

QUÍMICA



BOLETIM DA SOCIEDADE PORTUGUESA DE QUÍMICA 83
Publicação trimestral Outubro - Dezembro 2001



**ENTREVISTA:
PROF. ROMÃO DIAS**

**AS ESCOLAS DE INVESTIGAÇÃO EM QUÍMICA
EM PARIS, NA SEGUNDA METADE DO SÉCULO XIX**

DISCURSO DO SR. BERTHELOT

**ESCOLA SECUNDÁRIA FERNÃO DE MAGALHÃES EM CHAVES,
1.º, 2.º, 3.º E 4.º LUGARES NAS OLIMPIADAS DE QUÍMICA**

Um livro teórico para as aulas práticas

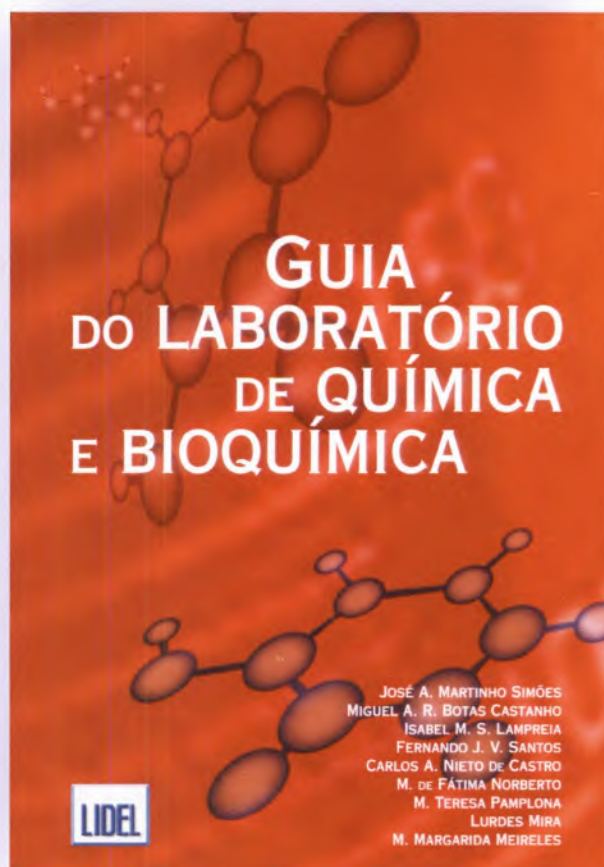
Porque é que este livro é único?

Porque não existe, em português, mais nenhuma obra que trate das regras gerais de "comportamento" num laboratório

Porque chama a atenção para o problema da segurança nos laboratórios

Porque aborda um conjunto de tópicos essenciais que, por falta de tempo, raramente são tratados nas aulas com um nível adequado:

- Elaboração de relatórios
- Pesquisa bibliográfica
- Aquisição automática de dados
- Análise e tratamento de dados experimentais
- Apresentação de dados em gráficos e medida de algumas propriedades



P.V.P.: 2 200\$

**Os Direitos de Autor desta obra revertem a favor da
Sociedade Portuguesa de Química**

Autores

- José A. Martinho Simões
- Miguel A. R. Botas Castanho
- Isabel M. S. Lampreia
- Fernando J. V. Santos
- Carlos A. Nieto de Castro
- M. de Fátima Norberto
- M. Teresa Pamplona
- Lurdes Mira
- M. Margarida Meireles



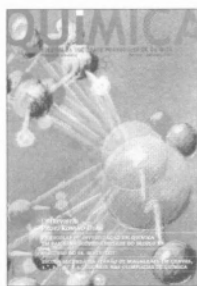
LIDEL - Edições Técnicas, Lda.

www.lidel.pt

e-mail: promocao@lidel.pt

Lisboa: 21 3541418 * Porto: 22 5097993/5 * Coimbra: 239 822486

Boletim da
SOCIEDADE PORTUGUESA DE QUÍMICA



Propriedade de:

Sociedade Portuguesa de Química
ISSN 0870 – 1180
Registo na DGCS n.º 101 240 de 28/9/72
Depósito Legal n.º 51 420/91
Publicação Trimestral
N.º 83, Outubro-Dezembro 2001

Redacção e Administração

Avenida da República, 37 – 4.º
1050-187 LISBOA
Tel.: 217 934 637
Fax: 217 952 349
E-mail: boletim@dq.fct.unl.pt
www.spq.pt

Editor

Fernando Pina

Editores-Adjuntos

Jorge Gonçalves
Maria João Melo
A. Jorge Parola

Comissão Editorial

Hugh Burrows (FCT-UC)
Maria José Calhorda (FC-UL)
J. Ferreira Gomes (FC-UP)
Ana Lobo (FCT-UNL)
Irene Montenegro (UM)
João Rocha (UA)
M. N. Berberan e Santos (IST-UTL)
A. Nunes dos Santos (FCT-UNL)

Colaboradores

João Paulo Leal
João Carlos Lima
Olivier Pellegrino

Publicidade

António Lopes
Marco Richter

Grafismo

sentido: designers / Nuno Gonçalves

Execução Gráfica

FACSIMILE, Offset e Publicidade
Rua Alexandre Sá Pinto, 177
1300-034 LISBOA
Tel. 213 649 995

Tiragem

2450 exemplares

Preço avulso

12,50 € – 2.506\$00
Assinatura anual – quatro números
45 € – 9.022\$00

(Continente, Açores e Madeira)

Distribuição Gratuita aos sócios da SPQ

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

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

A Orientação Editorial e as Normas de Colaboração são publicadas anualmente no número de Janeiro-Março

Publicação subsidiada pela

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

Editorial	2
Noticiário SPQ	2
Noticiário Geral	
Actualidades Científicas	7
Prémio Nobel da Química 2001	10
O Nobel da Química roubado a Henry Kagan por Didier Astruc	11
Links Recomendados	12
Pontos de Vista	
O Eduquês continua a fazer estragos	13
<i>Carlos Fiolhais</i>	
A Federação das Sociedades Europeias de Química – FECS	15
<i>A. Fernando Silva</i>	
Entrevista	
Prof. Romão Dias	17
Química e Sociedade	
No ano 2000 – Discurso do Sr. Berthelot	26
Olhares Quirais	
As escolas de Investigação em Química, em Paris, na segunda metade do séc. XIX	28
<i>Ana Carneiro</i>	
Artigos	
1 – Química Organometálica: os meus últimos 30 anos	39
<i>Carlos C. Romão</i>	
2 – A Química nos meus últimos 20 anos	45
<i>Maria José Calhorda</i>	
3 – Um ferro ARD/JC	50
<i>J. A. Martinho Simões</i>	
Reactor Português de Investigação	55
<i>Eduardo Martinho e Jaime C. Oliveira</i>	
Actividades no laboratório	
Estudo de Polímeros Semi-Sintéticos e Sintéticos:	60
<i>Paulina Mata</i>	
Actividades na sala de aula	65a
Química e Ensino	
Educação Científica e Educação Literária:	65
<i>A.M. Amorim da Costa</i>	
O Estado do Ensino. Uma pequena contribuição	70
<i>A.M. Botelho do Rego</i>	
A nefasta artificialidade das provas de exames 12.º ano	73
<i>A.M. Amorim da Costa</i>	
Entrevista na Escola Sec. Fernão de Magalhães	76

Correndo o risco de ser acusado de parcialidade, dado que o actual editor do boletim *Química* foi estudante de doutoramento do Prof. Alberto Romão Dias, chama-se a atenção dos leitores para a notícia da sessão científica destinada a festejar os seus 60 anos. Na entrevista que o Prof. Romão Dias nos concedeu, ressalta o entusiasmo e o optimismo de alguém que encerra a entrevista com a frase: *eu gosto da vida*. Na impossibilidade de convidar todos aqueles que "têm a marca do seu ferro" como ele se gaba, os quais encheriam as páginas desta edição e da seguinte, optou-se por solicitar aos seus três primeiros doutorados, hoje todos eles professores catedráticos de Química, uma pequena contribuição científica. Esta festa, um facto pouco habitual no nosso País, tem também um especial significado para os sócios da Sociedade Portuguesa de Química,

porque o Prof. Romão Dias foi um dos seus grandes impulsionadores.

As questões do ensino em geral, e da Química em particular, continuam a preocupar seriamente a comunidade química, conforme se pode comprovar pelo facto de termos rebebedo três colaborações versando este tema: *A nefasta artificialidade das provas de exames do 12.º ano*, por Victor M. M. Lobo; *Educação Científica e Educação Literária*, por A. M. Amorim da Costa, *O Estado do Ensino. Uma Pequena Contribuição*, por A. M. Botelho do Rego. Por outro lado os alunos da Escola Secundária Fernão de Magalhães, em Chaves, surpreenderam ao arrebataram o 1.º, 3.º e 4.º lugares das "Olimpiadas de Química – 2001", entre 27 finalistas oriundos de todo o país, e colocando assim 3 alunos nos 4 representantes de Portugal nas "Olimpiadas Ibero-americanas". Esperamos que com esta entrevista se possa concretizar um

antigo desejo de olhar com mais atenção aquilo que se vai passando nas escolas secundárias. Em grande parte é aí que se joga o futuro da Química em Portugal.

Neste número os Olhares Quirais (título que sugere uma premonição do prémio Nobel da Química deste ano?) estão de volta com *As Escolas de Investigação em Química, em Paris, na segunda metade do séc. XIX*, por Ana Carneiro. Motivos de leitura não faltam: as secções habituais, e o artigo de opinião do Prof. Didier Astruc da Universidade de Bordéus I, saído no jornal "Le Monde", a propósito da não atribuição do prémio Nobel ao investigador Francês Henri Kagan, uma notícia que merece alguma reflexão.

E como estamos no Natal, gostaríamos de desejar a todos os leitores um tempo de paz, e uma tranquila e proveitosa leitura da *Química*, de preferência no aconchego de uma boa lareira.

NOTICIÁRIO SPQ

Assembleia Geral da IUPAC

Realizou-se de 29 de Junho a 8 de Julho de 2001 em Brisbane (Austrália) a 41.ª Assembleia Geral da IUPAC, União Internacional de Química Pura e Aplicada da qual a SPQ é membro ("National Adhering Organization"). Nos primeiros dias reuniram-se as várias Divisões, Comitês e Comissões e nos últimos dois dias (7 e 8 de Julho) o órgão deliberativo máximo que é o Conselho ("Council"). Nas primeiras finalizaram-se trabalhos que irão ser relatados e publicados ao longo do biénio 2001-2002. É de assinalar a presença nas reuniões de várias comissões do Prof. Manuel A. V. Ribeiro da Silva como membro titular da Comissão de Termodinâmica, do Prof. Bernardo J. Herold, Secretário e Membro Titular da Comissão para a Nomenclatura de Compostos Orgânicos, da Prof.ª M. Filomena

Camões, Membro Titular da Comissão de Electroquímica Analítica e da Prof.ª M. Irene Noronha da Silveira, Representante Nacional na Comissão de Alimentação.

No Conselho, a SPQ esteve representada pelo Prof. Herold. Os documentos que foram discutidos nesta reunião do Conselho podem ser consultados na página da rede <http://www.iaeste.org>, clicando "41st General Assembly" e "Agenda". Uma apresentação resumida ("Highlights") das conclusões do Conselho, do "Bureau" (o órgão executivo da IUPAC) estão disponíveis no seguinte url:

http://www.iupac.org/news/archives/2001/41st_council/highlights.html.

Da grande abundância de assuntos convém realçar alguns:

Um diz respeito à extinção de todas as comissões da IUPAC em 31 de Dezembro de 2001. Essa dissolução foi decidida pelo Conselho na Assembleia Geral anterior que teve lugar em Berlim em 1999. Nessa reunião foi realizada através das intervenções de alguns delegados, incluindo o de Portugal, a necessidade de não haver uma solução de continuidade nos grupos que têm trabalhado nos assuntos relacionados com a nomenclatura e a terminologia, e de assegurar representações nacionais de países com línguas oficiais diferentes do inglês nesses grupos. Como se sabe os documentos da IUPAC são produzidos em inglês, mas há todo o interesse em que os futuros tradutores desses documentos para outras línguas possam participar na génese desses documentos para poder intervir de forma a estes se tornarem o mais adaptáveis possível às

suas línguas nacionais e de adquirirem, como consequência da sua participação nas respectivas discussões uma maior competência como tradutores. Uma possível maneira de assegurar essa continuidade teria sido não aprovar a dissolução de todas as comissões, mas apenas a de algumas, excluindo as dedicadas explicitamente a estes problemas. Como a maioria tinha votado em Berlim a favor da dissolução de todas as comissões, (Portugal tinha votado contra pelas razões acima expostas), o problema teve de ser resolvido de outra maneira. Por essa razão surgiu uma proposta à 41.ª Assembleia Geral de criar uma nova unidade, a Divisão de Nomenclatura Sistemática e Representação Estrutural. Esta proposta foi agora votada favoravelmente. Esta divisão, como diz o seu nome, não se dedica a todos os problemas de terminologia química, mas apenas aos de nomenclatura sistemática de compostos, acabando com a situação de coordenação difícil de duas comissões de nomenclatura (a de Química Inorgânica e a de Química Orgânica), que às vezes divergiam nas zonas de sobreposição como seja a dos compostos organometálicos. Por outro lado aparece nesta divisão um novo assunto, o da representação estrutural informatizada, havendo a intenção de se criar um sistema publicamente acessível para deduzir um identificador alfanumérico normalizado a partir de qualquer estrutura, através de software a ser desenvolvido pela IUPAC. Espera-se que esse identificador possa servir para entrar nas bases de dados controladas por organizações proprietárias dessas bases. O exemplo mais conhecido de uma tal base é o serviço dos Chemical Abstracts, mas entretanto há muitas outras. A vantagem seria de simplificar a entrada em todas as bases existentes através da utilização do mesmo identificador. Ainda no âmbito em que a IUPAC tem tido um papel normativo, foram criadas novas comissões (na IUPAC as comissões estão subordinadas às divisões), a Comissão de Símbolos, Terminologia e Unidades Físico-Químicas e a Comissão de Abundâncias Isotópicas e Pesos Atômicos. Foi também de-

cidido manter a JCBN Comissão Conjunta de Terminologia Bioquímica (com a IUBMB União Internacional de Bioquímica e Biologia Molecular). A Assembleia Geral foi informada de que continuará a existir o IDCNS Comitê Interdivisional de Nomenclatura e Símbolos com funções consultiva junto ao "Bureau". Pode-se concluir que em relação a este tipo de funções da IUPAC a extinção das comissões antigas foi acompanhada dum renascer de outros corpos que irão assegurar a continuidade necessária para este tipo de actividade que exige uma grande coerência com decisões anteriores nestas matérias.

