esse que mantiveram durante bastante tempo. Entre 1630 e 1654, foi a vez dos Holandeses, que tinham ocupado o Nordeste brasileiro, se entregarem àquela exploração. O desbaste de pau-brasil, realizado durante mais de três séculos por Portugueses, Franceses, Holandeses, Brasileiros, e contrabandistas de origem espanhola e inglesa, atingiu tais proporções que, não fosse a descoberta dos corantes sintéticos na primeira metade do século XVIII, teria levado muito provavelmente à sua extinção. O pau-brasil é hoje em dia preservado, tendo sido declarado como árvore símbolo nacional. Foi classificada pelo naturalista francês Jean Baptiste Lamarck com o nome de *Caesalpinia echinata*.

Por seu turno, os Espanhóis procuraram desenvolver a exploração de uma outra árvore semelhante à de brasil, que abundava nas Caraíbas e na Península do Iucatão, actualmente dividida pelo México, Belize e Guatemala, à qual chamaram *palo de campeche*. No início da segunda metade do século XVI, o pau-de-campeche começou a ser exportado para Espanha em quantidades que, de acordo com dados oficiais, totalizaram entre 1569 e 1577 cerca de 300 mil quintais⁵, ou seja, cerca de 13800 t, o que dá uma média anual de 1725 t. Quase cem anos depois, começou igualmente a ser exportado do Belize pelos Ingleses, que em meados do século XVII aí se tinham estabelecido com o objectivo de poderem mais facilmente atacar os barcos espanhóis nas suas rotas para a Europa. Devido ao excessivo desbaste a que foi sujeito durante cerca de três séculos pelos Espanhóis e piratas ingleses, franceses e holandeses, o campeche é hoje considerado também uma árvore em perigo de extinção. Foi classificada por Lineus com o nome de *Haematoxylum campechianum*.

Note-se que, além do pau-brasil e do campeche, outras árvores de madeira vermelha foram exploradas no Novo Mundo, nomeadamente, do género *Caesalpinia* (p. ex., as espécies *C. brasiliensis* L. e *C. violacea* (Miller) Standley) e do género *Haematoxylum* (p. ex., a espécie *H. brasiletto* Karsten), as quais eram designadas no comércio, um tanto indiscriminadamente, por brasil, pau-brasil, pau-de-pernambuco, brasileto, pau-de-campeche, pau-de-tinta, madeira de Santa-Marta, pau-de-lima, etc., resultando daí que, para cada espécie, se encontram na literatura vários nomes.

A principal substância cromogénica existente nas espécies do género *Caesalpinia* e na espécie *H. brasiletto* é a brasi-

⁴ Um quintal português, estabelecido pelo rei D. Manuel I em 1495, é equivalente a 58,7465 kg.

⁵ Um quintal espanhol é equivalente a 46,0396 kg.

lina, enquanto na espécie *H. campechianum* é a hematoxilina. Estas duas substâncias foram isoladas por Chevreul, em 1808 e 1810, e as suas estruturas determinadas por Perkin e Robinson, em 1908 (Figura 5, I e III). Quando expostas ao ar e à luz oxidam-se, dando origem à brasilina e à hemateína, respectivamente, de tom vermelho carregado (Figura 5, II e IV). As referidas espécies contêm também outras substâncias, a maioria das quais incolores, sendo algumas susceptíveis de dar produtos amarelos [12].

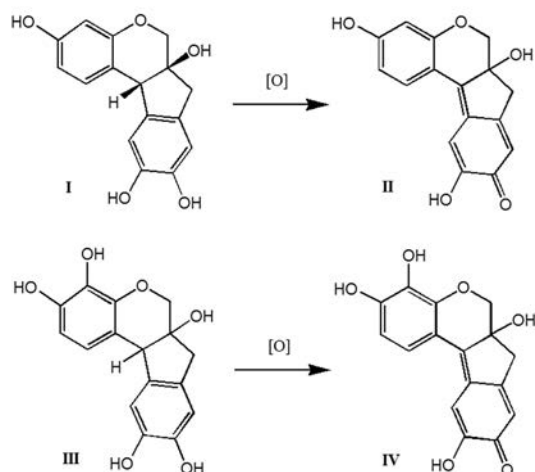


Figura 5 – Transformação da brasilina e da hematoxilina em brasilina e hemateína

Durante a Idade Média, a laca de brasil era preparada usando o corante extraído da madeira da espécie *Caesalpinia sappan*, importada da Índia [15]. Depois da primeira década do século XVI, com o advento das madeiras vermelhas americanas, passou também a ser preparada a partir do corante extraído destas novas madeiras, sobretudo do pau-brasil. E, uma vez que o preço deste era significativamente menor que o da *C. sappan*, cedo o pau-brasil se tornou a matéria-prima por excelência. Esta laca pode ser produzida com diversos tons, desde vermelho alaranjado a púrpura, dependendo da receita e da ordem de adição dos reagentes. A laca cor-de-rosa era vulgarmente conhecida pelo nome de *rosa* ou *rosecta*. Ela é sensível à luz, tendo sido por isso usada principalmente em trabalhos de iluminura.

Convém notar que, tal como no caso dos corantes produzidos a partir de insectos, a identificação das espécies de madeira utilizadas na produção de corantes encontrados em têxteis históricos poderá contribuir para a sua datação e determinação da proveniência. O primeiro passo nesse sentido foi dado por Nowik [28], que procurou caracterizar quimicamente os corantes extraídos de madeiras de diversas espécies, designadamente, *C. sappan*, *C. echinata*, *C. brasiliensis*, *C. violacea*, *C. bonduc*, *C. crista*, *H. brasiletto* e *H. campechianum*, usando o método de análise por HPLC. As conclusões a que chegou foram resumidamente as seguintes: i) a espécie de madeira com maior percentagem de brasilina é a *C. sappan*, seguindo-se por ordem decrescente a *H. brasiletto* (c. 2/3), a *C. echinata* (c. 1/3), a *C. brasiliensis* (c. 1/3) e a *C. violacea* (c. 1/4); ii) a espécie *C. crista* não contém brasilina e a *C. bonduc* possui apenas vestígios, contrariando a ideia de que elas teriam sido usa-

das na produção de corantes; iii) as espécies *C. brasiliensis* e *C. violacea*, cujos nomes eram considerados sinónimos (como designando uma mesma espécie botânica), parecem ter afinal composições diferentes; iv) nas condições experimentais adoptadas, é possível distinguir um corante extraído da madeira de *C. sappan* dos extraídos doutras espécies, ou seja, distinguir um corante extraído do brasil asiático de um outro extraído do brasil americano. No entanto, para que a datação de têxteis históricos tingidos com corantes extraídos de madeiras vermelhas e a determinação da sua proveniência possam ser solucionadas, mais estudos terão ainda de ser feitos, nomeadamente, o estudo da influência do processo de tingimento na composição do corante nas fibras e o estudo da sua degradação.

AGRADECIMENTOS

Agradece-se à Maria João Melo a leitura crítica do original e as suas sugestões para tornar mais claros alguns pormenores.

REFERÊNCIAS

- [1] G. Vasari, *Vitte de' più eccellenti pittori, scultori e architettori italiani, da Cimabue insino a' tempi nostri*: publicado pela primeira vez em 1550 e ampliado em 1568.
- [2] A. T. Maneti, *The Life of Brunelleschi*, Penn State University Press, 1970.
- [3] L. B. Alberti, *Della Pittura e Della Statua*, Società Tipografica de' Classici Italiani, Milano, 1804.
- [4] Theophilus, *De diversis artibus (On Divers Arts: The foremost medieval treatise on painting, glassmaking and metalwork)*. Translated from the Latin with introduction and notes by J. G. Hawthorne and C. S. Smith, Chicago, 1963 (Dover reprint, New York and London, 1979).
- [5] M. Clarke, *Mediaeval Painters' Materials and Techniques: (the Montpellier Liber Diversarum Arcium)*, Archetype Publications Ltd, 2011.
- [6] E. Effmann, *Reviews in Conservation* 7 (2006) 17.
- [7] J. M. P. Cabral, *Química (Boletim da SPQ)* 62 (1996) 11.
- [8] J. M. P. Cabral, *Química (Boletim da SPQ)* 66 (1997) 17.
- [9] J. M. P. Cabral, *Química (Boletim da SPQ)* 82 (2001) 57.
- [10] J. M. P. Cabral, *Química (Boletim da SPQ)* 103 (2006) 33.
- [11] J. M. P. Cabral, *Química (Boletim da SPQ)* 104 (2007) 39.
- [12] (a) D. Cardon, *Le Monde des Teintures Naturelles*, Éditions Belin, Paris, 2003. (b) D. Cardon, *Natural Dyes. Sources, Tradition, Technology and Science*, Archetype Publications, London, 2007.
- [13] J. Seixas de Melo, M. J. Melo, A. Claro, *Química (Boletim da SPQ)* 101 (2006) 44.
- [14] M. J. Melo, em T. Bechtold & R. Mussak (Editores), *Handbook of Natural Colorants*, John Wiley & Sons, 2009, pp 3-20.
- [15] P. Roger, I. Villela-Petit, S. Vandroy, *Studies in Conservation* 48 (2003) 155.

- [16] J. Kirby, *Fatto d'Archimia – Los Pigmentos Artificiales en las Técnicas Pictóricas*, Ministerio de Educacion, Cultura y Deporte, Espana: Villena Artes Gráficas, 2012, pp. 157-170.
- [17] R. A. Donkin, *Trans. Am. Phil. Soc.* **67** (1977) 1.
- [18] J. Kirby, M. Spring, C. Higgitt, *National Gallery Technical Bulletin* **28** (2007) 69.
- [19] A. Neri, *Art de la verrerie de Neri, Merret et Kunckel*, Durand, Pissot, Paris, 1752, pp. 251-252.
- [20] J. Calado, *Haja luz! Uma história da química através de tudo*, IST Press, Lisboa, 2011, pp. 469-470.
- [21] J. Wouters, A. Verhecken, *Annales de la Société entomologique de France* **25** (1989) 393.
- [22] J. Wouters, A. Verhecken, *Studies in Conservation* **34** (1985) 189.
- [23] E. Rosenberg, *Anal. Bioanal. Chem.* **391** (2008) 33.
- [24] A. Serrano, M. Sousa, J. Hallett, J. A. Lopes, M. C. Oliveira, *Anal. Bioanal. Chem.* **401** (2011) 735.
- [25] E. Phipps, N. Shibayama, Tracing cochineal through the collection of the Metropolitan Museum, *12th Biennial Symposium of the Textile Society of America*, Lincoln, Nebraska, 2010.
- [26] J. Hallett, A. Serrano, A. Claro, R. Santos, *Textiles, Trade and Taste: Portugal and the World*, ARCHLAB Access report,
- [27] A. H. de Oliveira Marques, *História de Portugal*, Edições Ágora, Lisboa, 3^a. Edição, 1973, p. 344.
- [28] W. Nowik, em J. Kirby (Editor), *Dyes in History and Archaeology 16/17*, Archetype Publications, London, 2001, pp. 129-144.

ACTUALIDADES CIENTÍFICAS

A QUÍMICA DOS COGUMELOS VENENOSOS

A ingestão de cogumelos tóxicos constitui a causa mais comum de envenenamento acidental na Europa. A maior parte dos cogumelos responsáveis por esses casos pertence a um género que contém cerca de 600 espécies – o género *Amanita* –, algumas das quais se encontram entre as mais tóxicas do mundo. O género *Amanita* deverá ser responsável por aproximadamente 95% do total de casos de intoxicação, dos quais 75% conduzem a um desfecho fatal. Tal resultado é atribuído principalmente a duas espécies: a *Amanita phalloides* e a *Amanita virosa*.

A toxicidade das espécies de cogumelos do género *Amanita* é devida à presença de dois grupos de toxinas conhecidas como amatoxinas e falotoxinas, que correspondem a péptidos multicíclicos. A sua toxicidade é tal que basta a ingestão de apenas um cogumelo para matar um adulto. Após a ingestão de um cogumelo tóxico, em geral, decorrem entre seis a trinta horas até que os primeiros sintomas comecem a surgir. Normalmente, a vítima começa por sentir sintomas típicos de uma intoxicação alimentar tais como dor abdominal forte e diarreia, a que rapidamente se segue um período de recuperação aparente que dura cerca de um ou dois dias. No entanto, após esse período, o paciente tem uma recaída e o seu estado de saúde deteriora-se muito rapidamente, devido à insuficiência renal e hepática, podendo resultar na sua morte.

As falotoxinas menos tóxicas são responsáveis pelos primeiros sintomas gastrointestinais, mas são as amatoxinas as que causam a maior parte dos danos internos. Por exemplo, a α -amanitina apresenta uma elevada especificidade para a enzima ARN polimerase II, no fígado. A inibição desta enzima impede a formação de ARN mensageiro (ARNm) pelo que a síntese de proteínas é interrompida, resultando na morte das células e em insuficiência hepática. Ao ser filtrada pelos rins, a toxina pode ser reabsorvida e entrar novamente na corrente sanguínea, re-circulando por todo o organismo, causando danos no fígado e nos rins de forma repetida.

Apesar de tudo, devido aos avanços nos tratamentos existentes, tem-se verificado ao longo dos anos uma diminuição significativa da taxa de mortalidade associada à intoxicação por cogumelos venenosos. Os tratamentos padrão envolvem, geralmente, a administração de grandes doses de penicilina e de vitamina C, bem como procedimentos para a manutenção das funções hepática e renal. Assim, o sangue pode ser sujeito a filtração por hemodiálise e, nos casos mais graves, o transplante hepático poderá constituir a única opção para um prognóstico razoável. Outra opção de tratamento consiste no uso de extracto de cardo mariano, uma planta que contém os flavonóides silimarina, silibina e silibinina, os quais inibem os efeitos das amatoxinas. Vários estudos demonstraram que estes flavonóides impedem a absorção das amatoxinas pelas células hepáticas e, como tal, protegem o tecido hepático do dano causado pelas toxinas.

(adaptado do artigo *Deadly mushroom chemistry*, disponível em <http://www.rsc.org/chemistryworld/2013/03/chemistry-mushroom-fungus>)

Marcelo Vaz Osório
(dcf20959@ff.up.pt)

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

GDCh

Gesellschaft Deutscher Chemiker

Free to view magazine



ChemViews
Magazine of ChemPubSoc
Europe



Spot your favorite content at

www.ChemistryViews.org

 **WILEY-VCH**



**ChemPubSoc
Europe**

EQUAÇÕES DE PALAVRAS E EQUAÇÕES QUÍMICAS

Carlos Corrêa^{1*} e Fernando Pires Basto²

¹ Departamento de Química e Bioquímica, Faculdade de Ciências, Universidade do Porto.

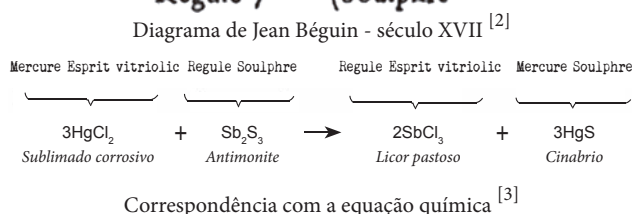
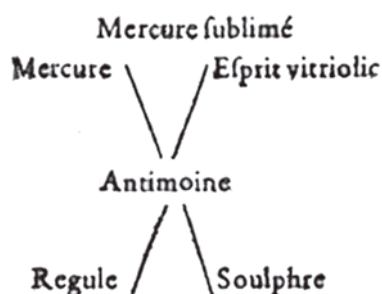
² Escola Secundária Infante Dom Henrique, Núcleo de Estágio de Física e Química da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto
ccorrea@fc.up.pt

Faz-se uma crítica da utilização das chamadas “equações de palavras” quando se inicia o ensino da Química nas nossas Escolas. Demonstra-se, utilizando reacções simples, que o termo “equação de palavras” é desapropriado, de nenhuma utilidade e o seu uso impede que certos conceitos simples e importantes sejam adquiridos pelos alunos na altura mais conveniente (quando começam a construir o edifício da Química).

Uma equação química é a representação gráfica simbólica de uma reacção química. É formada por duas partes (chamadas “membros”) separadas por uma seta (simples, \rightarrow , ou dupla, \rightleftharpoons); o primeiro membro (à esquerda) com os símbolos ou fórmulas das espécies reagentes e o segundo (à direita) com os símbolos ou fórmulas dos produtos (substâncias formadas na reacção química). Os símbolos ou fórmulas são separados uns dos outros pelo sinal mais (+) e precedidos por um coeficiente numérico que é o valor absoluto da proporção estequiométrica [1].

Considera-se como sendo a primeira «equação química» o rudimentar diagrama de 1615 de Jean Béguin (1550-1620), médico de Henrique IV e mentor de Louis XIII, reis de França, inserido na edição de 1615 do seu livro em latim *Tyrocinium Chymicum (Beginner's Chemistry*, “Química para Principiantes”), um dos primeiros livros de Química. Esta obra foi divulgada pela tradução em francês por Jean-Lucas de Roy sob o título *Les Elémens de chymie de Maître Jean Béguin, reveus, expliquez et augmentez par Jean Lucas de Roy* (3^{ème} édition, P. Lyon, et C. Rigaud, 1624)[2].

Na figura seguinte apresenta-se o famoso diagrama de Jean Béguin, detalhando a reacção de sublimado corrosivo (HgCl_2) com sulfureto de antimónio (Sb_2S_3), com a explicação para a correspondência com a moderna escrita de equação química apresentada por T. S. Patterson em 1937 [3].



Note-se que até à segunda metade do século XVIII, os nomes químicos não estavam ainda sistematizados e não davam uma ideia clara dos seus constituintes, pelo que ainda era imperativo que os estágios da formação e decomposição de compostos fossem totalmente percebidos pelos estudantes de Química. De facto, o uso de algum tipo de precursor das actuais equações químicas era ainda mais necessário em Química antes da reforma da nomenclatura química na década de 1870 do que depois desta [4].

O Dicionário do Portal *Nossa Língua Portuguesa* [5], além da equação no sentido matemático (muitos tipos de equações) e químico, acrescenta outras explicações: “redução de uma questão, um problema intrincado, a pontos simples e claros, para facilitar a obtenção de uma solução”, “tendência para o parti pris individual capaz de provocar variações em interpretações, e que deve ser levada psicologicamente em conta” e “conjunto de oportunidades que se abrem ao indivíduo graças à sua personalidade, carácter ou carisma”.

Como se vê, o sentido matemático e químico da palavra equação é o mais simples, talvez porque em Ciência se vá directamente ao assunto, sem rodeios nem floreios. Curiosamente, não se encontra referência à “equação de palavras”, inutilidade química e pedagógica inventada por técnicos de “eduquês”, que tem figurado nos programas oficiais de Química em Portugal (e figurou várias vezes na versão submetida a discussão das recentes Metas Curriculares de Ciências Físico-Químicas do 3.º ciclo [6a]) e é utilizada por alguns autores de manuais escolares que são obrigados a seguir esses programas, embora em alguns casos sintam a incomodidade da designação e escrevam “esquema de palavras”. O facto de haver autores estrangeiros que utilizam esta designação não constitui razão suficiente para a adoptar. Muito louvavelmente, na versão final homologada das Metas Curriculares [7a], a nível de 8.º ano, já não se referem “equações de palavras”, embora se continuem a usar no 7.º ano.