Relacionado ainda com a reestruturação da IUPAC que mantém a estrutura de divisões mas extinguiu todas as comissões dependentes dessas divisões é da maior importância realçar a existência dum sistema recente através do qual qualquer pessoa pode apresentar à IUPAC um pedido de financiamento dum projecto que suponha se integre nas finalidades da IUPAC. Para Portugal seria do maior interesse haver pessoas que participem activamente na apresentação de tais projectos, uma vez que a nossa participação através da filiação em comissões, a partir do próximo ano já não vai ser possível na maioria dos casos.

Um assunto da ordem de trabalhos sobre o qual o delegado da SPQ tomou posição explicitamente, foi a propósito de uma proposta checa de alterar a fórmula através da qual são calculadas as quotas anuais pagas à IUPAC pelas organizações nacionais aderentes. Na proposta checa, os países com um volume de transacções da sua indústria química ("chemical turnover") maior, que actualmente já pagam quotas mais elevadas que os países com um "chemical turnover" mais baixo, teriam as suas quotas mais agravadas ainda que actualmente. Os países com um "chemical turnover" relativamente baixo, tal como a República Checa e Portugal, teriam assim as suas quotas desagravadas. À primeira vista parecia que a SPQ devia votar a favor desta proposta. No entanto o Comité Executivo da IUPAC já tinha avisado

que havia a ameaça de que um ou vários países entre os quais se contam os "gigantes" da indústria química não aceitariam esta alteração e que a estabilidade financeira da IUPAC ficaria assim ameaçada. A SPQ decidiu não apoiar a proposta checa. O delegado da SPQ salientou na sua intervenção que esta vê uma maior vantagem em que os trabalhos da IUPAC continuem, sem perturbação do ritmo em que estes são publicados e assim disponibilizados para uso da comunidade química mundial, do que a SPQ continuar a ser membro da IUPAC (na hipótese, aliás meramente teórica de não ser capaz de continuar a pagar a actual quota anual). O facto de a proposta checa ter sido rejeitada por uma larga maioria de votos mostrou que este ponto de vista foi partilhado por muitos dos membros que veriam as suas quotas desagravadas (esses países, aliás, teriam constituído a maioria do Conselho). Reflectindo posteriormente sobre este assunto concluiu-se que uma alteração da fórmula nunca podia vingar na prática se fosse imposta pela maioria dos votos aos países que contribuem em maior grau para o trabalho da IUPAC pela disponibilização gratuita de recursos humanos e infraestruturas de várias organizações neles sediadas, o que corresponde a montantes que não aparecem sequer nas contas da IUPAC.

Os projectos de actas do Conselho podem ser consultadas em http://www.iupac.org/news/archives/2001/41_council_minutes.html. Note-se, no entanto que o delegado da SPQ vai pedir uma alteração à acta, uma vez que esta sugere que tenha feito a sua intervenção depois de consultas com outras delegações, o que lhe atribuiria um papel de porta-voz das mesmas. De facto a intervenção não foi precedida de nenhuma conversa com delegações doutros países. As consultas que mencionou ter havido foram as do delegado da SPQ com dirigentes da SPQ antes da sua partida para Brisbane.

B.J. Herold

A SPQ e o Consórcio das Revistas Europeias de Química.

Em 1998 a revista científica da Sociedade Portuguesa de Química (SPQ) *Revista Portuguesa de Química* fundiu-se com outras revistas nacionais de oito sociedades de Química para dar origem às revistas *European Journal of Inorganic Chemistry* e *European Journal of Organic Chemistry*.

Estas duas novas publicações são mais importantes do que a soma das suas predecessoras. A sua qualidade beneficiou enormemente com a fusão. Para além de autores de muitos países da Europa, muitos investigadores de todo o mundo começaram a submeter os seus trabalhos para publicação. A figura anexa mostra a distribuição de manuscritos submetidos ao *European Journal of Inorganic Chemistry* por países e regiões entre Janeiro e Maio de 2001.

Cinquenta por cento das assinaturas institucionais provêm de países situados fora da Europa. A revista de química

inorgânica expandiu-se de modo a acomodar todas as áreas de química inorgânica incluindo catálise, química física, química do estado sólido e, mais recentemente, química bioinorgânica. A revista de química orgânica acompanha todos os aspectos de síntese, produtos naturais e química bioorgânica. Todos estes desenvolvimentos reflectem-se nos primeiros índices de impacto, recentemente publicados: 2.150 para a revista *European Journal of Organic Chemistry* e 2.222 para a revista *European Journal of Inorganic Chemistry*.

A revista *European Journal of Inorganic Chemistry* é publicada mensalmente. Contém pequenos artigos de revisão, o que permite aos autores apresentar os seus trabalhos com mais informação suplementar sobre o seu desenvolvimento bem como as perspectivas de futuro do que a que habitualmente se encontra em artigos científicos. São publicadas ainda pequenas comunicações que se justificam pela sua particular importância ou urgência. O seu prazo de publicação é acelerado e em vez de um

tempo médio de 6.2 meses (para um artigo clássico) o artigo é publicado num prazo médio de 4.2 meses. É possível subscrever um serviço de alerta por e-mail que avisa quando um artigo sobre um determinado tema é publicado (<http://interscience.wiley.com>). Existe também um serviço gratuito de revisão de inglês (realizado por químicos cuja língua materna é o inglês). Outra característica de particular interesse para químicos que trabalhem em áreas de sobreposição entre a química inorgânica e a química orgânica é a publicação do índice da revista de química orgânica bem assim como o da revista *Chemistry – A European Journal*. Estas três revistas são apoiadas pela SPQ e todas apresentam uma qualidade de que todos os membros da SPQ se podem orgulhar. Para os químicos portugueses, publicar nesta revista é um modo de apoiar a SPQ já que esta recebe direitos sempre que um artigo de investigadores portugueses é publicado.

figura 1

Distribuição geral dos manuscritos submetidos ao *European Journal of Inorganic Chemistry* entre Janeiro e Maio de 2001

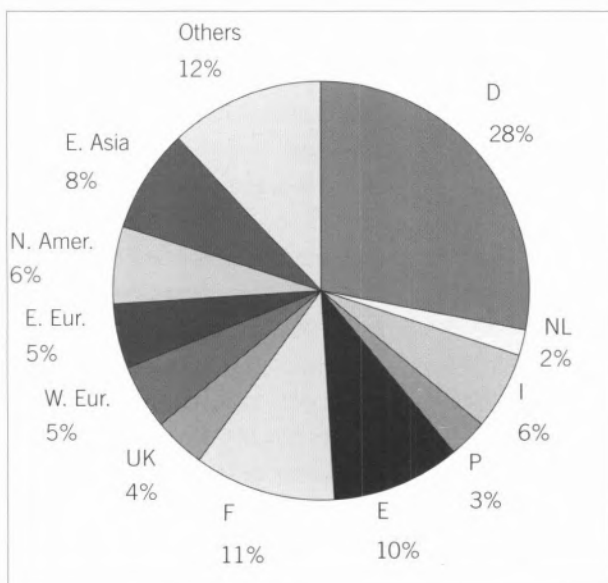
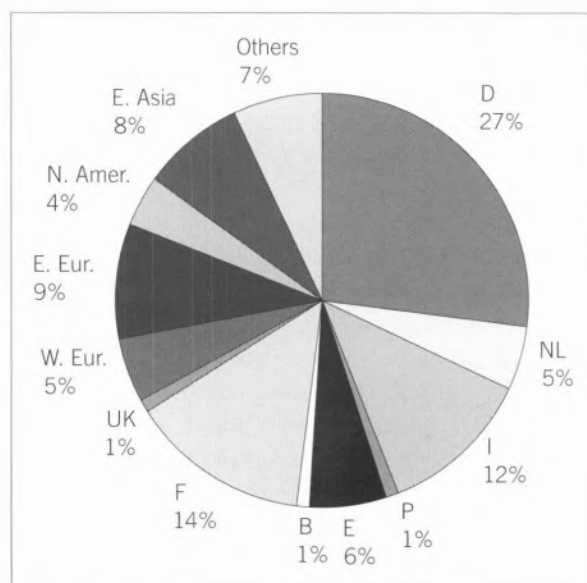


figura 2

Distribuição de manuscritos submetidos ao *European Journal of Organic Chemistry* entre Janeiro e Maio de 2001



Olimpíadas Portuguesas de Química

Olimpíadas de Química 2002

$SPQ + EsCO(l)as \rightarrow PrémIO_2 + PrémIO_2$
 $AluNO_3 + ProFe(s)or \rightleftharpoons midos pRemiOs$
 $pRemiOs \rightarrow viAger(s) + aveNiRuA + amI(g)os$
 $+ sorTeios + MedAlhas + diPlomAs + Brndes$
 $+ vIvIvA + Auiversidades + IChO* + OLIBERQUI**$

SPQ + **EsCO(l)as** → **PrémIO₂** + **PrémIO₂**
 $AluNO_3 + ProFe(s)or \rightleftharpoons midos pRemiOs$
 $pRemiOs \rightarrow viAger(s) + aveNiRuA + amI(g)os$
 $+ sorTeios + MedAlhas + diPlomAs + Brndes$
 $+ vIvIvA + Auiversidades + IChO* + OLIBERQUI**$

SOIEDADE PORTUGUESA DE QUÍMICA

Datas importantes
 31 de Janeiro de 2002
 Limite de inscrição das equipas na 2ª fase (semifinais)
 2 de Março de 2002
 Realização das Semifinais
 5 de Maio de 2002
 Realização da Final

Coordenador das Olimpíadas Paulo Roberto Duarte
 Departamento de Química, Faculdade de Ciências, Universidade de Coimbra, 3004-516 Coimbra, Portugal
 paulo@ci.ucp.pt, PBR234

Regulamento

Disposições gerais

1. As "Olimpíadas Portuguesas de Química", também designadas por "Olimpíadas de Química", são um concurso de resolução de problemas teóricos e práticos de Química, dirigido aos estudantes do ensino secundário português e organizado pela Sociedade Portuguesa de Química (SPQ).

2. Os objectivos das Olimpíadas de Química são:

- dinamizar o estudo e ensino da Química nas Escolas Secundárias;
- proporcionar a aproximação entre as Escolas Secundárias e as Universidades;
- despertar o interesse pela Química, divulgar a Química como ciência e cativar vocações para carreiras científico-tecnológicas entre os estudantes.

Participantes

3. Podem concorrer todos os alunos que frequentem os 11.º e 12.º anos de escolaridade em Portugal.

Fases das provas

4. As "Olimpíadas de Química" decorrem em 3 fases a nível nacional: a 1.ª

fase corresponde à selecção por escola, a 2.ª fase corresponde à semifinal e a 3.ª fase corresponde à final nacional.

5. Na 1.ª fase, cabe às Escolas o apuramento da sua equipa, de acordo com o n.º 9 deste regulamento. Cada Escola poderá inscrever apenas uma equipa, constituída por 3 elementos.

6. Na 2.ª fase, as semifinais são realizadas a nível regional, em Universidades seleccionadas para o efeito. Em cada semifinal serão apuradas as 3 melhores equipas para a final.

7. Na 3.ª fase, correspondente à final, os alunos apurados concorrerão individualmente.

8. Os alunos melhor classificados na final serão convidados a participar numa 4.ª fase, constituída pelas competições internacionais nas quais a representação de Portugal é assegurada pela SPQ.

§ Actualmente a SPQ participa nas "Olimpíadas Ibero-americanas de Química" (OLIBERQUI) e nas "Olimpíadas Internacionais de Química – International Chemistry Olympiads" (IChO).

Tipo de provas

9. Na 1.ª fase, cabe a cada Escola escolher, elaborar e realizar as provas para selecção da equipa que inscreverá nas semifinais.

10. Nas 2.ª e 3.ª fases, a elaboração das provas é da responsabilidade da SPQ.

11. Nas semifinais, as provas serão escritas e realizadas em equipa (por Escola).

12. Na final, cada aluno realizará uma prova escrita individual e uma prova laboratorial individual ou em equipa (por Escola).

13. Tanto nas semifinais como na final nacional, as provas decorrerão simultaneamente para todos os concorrentes.

Programa

14. O programa considerado na elaboração das questões será o programa de Química até ao 10.º ano de escolaridade para a semifinal e o programa de Quími-

ca até ao 12.º ano de escolaridade para a final.

15. Em qualquer dos casos (semifinal e final) poderão ser incluídas questões que envolvam

i) a aplicação de conhecimentos gerais de química a situações não consideradas explicitamente nos programas;

ii) assuntos que não constem do programa acima mencionado, desde que sejam fornecidas informações adicionais suficientes para a resolução.

Organização das provas

16. As "Olimpíadas de Química" são coordenadas pelo Coordenador das Olimpíadas de Química, nomeado pela Direcção da SPQ.

17. O Coordenador é coadjuvado nas suas funções por uma Comissão Organizadora a que preside, e que inclui o Júri de Provas.

18. O Júri de Provas é constituído por docentes universitários convidados pelo Coordenador e tem por função colaborar na elaboração das questões que serão apresentadas aos concorrentes em cada prova, e proceder à respectiva classificação no dia das provas.

19. As datas de realização das semifinais e da final serão fixadas anualmente pelo Coordenador.

Prémios

20. Os participantes das semifinais e da final (2.ª e 3.ª fases) receberão um diploma de participação, uma medalha comemorativa, lembranças locais e um prémio de presença.

§ O prémio de presença das semifinais é uma assinatura anual do Boletim da SPQ "Química".

21. Os alunos vencedores das semifinais (3 melhores classificações por equipas) e as respectivas Escolas e professores acompanhantes receberão ainda um prémio surpresa.

22. Na final, serão atribuídos os prémios especiais das "Olimpíadas" aos alunos classificados nos 1.º, 2.º e 3.º lugares.