A opinião de muitos professores com quem temos conversado sobre o assunto é de que o relevo dado às equações de palavras é um disparate. Na realidade, qual a necessidade

de chamar “equação” a uma simples tradução esquemática de um fenómeno físico, como a combustão do carbono, pelo facto de conter uma seta e sinais algébricos de adição (+)? Qual a vantagem da sua utilização?

A combustão do carbono, em linguagem comum, pode ser descrita de vários modos, por exemplo:

- o carbono arde no seio do ar,
- o carbono arde no seio do oxigénio,
- o carbono combina-se com dioxigénio originando dióxido de carbono,
- um átomo de carbono combina-se com uma molécula de dioxigénio para dar uma molécula de dióxido de carbono,
- uma mole de carbono (sólido) reage com uma mole de dioxigénio (gasoso) para produzir uma mole de dióxido de carbono (gasoso).

De acordo com a “moda”, escrever-se-ia a seguinte “equação de palavras”

carbono + dioxigénio → dióxido de carbono

podendo indicar-se, a gosto do artista, o estado físico das reagentes e produtos, por exemplo do seguinte modo:

carbono + dioxigénio → dióxido de carbono
(sólido) (gasoso) (gasoso)

Note-se que a “equação de palavras” é de uma pobreza monumental! É uma simples afirmação esquemática que nada ensina sob o ponto de vista químico e que acaba por ser esquecida. Parece um retorno de quatro séculos ao diagrama rudimentar de Jean Béguin.

Neste caso, para um aluno do 7.º ano, aquela equação de palavras é tão válida como escrever:

carbono + oxigénio → metano
(sólido) (gasoso) (gasoso)

pois não tem qualquer possibilidade de verificar a impossibilidade desta equação.

Dado que a ideia de átomo e molécula é já do conhecimento corrente na sociedade, não parece necessário esperar pelo início do 8.º ano para lhe “indicar” a existência de átomos e moléculas [6b, 7b], mas o que lhe deve desde logo ser ensinado é que os químicos, em vez de utilizarem aquelas frases mais ou menos longas, exprimem a mesma ideia de um modo muito mais simples, de um modo condensado, mas rigoroso:

$$\text{C(s)} + \text{O}_2\text{(g)} \rightarrow \text{CO}_2\text{(g)}$$

Em vez de escreverem “carbono”, escrevem C; em vez de dioxigénio, O₂, e em vez de dióxido de carbono, CO₂

e aquelas frases extensas transformam-se em mensagens esquemáticas, muito mais simples. Indicam-se os estados sólido e gasoso pelas letras “s” e “g”, entre parêntesis, respectivamente. Os alunos, que utilizam já os seus códigos de escrita nas mensagens de telemóvel, compreendem perfeitamente estas simplificações que os químicos utilizam.

Não é necessário, nesta altura, ensinar os aspectos quantitativos que os símbolos encerram, mas simplesmente dar ao aluno a noção de que os mesmos átomos (que se representaram pelas letras C e O) se combinam de modo diferente ao passar de reagentes a produtos. Utilizando outros exemplos, o aluno vai conhecendo os símbolos de outros elementos comuns.

Repare-se que, agora, não seria possível escrever a equação química que representasse a transformação impossível

carbono + dioxigénio → metano
(sólido) (gasoso) (gasoso)

$$\text{C} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CH}_4$$

porque o aluno daria imediatamente conta do erro. De um modo simples, o aluno descobre a Lei de Lavoisier, pois não foi possível criar novos átomos mas simplesmente combinar os mesmo átomos de modo diferente.

Uma outra reacção que é apresentada a este nível é a formação de água a partir da combustão do hidrogénio. Podemos referir esta reacção química sem utilizar fórmulas, dizendo, por exemplo, que “o dioxigénio reage com o di-hidrogénio para originar água”, ou que “o di-hidrogénio arde no seio do dioxigénio, dando água” ou que “duas moléculas de di-hidrogénio reagem com uma molécula de dioxigénio para produzir duas moléculas de água” ou ainda que “duas moles de di-hidrogénio gasoso reagem com uma mole de dioxigénio gasoso produzindo duas moles de água no estado gasoso”. A “*equação de palavras*” seria escrita como

di-hidrogénio(g) + dioxigénio(g) → água(g)

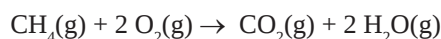
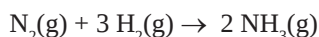
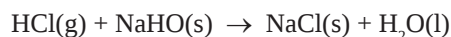
tendo-se dado mais um passo na simplificação da escrita, utilizando as iniciais para representar os estados físicos das substâncias. Mais uma vez esta “equação” não tem qualquer utilidade, em contraste com a equação química

$$2 \text{H}_2\text{(g)} + \text{O}_2\text{(g)} \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O(g)}$$

Podem utilizar-se outras reacções vulgares, como a formação de HCl(g) a partir de H₂ com Cl₂, a reacção do sódio com o cloro, a neutralização do HCl com NaHO e outras que se representam por equações químicas muito simples como

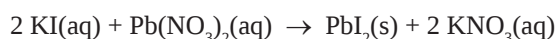
$$\text{Cl}_2\text{(g)} + \text{H}_2\text{(g)} \rightarrow 2 \text{HCl(g)}$$

$$2 \text{Na(s)} + \text{Cl}_2\text{(g)} \rightarrow 2 \text{NaCl(s)}$$

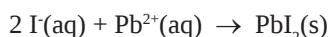


Algumas são reacções que os alunos podem observar e deste modo podem ir aprendendo desde logo os símbolos de alguns elementos e as fórmulas de alguns compostos mais vulgares.

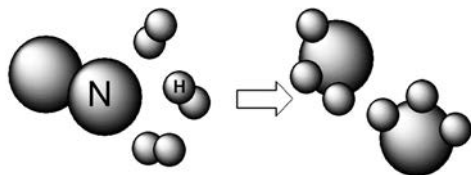
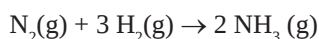
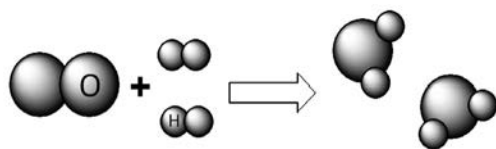
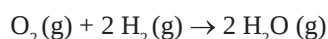
Certamente não deveremos no 7.º ano continuar a “motivar” apresentando a formação de precipitados de cores bonitas, como o iodeto de chumbo(II)



porque isto exigiria maior complexidade de fórmulas ou, em alternativa, o recurso precoce a representações iónicas



Como o aluno adquiriu já a ideia de que a matéria é corpuscular, que existem átomos e moléculas, podem utilizar-se “representações” de átomos e moléculas com base nos mesmos modelos que os químicos utilizam em estereoquímica, sem qualquer necessidade em falar na estrutura do átomo nem em ligações químicas, bastando saber que os átomos podem estar ligados entre si, como dois objectos se podem ligar por meio de colagem.



Não se receie que os alunos fiquem com ideia erradas, pensando que os átomos são esferinhas que se colam com “Super Cola 3”, pois vão ter muito tempo para entender (?) como é realmente um átomo. Nem tenhamos preocupações em explicar que no cobre, no sódio, no cloreto de sódio, etc. não há moléculas nem átomos isolados! **O que se procura é ensinar um modo de descrever a reacção usando a linguagem dos químicos.**

Com estes conhecimentos, o aluno vai começar a associar transformações químicas à formação de novas substâncias [6c, 7c] e entender a essência molecular destas transformações químicas: os mesmos átomos vão combinar-se de modo diferente nos produtos da reacção. Daqui brota, na-

turalmente, que “nada se cria, nem nada se forma”; a partir dos reagentes deduz logo a fórmula do produto.

Em resumo, designar por “equação de palavras” qualquer frase esquemática que refere sumariamente uma reacção química é desapropriado, de nenhuma utilidade e o seu uso impede que certos conceitos simples e importantes sejam adquiridos pelos alunos na altura mais conveniente (quando começam a construir o edifício da Química).

REFERÊNCIAS

- [1] IUPAC. *Compendium of Chemical Terminology*, 2nd ed., <http://goldbook.iupac.org/C01034.html> e <http://www.eoht.info/page/Chemical+equation> (activos em Abril de 2013)
- [2] http://fr.wikipedia.org/wiki/Jean_Béguin; livros disponíveis em <http://books.google.com/> (activos em Abril de 2013)
- [3] T.S. Patterson. *Annals of Science* **2** (1937) 243–298, disponível em <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/0003379370020060> (activo em Abril de 2013)
- [4] M.P. Crosland, *Annals of Science* **15** (1959) 75–90, disponível em <http://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/00033795900200088> (activo em Abril de 2013)
- [5] <http://nossalinguaportuguesa.com.br/dicionario/equação/> (activo em Abril de 2013)
- [6] Primeira versão das Metas Curriculares de Ciências Físico-Químicas, MEC, 2013. Disponível em Março de 2013 para discussão em http://www.dgicd.minedu.pt/data/dgicd/metas_aprendizagem/Em_discussao/3C_EB_FQ%20final.pdf
 - a) 7.º ano – **Domínio: Materiais** – **Meta 6.9** Representar reacções químicas por equações de palavras a partir de descrições que incluam o nome dos reagentes e dos produtos da reacção assim como os respetivos estados.
 - 8.º ano – **Domínio: Reações Químicas** – **Metas 1.2** Representar reacções de combustão, realizadas em contexto laboratorial, por equações de palavras, **1.14** Representar reacções de ácido-base, realizadas no laboratório, por equações de palavras e **1.18** Representar reacções de precipitação, realizadas no laboratório, por equações de palavras.
 - b) 7.º ano – **Domínio: Materiais** – **Meta 2.11** Concluir que a matéria é constituída por corpúsculos submicroscópicos (átomos, moléculas e iões) com base na análise de imagens fornecidas, obtidas experimentalmente.
 - c) 7.º ano – **Domínio: Materiais** – **Meta 6.4** Associar transformações químicas à formação de novas substâncias, identificando provas dessa formação
- [7] Versão Homologada em 9 de Abril de 2013 das Metas Curriculares de Ciências Físico-Químicas, MEC, 2013. Disponível em Abril de 2013 em http://www.dge.mec.pt/data/dgicd/noticias/Metas/FQ_3_ciclo.pdf
 - a) 7.º ano – **Domínio: Materiais** – **Meta 4.8** Descrever reacções químicas usando linguagem corrente e representá-las por “equações” de palavras.
 - 8.º ano – **Domínio: Reações Químicas** – **Metas 1.19** Representar reacções químicas através de equações químicas, aplicando a lei de conservação da massa, **2.2** Representar reacções de combustão, realizada em atividades laboratoriais, por equações químicas, **2.13** Representar reacções de ácido-base, realizada em atividades laboratoriais, por

equações químicas, e 2.17 Representar reações de precipitação, realizada em atividades laboratoriais, por equações químicas.

b) 8.º ano – Domínio: Reações Químicas – Meta 1.1 Indicar que a matéria é constituída por corpúsculos submi-

croscópicos (átomos, moléculas e iões) com base na análise de imagens fornecidas, obtidas experimentalmente.

c) 7.º ano – Domínio: Materiais – Meta 4.4 Associar transformações químicas à formação de novas substâncias, identificando provas dessa formação.

ACTUALIDADES CIENTÍFICAS

DA RE-DEFINIÇÃO DA MOLE

A Conferência Geral dos Pesos e Medidas (CGPM), a assembleia dos representantes dos Estados-Membros da Convenção do Metro, reuniu pela 24.ª vez, em Outubro de 2011. Nela, foi adoptada uma resolução para redigir as definições das sete unidades de base do Sistema Internacional de Unidades, o SI, conforme uma nova abordagem [1]. Segundo o chamado “novo SI”, as unidades de base do SI do comprimento, do tempo, da massa, da corrente eléctrica, da temperatura termodinâmica, da intensidade luminosa e da quantidade de matéria passam a ser definidas a partir dos valores imutáveis das constantes “fundamentais”: respectivamente, a velocidade da luz no vácuo, a frequência de transição entre os dois níveis hiperfinos do estado fundamental do átomo de cézio-133, a constante de Planck, a carga eléctrica elementar, a constante de Boltzmann, a eficácia luminosa e a constante de Avogadro.

Segundo a actual definição, adoptada em 1971 pela CGPM, a mole, unidade de base do SI da grandeza quantidade de matéria, é “a quantidade de matéria de um sistema que contém tantas entidades elementares quantos os átomos que existem em 0,012 kg de carbono 12”. Por sua vez, a proposta do novo SI é definir a mole como “...a quantidade de matéria de uma entidade elementar especificada, que pode ser um átomo, uma molécula, um ião, um electrão, qualquer outra partícula ou grupo específico de tais partículas; a sua amplitude é estabelecida fixando o valor numérico da constante de Avogadro para ser exactamente igual a $6,022\ 14 \times 10^{23}$, quando expressa na unidade mol^{-1} .” Nesta redacção provisória, o símbolo X representa um grupo de dígitos a acrescentar ao valor numérico de N_A , na altura da adopção final da definição, com base nos dados mais recentes do *Committee on Data for Science and Technology* (CODATA).

No processo da eventual reformulação da definição de mole, o Comité Consultivo da Quantidade de Matéria, no *Bureau International des Pesos e Medidas* (BIPM), solicitou, nomeadamente aos delegados da União Internacional de Química Pura e Aplicada (IUPAC), que apresentassem a posição da Organização sobre a nova definição. Várias instituições e individualidades têm vindo a expor argumentos diversos em reconhecidas revistas da especialidade [2-5]. Pelas implicações diversas de que o processo se possa revestir é de todo o interesse desenvolver uma discussão ampla na comunidade científica nacional, que se espera seja construtiva e esclarecedora.

REFERÊNCIAS

- [1] http://www.bipm.org/en/si/new_si/
- [2] M.J.T. Milton, *Metrologia* **50** (2013) 158-163.
- [3] M.J.T. Milton, I.M. Mills, *Metrologia* **46** (2009) 332-338.
- [4] P. De Bièvre, *Accreditation and Quality Assurance* **16** (2011) 117-120.
- [5] P. De Bièvre, *Accreditation and Quality Assurance* **12** (2007) 221-222.

O. Pellegrino (opellegrino@ipq.pt), **A. Furtado**, **C.S. Oliveira**, **F.A. Dias**, **E. Filipe**
DMET, IPQ
M.F. Camões
CCMM-DQB, FCUL



Av. da República, 45 - 3.º Esq - 1050-187 Lisboa - Portugal
Tel.: 21 793 4637 * Fax: 21 795 2349
Horário: 10:00 às 13:00 e das 14:30 às 18:00

e-mail: sede@spq.pt

“BRUSHING UP ON CHEMISTRY” – À DESCOBERTA DA QUÍMICA NAS PASTAS DE DENTES: UMA EXPERIÊNCIA COM ALUNOS DO ENSINO BÁSICO

Gabriela Reis

Departamento de Ciências Experimentais, Escola Básica e Secundária Dr. Vieira de Carvalho, Escola do Ensino Público, Maia
gabrielareiscfq@gmail.com

O “módulo *inquiry*”, que visando contribuir para a aprendizagem da Química a contextualiza numa temática abrangente - “Educar para a saúde: a importância dos cuidados dentários” - foi implementado com alunos de uma turma do 8.º ano de escolaridade da escola básica e secundária Dr. Vieira de Carvalho, no ano lectivo de 2011/2012. O módulo deriva de uma proposta originalmente desenvolvida no âmbito do projecto europeu PARSEL (<http://www.parsel.uni-kiel.de/cms/index.php?id=57>) [1] tendo sido, posteriormente, complementado por nós mediante: a) o desenvolvimento da *webquest* “Melhorar a Química” (disponível em: http://wqcreator.emultimedia.com.pt/webquest/soporte_horizontal_w.php?id_actividad=34&id_pagina=1) - a qual se mostrou uma ferramenta muito intuitiva e facilitadora na condução e organização do trabalho dos alunos; b) a criação de um *blog* (<http://www.onossolaboratorio.blogspot.pt/>) de apoio ao trabalho a realizar e c) a aplicação de um questionário *online*, que permitiu obter *feedback* acerca da motivação e interesse dos alunos. A inclusão destas tecnologias educativas visou, por um lado, a potenciação de competências digitais por parte dos alunos, e por outro, ajudar a promover uma abordagem pedagógica centrada no *Inquiry-Based Science Education* (IBSE), que é o objectivo primordial do projecto europeu PROFILES [2,3]. O módulo desenvolvido está agora disponível para consulta em: <http://www.profiles.org.pt>.

Através deste módulo, e da sua abordagem orientada para uma aprendizagem baseada na investigação, pretendeu-se que os alunos construíssem o seu conhecimento, a partir de um cenário que lhes era familiar e relevante – “os cuidados de higiene dentária”, tendo em vista a tomada de decisão e a resolução de um problema de natureza socio-científica. Com este espírito de trabalho, os alunos foram convidados a reflectir sobre os cuidados a ter na escolha de uma pasta de dentes comercial. A partir daqui, tiveram de mobilizar alguns conhecimentos prévios, nomeadamente relacionados com a linguagem dos químicos (símbolos químicos, fórmulas químicas de substâncias iónicas), para a interpretação dos rótulos das pastas de dentes; e progressivamente perceber que novos conhecimentos necessitavam de ser construídos, para se conhecer a composição das mesmas, assim como a função de cada um desses ingredientes. Esta temática permitiu ainda estabelecer ligações com outros conceitos químicos, cujo estudo está previsto no desenho curricular subjacente ao 8.º ano de escolaridade, nomeadamente: as soluções e o seu carácter ácido, básico ou neutro; reacções entre soluções ácidas e básicas; o pH das soluções, entre outros. Estes conceitos foram explorados no âmbito da componente laboratorial subjacente à aplicação do módulo.

Dado que este “módulo *inquiry*” permite a abordagem de um conjunto alargado de conhecimentos, o mesmo foi desenvolvido sob a forma de projecto, em sistema de *b-learning*, tendo permitido a consolidação e inter-relação de conhecimentos, criando uma dinâmica de trabalho construtiva. Os alunos desenvolveram o seu trabalho em grupo, em sessões presenciais e não presenciais, coadjuvados pela docente, que se manteve sempre em contacto; tendo apenas como orientação de base a exploração de uma *webquest*, que foi, faseadamente, impulsionadora do trabalho desenvolvido. O facto de cada grupo ter seleccionado uma pasta de dentes comercial diferente foi muito útil no processo de partilha e cruzamento de informações, pois permitiu aos diferentes grupos complementarem a pesquisa inicial, visto muitos dos ingredientes das pastas de dentes serem comuns; e por outro lado, possibilitou introduzir algumas variantes nos trabalhos de grupo, e distinguir as diferentes ofertas de pastas de dentes disponibilizadas no mercado, além de reforçar a importância dos cuidados dentários. No final, os grupos apresentaram, numa sessão presencial, os resultados da investigação realizada em grupo. Tal investigação, contribuiu para conduzir os alunos à construção e consolidação de conhecimento científico, reforçando o seu poder argumentativo face ao cenário apresentado, viabilizando uma tomada de decisão socio-científica.