23. Os alunos melhor classificados na final terão ainda a possibilidade de par-

tipicar em competições internacionais, para o que terão asseguradas as despesas de deslocação e alojamento, e onde serão acompanhados por, pelo menos, um docente universitário nacional (mentor).

§ O número de alunos participantes nas provas internacionais será decidido pela SPQ em cada ano, de acordo com os regulamentos específicos dessas provas.

Disposições finais

24. A inscrição na 2.^a fase deve fazer-se até ao dia 31 de Janeiro de cada ano, com a identificação da Escola, o nome e a idade dos alunos que integram a equipa e o nome do professor acompanhante.

25. Até à data da realização da semifinal, cada Escola pode substituir total ou parcialmente os elementos da sua equipa, justificando a impossibilidade dos elementos inicialmente indicados. Os alunos apurados para a final não poderão ser substituídos em nenhum caso.

26. Na final, as despesas de deslocação e alojamento dos alunos e professores acompanhantes serão da responsabilidade da SPQ.

27. Das classificações obtidas apenas serão tornados públicos, em cada semifinal, a lista ordenada dos concorrentes apurados para a fase seguinte ou, no caso da final, a lista ordenada dos vencedores, sem indicação de pontuação.

28. A SPQ divulgará, no seu Boletim e na sua página da internet, todos os aspectos considerados relevantes acerca das "Olimpiadas de Química", entre os quais, obrigatoriamente, os nomes dos vencedores e das respectivas Escolas, e os enunciados das provas.

29. Qualquer questão resultante de omissão ou dúvidas de interpretação do presente regulamento será resolvida pela Comissão Organizadora em 1.^a instância e pela Direcção da SPQ em 2.^a instância.

30. Futuras alterações ao Regulamento serão decididas pela Direcção da SPQ.

A festa dos sessenta anos do Prof. Romão Dias "O CHEFE"



No passado dia 24 de Setembro teve lugar no anfiteatro do Complexo (IST) uma sessão científica, cujo propósito era festejar os 60 anos do Professor Alberto Romão Dias, carinhosamente cognominado entre os seus doutorados por "Chefe". Maria José Calhorda e Carlos Crispim Romão em nome dos restantes organizadores da sessão, (Hermínio Diogo, Luis Veiros, "Guigas" e Adelino Galvão) deram as boas vindas e justificaram o acontecimento a um numeroso público que assistia à sessão. Aproveitaram para dar a conhecer aos presentes

a edição de um número especial do *Journal of Organometallic Chemistry* dedicado ao Prof. Romão Dias. A parte da manhã, cuja sessão foi presidida por Pedro Teixeira Gomes (doutorado pelo "Chefe" e membro do seu grupo de investigação), iniciou-se com uma comunicação científica proferida pelo Prof. Malcolm Green, supervisor em Oxford do Prof. Romão Dias e seu grande amigo, seguida de uma outra intervenção científica por Fernando Pina (FCT-UNL, seu doutorado e tido como o seu primeiro aluno, ainda estudante do 4.^o ano do IST). A sessão da manhã concluiu-se com uma intervenção do Prof. Fraústio da Silva (IST-UTL), o grande responsável, não só pela escolha do Prof. Romão Dias para assistente do IST (segundo o seu faro, como ele próprio afirmou), como posteriormente pela ida deste para Oxford afim de fazer o doutoramento em Química Organometálica.

De tarde, a sessão foi dividida em duas partes. Na primeira, presidida por M. E. Minas da Piedade (seu doutorado e membro do seu grupo de investigação) intervieram três professores catedráticos e um associado com agregação, todos doutorados pelo "Chefe" (1.^o, 2.^o, 3.^o e 5.^o na muito longa lista de doutorados: Carlos C. Romão (ITQB-UNL); Maria José Calhorda (FC-UL), José Artur Martinho Simões (FC-UL) e Maria Helena Garcia (FC-UL).

Foram quatro interessantes palestras daqueles que, da primeira geração, se podem considerar os mais directos herdeiros científicos do homenageado.

A sessão de encerramento presidida por Maria Teresa Duarte (IST-UTL, doutorada pelo "Chefe" e pela Maria Arménia Carrondo) iniciou-se com uma intervenção da Ana Galvão, um dos últimos produtos da série dos doutorandos com a marca "Chefe", actualmente a trabalhar fora da Universidade. Seguiu-se uma intervenção científica proferida pela Maria Arménia Carrondo (actualmente ITQB-UNL, ex-membro do seu grupo e pioneira da cristalografia no CQE-IST). A sessão encerrou com a intervenção final do festejado, que se referiu à história do seu grupo e à sua investigação. Foi uma interessante jornada científica, muito bem disposta, que deixou os presentes muito felizes.

O dia acabou com uma alegre jantarada na Ordem dos Engenheiros, numa sala repleta de ex-doutorandos colegas e amigos do "Chefe".

O corpo editorial do boletim da SPQ deseja ao Prof. Romão Dias continuação de bom trabalho. E que não se esqueça de enviar de quando em quando uma ou outra colaboração para o boletim.

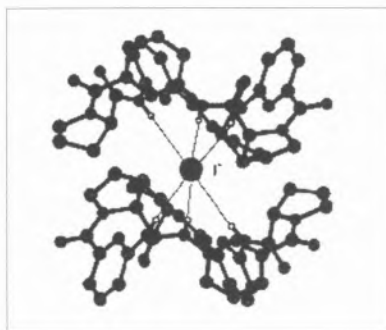
F.P.

Actualidades Científicas

1.

Os **aniões em sistemas biológicos** são muitas vezes capturados e ligados apenas por ligações de hidrogénio. Ao contrário, os **sistemas artificiais** para complexação de iões em água requerem geralmente forças maiores, como as interações electrostáticas, para ultrapassar a elevada energia de solvatação de muitos aniões. Kubik *et al.* (*Angew. Chem. Int. Ed.* 40, 2648, 2001) descrevem um ligando (feito a partir da prolina e do ácido 6-aminopicolínico) que funciona apesar da ausência de tais interações.

O seu sistema é parecido com uma cápsula molecular, com dois hexapeptidos cíclicos agregados para formar uma cavidade que segura o anião e o protege do solvente. Foram detectados complexos halogenetos e de sulfatos, e a estrutura cristalina do complexo com iodeto mostrou que não havia interacção directa entre os peptidos. Em vez disso, o agregado é estabilizado inteiramente por ligações de hidrogénio entre o anião e os grupos N-H dos ligandos. Este sistema pode servir como modelo para o reconhecimento de aniões por receptores naturais e como complemento do reconhecimento estabelecido de catiões pela outra porção da ligação peptídica, o grupo carbonilo.



2.

É possível juntar **moléculas de porfirina numa cadeia comprida** mas continuam electronicamente isoladas umas das ou-

tras. Tsuda e Osuka (*Science* 293, 79, 2001) pegaram em oligómeros de porfirina de Zn(II) (contendo até 12 moléculas) e fundiram o sistema de anéis numa única molécula conjugada. A entidade resultante é tão grande que as bandas de absorção electrónica, situadas normalmente no visível-ultravioleta, se desviaram para o infra-vermelho próximo. Estas moléculas têm aplicações potenciais em electrónica e em óptica.

3.

A separação de fases à nanoescala pode conduzir a **morfologias extremamente interessantes**. Tais efeitos podem ser observados em copolímeros dibloco, que podem juntar polímeros imiscíveis, e em **misturas de homopolímeros e nanopartículas**. O que acontece quando um copolímero de dibloco é misturado com nanopartículas? Thompson *et al.* (*Science* 292, 2469, 2001) combinaram duas teorias existentes, uma utilizada para a termodinâmica de polímeros, e uma segunda utilizada para o arranjo de partículas em sistemas coloidais, para modelar uma mistura de copolímeros dibloco e de nanopartículas e prever o tipo de morfologia que se podem formar. Não somente o modelo reproduz resultados de algumas experiências e modelações recentes, mas também prevê uma quantidade de novas morfologias. Foram também encontradas condições onde as nanopartículas se auto-montam em nanofios ou nanofolhas.

4.

O efeito túnel quântico é um processo pelo qual partículas quânticas penetram barreiras, habitualmente barreiras de energia, que são inultrapassáveis para objectos clássicos. Nos anos oitenta, os físicos previram a existência do **efeito túnel "dinâmico"**, um processo quântico que é classicamente proibido pela conservação duma quantidade que não a energia total do sistema. Recentemente, as previsões foram confirmadas com a observação dum efeito túnel dinâmico nos átomos ultra-frios dum **condensado de Bose-Einstein** (BEC), a "quinta" forma da matéria. Nesta, os átomos

ultra-frios tornam-se virtualmente indistinguíveis uns dos outros, criando um "superátomo". Tais observações foram feitas por W. K. Hensinger *et al.* (*Nature* 412, 52, 2001). Isso abre oportunidades para o estudo de sistemas caóticos no domínio quântico e é também importante para o estudo da informação quântica. Por outro lado, um BEC de átomos de rubídio 85 foi exposto por Donley *et al.* (*Nature* 412, 295, 2001) a um campo magnético variável para observar o seu comportamento quântico com a mudança das forças interatómicas. Nun dado ponto, o condensado encolhe e explode rapidamente em átomos – conjunto alcunhado em física quântica por bosonova ou "supernova numa garrafa". A maior parte do comportamento deste sistema é oposto à teoria actual que necessita de ser revista.

5.

A supercondutividade e o ferromagnetismo foram sempre considerados como mutuamente exclusivos. Mas à medida que os modelos para descrever estes fenómenos se desenvolveram, os teóricos previram que a liga metálica, ZrZn₂, de transição ferromagnética, deveria também ser supercondutora. Essa previsão foi agora confirmada experimentalmente por C. Pfeiderer *et al.* (*Nature* 412, 58, 2001). E longe de serem mutuamente exclusivos, o ferromagnetismo e a supercondutividade parecem intimamente ligados. O URhGe ferromagnético verificou-se ser supercondutor à pressão ambiente (*Nature* 413, 613, 2001) o que sugere que a combinação da supercondutividade e do ferromagnetismo é mais comum e mais importante do que foi pensado inicialmente.

6.

Tornou-se claro que os **substituintes dos CFC** (clorofluorocarbonos) – destrutores de ozono – os **HCFC** (hidroclorofluoro-carbonos), também têm desvantagens. Os HCFC/CFC degradam-se e produzem o ácido trifluoro acético moderadamente tóxico, para o qual não é conhecido mecanismo de remoção natural. Soube-se recentemente que há

mais ácido trifluoro acético no ambiente do que o devido à decomposição do HCFC. Uma nova fonte foi identificada por Ellis *et al.* (*Nature* 412, 321, 2001): os polímeros fluorados industriais. A termólise destes compostos, em frigideiras não aderentes, em revestimentos de fornos e motores de combustão interna é uma fonte significativa de ácido trifluoro acético nas águas de chuva urbanas.

7.

O **desenvolvimento de nanodispositivos** moleculares exige a construção eficiente de estruturas moleculares complexas **sobre superfícies**. A agregação supra-molecular – a montagem espontânea de várias moléculas em estruturas altamente ordenadas – parece particularmente apropriada para esse fim. Yokoyama *et al.* (*Nature* 413, 585, 2001) mostram, com moléculas de porfirina adsorvidas sobre superfícies de ouro, que esta abordagem é um caminho promissor para a concepção de estruturas com propriedades electrónicas ou optoelectrónicas úteis.

8.

Uma maneira de **depositar filmes finos poliméricos** é o **spin-coating**. Uma solução com um polímero dissolvido é pulverizada sobre um substrato em rotação para assegurar um revestimento completo e regular. O uso de uma solução cria um filme polimérico com as cadeias em estado de relaxação (o que poderia não ser o caso com processos baseados na fusão). Controlar a rugosidade de superfície pode ser crítico para as propriedades ópticas e de fricção do filme, que pode ser utilizado como material de barreira ou para modificar as propriedades de superfície do substrato. Strawhecker *et al.* (*Macromolecules* 34, 4669, 2001) estudaram polímeros vítreos depositados por spin-coating a partir de solventes voláteis sobre substratos de silício e descobriram que dois factores podem aumentar a rugosidade de superfície. A velocidades de evaporação, instabilidades de Marangoni, causadas por variações locais de tensão superficial, iniciam a formação de rugosidade de

superfície. Os autores pensam que este fenómeno acaba cedo durante o processo de secagem o que levanta a questão de entender porque é que o filme de baixa viscosidade não se arruma sozinho para formar uma superfície lisa e energeticamente favorável. Acham que um segundo factor, o tempo que precisa o fluido para se espalhar e recobrir a superfície, é maior do que o tempo de evaporação, que pode ser observado através de ângulos de contacto grandes (>15°) para solventes que normalmente molhariam completamente a superfície. Portanto, controlando a velocidade de evaporação de superfície, deveria ser possível obter filmes lisos para a maioria dos polímeros depositados a partir de bons solventes.

9.

A maioria das **medições de cadeias poliméricas** em solução informa sobre a conformação média, mas flutuações no tempo podem modificar a forma geral e o comprimento entre as extremidades da cadeia. Jeppesen *et al.* (*Science* 293, 465, 2001) ligaram o polietileno glicol, à superfície de um instrumento de força de superfície e rotularam as extremidades livres com a biotina. Rotularam a superfície oposta com o seu receptor, a estreptavidina. Por determinação da probabilidade de captura da extremidade livre, a biotina, em função da distância entre as superfícies, mostraram que as raras conformações altamente esticadas do polímero têm um papel chave no processo de ligação.

10.

Muitas proteínas formam **intermediários relativamente compactos de glóbulos fundidos** em condições moderadamente desnaturantes, mas seria expectável que concentrações elevadas de proteínas desnaturantes produzissem um conjunto de conformações próximas do acaso estatístico. Shortle e Ackerman (*Science* 293, 487, 2001) utilizaram a espectroscopia de ressonância magnética nuclear para medir os acoplamentos dipolares residuais em formas desnaturadas da nuclease de estafilococos.

Uma ordem de grande alcance, onde segmentos de cadeias conservam as suas mesmas orientações relativas, persistiu mesmo em soluções de ureia 8 M.

11.