Há indicadores que apontam para uma ligação entre as atitudes em relação à ciência e o modo como esta é ensinada. É necessário buscar formas eficazes de aumentar a auto-eficácia, confiança e apropriação por parte dos professores (*teacher ownership*), de tal forma que os mesmos sintam que, no futuro próximo, têm o papel de passar o testemunho a outros professores, enfatizando a necessidade de promover abordagens relevantes do ensino da ciência, com base no *Inquiry-Based Science Education* (IBSE) e *Education through Science* (EtS) [3-6]. O módulo aqui sugerido e a sua inserção no projecto europeu PROFILES representa precisamente essa intenção, e representa, sobretudo, uma nova forma de encarar a ciência e o futuro do ensino nas salas de aula. A sua sustentabilidade e continuidade dependem do contributo de todos que, partilhando das mesmas ideologias, possam apresentar novos módulos de trabalho e/ou otimizar ainda mais os recursos já existentes. A partilha alargada é sempre uma mais-valia para todos os intervenientes no processo de ensino-aprendizagem.

REFERÊNCIAS

- [1] A. Trantow, *J. Chem. Educ.*, **79** (2002) 1168A-1168B
- [2] J. Branch, D. Oberg, *Focus on inquiry: a teacher's guide*

- to implementing inquiry-based learning. Alberta Learning, Alberta, Alberta (2004)
- [3] PROFILES (2010). *FP7 Negotiation Guidance Notes – Coordination and Support Actions – Supporting and coordinating actions on innovative methods in science education: teacher training on inquiry based teaching methods on a large scale in Europe – Annex I – “Description of Work”*, 2010.
- [4] R. Laugsksch *Science Education*, **84** (2000) 71-94
- [5] M. Rannikmäe, M. Teppo, J. Holbrook, *Science Education International*, **21** (2010) 116-125
- [6] EC, *Science Education Now*, 2007

ACTUALIDADES CIENTÍFICAS

DETECTOR PORTÁTIL DE MEDICAMENTOS FALSIFICADOS

A *Food and Drug Administration* (FDA) desenvolveu um detector portátil, alimentado a bateria, destinado à detecção de medicamentos contrafeitos. A eficácia deste dispositivo será testada na identificação de dois anti-maláricos comuns, complementando programas já existentes de fiscalização de fármacos no Gana.

Este dispositivo de detecção, designado por CD-3 (vídeo disponível em <http://www.youtube.com/watch?v=mfYUkiKAJvA&feature>), utiliza luz de diversos comprimentos de onda para comparar visualmente comprimidos, cápsulas e as respectivas embalagens com amostras de referência. Os compostos existentes nas formulações contrafeitas, bem como as diferentes tintas e materiais das suas embalagens, reflectem ou fluorescem de forma diferente da dos aprovados. Comparando-os lado a lado pode-se, de forma rápida e simples, detectar possíveis falsificações.

Os medicamentos contrafeitos representam um sério risco para a saúde pública. Para doenças tais como a malária, em que a resistência aos fármacos se desenvolve rapidamente, tomar medicamentos com quantidades reduzidas das substâncias activas, ou os compostos individuais em vez das terapias de combinação recomendadas, pode acelerar o desenvolvimento de resistência.

(adaptado de <http://www.rsc.org/chemistryworld/2013/04/portable-detector-shines-light-fake-drugs>)

Carla Morais
(cmorais@fc.up.pt)

ACTUALIDADES CIENTÍFICAS

DESSALINIZAÇÃO DA ÁGUA DO MAR EM GRANDE ESCALA COM ELÉCTRODOS DE FLUXO

Apesar de 71% da superfície da Terra ser coberta por água, a água doce constitui apenas uma pequena fracção desta (cerca de 3%). A quantidade de água acessível ao Homem é bastante mais reduzida, pois 90% da água doce encontra-se armazenada em glaciares ou depositada a grandes profundidades. A produção de água doce a partir da água do mar reveste-se, assim, de enorme importância, podendo ser realizada por vários métodos (baseados em processos de desionização capacitiva, osmose inversa e destilações) que envolvem custos energéticos bastante elevados.

Um grupo de investigadores da Coreia do Sul, liderado por Moon Hee Han da *Chungnam National University* e Dong Kook Kim do *Korea Institute of Energy Research*, desenvolveu e testou com sucesso um método baseado na desionização capacitiva com recurso a eléctrodos de fluxo. Estes eléctrodos, formados por uma suspensão de micropartículas de carbono, fluem entre os dois colectores de corrente (positivo e negativo) e uma membrana de troca iónica, que os separa da água salgada. Através da aplicação de uma diferença de potencial entre os colectores, os catiões e os aniões migram em direcção a estes, atravessam as membranas e entram nos eléctrodos de fluxo onde são retidos por adsorção nas micropartículas de carbono.

Os autores acreditam que a optimização deste sistema poderá constituir uma nova solução para a dessalinização da água em média e larga escala.

(adaptado de <http://www.rsc.org/chemistryworld/2013/03/sea-water-desalination-capacitive-deionisation>)

Fátima Bento
(fbento@quimica.uminho.pt)

“Módulo inquiry”

“Brushing up on Chemistry”— à descoberta da Química nas pastas de dentes: uma experiência com alunos do ensino básico

Actividades para o aluno

Descrição das tarefas:

Com base na reflexão sobre os cuidados que devemos ter na escolha de uma pasta de dentes comercial, e através da utilização da *webquest* “Melhorar a Química” (Fig. 1) e das informações disponibilizadas *online* num *blog*, os alunos iniciam as seguintes fases de trabalho:



Fig. 1 – Webquest “Melhorar a Química”.

Fase 1 - Os alunos, distribuídos em grupos de 3 a 5 elementos, deverão estudar em casa a composição de qualquer pasta de dentes comercial à sua escolha.

Fase 2 – Trabalhando em grupo os alunos procuram identificar quimicamente os diferentes constituintes, caracterizar as funções de cada constituinte e agrupar os diferentes constituintes de acordo com a sua função: abrasivos, adoçantes, aromatizantes, conservantes, corantes, detergentes, espessantes, humidificadores, compostos de flúor, etc.

Fase 3 - Cada grupo apresenta à turma a forma como categorizou os diferentes constituintes.

Fase 4 - Os alunos preparam, previamente, em casa, os ovos coloridos (parte 1), seguindo-se a preparação, em laboratório, de uma pasta de dentes caseira, utilizando materiais do quotidiano. Finalmente, testam a acção da sua pasta de dentes nos ovos previamente coloridos comparando-a com uma pasta de dentes comercial (parte 2).

Parte 1: Colorir os ovos

- 1) Coloca cerca de meia chávena de água (120 mL) a ferver num copo. Mistura 1 colher de chá (5 mL) de vinagre e 20 gotas de corante alimentar (vermelho ou azul é recomendado).
- 2) Mergulha um ovo bem cozido na solução contendo o corante alimentar (pelo menos 5 minutos) até ficar manchado dessa cor.
- 3) Remove o ovo da solução e coloca numa toalha de papel para secar. Armazena o ovo manchado num frigorífico durante a noite se houver necessidade de terminar a experiência no dia seguinte. Se assim não for, avança para o passo 4.

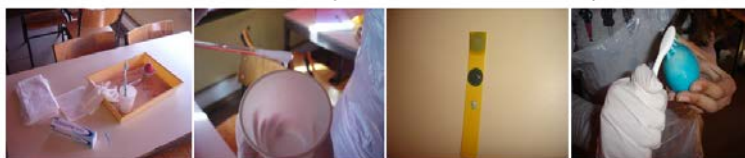


Fig. 2 – Imagens alusivas à realização da componente laboratorial da actividade.

Parte 2: Preparar e testar a pasta de dentes

- 4) Mede duas colheres de chá (10 mL) de bicarbonato de sódio e mistura num copo de plástico com um quarto de colher de chá (1,25 mL) de sal. Mexe até ficar bem misturado.
- 5) Adiciona três quartos de uma colher de chá (3,75 mL) de glicerina à mistura de bicarbonato de sódio e sal. Mistura o mais que puderes. A mistura deverá ser espessa. Acrescenta água com um conta gotas mexendo até que a mistura tenha uma consistência semelhante à da pasta de dentes comercial.
- 6) Passa o ovo colorido por água e escova-o com uma escova de dentes. Verifica o que é que acontece à cor e regista os resultados.
- 7) Com um marcador de tinta permanente, marca uma linha na casca do ovo, dividindo a sua superfície a meio. Assinala um dos lados do ovo com a letra A, para a pasta comercial e B no outro, para a pasta caseira.
- 8) Coloca uma porção de pasta de dentes comercial (sensivelmente o tamanho de uma ervilha) na escova e escova o ovo manchado cinco vezes para a frente e para trás (Fig. 2). Passa o ovo e a escova por bastante água. Depois, coloca uma porção de pasta de dentes caseira (sensivelmente o tamanho de uma ervilha) e escova o lado B cinco vezes. Passa o ovo e a escova de novo por água. Regista os resultados.
- 9) Mede o pH da água, da pasta de dentes comercial e da pasta caseira, utilizando papel indicador. Regista as tuas observações.
- 10) Compara a abrasividade da pasta comercial e caseira, esfregando uma porção do tamanho de uma ervilha entre os dedos, tendo o cuidado de lavar bem os dedos entre a utilização das duas amostras. Regista as tuas observações.

Fase 5- O projecto é concluído com a apresentação do trabalho final, em formato digital (por exemplo, *powerpoint*), onde os alunos sistematizam as ideias-chave da actividade e as respectivas conclusões, obedecendo à seguinte matriz pré-definida: *Slide 1*- Título, pasta de dentes comercial utilizada, identificação do grupo; *Slide 2* – Constituintes e sua função; *Slide 3*- Registo das observações e resultados decorrentes da realização da actividade laboratorial; *Slide 4* – Respostas às questões colocadas*; *Slide 5* – Conclusão- a química e a importância dos cuidados dentários.