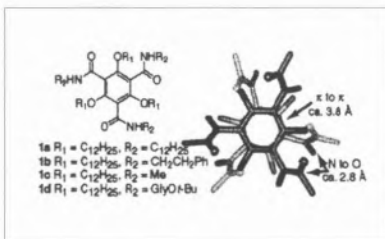
A **reação de Bayer-Villiger**, descoberta por Adolfo von Bayer e Victor Villiger em 1899, é um clássico dos manuais e ainda via principal em síntese orgânica. Nesta reacção, as cetonas cíclicas são oxidadas para produzir valiosos ésteres e lactonas. Porém, a ausência de catalisadores de Bayer-Villiger quimio-selectivos, particularmente para oxidar substratos não saturados com oxidantes benignos como o peróxido de hidrogénio, limitou a utilidade da reacção. Corma *et al.* (*Nature* 412, 423, 2001) conseguiram ultrapassar esta dificuldade desenvolvendo um catalisador sólido de zeólito de estanho que activa selectivamente o grupo carbonilo da cetona. A reacção ocorre então eficientemente e oxida tanto cetonas saturadas como não saturadas.

12.

Fios à escala molecular têm muitas aplicações potenciais em nanotecnologia. Tais fios podem ser agregados a partir de unidades moleculares expondo as interacções intermoleculares, tais como as ligações ligando-metal ou ligações ponte de hidrogénio. Anéis de benzeno podem-se também empilhar para formar uma espinha dorsal do fio molecular; os substituintes podem então formar um revestimento isolante a volta deste coração. Infelizmente, as interacções entre os anéis benzeno são relativamente fracas e as estruturas resultantes em forma de coluna não são muito estáveis. Bushey *et al.* (*J. Am. Chem. Soc.* 123, 8157, 2001) sintetizaram anéis de benzeno com três substituintes amida em posições alternadas no anel; as três posições restando são ocupadas por vários grupos éter.

As moléculas resultantes formam estruturas de coluna que são estabilizadas por ligações de hidrogénio entre os azotos das amidas e os oxigénios dos éteres dos anéis alternados na coluna. A abor-

dagem é versátil na medida em que outros grupos podem ser colocados no exterior da coluna. Além disso, o momento dipolar pode ser aumentado nas pilhas em forma de coluna, o que deveria ter utilizações em opto-electrónica e outras aplicações.



13.

Electrólitos de polímeros, que consistem em sais dissolvidos em polímeros sólidos, têm sido extensivamente estudados devido ao seu potencial como electrólitos em baterias de lítio recarregáveis (estado sólido). Durante 20 anos, pensava-se que a condutividade iónica ocorria nestes polímeros unicamente em fase amorfa, acima da temperatura de transição vítrea. Mas a investigação nestes materiais pôde levantar vó em novas direcções com a descoberta por Z. Gadjourova *et al.* (*Nature* 412, 520, 2001) de que a condutividade iónica pode acontecer num arranjo cristalino altamente ordenado. Além disso, a condutividade pode ser maior no polímero cristalino do que no sistema amorfo, e a construção de baterias poderá ser facilitada com iões de lítio menos móveis.

14.

Eléctrodos selectivos a iões permitem a determinação rápida de concentrações, mas para concentrações pequenas, os eléctrodos selectivos de iões afastam-se do comportamento linear ou de Nernst. Alguns desses efeitos podem ser minimizados se um tampão iónico for introduzido para evitar a lixivação dos iões principais da solução interna, mas fluxos de iões secundários podem ainda

produzir não-linearidade. Pergel *et al.* (*Anal.Chem.* 73, 4249, 2001) mostram que a adição dum controlo da corrente galvanostático pode ser utilizada para equilibrar esses fluxos e aumentar o limite da detecção para um eléctrodo selectiva de iões até 3.10^{-12} molar mantendo constante a resposta de Nernst.

15.

Em princípio, **grandes moléculas cíclicas** com sub-unidades ligadas por orbitais p, tais como os pirrois e os tiofenos, deveriam exibir aromaticidade se seguirem a **regra de Hückel** e contém $4n+2$ electrões. Na prática, anéis com um grande número de sub-unidades têm tendência para se deformar, formando um oito, de modo a que a sobreposição de orbitais necessária para a aromaticidade será destruída. Anand *et al.* (*J. Am. Chem. Soc.* 123, 8620, 2001) mostram que derivados da octaírina, um sistema electrónico de 34 electrões p ($n=8$), podem ser formados como moléculas planas se as duas metades, contendo cada uma quatro sub-unidades, forem levadas juntas numa única etapa de acoplamento. A estrutura cristalina do derivado de enxofre mostra que um tiofeno de cada unidade de bitiofeno é invertida para formar uma molécula plana. Por ressonância magnética nuclear e espectroscopia ultravioleta e visível, a natureza aromática do derivado foi confirmada.

16.

A **supercondutividade** foi observada no C_{60} dopado por electrões há uma década e só recentemente foi encontrado num monocristal de C_{70} dopado electronicamente, a 7K por J.H. Schön *et al.* (*Nature* 413, 831, 2001) o que vai no sentido das previsões associando esta propriedade ao tamanho da molécula. Com efeito, se, como está previsto, o acoplamento electrão-fonão aumenta com a curvatura da molécula, então a dopagem de fulerenos mais pequenos, como o C_{36} , podia dar uma temperatura de transição ainda mais alta do que o

C_{60} aproximando-se dos supercondutores principais, os óxidos de cobre.

17.

Como as máquinas macroscópicas, **as máquinas moleculares precisam de energia** para funcionar. Se a energia fosse fornecido por combustível químico, uma vez utilizado, este deve ser removido. Balzani *et al.* (*Chem. Commun.* 1860,2001) mostraram que a luz pode ser utilizada para o enfiar e o desenfiar dum pseudo-rotaxano onde um componente cíclico move para frente e para trás ao longo dum esqueleto linear (os verdadeiros rotaxanos têm grupos volumosos em cada extremidade para evitar o desenfiar completo).

O isómero E do "fio" molecular forma um pseudo-rotaxano com a sua molécula parceira o ciclofano. A irradiação a 365 nm fotoisomeriza o isómero E para o isómero Z que desenfia. A irradiação a 436 nm fotoisomeriza Z para E, regressando assim à molécula inicial. Tais constituintes de nanomáquinas accionados pela luz têm a vantagem suplementar de poderem ser activados e desactivados facil e rapidamente.



18.

As reacções químicas podem ser descritas por superfícies de energia potencial (PES) que traduzem as mudanças em energia à medida que as moléculas colidem e se reorganizam de reagentes para produtos. A forma das PES (chamada *landscape*) determina a estrutura, a dinâmica e a termodinâmica do sistema. Uma nova ferramenta para analisar as PES foi apresentada por Wales *et al.* (*Science* 293, 2007, 2001). Mostra que funções universais, derivadas da teoria

das catástrofes, proporcionam uma explicação para o postulado de Hammond, que é uma regra empírica dizendo que o estado de transição é mais parecido com o estado dos reagentes ou o dos produtos que é o mais alto em energia. Os autores deduzem também uma lei quantitativa relacionando barreira de energia, frequências de vibração e comprimentos de caminho.

19.

Em princípio, deveria ser possível criar pequenas moléculas que catalizam a **conversão do hidrogénio dos solventes em H₂**, em presença da luz solar sem utilizar nenhum mediador heterogéneo. Heyduk e Nocera (*Science* 293, 1639, 2001) mostram que um composto de dirodio dissolvido em ácidos hidroháli-

cos (HX, como o HCl condensado na ausência de água) pode fotogenerar H₂. No ciclo catalítico, a luz ultravioleta (UV) desloca o ligando CO, de maneira que HX se pode ligar na etapa de dois electrões para criar espécies de valência mista Rh⁰-Rh^{II}. Duas destas moléculas reagem para acrescentar um HX suplementar e libertar H₂. Finalmente, a luz UV elimina X- para regenerar o catalizador. Este sistema ainda é pequeno para o objectivo da fotoprodução do H₂ a partir do H₂O, mas mostra que etapas importantes, como a eliminação do haleto, podem ser catalizadas por processos de dois electrões.

20.

Embora a utilização do sistema chumbo-urânio para datar possa ser mais co-

nhecido, o decaimento radioactivo do lutécio para o háfnio (¹⁷⁶Lu para ¹⁷⁶Hf) tem também sido uma ferramenta importante para **datar a velha crosta terrestre**. Scherer *et al.* (*Science* 293, 683, 2001) determinaram um valor mais preciso da constante de decaimento do ¹⁷⁶Lu para o ¹⁷⁶Hf através da comparação dos seus períodos. O seu valor concorda com recentes experiências de contagem de decaimento e é mais pequeno do que os valores anteriores de comparação de períodos. Os seus resultados alteram a aparição da primeira crosta da Terra de 4 biliões para 4,3 biliões de anos e indicam que a diferenciação aconteceu rapidamente após a formação do planeta.

Prémio Nobel em Química de 2001 para a síntese assimétrica catalítica

O Prémio Nobel em Química deste ano consagrou a área da síntese assimétrica catalítica, tendo sido atribuído a três químicos orgânicos, dois norte-americanos e um japonês: metade do prémio foi atribuído a William Knowles (84 anos, reformado da companhia Monsanto, St Louis, Missouri) e a Ryoji Noyori (63 anos, Univ. de Nagoya), pelo seu trabalho sobre reacções de hidrogenação com catálise quiral, e metade a K. Barry Sharpless (60 anos, Scripps Research Institute, La Jolla), pelo seu trabalho sobre reacções de oxidação com catálise quiral. Em ambos os casos foram premiados métodos inovadores de síntese assimétrica, isto é, em que sendo o produto de uma reacção opticamente activo, e podendo ocorrer em duas for-

mas enantioméricas, é favorecida a produção de apenas um dos enantiómeros. Para que isto suceda, a molécula de catalisador deve ser ela própria quiral.

A quiralidade molecular é muito importante em sistemas biológicos, uma vez que os dois enantiómeros de uma dada molécula têm com frequência efeitos muito diferentes sobre um organismo vivo. Isto acontece pelo facto de as moléculas quirais de que ele é feito corresponderem a um enantiómero bem definido, caso dos aminoácidos constituintes das proteínas. Os seres vivos são assim capazes de responder de forma diferenciada aos dois enantiómeros de uma dada molécula (por exemplo, dos dois enantiómeros do limoneno, um cheira a limão, e o outro a laranja), aspecto vital no caso dos fármacos. William Knowles descobriu nos anos 60 que era possível usar metais de transição para a síntese assimétrica em

reacções de hidrogenação. A sua investigação conduziu em 1974 a um processo industrial de síntese de um fármaco, a L-DOPA (um aminoácido), usado no tratamento da doença de Parkinson. Coube a Noyori generalizar os métodos de catálise quiral em reacções do mesmo tipo. Barry Sharpless, por seu lado, desenvolveu a aplicação de catalisadores quirais nas reacções de oxidação. Os métodos de síntese desenvolvidos por estes cientistas têm hoje aplicação na síntese industrial de compostos de grande interesse farmacêutico, tais como antibióticos e anti-inflamatórios, e de compostos usados em agroquímica, cosmética e química alimentar.

Para informação mais pormenorizada, consultar o sítio da fundação Nobel, e em particular <http://www.nobel.se/chemistry/laureates/2001/chemadv.pdf>

A Ciência é assim

Eu gosto de controvérsias, e não me importo de estar errado, se isso perturbar de tal modo as pessoas que as leve a procurar a resposta certa. A ciência é assim mesmo.

Barry Sharpless, P. Nobel em Química 2001

O Nobel da química roubado a Henri Kagan, por Didier Astruc*

Grande foi a consternação sentida pelos químicos franceses, a 10 de Outubro, após o anúncio do prémio Nobel. Com efeito, o prémio 2001, atribuído pela descoberta da catálise assimétrica a dois químicos americanos, William Knowles e Barry Sharpless, e ao químico japonês Ryoji Noyori, lesa consideravelmente o célebre químico francês Henri Kagan, professor na universidade de Paris-Sud (Orsay).

Este último demonstrou pela primeira vez, com uma publicação bem conhecida saída em 1971 numa revista inglesa (*Chem. Comm.* (1971) 481; patente U.S.: 1970), que era possível catalisar a hidrogenação assimétrica de olefinas num produto opticamente activo com eficácia, ou seja, com um largo excesso de formação de um enantiómero em relação ao outro enantiómero. Esta descoberta de Henri Kagan era tão mais fantástica quanto se baseava num produto muito eficaz também obtido por este químico, o famoso DIOP, facilmente disponível a partir do ácido tartárico, um composto comum. A utilização deste "fermento" para catalisar a formação de derivados opticamente activos era muito astuciosa dado que se baseava em di-

versas ideias inovadoras, sendo a mais importante a utilização de uma fosfina quiral e quelante, com o objectivo de manter na posição correcta o centro metálico catalítico durante todo o processo; este factor é o responsável crucial pela eficiência do processo. Este princípio foi a partir de então utilizado em todas as aplicações.

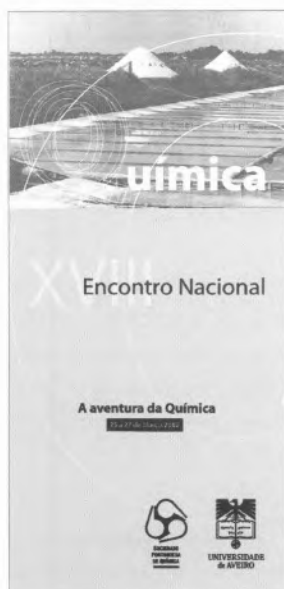
Todas as tentativas que tinham precedido as de Henri Kagan, ao utilizarem ideias clássicas, tinham conduzido a efeitos demasiado fracos para poderem constituir novos desenvolvimentos. A descoberta da catálise assimétrica é de um alcance considerável tanto no plano fundamental como no aplicado, dado que permite a síntese fácil de uma multidão de novos medicamentos.

A França esperava pois desde há muito tempo este prémio Nobel para Henri Kagan, já galardoado com numerosas distinções. Apesar dos três laureados com o prémio Nobel da química 2001 serem químicos de grande valor, tendo contribuído na investigação neste domínio e possuírem também uma grande reputação, do prémio Nobel espera-se que recompense o primeiro descobridor e não os que aplicam abundantemente as ideias e descobertas efectuadas pelo pioneiro. Podemos agora interrogar-nos verdadeiramente sobre a idoneidade do

processo de atribuição do prémio Nobel. Este baseia-se em parte numa consulta internacional, mas sobretudo sobre as propostas dos laureados de anteriores prémios Nobel. Ora, em química, estes são em 80% americanos, e é sabido que existe uma grande solidariedade além-Atlântico para propor químicos americanos.