*Questões colocadas:

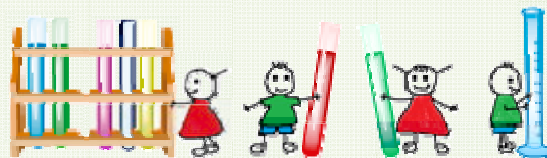
- 1) Tendo em atenção o conjunto de constituintes identificados na pasta de dentes comercial e a respectiva função, indica qual é a função de cada um dos constituintes utilizados na pasta de dentes caseira?
- 2) Qual das pastas de dentes foi mais abrasiva no teste de toque do passo 10?
 - 2.1) Por que razão é a abrasividade útil na limpeza dos dentes?
 - 2.2) Pode um abrasivo causar problemas durante a limpeza de dentes?
- 3) Compara os valores de pH de água da torneira, pasta de dentes caseira e comercial. De que forma pode o pH afectar a capacidade de limpeza da pasta de dentes?
- 4) Quais as capacidades de limpeza da água, pasta de dentes caseira e pasta de dentes comercial?
- 5) De que forma é que o flúor ajuda a prevenir cáries?
 - 5.1) Pode o flúor ser um risco para os seus utilizadores?
 - 5.2) A pasta caseira produzida poderia prevenir cáries?
- 6) Se quisesse produzir uma pasta branqueadora, que constituinte deveria ser acrescentado à mistura caseira?
- 7) Projecta uma experiência para testar a tua nova pasta de dentes. O teu professor deverá aprová-la antes de a realizares.

“Módulo <i>inquiry</i>” “Brushing up on Chemistry” — à descoberta da Química nas pastas de dentes: uma experiência com alunos do ensino básico Notas complementares para o professor		
Introdução O “módulo <i>inquiry</i> ” proposto preconiza uma abordagem da ciência, baseada em evidências conhecidas e relevantes para a vida futura dos alunos. O módulo está orientado para uma aprendizagem baseada na investigação e centrada no aluno, permitindo-lhe desempenhar um papel preponderante e activo no seu processo formativo. Este módulo favorece a construção e conexão de conceitos, bem como a sua inter-relação com o contexto real escolhido, sendo um aliado na promoção da literacia científica e tecnológica dos alunos.		
Estrutura O “módulo <i>inquiry</i> ” segue como linha orientadora uma tomada de decisão de natureza socio-científica, tendo em vista a resolução de um problema científico, partindo, para isso, de um cenário que é familiar e relevante aos olhos dos alunos, ao mesmo tempo que os envolve num processo de pesquisa/investigação, fomentador da busca de conhecimento, do questionamento, da contextualização de conteúdos, e da sua autonomia. Neste processo, as aprendizagens e os conhecimentos adquiridos vão-se interligando, e ganham uma nova dimensão, uma vez que surgem através dos esforços desenvolvidos pelos alunos, podendo permitir assim a ocorrência de aprendizagens significativas e o desenvolvimento do pensamento crítico, numa versão multidisciplinar e cultural.		
Objetivos <ul style="list-style-type: none"> ▪ Conhecer a acção de diferentes tipos de pastas de dentes. ▪ Saber a sua composição (que constituintes são utilizados no seu fabrico), assim como a função dos constituintes (abrasivos, adoçantes, aromatizantes, conservantes, corantes, detergentes, espessantes, humidificadores, compostos de flúor, etc.). ▪ Dominar a linguagem dos químicos (símbolos químicos, fórmulas químicas de substâncias iónicas). ▪ Determinar o pH das soluções e o seu carácter ácido, básico ou neutro. ▪ Interpretar as reacções ácido-base e reconhecer a sua aplicabilidade. ▪ Salientar a importância de cuidar e escovar regularmente os dentes, tendo em atenção a saúde dos mesmos, efectuando consultas regulares ao dentista. ▪ Desenvolver o espírito crítico e incrementar a autonomia. ▪ Desenvolver a capacidade de argumentação e de raciocínio perante o cenário problema. 		
Procedimento proposto (disponível detalhadamente em: www.profiles.org.pt)		
A - Sessão presencial	B - Sessões não presenciais	C - Sessão presencial (90 min)
1. Elaboração de grupos de trabalho e selecção da pasta de dentes comercial.	2. Investigação em grupo, da função dos constituintes da pasta de dentes seleccionada.	3. Apresentação da investigação realizada em grupo.
D- Sessão presencial (90 min)	E -Sessões não presenciais	F -Sessão presencial (90 min)
4. Execução da actividade experimental.	5. Conclusão dos trabalhos teóricos.	6. Apresentação dos trabalhos finais (em formato <i>powerpoint</i>).
Guia do professor Fase 1 – Após uma primeira interpretação e discussão em torno do cenário inicialmente apresentado, distribuem-se os alunos em grupos, tentando constituir grupos heterogéneos em competências e capacidades. De seguida, cada grupo irá seleccionar uma pasta de dentes comercial, com diferentes propósitos (por exemplo, pastas de branqueamento dentário, com bicarbonato de sódio, para tratamento de gengivites, etc.). É aconselhável que cada grupo se concentre em apenas um produto. Fase 2 – Em sessões não presenciais, os alunos, sob a orientação do professor, agrupam os constituintes em categorias específicas, dependendo da sua função. Fase 3 - Os alunos apresentam o trabalho anterior aos seus colegas de turma. Cada grupo apresenta o seu conjunto de constituintes. Esta actividade é muito importante para o desenvolvimento de capacidades de comunicação e apresentação. Geralmente, os alunos demonstram falta de experiência comunicativa e, como tal, revelam dificuldades em fazer apresentações em público. As apresentações em <i>powerpoint</i> podem ser úteis e serão um contributo para o desenvolvimento e demonstração de capacidades no uso das novas tecnologias. Fase 4 – Após a preparação prévia dos ovos coloridos, os alunos iniciam a preparação, em laboratório, de uma pasta de dentes caseira, utilizando materiais disponíveis em casa e testam a acção da sua pasta em comparação com uma pasta comercial. Sugere-se que sejam fornecidos aos alunos ovos já previamente cozidos, mas poderão eventualmente cozê-los em laboratório. Isto pode levar a que a actividade se prolongue durante dois dias. <ul style="list-style-type: none"> ▪ Nota de segurança: os alunos não deverão utilizar a pasta por eles produzida, nem ingerir os ovos cozidos que tenham estado no laboratório, ou em contacto com equipamento laboratorial. ▪ Considerações sobre o processo de coloração do ovo: o corante alimentar usado nos ovos não é removível através da passagem por água ou escovagem com água, mas é removido tanto com a pasta caseira, como com a pasta comercial. Os tópicos de discussão poderão incluir as diferenças entre a casca de ovo e o esmalte dentário, o uso de agentes branqueadores ou de limpeza e o facto da pasta caseira ser mais barata, não conter flúor e ser mais abrasiva (o que pode danificar o esmalte). Fase 5 – Os alunos apresentam os resultados, conclusões e críticas ao trabalho. Dão resposta às questões formuladas, colocando em evidência os cuidados a ter na escolha da pasta de dentes, a importância dos cuidados dentários e a necessidade de visitar regularmente o dentista.		
Avaliação Cada grupo é avaliado, através de uma grelha, relativamente ao trabalho pré-laboratorial, utilização de <i>powerpoint</i> , preparação e execução laboratorial, capacidade de observação, interpretação e avaliação. Poderá, ainda, ser realizado um questionário <i>online</i> de avaliação da actividade. Este instrumento de recolha de dados encontra-se disponível em: https://docs.google.com/spreadsheets/viewform?hl=en_US&pli=1&formkey=dEFiUEXiRmZOR2dmZjVtNGRxYUZGmc6MA#qid=0		

Química para os mais novos

Marta C. Corvo

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



Introdução

A água cobre cerca de três quartos da superfície terrestre e cerca de dois terços do nosso corpo são constituídos por água. Com o regresso do bom tempo as actividades com água voltam a ser pretexto para descobrir conceitos relacionados com este meio. A tensão superficial vai estar em foco na primeira actividade – vamos olhar mais atentamente para a “pele” da água. Na segunda actividade vamos tentar perceber o que faz com que algumas coisas flutuem e outras afundem quando colocadas na água. Vamos fazer a nossa versão de caminhantes na água.

1- Como é a “pele” da água?

Material:

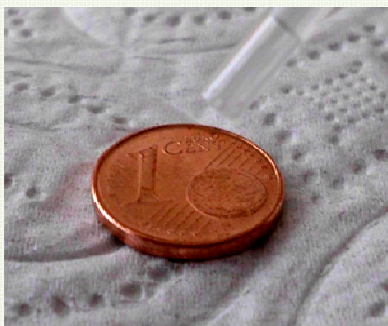
- Papel absorvente
- Duas moedas de um cêntimo
- Copo de plástico
- Água
- Pipeta de plástico
- Detergente da loiça
- Corante alimentar (opcional)



Procedimento:

1. Colocar a moeda limpa e seca numa folha de papel absorvente.
2. Adicionar água ao copo (até meio) e juntar-lhe o corante (opcional).
3. Com a pipeta colocar água na superfície da primeira moeda, adicionando gota a gota. Contar as gotas e observar pelo lado da moeda no momento da adição. (Pode usar-se uma lupa ou uma lanterna para observar melhor). A adição deve ser feita no centro da moeda à menor

distância possível (sem tocar). Quantas gotas de água é possível adicionar até que a água comece a cair para o papel? Registrar este número.



4. Colocar a segunda moeda num local seco do papel.
5. Adicionar 10 gotas de detergente ao copo de água e misturar lentamente com a pipeta.
6. Experimentar agora deitar gotas desta água na superfície da moeda. Quantas gotas é possível adicionar até que comece a cair água para o papel? Registrar este número.



Explicação:

A água tem tendência para se “agarrar a si mesma”, tem uma propriedade que se chama tensão superficial, de tal modo que facilmente forma gotas grandes. A água forma uma espécie de “pele” na superfície exterior, que é suficientemente flexível para dar a forma arredondada às gotas. Numa gota as moléculas de água estão próximas umas das outras, e cada molécula consegue tocar em várias outras moléculas ao mesmo tempo. Quando adicionamos o detergente, as moléculas de água ficaram mais separadas – as moléculas de detergente misturam-se com as moléculas de água e impedem-nas de ficar tão próximas. Quanto mais detergente é adicionado maior a dificuldade das moléculas de água para ficarem juntas umas das outras. Por isso a água com detergente não forma gotas tão grandes como a água sem detergente. Foi o que observámos ao formar a gota na moeda com a água sem e com detergente.

1- Caminhando sobre a água...

Material:

- Um prato de plástico
- Água
- Clip metálico (pequeno)
- Pequenos objectos de plástico (ex: tampas)
- Papel de alumínio
- Folha de papel
- Lápis
- Tesoura



Procedimento:

1. Encher o prato com água.
2. Segurar o clip por uma ponta e observar o que acontece quando se deixa cair dentro da água.



3. Tentar colocar um clip a flutuar na superfície da água, baixando-o lentamente na horizontal.



4. Experimentar a mesma coisa com os outros objectos.
5. Construir um **caminhante**: com o lápis desenhar levemente na folha de alumínio ou no papel para fazer uma rã como a da fotografia **A**. Incluir superfícies planas para que flutue (uma rã com patas grandes funciona melhor!).

6. Colocar o **caminhante** na água e observar... Se não funcionar voltar a construir modificando o desenho. Testar com outros materiais ou outros desenhos.



Explicação:

Alguns insectos têm a capacidade de se deslocarem sobre a superfície da água; em Portugal são conhecidos como *alfaiates*. Esta capacidade decorre de eles conseguirem manter-se à superfície da água sem a “quebrar”. Como têm várias patas conseguem dividir o seu peso, espalhando-o por uma área maior. Se estes insectos tentassem ficar numa só pata, todo o seu peso ficaria localizado no mesmo ponto e eles afundar-se-iam. Acontece a mesma coisa quando uma pena ou uma folha caem na superfície da água; como são muito leves e o seu peso está espalhado por uma grande área, conseguem assim manter-se à superfície.



Fonte: Wikipédia

Bibliografia

- [1] Adaptado de *Celebrating Chemistry, National Chemistry Week, October 20-26 (2002)* American Chemical Society.
 [2] http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Water_strider_G_remigis.jpg



GESELLSCHAFT
DEUTSCHER CHEMIKER

Flavors & Fragrances

11 – 13 de Setembro de 2013 em Leipzig, Alemanha

Com início em 2013, a divisão Liebig para a Química Orgânica do *GesellschaftDeutscherChemiker*, assume a responsabilidade da organização da conferência *Flavors & Fragrances* que até agora pertencia à *Royal Society of Chemistry* e à *Society of the Chemical Industry*. O evento decorrerá na Universidade de Leipzig entre 11 e 13 de Setembro de 2013, seguindo o formato de sucesso dos encontros anteriores, abrangendo uma vasta área de assuntos que inclui química dos produtos naturais, alimentos e aromatizantes, perfumaria e olfacto, sendo o tema principal deste encontro a química das fragâncias.

c.doerr@gdch.de

www.gdch.de/veranstaltungen/tagungen/tagungen-2013/flavors-fragrances.html



XXXIV Reunión Bienal de la Real Sociedad Española de Química

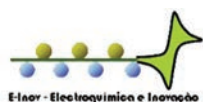
15 - 18 de Setembro em Santander, Espanha

No dia 15 de Setembro de 2013 começará em Santander a XXXIV Reunión Bienal de la Real Sociedad Española de Química. A reunião bienal conta com um notável grupo de palestrantes e convidados, de entre os quais se destacam H. Robert Grubbs, Prémio Nobel de Química de 2005, o presidente da IUPAC Kazuyuki Tatsumi e o Presidente da Federação Europeia de Engenharia Química Richard Darton. O grupo de oradores convidados, seleccionados pela comissão científica, inclui os cientistas espanhóis mais activos nas áreas abrangidas pelo Simpósio, que vão desde a adsorção até à divulgação, incluindo os temas de maior actualidade como a nanociência, energia ou as biociências na sua relação com a química e engenharia química.

Além dos aspectos de interesse geral e de simpósios específicos existirão eventos satélite que concentram a atenção sobre a contribuição dos centros tecnológicos, institutos de pesquisa, serviços técnico-científicos e empresas, sobre uma das prioridades dos investigadores jovens que é o emprego e a criação de valor através da inovação mediante o conhecimento.

rseq2013@unican.es

<http://rseq2013.unican.es/>



III Jornadas de Electroquímica e Inovação 16 e 17 de Setembro de 2013 em Vila Real

As Jornadas de Electroquímica e Inovação, organizadas pelo grupo “Eletroquímica e Inovação”

(*E-INOVAÇÃO*) são dedicadas à divulgação de temas específicos em Ciência e Tecnologia Electroquímica, temas esses de natureza inovadora e de interesse actual para os laboratórios portugueses de electroquímica. Outro objectivo importante destes encontros é o de contribuir para o estabelecimento e fortalecimento da ligação entre laboratórios de electroquímica e empresas líderes que lidam com a electroquímica. Por outro lado, o grupo *e-inov* espera que o novo formato de encontros científicos possa vir a constituir um ponto de encontro para electroquímicos que, falando a língua portuguesa, estão a trabalhar no estrangeiro.

As edições anteriores, no Porto (2006) e em Faro (2011), foram dedicadas aos temas Novos Meios Electrolíticos, Técnicas de Sonda em Electroquímica e Sensores Electroquímicos, Técnicas de Especificação, respectivamente.

As III Jornadas de Eletroquímica e Inovação, terão lugar a 16 e 17 de Setembro de 2013, em Vila Real, na Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro.

Os temas escolhidos para esta edição são: Electroquímica em Nanomateriais e Nanomateriais para Dispositivos Electroquímicos.

info@e-inov.org

www.e-inov.org



4th International Conference on Biodegradable and Biobased Polymers

1-3 de Outubro 2013 em Roma, Itália

A série de conferências BIOPOL teve início em Alicante (2007 e 2009) e posteriormente em Estrasburgo (2011). A 4th International Conference on Biodegradable and Biobased Polymers (BIOPOL-2013) realizar-se-á em Roma, Itália, entre os dias 1 e 3 de Outubro de 2013. O objectivo da conferência é proporcionar um fórum para que os cientistas académicos e da indústria (investigadores, estudantes e engenheiros de todo o mundo) troquem ideias sobre a investigação actual e novas aplicações sobre materiais poliméricos biodegradáveis e/ou de base biológica.

A conferência incluirá os seguintes tópicos:

Bioplásticos a partir de polímeros naturais extraídos directamente a partir da biomassa; Bioplásticos termoplásticos e termoendurecíveis produzidos indirectamente a partir de biomassa; Bioprodução, Biotecnologia & Biodegradabilidade; Sistemas multifásicos; Aplicações Industriais de Bioplásticos.

kenny@ictp.csic.es

www.biopol-conf.org



1st EuCheMS Congress on Green and Sustainable Chemistry

13 -15 de Outubro de 2013 em Budapeste, Hungria

O 1st EuCheMS Congress on Green and Sustainable Chemistry, decorrerá em Budapeste, Hungria, de 13 a 15 de

Outubro de 2013. Este evento internacional é único sendo o primeiro de uma série de conferências que se iniciam em 2013. O seu principal objectivo é possibilitar um fórum interactivo para a troca de ideias e estabelecimento de colaboração entre investigadores e os profissionais da indústria interessados na área da química verde e sustentável. Os tópicos incluem: Biorecursos (materiais de origem biológica; biorefinação, etc.); Novas metodologias sintéticas para a sustentabilidade (métodos químicos para menos resíduos e a utilização de produtos químicos menos perigosos, química verde e catálise, química do CO₂, solventes verdes, etc.); Questões energéticas e a alteração climática (energia renovável, redução da emissão de gases de estufa, política energética, etc.); Métodos de educação e avaliação em química verde (métodos de ensino e experiências, avaliação de riscos, etc.).

1eugsc@mke.org.hu
www.1eugsc.mke.org.hu



3rd European Conference on Environmental Applications of Advanced Oxidation Processes

28 - 30 de Outubro de 2013 em Almería, Espanha

Depois da conferência anterior, realizada em 2009 em Nicósia, Chipre, a 3rd European Conference on Environmental Applications of Advanced Oxidation Processes, decorre entre 28 e 30 de Outubro em Almería, Espanha. Os trabalhos centrar-se-ão nos progressos tecnológicos e científicos dos processos avançados de oxidação, isoladamente ou em conjugação com outros processos, na remediação de águas superficiais, águas para consumo, águas subterrâneas e efluentes industriais e agro-industriais, ar e solos contaminados com vários compostos recalcitrantes. De entre os vários tópicos destacam-se: cinética reaccional e modelagem mecanística; processos de Fenton e foto-Fenton; tecnologias de ozonização; processos electroquímicos; desinfecção da água e do ar.

eeaop3.contact@psa.es
www.eeaop3.com



3rd MS Food Day

9 - 11 de Outubro de 2013 em Trento, Itália

Após o sucesso das duas edições anteriores, a 3.^a edição do MS Food Day vai realizar-se entre os dias 9 e 11 de Outubro de 2013 em Trento, Itália. A organização é da *Fondazione Edmund Mach* e da Divisão de Espectrometria de Massa da Sociedade Italiana de Química. Cada vez é

mais importante ter alimentos seguros e de alta qualidade, com boas características nutricionais e sensoriais. A caracterização dos componentes dos alimentos, a autenticação e rastreabilidade de produtos alimentares, o perfil alimentar e especiação, o controlo de qualidade, a identificação e quantificação de aditivos, alérgenos, contaminantes químicos e microbiológicos, a preservação dos componentes dos alimentos durante o armazenamento e processamento, a tecnologia de embalagem, a determinação das propriedades nutricionais e sensoriais, são todos assuntos transversais à agricultura, indústria e saúde.