A atribuição do prémio Nobel deste ano reveste-se de uma importância particular, dado que consagra um domínio verdadeiramente central da química e um dos conceitos mais poderosos do século XX pelo seu alcance e suas aplicações. A tendência hegemónica americana, que se vislumbra aliás nos manuais de química organometálica d'além-Atlântico, é tanto mais grave quanto lamentável. Ela prejudica não só Henri Kagan, mas também as comunidades químicas francesa e europeia, e mesmo a própria reputação do prémio Nobel.

* artigo publicado no jornal francês *Le Monde* de 15/10/2001. Didier Astruc é Professor de Química Orgânica na Universidade de Bordeaux-I e foi distinguido com o grande prémio (Le Bel) da Sociedade Química de França em 2000. Tradução e publicação autorizada pelo autor para a Química, com algumas pequenas alterações por ele próprio sugeridas. Tradução de Maria João Melo, revisão de M. N. Berberan-Santos.



Química

X

Encontro Nacional

A Aventura da Química

Comissão Organizadora

Arna Gil
Augusto Tomás
Fernando Correia (Presidente)
Gracia Marques
João Oliveira
João Rocha
Marta Sara e Inês Pires
Paulo Ribeiro Costa

Comissão Científica

Antonio Calhazut
Aronaldo Duarte
Arna Gil
Cristina Pires
Fernando Correia
Isabel F. Martins
João Rocha
João Santos
Hélène Pedrosa de Jesus

Correspondência

Comissão Organizadora do XVIII Encontro Nacional de SPQ
Universidade de Aveiro
Departamento de Química
P. 3810-193 AVEIRO
Tel. 234 370 350 Fax. 234 370 084
E-mail: enq@cheminacional.spq.pt
Internet: www.dq.ua.pt/XVIII_S PQ

UNIVERSIDADE DE AVEIRO

Introdução

É um grande privilégio que faz o Químico (jogar amarelo e partir e descobrir) das maravilhas da Natureza. A grande Aventura Química é também intelectual e Químico busca o conhecimento do Mundo, procurando extrair sentido das observações que faz. A Aventura Química é, ainda, uma aventura humana obrigatória a reconhecer que o nosso corpo, feito de Natureza é pródigo e que, "viver sem contar, estamos errados".

O VIII Encontro da SPQ leva como tema indicador "A Aventura da Química", e procura identificar os caminhos que o Químico percorre, os desafios que tem de enfrentar e vencer, as suas motivações e reconhecimentos, a sua cultura.

No primeiro dia do Encontro será atribuído o Prémio Ferreira de Sá e o prémio premiado ganhará uma conferência gratuita. No quadro do programa de colóquios será celebrado em Maio de 2001 entre as Sociedades Portuguesa e Brasileira de Química reuniões de 30th Simposio Químico Brasil-Portugal tendo preferências para palestras por eminentes Químicos brasileiros.

Comissão Organizadora

Arna Gil
Augusto Tomás
Fernando Correia (Presidente)
Gracia Marques
João Oliveira
João Rocha
Marta Sara e Inês Pires
Paulo Ribeiro Costa

Comissão Científica

Antonio Calhazut
Aronaldo Duarte
Arna Gil
Cristina Pires
Fernando Correia
Isabel F. Martins
João Rocha
João Santos
Hélène Pedrosa de Jesus

Correspondência

Comissão Organizadora do XVIII Encontro Nacional de SPQ
Universidade de Aveiro
Departamento de Química
P. 3810-193 AVEIRO
Tel. 234 370 350 Fax. 234 370 084
E-mail: enq@cheminacional.spq.pt
Internet: www.dq.ua.pt/XVIII_S PQ

Conferências

- Prémio Ferreira de Sá (a anunciar)
- Antonio Garrido (Instituto de Química Q. Politécnica) — "Imobilizações e Catalisadores: Água e Adalato"
- António José (Instituto de Química) — "Ciclo Celular e Cancro"
- Carlos Alberto Marques (SBO, Univ. Federal Rio de Janeiro) — "As Origens da Química no Mundo Lusitano"
- Carlos Romão (IQIG, Unlidel) — "Surf Molecular: Uma Aventura na Química"
- Steven Ramirez (Presidente da SBO Univ. Federal Rio de Janeiro) — "A Aventura da Moléculas Biológicas: Química Medicinal"
- Guilherme Costa (Univ. Federal, E. U. A.) — "Adventures with Organic and Catalysis: Molecular Instruments and Thermochemistry"
- Isabel Moura (Univ. Nova de Lisboa) — "Aspectos Moleculares da Desmetilação"
- Isabel Pinheiro Martins (Univ. Aveiro) — "Aprender Química no 1^o Ciclo — Caminhos de Cultura Científica"
- John Adams (Univ. English China City/MERYS) — "Chemistry in 3D: Academic, Industrial and Entrepreneurial"
- Jorge Calais (IST, Lisboa) — "Overtures Químicas"
- José António Martins Simões (Univ. Aveiro) — "As Artes da Química"
- Jose Seneca Dias (Univ. Aveiro) — "Química Composicional e o Laboratório Virtual"
- Orla Barrera (ES Fervão de Magalhães, China) — "A Aventura da Química em Química: Uma Escala do Tempo"
- Paulo Saturnino Matos (ES Moutinho da Siveira, Portugal) — "Uma Reflexão Sobre a Avaliação em Química"
- Patric Luyckx (Univ. Liege, Belgium) — "The Great Chemistry Adventure"
- Victor Gil (Univ. Coimbra) — "Respostas e Respostas"

Comunicações

Comentam-se os participantes a apresentar comunicações em painel em qualquer área científica. Todas as comunicações devem ser classificadas pelos autores de acordo com as áreas em que se indicam na ficha de inscrição. Cada inscrição só poderá ser autorizada após a aprovação de uma comissão. Os resumos das comunicações devem ser submetidos por correio eletrónico, e nomeadas (autor, título, palavras-chave) em documento Word ou em formato pdf para encaminhar a comissão de acordo com as normas abaixo indicadas. A data limite para a recepção de resumos é 25 de Janeiro de 2002. Os autores serão avisados da aceitação das comunicações e normas de apresentação até 25 de Fevereiro de 2002.

Normas de elaboração

Os resumos devem ser escritos em língua Portuguesa em uma página A4 com margens de 2 cm a todo o lado e fonte 10 em tamanho 12 em New Roman ou equivalente de 11 pt justificado à direita e à esquerda e com espaço simples. O título, autor(es), organização e endereço deverão ser dispostos como se ilustra abaixo, sublinhando o apropriado.

TÍTULO, TEMAS, MARISCULAS, NEGRITO, CENTRADO, 14pt

<1 Balço>

Autor, Apresentador*, Outros Autores* (negrito, centrado, 12pt)

<1 Balço>

(1) Departamento de Química, Universidade de Aveiro
Campus de Santiago, P. 3810-193 AVEIRO, Portugal (e-mail: enq@cheminacional.spq.pt) (e-mail: enq@cheminacional.spq.pt) (e-mail: enq@cheminacional.spq.pt)

(2) Instituto, Agência, Cidade, País

<2 Balço>

Inscreva-se em cada página A4 incluindo as referências utilizadas no resumo (1)

<1 Balço>

(1) Avila, R. (1998). *Nobel (Univ. Nova de Lisboa)* (e-mail: 1998)

Alojamento

As reservas nos hotéis recomendados (lista anexa) podem ser efectuadas através da agência de viagens Rota da Luz, mencionando e participando no Encontro.

Datas importantes

25 de Janeiro
Envio de resumos e inscrição sem sobretaxa

25 de Fevereiro
Anúncio de resumos

28 de Fevereiro
Cancelamento com reembolso de 50% (após o fecho de contas do Encontro)

design: GABINETE DE IMAGEM
Fundação Centro de Regulação
AVIRO

Links for Chemists

www.liv.ac.uk/Chemistry/Links/links.html

Uma lista impressionante de cerca de 8500 links de Química da responsabilidade do Departamento de Química da Universidade de Liverpool. Fundado em Junho de 1995, tornou-se rapidamente num dos mais populares *sites* sobre Química. Desde Novembro de 2000 é a secção de Química da WWW Virtual Library (www.vlib.org), considerada a colecção de sites mais antiga da web. Organizado em várias secções, universidades, indústria, literatura, informação, emprego, organizações, software, por exemplo, a sua consulta é extremamente simples e os resultados são, geralmente, de grande qualidade, graças ao trabalho de constante actualização.



The Constants and Equations Page

tcaep.co.uk/

Tendo começado por ser um projecto apenas com o objectivo de listar o maior número possível de constantes e equações, o site foi crescendo e o seu criador, Jonathan Stott, acrescentou-lhe tanta, e tão útil, informação que o seu título é extremamente redutor. Dividido em três secções principais – ciência, matemática e astronomia – é possível, para além de equações e constantes, encontrar, na secção de ciência, uma tabela periódica muito completa, vários conversores, uma lista de unidades SI e uma lista de símbolos mais comuns. Uma das características mais importantes é a facilidade oferecida pelo autor de se poder descarregar todo o site para o nosso computador de modo a consultá-lo *off-line* (o único inconveniente é que o ficheiro apresenta um tamanho assinalável: cerca de 21 MB).



Selected Classic Papers from the History of Chemistry

webserver.lemoyne.edu/faculty/giunta/papers1.html

Uma selecção, em duas partes, que reúne alguns dos trabalhos pioneiros mais marcantes da História da Química. Para além da descrição do trabalho, muitas vezes é apresentada também uma breve nota biográfica do seu autor. Para aqueles que se interessam pela História da Química recomenda-se, também, uma visita ao *site* (webserver.lemoyne.edu/faculty/giunta/index.html) onde esta lista se insere, da responsabilidade de Carmen Giunta, do departamento de Química do Le Moyne College. Encontra-se aí um interessantíssimo conjunto de recursos relacionados com a História da Química, incluindo uma referência a outros *sites* sobre esta temática. Digno de nota é também o glossário de termos antigos, muitos deles citados nos artigos acima referenciados.



O mocho

www.mocho.pt

O mocho é, desde há muito, considerado como um símbolo de sabedoria. É por isso feliz a sua escolha para designar um Portal de Ciência e Cultura Científica. Da responsabilidade do Centro de Física Computacional da Universidade de Coimbra, este portal encontra-se dividido basicamente em duas secções principais: ciências e ensino. Para além de bastantes referências a *sites* internacionais, destaca alguns portugueses muito interessantes. Pode-se, por exemplo, encontrar uma tabela periódica, um roteiro de ciência, um *site* de *software* educativo e aquilo que é designado por Molecularium, um *site* de simulações moleculares muito interessante. Hoje em dia estão identificadas cerca de 145 espécies de mochos. Em Coimbra, trabalha-se, e bem, para criar mais uma...



ISI HighlyCited

isihighlycited.com

O ISI, Institute for Scientific Information, é bem conhecido por, através dos seus

produtos, ter desenvolvido métodos de classificação com base no número de citações que um determinado artigo recebe. Ainda que seja polémico, este método tem-se estabelecido como um dos principais critérios para aferir a qualidade de um determinado trabalho. O ISI decidiu dar um passo em frente e elaborou *rankings* dos autores mais citados, entre 1981 e 1999, em várias áreas científicas, entre as quais a Química. Neste site pode-se pesquisar por autor, por área, por nome, por instituição ou por país. Para cada autor referido é possível aceder a nota biográfica extremamente detalhada. Este projecto encontra-se em desenvolvimento e pretende, no futuro, listar os 250 cientistas mais citados em cada uma das áreas científicas consideradas.



The Molecule of the Month

origin.ch.ic.ac.uk/motm/

A escolha da molécula do mês é o mote de uma série de *sites*, a maior parte dos quais são aqui referidos. É uma temática muito popular entre os apaixonados por Química. Este *site*, mantido por Paul May, da Universidade de Bristol (já aqui referido a propósito de um outro site: Molecules with Silly or Unusual Names), é um bom exemplo do que é possível encontrar neste tipo de *sites*. Normalmente, para visualizar as moléculas são necessários vários programas (o autor apresenta uma lista exaustiva do *software* necessário), mas aqui, em muitos casos, estes não são necessários. Algumas moléculas seleccionadas são ainda acompanhadas de uma breve resenha histórica. Para os interessados, o autor aceita sugestões para molécula do mês mas vai avisando que a lista de espera vai em 2-3 meses...

Jorge Marques Gonçalves
jgoncalv@fc.up.pt

O "Eduquês" continua a fazer estragos

CARLOS FIOLHAIS *

HA BOAS E MÁS NOTÍCIAS NO ENSINO DAS ciências. A boa notícia é que o ensino das Ciências Físico-Químicas vai começar um ano mais cedo, no 7.º ano do básico. A má notícia é que, em nome da chamada "flexibilização", não há programa fixo e obrigatório, pelo que dificilmente haverá manuais. Também não há exames. Fica tudo ao "deus-dará". O documento "Ensino Básico. Ciências Físicas e Naturais – orientações curriculares para o 3.º ciclo do ensino básico" do Ministério da Educação (ver http://www.deb.min-edu.pt/1pagina/orientacoes_curriculares/ciencias_fisicas_naturais.pdf) procura justificar o dislate. Mas essas orientações estão escritas em "eduquês", o dialecto incompreensível com o qual se tem tentado justificar o nosso "status quo" educativo. O "eduquês" continua, portanto, a fazer estragos.

A entrada do texto dá logo o tom geral da escrita: *Cabe a cada escola e grupos de professores a gestão curricular atribuída a esta área disciplinar.* Mas o texto continua: *Entende-se aqui currículo como a indicação de um processo cognitivo e social contextualizado, em que as oportunidades de aprendizagem são resultantes da interação do professor com os seus alunos (...). O currículo é o que os professores e alunos vivem...* Aparece na p. 9 um esquema em que a Terra se divide em "mundo material" e "mundo vivo" e o "ser humano" em "agente ecológico" e "sujeito biológico". Um dos temas organizadores é uma autêntica pérola: "Sustentabilidade da Terra". Os actuais programas do 8.º ano e 9.º ano de Ciências Físico-Químicas

são misturados entre si e com os das Ciências Naturais. O acréscimo de entropia será decerto enorme e ninguém beneficiará com isso.

Ficou famosa a invectiva do ex-ministro da Educação Marçal Grilo, quando um dia pediu que se deixasse de falar "eduquês" para se passar a falar português corrente que todos entendessem. Estava visivelmente incomodado com a obscuridade do discurso de alguns educadores. O certo é que, sob o manto cerrado dessa prosa, se escondem por vezes os maiores erros e outras vezes simples vacuidades, que nem sequer erros chegam a ser. Esses erros e essas vacuidades são co-responsáveis pelo estado pouco mais do que calamitoso da educação nacional, incluindo em particular o ensino das Ciências Físico-Químicas.

Vale a pena apontar alguns casos concretos da linguagem subjacente à "flexibilização" em curso, quanto mais não seja para impedir que um leitor mais incauto compre gato por lebre. Uma vez que tal discurso vaporoso é copiado em segunda ou terceira mão de autores bem intencionados mas desligados das realidades ou simplesmente desactualizados e já foi ou está a ser contraditado noutras paragens, bastará referir uma polémica que há poucos anos teve lugar nos Estados Unidos. Contra o "eduquês" norte-americano ergueu-se, entre outras, a voz de E. D. Hirsch, Jr., professor na Universidade de Virginia. Num livro cujo título se pode traduzir por "As escolas que precisamos e por que razão as não temos" (Anchor Books/Double-day, Nova Iorque, 1999), aponta os

cinco temas maiores do "eduquês". Vejamos quais são e uma mão cheia de expressões que os sustentam:

- Conceção instrumental da educação: "aprender a aprender", "aptidão para o pensamento crítico", "aptidões metacognitivas", "aprendizagem permanente".
- Desenvolvimentalismo romântico: "aprendizagem ao ritmo dos alunos", "escola centrada na criança", "diferenças individuais dos alunos", "estilos individuais de aprendizagem", "inteligências múltiplas", "ensinar a criança e não a matéria".
- Pedagogia naturalista: "construtivismo", "aprendizagem cooperativa", "aprendizagem por descoberta", "aprendizagem holística", "método de projecto", "aprendizagem temática".
- Antipatia ao ensino de conteúdos: "os factos não contam tanto como a compreensão", "os factos ficam desactualizados", "menos é mais", "aprendizagem para a compreensão".

Estas expressões poderão parecer familiares aos leitores que frequentaram escolas de educação ou simplesmente certas disciplinas educacionais noutras escolas. Apesar de algumas poderem fazer sentido sozinhas (encerram geralmente algo de trivial), aparecem baralhadas umas com as outras, confundindo quem as ouve e quem as lê.

Por exemplo, o dito "aprender a aprender" é, em geral, apenas um jogo de palavras que inebria quem as profere e que pretende inebriar quem as ouve. Usa-se também neste contexto o pro-

*Professor de Física da Universidade de Coimbra, carlos@teor.fis.uc.pt, <http://nautilus.fis.uc.pt/~cfiolhais>

vérbio "mais vale ensinar a pescar que dar um peixe". De acordo com esta concepção, interessa mais o instrumento – a cana de pesca – do que propriamente o fim – o peixe. Quem diz isso seria capaz de ficar a pescar horas perdidas sem pescar nada, não se importando nada com o seu comprovado fracasso. Mas quem diz isso parte de um erro: que se pode separar o conhecimento factual da atitude para o adquirir. Como se poderão transmitir atitudes em abstracto sem objectos que as exijam?

Outro exemplo: a "aprendizagem ao ritmo dos alunos" pretende inculcar a ideia romântica de que os alunos se devem desenvolver naturalmente, sem imposições exteriores. Poderá parecer sensata, mas é, de facto, ingénua e irrealista. Muita evidência acumulada desde há bastante tempo mostra que a imposição pelos professores de objectivos, prazos, níveis de exigência e recompensas adequadas consegue aumentar a aprendizagem dos alunos. Os

alunos, abandonados ao seu ritmo, estão condenados ao fracasso.

O construtivismo, por sua vez, é uma doutrina cuja fama já conheceu melhores dias. Defende que só as ideias construídas pelo próprio têm consistência suficiente para permanecerem. Há um certo fundo de verdade nessa afirmação, mas é completamente delirante esperar que o menino Joãozinho, que está no nono ano do ensino básico, corra um dia da banheira a gritar "eureka!" ou que construa por si próprio a tabela periódica.

Por último, desmonte-se a frase "os factos não contam tanto como a compreensão". É óbvio que os factos contam mais se forem relacionados entre si, podendo nós chamar compreensão à visão global que daí resulta (nomeadamente, a relação entre a constituição atómica e as propriedades químicas dos elementos). Mas estas relações, se forem bem estabelecidas, são evidentemente novos factos. Portanto, os factos e a sua compreensão são inextricáveis. Como diz

Hirsh: *Se a compreensão depende dos factos, é simplesmente contraditório louvar a compreensão em detrimento dos factos.*

Muito mais haveria a dizer a este propósito. Poder-se-ia mostrar "in extenso" como é absurdo instaurar entre nós uma escola sem currículo e sem avaliação. Este é um remédio errado para os problemas bem reais que afligem as nossas escolas e para os quais a confluência de várias soluções é benvinda, incluindo naturalmente os contributos das ciências da educação. É um "tiro ao lado"...

A desconstrução curricular que alguns teóricos defendem seria inócua se ela não fosse uma espécie de pensamento único no nosso Ministério da Educação. Não haverá uma exclusiva responsabilidade individual de um governante. Mas, no passado, houve um ministro, engenheiro mecânico, que, em momento de clarividência, interpelou o "eduquês". E agora que temos um químico?

Microondas

Mais análises...
em menos tempo...
e com a melhor qualidade.

Esta é a nossa proposta com
o digestor **Multiwave 3000**

Qualidades únicas:

- 16 Vasos
- 300° Temperatura Máxima
- 80/120 bar Pressão máxima
- Potência não pulsada
- Vasos em Quartzo
- Arrefecimento por ar forçado
- Sem ligações de cabos/tubos

Se quiser conhecer o melhor digestor do mercado contacte-nos
Distribuidor em Portugal:

ERT

ERT Lda

Telf. - 21 7142066

Fax - 21 7145674

www.ert.pt

ertmail@ert.pt



Anton Paar

www.anton-paar.com



A Federação das Sociedades Europeias de Química – FECS:

a importância da diversidade e da interdisciplinaridade

A. FERNANDO SILVA*

A EUROPA É LÍDER MUNDIAL EM QUÍMICA Básica e muitas das empresas que utilizam aplicações moleculares são europeias. Todavia, na formulação de políticas de investigação as autoridades europeias têm manifestado pouco reconhecimento por estes factos ao não darem a oportunidade merecida à Química nos sucessivos quadros de apoio. Entre as múltiplas consequências desta situação, notam-se repercussões negativas no desenvolvimento de outras ciências e tecnologias, eventualmente no pouco reconhecimento social do papel do químico no mundo de hoje e na diminuição do número daqueles que desejam ser professores de química ou que queiram aprender química. Este paradoxo entre a importância para a economia europeia da química que nela se faz e o reduzido apoio que as autoridades europeias dão à Química e aos químicos é motivo de reflexão entre as sociedades nacionais de química e, em particular, da entidade em que elas se agrupam a FECS – Federação Europeia das Sociedades de Química. A FECS integra mais de 50 Sociedades Europeias de Química, entre as quais estão a Sociedade Portuguesa de Química (SPQ) e a Sociedade Portuguesa de Electroquímica (SPE). São órgãos de gestão da FECS a Assembleia Geral, a Comissão Executiva, as Divisões Científicas e os Grupos de Trabalho. Na Assembleia Geral têm assento os Presidentes (ou seus representantes) das Sociedades membros, os "chairman" das várias Divisões Científicas ou Grupos de Trabalho. Aquelas são a Divisão de Química Analítica, Educação em Química, Química Organometálica, Química e o Ambiente, Química dos Alimentos e Electroquímica. Os Grupos de Trabalho existentes são os de Química Computacional, Química Nuclear e Ra-

dioquímica e História da Química. A FECS por sua vez faz parte da AllChemE juntamente com outras organizações.

Os objectivos da FECS são a promoção do avanço das ciências químicas e da sua prática na Europa, tendo em consideração, quando apropriado, assuntos de interesse relevante para a União Europeia. A FECS pode ser considerada como o interlocutor privilegiado da Química europeia junto da Comissão Europeia.

Uma organização como a FECS só tem sentido se através dela for possível atingir objectivos, ou prestar serviços, que as Sociedades Nacionais por si só não consigam. Para tal é necessário que a organização tenha um papel forte e representativo, que será o resultado da existência de laços fortes e transparentes com as Sociedades que a integram e de uma gestão eficiente.

Apesar do sucesso de eventos organizados ou patrocinados pelas suas divisões, tais como as conferências "Euroanalysis", "Food Chemistry", etc, a FECS e as actividades que promove não têm tido suficiente visibilidade nas sociedades que a integram, na comunidade científica e obviamente na opinião pública. É importante que as actividades da FECS sejam conhecidas, participadas e influenciadas pelas Sociedades Nacionais. As mudanças na estrutura da Indústria na Europa e as suas implicações na Comunidade Química Europeia, o desafio que a área de investigação em Química na Europa representa para as Sociedades Nacionais de Química, o título de Químico Europeu (EurChem) e a definição de padrões educacionais em Ciência Química e o estabelecimento de padrões éticos na prática de Química foram já assuntos de discussão dentro da FECS. Entre as conclusões salientam-se a necessidade de reforço do

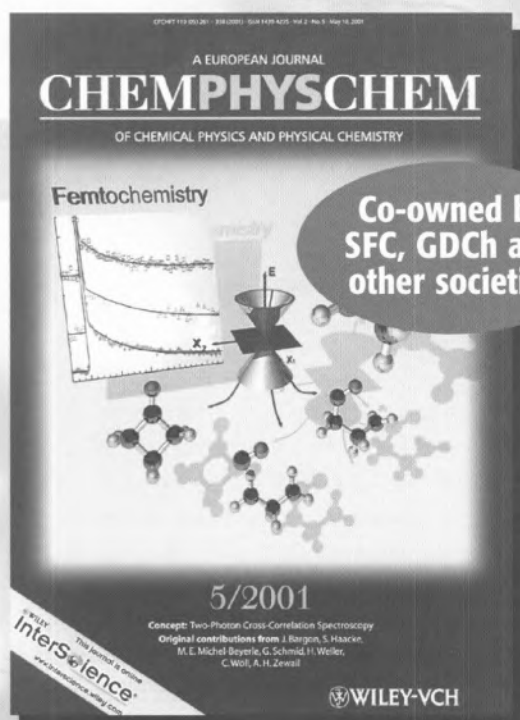
papel político da FECS, a promoção de actividade científica de cooperação entre Químicos Europeus e a elaboração de "guidelines" para o comportamento ético e prática das ciências químicas.

É consensual a necessidade de reforço da união entre os químicos europeus acomodando a diversidade e a interdisciplinaridade de muitos que anteriormente se descreviam como químicos e hoje usam designações diferentes porque trabalham em biologia molecular, em materiais, em ciências da vida, em processamento de alimentos, etc.

A importância dessa união será tanto maior e o papel da FECS será tão mais relevante quanto mais activas forem as Sociedades Nacionais em reforçar a visibilidade da FECS, em conferir-lhe a dimensão científica necessária e em promover a comunicação e permuta de informação entre os seus membros. As decisões tomadas na recente reunião da FECS realizada no Porto como a de se iniciar a preparação de uma base de dados com os químicos da Europa poderá ser o primeiro passo para fortalecer a união dos químicos europeus. O papel da SPQ a nível nacional deverá ser revitalizado para a promoção das ciências químicas e da sua relevância em Portugal. Para tal é necessário o empenho de todos os membros e não só dos seus dirigentes o qual poderá começar por tornar este Boletim um órgão privilegiado de discussão e informação e promoção das actividades dos membros da SPQ. Por que não começar por discutir um "plano de acção" da SPQ para aumentar a sua visibilidade e conferir-lhe um papel de interlocutor nas políticas de educação e investigação em química?

*Professor Catedrático de Química – FCUP, "Chairman" da Divisão de Electroquímica da FECS, afssilva@fc.up.pt

Subscribe Now!



ChemPhysChem
A European Journal of Chemical Physics and
Physical Chemistry
2002 Volume 3, 12 issues per year,
ISSN Print 1439-4235
ISSN Electronic 1439-7641

ChemPhysChem – Where Chemistry Meets Physics Meets Chemistry...

ChemPhysChem amalgamates the wide and flourishing
field ranging – to name just a few topics –

- from atmospheric science to hard and soft condensed matter
- from femtochemistry to nanotechnology
- from complex biological systems to single molecule research
- from clusters and colloids to catalysis and surface science
- from electro- to photochemistry

Papers from distinguished scientists worldwide, such as

Z. I. Alferov	G. Ertl	C. A. Mirkin
C. Amatore	C. Friend	C. N. R. Rao
C. D. Bain	J. S. Kilby	J.-M. Savéant
V. Balzani	H. Kroemer	R. J. Saykally
C. Bräuchle	R. Lavery	G. Wegner
E. A. Carter	J.-M. Lehn	C. Zannoni
A. Corma	R. D. Levine	R. N. Zare
F. C. De Schryver	H. Matsuhara	A. H. Zewail

Available as a separate journal and
as a part of attractive packages with
Angewandte Chemie (Int. Ed.)
Please visit www.chemphyschem.com

Virtual Sample Copy: FREE online
access to full text of sample copy:
www.interscience.wiley.com

Please enter my/our
2002 subscription to
ChemPhysChem

At the institutional rate*:

- | | | | |
|--------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> print | <input type="checkbox"/> € 598,- | <input type="checkbox"/> electronic | <input type="checkbox"/> € 598,- |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> sFr 1028,- | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> sFr 1028,- |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> US\$ 648,- | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> US\$ 648,- |

At the personal member rate:

- | | | |
|--------------------------------|-------------------------------------|---------------------|
| <input type="checkbox"/> print | <input type="checkbox"/> € 148,- | Europe |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> sFr 248,- | Switzerland |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> US\$ 158,- | All other countries |

* For a 5% premium, institutions can also
choose both print and online access.