A espectrometria de massa desempenha um papel fundamental em todos estes aspectos. Os avanços tecnológicos e metodológicos da espectrometria de massa e o seu acooplamento com processos de separação molecular originam métodos altamente sensíveis, específicos, rápidos, robustos e validados que são ferramentas fundamentais em ciência e tecnologia de alimentos. Esta Conferência representa uma excelente oportunidade para divulgar o estado da arte de espectrometria de massa em química de alimentos.

events@fmach.it

<http://eventi.fmach.it/MS-Food-Day>



Sixth pan-European QbD & PAT Science Conference 22 - 24 de Setembro de 2013 no Porto

A *sixth pan-European QbD & PAT Science Conference* terá lugar a 23 e 24 de Setembro de 2013, no Porto, na sequência do sucesso das conferências EuPAT que se iniciaram em 2006. A antecedente a EuPAT 6, decorre no dia 22 de Setembro de 2013, na Faculdade de Farmácia da Universidade do Porto, uma pré-conferência de um dia sobre "Implementação baseada na ciência dos conceitos de QbD e PAT na indústria farmacêutica". O tema da EuPAT 6 - *Tailoring QbD & PAT Science to Pharmaceutical Industry Needs* - sublinha a importância de inovar para apoiar a implementação de PAT (*Process Analytical Technology*) e QbD (*Quality-by-Design*) pela indústria farmacêutica. Esta conferência reúne farmacêuticos da indústria e da academia para discussões sobre a produção contínua flexível de medicamentos, avaliação de risco e processo de gestão do conhecimento do ciclo de vida, produção de biofármacos e processamento *downstream*. A análise e implementação dos requisitos de qualidade para novos fármacos deve facilitar o desenvolvimento de processos eficazes e robustos de produção em larga escala. A análise avançada do processo analítico deve, desempenhar um papel crucial na concepção, análise e controlo de processos de produção.

A organização é da *European Federation for Pharmaceutical Sciences* (EUFEPS) e conta com o apoio da Sociedade Portuguesa de Química.

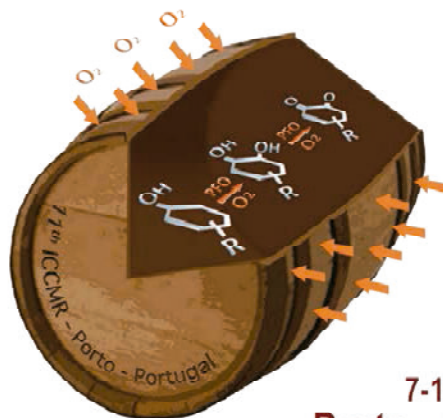
eupat6@ff.up.pt
www.eupatqbd.org

ENVIE-NOS O SEU CONTRIBUTO PARA: bquimica@quimica.uminho.pt

SPQ

COLABORE E FAÇA PARTE DESTA PRESTIGIADA LISTA DE AUTORES QUE ESCREVERAM, ECREVEM E CONTINUARÃO A ESCREVER ENRIQUECENDO O MUNDO DA QUÍMICA ATRAVÉS DO NOSSO BOLETIM

11th International Conference on Catalysis in Membrane Reactors



7-11 July 2013
Porto - Portugal

The ICCMR conference series provide events with a strong interdisciplinary character: **the combination of membranes, catalysis and reactor engineering, in the perspective of process intensification**. All these subjects are widely covered in different specific scientific meetings, but the ICCMR conferences are the only ones focusing them as an overlapping interdisciplinary field.

Our society is nowadays experiencing a great transformation, creating new paradigms. Membrane reactors are very likely to play an important role in the new arising technologies aimed at chemically intensified processes, energy conversion and storage, efficient use of industrial water and energy, future bio-based economy, etc. The ICCMR11 aims to cover all the aspects related to membrane reactors, with special attention to emerging areas, for example engineering of catalysts and membranes at the nanoscale and microchannel reactors.

The ICCMR11 meeting aims at bringing together scientists from academic research, applied research and industry, working in membrane, catalysis and process engineering fields, with common or complementary R&D interests. These meetings intend to stimulate contacts, to highlight recent developments and to create an interdisciplinary forum for discussion, so that to allow the germination of new ideas and concepts, based on the presence together of experts from different fields. In this perspective, a special session will be organized for discussing the progress of the major ongoing EU projects in the field and also a forum of discussion between people from academia/research labs, from one side, and people from Industry, from the other side. Especially young researchers are encouraged to participate and to interact closely with senior scientists. ICCMR11 deserves really to be a strong milestone on the way to "Integration for Innovation without Fragmentation", the motto of the EU Framework Programme Horizon 2020 and SPIRE PPP Roadmap.

Conference Topics:

1. Membrane reactors and chemical catalysis.
2. Ion-conducting membrane reactors.
3. Photocatalytic and Photoelectrochemical membrane reactors.
4. Membrane reactors and biocatalysis.
5. New design and concepts.

For more information, please visit the conference web site: <http://iccmr11.eventos.chemistry.pt>

28 Julho – 1 Agosto 2013 em Fort Collins, Colorado, EUA
17th IUPAC International Symposium on Organometallic Chemistry Directed Towards Organic Synthesis (OMCOS17)
peter.kundig@unige.ch
<http://www.omcos17.com/>

28 Julho – 2 Agosto 2013 em Taipei, Taiwan
15th International Symposium on Novel Aromatic Compounds (ISNA-15)
kenwong@ntu.edu.tw
<http://www.isna15.org/>

4 – 9 Agosto 2013 em Sapporo, Japão
6th International Symposium on Relations between Homogeneous and Heterogeneous Catalysis (ISHHC-16)
fukuoka@cat.hokudai.ac.jp
<http://www.shokubai.org/ishhc16/>

11 – 16 Agosto 2013 em Istambul, Turquia
44th IUPAC Congress - Clean Energy Through Chemistry
mehmah@istanbul.edu.tr
<http://iupac2013istanbul.org>

13 – 16 Agosto 2013 em Clemson, EUA
15th IUPAC International Symposium on Macromolecular Complexes (MMC-15)
screage@clemson.edu
<http://macromolecularcomplexes.org/index.html>

18 – 23 Agosto 2013 em Durham, Reino Unido
IUPAC 10th International Conference on Advanced Polymers via Macromolecular Engineering (APME-2013)
n.r.cameron@durham.ac.uk
<http://www.dur.ac.uk/soft.matter/apme2013>

25 – 29 Agosto 2013 em Varsóvia, Polónia
17th Euroanalysis
secretariat@euroanalysis2013.pl
<http://www.euroanalysis2013.pl/>

4 – 6 Setembro 2013 em Lisboa
10.º Encontro Nacional de Química Orgânica / 1.º Simpósio Luso-Brasileiro de Química Orgânica
10enqo@spq.pt
<http://10enqo.eventos.chemistry.pt/>

5 – 6 Setembro 2013 em Málaga, Espanha
Iberian Meeting on Rheology (IBEREO)
ibereo2013org@uma.es
<http://www.fluidmal.uma.es/IBEREO2013/>

8 – 13 Setembro 2013 em Santiago de Queretaro, México
64th Annual Meeting of the International Society of Electrochemistry
events@ise-online.org
<http://annual64.ise-online.org>

11 – 13 Setembro 2013 em Leipzig, Alemanha
Flavors & Fragrances
c.birkner@gdch.de
<https://www.gdch.de/index.php?id=1410>

15 – 18 Setembro em Santander, Espanha
XXXIV Reunión Bienal de la Real Sociedad Española de Química

rseq2013@unican.es
<http://rseq2013.unican.es>

15 – 20 Setembro 2013 no Porto
18th International Conference on Flow Injection Analysis
icfia18@gmail.com
<http://icfia.eventos.chemistry.pt/>

15 – 20 Setembro 2013 em Istambul, Turquia
International Turkish Congress on Molecular Spectroscopy (TURCMOS 2013)
unsalan@istanbul.edu.tr
<http://www.turcmos2013.org/>

16 – 17 Setembro de 2013 em Vila Real
III Jornadas de Electroquímica e Inovação
info@e-inov.org
www.e-inov.org

23 – 24 Setembro de 2013 no Porto
Sixth pan-European QbD & PAT Science Conference (EuPAT 6)
eupat6@ff.up.pt
www.eupatqbd.org

1 – 3 Outubro 2013 em Roma, Itália
4th International Conference on Biodegradable and Biobased Polymers (BIOPOL 2013)
biopol2013@biopol-conf.org
<http://www.biopol-conf.org>

9 – 11 Outubro 2013 em Nápoles, Itália
Second International Congress on Cocoa, Coffee and Tea
info@cocotea2013.org
<http://www.cocotea2013.org>

14 – 18 Outubro 2013 no Funchal
Symposium on Temperature and Thermal Measurements in Industry and Science (TEMPMEKO 2013)
admin@tempmeko2013.pt
<http://www.tempmeko2013.pt/home.php>

15 – 18 Outubro 2013 em Recife, Brasil
7.º EPOA – Encontro sobre Aplicações Ambientais de Processos Oxidativos Avançados / 1.º CIPOA – Congresso Ibero-americano de Processos Oxidativos Avançados
otidene.rocha@ufpe.br
<http://www.ufpe.br/7epoa1cipoa/>

28 – 30 Outubro 2013 em Almería, Espanha
3rd European Conference on Environmental Applications of Advanced Oxidation Processes (EAAOP 3)
eaaop3.contact@psa.es
<http://www.eaaop3.com/>

5 – 8 Novembro 2013 em Praga, República Checa
6th International Symposium on Recent Advances in Food Analysis (RAFA 2013)
RAFA2013@vscht.cz
<http://www.rafa2013.eu/>

2 – 4 Dezembro 2013 na Covilhã
8.º Encontro Nacional de Cromatografia
enc2013@fcsaude.ubi.pt
<http://8enc.eventos.chemistry.pt/>