Please tick: private business

Name

Address

City/Postcode

Country

Date/Signature

Please send me a free sample copy

Please return this order form to your
local bookseller or to:

Customers in Germany, Austria, and
Switzerland:

WILEY-VCH Reader Service
P. O. Box 10 11 61,
D-69451 Weinheim, Germany
Phone: +49 (0) 6201-606 147
Fax: +49 (0) 6201-606 172
e-mail: subservice@wiley-vch.de

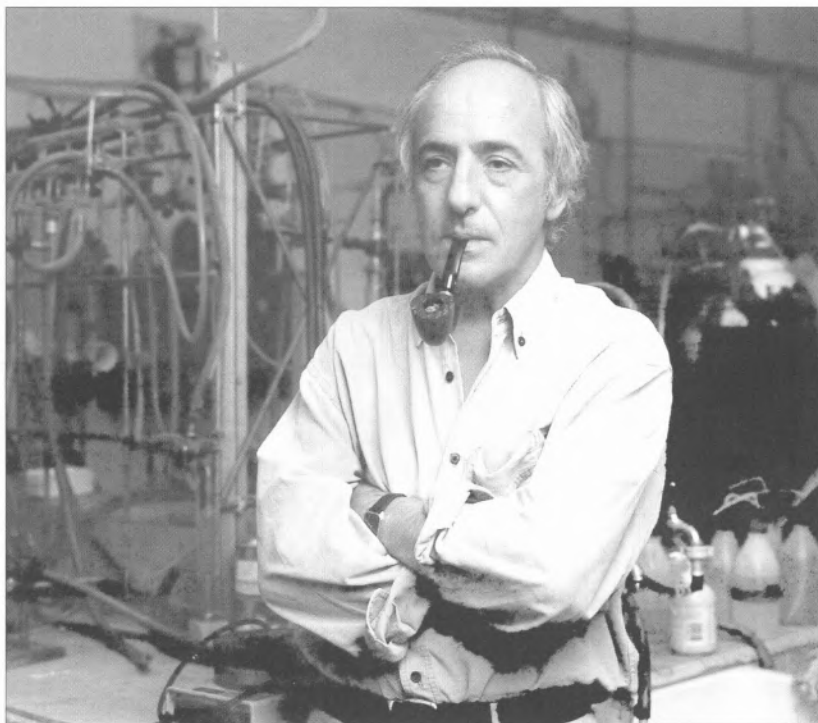
Customers in all other areas:

John Wiley & Sons, Ltd.
Journals Administration Department
1 Oldlands Way
Bognor Regis West Sussex, PO22 9SA, UK
Phone: +44 (0) 1243-779 777
Fax: +44 (0) 1243-843 232
e-mail: cs-journals@wiley.co.uk

WILEY-VCH

Prof. Romão Dias

ENTREVISTA CONDUZIDA POR M. J. MELO E F. PINA



Domingo à tarde chuvoso, num confortável gabinete, acolhidos no meio de centenas de livros bem arrumados numa enorme estante, rodeados de montanhas de papéis escondendo uma mesa e parte do chão. O milagre surge multiplicado, pelas vezes que, tal prestigiador, o Prof. Romão Dias recupera do caos, sem aparente hesitação, aquele documento ou relatório que nos queria mostrar...

Em que fase da sua vida se inicia a relação apaixonada que viria a ter com a Química?

Essa pergunta é difícil de responder. Naquela altura em que andava no liceu (Camões) as pessoas conheciam muito pouco o que eram os cursos superiores.

Acontece que havia um professor de liceu, o José Teixeira, que fazia os livros de Química e de Física e era muito entusiasmado pela Química. E naquela altura tinha havido aqui no Técnico também a exposição "O Átomo para a Paz" que excitou a imaginação da miudagem toda. E então todos nós queríamos fazer uma "licenciatura do átomo para a paz". E o Teixeira disse – se vocês estão interessados nisso e não há nenhum curso, o melhor é fazer Engenharia Química no Técnico. E portanto, um grande grupo do liceu Camões, Dias Deus, Brito Correia, Hasse Ferreira, Jorge Liebermann Ribeiro, eu próprio, entre outros, viemos para aqui para Engenharia Química. O curso era um curso longo de seis anos, a qualidade não era muito elevada... digamos; tínhamos o Ilharco, as análises

do Firmino, a bastometria,¹ essas coisas todas, mas despertou-me algum interesse. Depois acontece que no fim do meu 5.º ano, primeiro tive um convite para ir para a Física, através do Prof. Alves Marques (que se jubilou este ano), para ser monitor do Prof. António da Silveira, e depois o Fraústo (Prof. J.J. Fraústo da Silva) e o Jorge (Prof. Jorge Calado) convidaram-me para vir para aqui. Aí é que eu começo a conhecer um bocadinho mais o que era a Química e a gostar da Química.

Na sessão científica recentemente ocorrida a propósito dos seus 60 anos algo não ficou completamente claro: quem foi o responsável pelo seu convite para trabalhar no IST: o faro do Prof. Fraústo da Silva ou a intuição do Prof. Jorge Calado, ou ambas?

Quem me convidou de facto foi o Fraústo, o Jorge naquela altura, ele é três anos mais antigo do que eu, não tinha nenhuma função docente, trabalhava com uma bolsa qualquer, com o Prof. Herculano e o Fraústo. De facto os dois conheceram-me ao mesmo tempo. Era redactor da Técnica e vim pedir-lhes um artigo. E eles cheiraram-me, cheiraram-me os dois, penso que tenham conversado os dois, mas evidentemente quem me convidou foi o Fraústo. Será um faro conjunto, talvez... não sei. (risos)

Enquanto estudante do IST chegou a ser vice-presidente da associação de estudantes, numa direcção que não era certamente do agrado do antigo regime. Em que medida essa experiência o marcou e lhe foi útil?

Isso é muito complicado porque eu estava envolvido na associação antes, através da revista "Técnica". Depois

havia um grupinho muito ligado no meu curso, Dias Deus, Albano Freire Nunes, etc...éramos muito amigos, andávamos sempre juntos. Eu não era uma pessoa politicamente muito orientada, eles eram muito mais do que eu, suspeito que na altura o Albano já pertencia ao PC. Mais por amizade do que por outra coisa, alinhei com eles nas eleições; e ao contrário do que acontece hoje em dia, em que os presidentes das associações, muitas vezes, estão entre os alunos menos brilhantes dos cursos, naquela altura nas direcções tinham de ser tipos respeitados pelos colegas, do ponto de vista académico. E lembro-me perfeitamente que, naquelas eleições, o candidato da outra lista que era do meu curso de Engenharia Química e também bom aluno (não me lembro agora o nome dele). Era candidato a 2.º vice-presidente, eleito, penso eu, pelos representantes de curso; e portanto a chamada minha lista, o Albano e o Jorge disseram – se esse tipo tem prestígio, tens de ser tu a avançar porque tens um prestígio como estudante igual a ele. Se marcou ou não marcou... foi uma experiência interessante, aliás eu não fiz o mandato todo porque, entretanto, apareceu o tal convite do Fraústo e era difícil ir dar aulas a alunos com quem na associação andava tu cá tu lá. Demiti-me e isso foi uma grande sorte para mim, porque entretanto veio o dia do estudante e a direcção foi toda expulsa. Safei-me a mim e safei o tipo que me veio substituir, porque quando fui chamado ao tribunal e demonstrei que já não era (vice-presidente), perguntaram – e então o outro? – o outro também ainda não é! Portanto safámo-nos os dois.

Pode-nos falar um pouco dessa exposição "o átomo para a paz" que tanto o marcou?

Chamava-se o átomo para a paz, foi feita aqui no Técnico onde eram as oficinas. Naquela altura por volta de 66/67 depois da segunda guerra mundial, com a utilização da bomba atómica, etc, criaram-se enormes expectativas para uma utilização pacífica da energia nuclear. Aliás fundou-se a Comissão de Estudos de Energia Nuclear, que tinha laborató-

rios aqui e noutros sítios para treinar as pessoas a irem integrar aquilo que posteriormente veio a ser conhecido como Junta de Energia Nuclear, que depois passou a LNETI e ainda INETI e agora é o ITN de Sacavém. Havia no ar uma enorme expectativa para as utilizações pacíficas. Fizeram aqui uma grande exposição, mas se me perguntarem o que vi, não me lembro de nada...

Porque não seguiu então Engenharia Física?

Não havia Engenharia Física no Técnico, na Faculdade de Ciências havia Física, mas no Técnico não havia Física, muito menos Engenharia Física.

O Prof. Romão Dias afirmou anteriormente que nos seis anos da licenciatura acabou por não perceber o que era a Química.

Não, não! Não foi bem isso que eu disse. O que eu disse é que o ensino da Química, na altura no Técnico, comparado com os padrões de hoje era uma coisa muito limitada. Tínhamos o velho Prof. Ilharco, devo ter ali ainda os cadernos da cadeira, onde tínhamos de copiar tudo o que ele escrevia no quadro...

Não era esse o Professor que sublinhava a giz no quadro os precipitados com as respectivas cores...

sim, sublinhava tudo...e no fim do ano tínhamos de lhe mostrar os cadernos. Depois tínhamos o Herculano de Carvalho na Química Analítica que era um "charme", a Química-Física também era dada pelo Ilharco. As cadeiras de Química eram pouco motivadoras comparando com o que são hoje. Hoje é o oposto, são demasiado exigentes. Ainda ontem estava a recordar com o Fraústo, que quando eu me formei, em 64, havia dois professores doutorados no Departamento; Fraústo e o Harold e ambos doutorados há pouco tempo. Hoje o Departamento tem cerca de 120 docentes e são todos doutores; há dois ou três anos que não há assistentes. Isso tem vantagens, no sentido em que o corpo docente é cientificamente muito mais qualificado. Tem desvantagens porque qualquer doutor pensa que quer uma

cadeira para si, e pensa que aquilo que ensina é o mais importante do mundo. E então há uma sobrecarga nos alunos, que se vêem aflitos para aguentar.

O Prof. Romão Dias pertenceu a um pequeno grupo de jovens prometedores,...

pois não sei se eram muito prometedores, pelo menos não sei se eu era muito prometedora....

....que nos já longínquos anos 60, são enviados para unidades de investigação de prestígio no estrangeiro para aí fazerem doutoramento. Quem foi o responsável (eis) por essa estratégia e até que ponto ela foi suportada pelas entidades competentes ?

Houve uns pioneiros que fizeram doutoramento no estrangeiro, a maior parte deles em Inglaterra, O Prof. Pinto Coelho de Coimbra, já reformado há muito tempo, que fez, creio eu, em Cambridge. E nos finais dos anos 50 principio dos anos 60, alguns por iniciativa própria, outros porque os professores, que tinham estado lá fora, os encorajaram para ir. No meu caso concreto foi o Prof. Fraústo da Silva que tinha feito o doutoramento em Oxford, e que mandou o Jorge Calado e a mim, no mesmo ano, para Oxford. O Jorge para fazer Termodinâmica, e eu para trabalhar com o Bob Williams, para fazer bio-inorgânica; mas o Bob Williams naquele ano estava em sabática na Suécia e respondeu que não podia, – se ele quiser vir para o ano que venha. Mas chegou aí um jovem turco vindo de Cambridge, Malcolm Green, que faz umas coisas esquisitas, Química Organometálica. O Fraústo até me pôs a hipótese – quer esperar um ano ou vai agora? – vou já. Não sabia nada de Química Organometálica, como é evidente.

...a estratégia foi só do Prof. Fraústo, não fazia parte de uma estratégia mais geral...

havia talvez no ar como muitas vezes acontece, quer na História quer na Ciência, um "feeling" de várias pessoas que tinham estado lá fora, O Veiga Simão tinha estado salvo erro em Cambridge, o Victor Crespo também tinha

estado no estrangeiro, creio que nos EUA. Não era, digamos, uma política concertada, era uma ideia que andava no ar, daquelas pessoas que tinham estado lá fora, que era preciso formar (no estrangeiro), porque aqui havia muito poucas condições para fazer doutoramentos, quer em termos de meios laboratoriais; de Coimbra também foram uma série deles nessa altura, Formosinho, Teixeira Dias. Para a minha geração acontece mais ou menos no princípio dos anos sessenta.

A outra coisa que creio que me perguntou...

....quem eram as entidades competentes...

quem pagava? as principais agências financiadoras de bolsas nessa altura, eram a Fundação Calouste Gulbenkian e a NATO. Para a Gulbenkian era preciso ter a carta de curso, mas como eu não tinha entregado os relatórios de estágio, tinha feito os estágios, mas ainda não os relatórios, não tinha carta de curso, (só a pedi depois de vir de Inglaterra). Tive uma bolsa da NATO, como muito gente teve também na altura.

Qual era e como se fazia a investigação em Química no IST em meados dos anos sessenta ?

Investigação em Química, havia o Prof. Fraústo da Silva que fazia essencialmente investigação em Química Analítica, Química Inorgânica de Coordenação, e foi por aí que eu comecei. O meu primeiro artigo com o Fraústo é sobre as constantes de estabilidade da alil-glicina com metais. Os métodos, o equipamento que nós tínhamos: era essencialmente um aparelho de pH, para fazermos as titulações. Lembro-me perfeitamente, ainda antes de ir para Inglaterra, o Prof. Herculano de Carvalho, que era um homem muito poderoso, era aqui professor, tinha sido Reitor, nunca quis ser Ministro, era um dos administradores da Petroquímica, e consegui que a Petroquímica nos oferecesse o primeiro espectrofotómetro de infra-vermelho, daqueles de tambor vertical, e foi...uma festa. O Silveira que era presidente do IAC² na altura veio assistir à inaugura-

ção. Havia as pessoas ligadas ao Fraústo; a Maria de Lurdes Gonçalves, veio da Faculdade de Ciências, estava com a D. Branca, pediu asilo ao Fraústo, a Maria Cândida que veio do Porto, mais tarde o Pombeiro. O Herold já devia ter iniciado a investigação, não tenho muito bem ideia do que é que ele estaria a fazer, não sei se já tinha conseguido arranjar um EPR, mas já devia haver alguma investigação aí. Na Química-Física havia muito pouco, acho que o Jorge não começou a fazer investigação nessa área antes de ir para Inglaterra e em termos de Química é mais ou menos isto. Em Engenharia também havia pouquíssimo, porque o Almeida Alves nunca foi um homem de investigação. Tinha imensas qualidades. Inteligentíssimo, mas nunca foi um homem de investigação. Por que é que durante muitos anos no Técnico, a Química em relação à Engenharia Química esteve milhões de anos luz à frente? Porque houve a política, Herculano de Carvalho, Fraústo, de mandar pessoas para fora, promover investigação. Toda a investigação que foi feita na Engenharia Química foi um bocado quase que contra corrente.

Portanto o Professor forte aqui neste Departamento era o Prof. Herculano que permitiu de certa forma...

...Olhe (M.J.M.) para aquela fotografia ali em cima...

A mais antiga? Com um senhor de bata branca com o assistente ao lado lado...

Exactamente. Quem é o senhor de bata branca?

Não faço, ideia. Tem um ar assim meio Francês...

É mesmo Francês. O Charles Lepierre. Pelo menos o liceu deve conhecer de nome...

Andei lá...

E ao lado, ainda não era aqui no Técnico, era no antigo Instituto Industrial, o jovem Herculano de Carvalho.

O Charles Lepierre, (isso é uma história que eu já escrevi num sítio qualquer e posso dar-vos como *background*) veio de França, foi primeiro para Coimbra, e

depois vem para o IST, e foi ele que começou a Química Analítica no Técnico. O seu jovem assistente, o Prof. Herculano de Carvalho era uma figura dominante, reparem: foi Reitor, Director do Técnico, era um tipo de personalidade muito forte, foi Presidente do IAC², foi ele que criou a Comissão de Estudos de Energia Nuclear. Era a figura mais dominante aqui na Química. Eu nunca diria que ele fazia investigação de ponta, fazia investigação nas coisas dele, na análise de águas. Era a investigação que era possível e que se fazia na altura. Comparando com o que se fazia em muitas Universidades da Europa, isto era um bocadinho para o pobrezinho. Não era por culpa das pessoas, era por culpa dos meios.

Segundo relatos fidedignos sustentados em provas fotográficas, a sua actividade em Oxford não se resumiu aos trabalhos de doutoramento. Suspeitamos mesmo que foi nessa época que lhe veio o hábito de jogar ténis de cachimbo na boca?

Comecei a aprender ténis antes de ir para Inglaterra. Em Inglaterra jogava um bocado de ténis,... de cachimbo na boca. Depois fazia *punting*, que são aqueles barquinhos que se empurram, joguei também um bocado de "squash"...é muito mais fácil que o ténis, porque no ténis é preciso adquirir uma boa técnica antes que comece a dar algum gozo. O "squash" não. Muito rapidamente um tipo aprende. Foi um espanhol, o Hierro que era de filosofia, que me ensinou a jogar. Passadas duas semanas eu ganhava. O campo de "squash" é uma coisa fechada muito pequena, a raqueta é mais pequena, e enquanto no ténis são movimentos largos no "squash" são mais movimentos de pulso. Quando comecei a jogar *squash* vinha com o treino do ténis...quer dizer que rebentei o sobrolho a um japonês, de quem gostava muito, e parti o nariz a um americano, de quem não gostava muito...(risos).

Para um jovem que viveu em Portugal até 1966, apanhar-se de repente em Inglaterra deve ter sido um contraste violento?

Era um contraste violento, por duas razões. Para além do regime político que em Portugal era repressivo e em Inglaterra não era, sabia bem poder-se conversar, embora a gente suspeitasse sempre... o gajo que está ali a fazer o doutoramento em Numismática, o gajo deve ser da PIDE...(risos). Para além deste aspecto conjuntural, sair de uma sociedade repressiva para uma que não o era, havia toda uma cultura, séculos de cultura que eram completamente diferentes, com o que tem de bom e o que tem de mau, comparando com Portugal. Era uma sociedade mais rica. Portugal, uma sociedade pobre, sempre sofreu da expulsão dos Judeus e portanto não ter havido uma classe média forte. Não quer dizer que em Inglaterra as pessoas sejam ricas, mas vê riqueza em Londres, anda-se pelo campo, têm aqueles campos com as vaquinhas, com casas antigas bonitas etc...tudo isso, não foi um choque, mas foi uma abertura de espírito.

...e o acesso à informação, as bibliotecas...

Qual era a biblioteca no Técnico quando aqui estudou...era a biblio-rerete. No cimo do pavilhão de Química era uma casa de banho adaptada a biblioteca. Depois conseguiu-se um pequeno melhoramento com uma ou duas salas no último andar do pavilhão de Química... e agora, já entraram recentemente na nossa biblioteca?

Sim...

Quando fui Presidente do Departamento na minha "encarnação anterior" a coisa que me orgulho mais, foi ter conseguido expulsar a secção de folhas dali (do r/c do pavilhão de Química), arranjando-lhes um lugar muito melhor daquele que tinham, e fazer aquela biblioteca. Escolhi eu um mobiliário italiano. E agora com a torre, foi expandida para ali. Tomaram muitas Universidades ou Faculdades, ter como biblioteca aquilo que é só a biblioteca do Departamento de Engenharia Química do IST.

Nós também gostávamos...

Penso que é uma prioridade.

A seguir vem o regresso a Portugal, com a vontade de lançar um grupo de investigação em Química Organometálica. Tem como ponto de partida "uma cave com uma ventax, uma chaminé que fazia de hotte"...

O que é que a gente tinha? Tínhamos uma ventax. Tínhamos uma espécie de armação com uns vidros. O formato exterior era como se fosse uma hotte, só que a extracção era feita com uma ventax. O laboratório era mais pequeno do que isto (*aponta o actual gabinete*) e depois ao lado, um terço disto era o gabinete.

A ventax expulsava o ar para o exterior...

Exactamente...

Então era essa a vossa hotte, tem mesmo ar de sonho, como foi possível?

Não, vamos lá ver. Um tipo é novo e tem algum sangue na guelra. Por outro lado acontece que ao contrário de hoje em dia, em que os supervisores andam a cortar estudantes de doutoramento aos bocados, porque não há que cheguem para todos... eu fico com um braço, tu ficas com outro... (risos), ninguém quer ficar com a cabeça porque o estudante não tem cabeça como é evidente... (risos)...naquela altura quando eu e o Jorge chegámos, mais ou menos na mesma altura, depois chega a Sílvia (Prof. Sílvia Brito Costa) e o Xavier, (Prof. António Xavier), éramos os jovens turcos e havia uma série de assistentes ou jovens alunos dos últimos anos que estavam ansiosos por começar a trabalhar na investigação. Eu não fui à procura de ninguém. Vinham-se oferecer. O Fraústto ofereceu-me dois, a Maria José e o Pombreiro, que já trabalhavam com ele, o Pina veio-se oferecer, o Carlos Romão veio-se oferecer, o Prieto também veio para um trabalho de final de curso, depois foi para outro lado, o Palavra veio e depois foi para outro lado, o Palavra veio e depois queria destilar quatro vezes o THF... (risos) ...eles apareciam. Se a pessoa tinha alguma vontade de fazer qualquer coisa, aparecia gente muito entusiasta para fazer isso. Mesmo que eu não quisesse eles empurravam-me.

De qualquer modo à parte essa facilidade em arranjar estudantes de doutoramento, era muito complicado arranjar espaços, financiamento e pôr os laboratórios a funcionar. Agora, apesar de tudo é mais fácil. E esse trabalho pioneiro, visto com o distanciamento dos anos, parece quase impossível de ter sido feito...

Fizemos tudo muito gradualmente, foi aos bocadinhos. Quando começou o meu grupo, havia o Centro de Estudos de Química Nuclear, de que na altura era Director o Fraústto. Quando eu e o Jorge viemos de Inglaterra ele criou mais dois sub-grupos, o dele era o A o meu era o B e o do Jorge era o C. Ele tinha financiamento do INIC (na altura ainda IAC), e dava-me algum dinheiro, como é evidente. Assim comprámos um cromatógrafo, algum equipamento de vidro, roubámos muito equipamento de vidro ao Sr. Moura³... (risos) ...e com o que tínhamos fomos avançando. Claro que a miudagem hoje em dia queixa-se muito: – que não temos as condições, não temos isto, não temos aquilo. Deviam ter mais, mas nós tínhamos menos.

Mas temos a acrescentar a tudo isso o seu serviço militar que teve de cumprir.

Foram três aninhos...

E isso atrasou muito...

Atrasou de várias maneiras. Quando fiz o doutoramento em 66 o Malcolm propôs-me vários post-doc, ou com ele ou em Bristol com o Gordon Stone ou então nos Estados Unidos, onde tinha estado outro colega nosso na IBM. E eu não podia, porque, estava com 28 anos ia fazer 29, sabia que o adiamento era até aos 30 anos. A fazer um post-doc provavelmente teria de interrompê-lo para ir para a tropa. A opção que tinha era não voltar para Portugal. Não sabia que ia haver uma revolução passados 5 anos. Por razões familiares, não podia arriscar a isso. Primeira consequência indirecta e a *priori* da tropa. Não fiz post-doc. Todos os conhecimentos que tinha quando arranquei aqui com o grupo eram os do meu doutoramento. Se tivesse feito um post-doc era mais

competente, provavelmente teria trabalhado em áreas complementares e teria mais "know-how" para transmitir. Fiz os 8 meses regulamentares (da tropa), depois fui requisitado e estive 6 meses ainda aqui a dar aulas e finalmente fui mobilizado para Angola, onde estive lá 2 anos. Tive muita sorte em não ir para o mato, só não fui para o mato porque descobriram que sabia falar inglês...fui para "Acção Psicológica"... mas tudo o que a tropa me deixava fazer, era dois dias por semana, sair uma hora mais cedo para ir dar aulas. Devido a guerras e intrigas que não interessam, com Professores da Faculdade de Ciências, não pude dar aulas na Faculdade de Ciências de Luanda, fui dar aulas na Faculdade de Engenharia, Termodinâmica, que era uma coisa que não sabia e detestava. Mandeir vir um livro de Lisboa, o Denbig, e estudava nas vésperas para dar aquilo, e dei umas coisas de catálise. Biblioteca não havia. Durante dois anos inteiros não havia uma revista científica. Voltei, fui fazer uns três meses a Oxford para limpar o cérebro e lá continuámos todos.

Mas em 75 já os seus laboratórios estavam a funcionar em pleno.

O complexo foi construído naquele período. Quando vim de Angola no dia 4 de Outubro de 74 este edifício já estava pronto. Quando vinha cá de férias ainda colaborei no desenho dos nossos laboratórios.

Nos anos de 1982/83 foi Secretário de Estado do Ensino Superior...

Num Governo de direita como diz o Pina...(risos)...

...em retrospectiva como avalia o seu trabalho político nesse cargo.

Trabalho político não, trabalho na política. Só queria fazer a distinção. Isso aconteceu porque o Fraústio foi convidado para Ministro, isto era um Governo da AD, o Fraústio era independente, e ainda é independente, e convidou-me a mim para Secretário de Estado do Ensino Superior. Hesitei um bocado, hesitei dois dias, mas aceitei. Independente também. E depois o Fraústio convidou o João de Deus Pinheiro, na altura inde-

pendente, a ser o outro Secretário de Estado do Ensino Secundário. O que eu devo dizer é que durante seis meses tentei aprender o que era aquilo. Foi uma experiência extremamente interessante. Dependiam de mim não sei quantas Direcções Gerais. Dependiam do Secretário de Estado do Ensino Superior, na altura, o INIC, a Direcção Geral do Ensino Superior, o Gabinete de Ingresso ao Ensino Superior, o Ensino à distância, (hoje Universidade Aberta), o ICAL (ensino das línguas no estrangeiro), dependiam os IPO. Era uma diversidade enorme. Aprendi muito. Lidei com os Senhores Reitores, com isto, aquilo e aqueloutro. Fui várias vezes a Conselho de Ministros porque o Fraústio às vezes estava fora. Tive guerras curiosas em Conselho de Ministros, não interessa, e achei que fiz qualquer coisa. Só tivemos um ano, mas não gostaria de ter feito quatro anos, mas gostaria de ter feito mais um ano. Fizemos legislação mais ou menos avulsa, completamente inovadora e que está em vigor. Por exemplo na contagem dos cinco anos para o contrato de um professor associado, se o Conselho Científico assim concordar, pode ser tempo de serviço feito numa Universidade Estrangeira, que era um tabú. Foi um despacho meu que fez isso. Fizemos coisas muito curiosas. Foi um bocado cansativo. Foi enriquecedor. E lembro-me perfeitamente a última semana... foi a coisa mais gira do mundo. Havia em Paris a discussão do relatório da OCDE sobre o ensino em Portugal. Vai o Fraústio, como Ministro, leva o João de Deus Pinheiro, e queria que eu fosse. Mas acabei por ficar. E naquela semana em delegação de Ministro consegui mais do que durante todo o outro tempo. Era época de saída, trabalhava até às tantas da manhã. Houve dois diplomas que consegui no último dia. Um deles era sobre o Hospital do Ultramar, envolvia não sei quantas assinaturas, feito no último dia. E havia outro que era uma re-estruturação dos quadros de pessoal operário do INIC, mudei a carreira dos sopradores de vidro e da mecânica, que o secretário de Estado do Orçamento, que era o Alípio Dias, nunca assinava. No último dia, meti-me no carro e fui para a sala de espera do Ali-

pio Dias e não saí de lá sem ele me dar aquilo assinado. Ainda no mesmo dia o diploma tinha de ir ao Dr. Francisco Balsemão, o Primeiro Ministro, para ele assinar. Uma das coisas que uma pessoa tem de aprender na vida é aproveitar as oportunidades. À bocado falámos dos dois anos de tropa. Em termos profissionais atrasaram-me, mas visto *a posteriori*, eu não gostava de ter perdido aqueles dois anos de Angola. Humanamente aprendi imenso. Eu vinha deste universo fechado, e como estava no comando-chefe, tinha de lidar desde gerais de quem era o intérprete, aos brigadeiros, coronéis, capitães, aos maiores, aos soldados. Em termos pessoais enriqueci imenso. Costumava dizer que só aguentei o ano de ministério, com os telefones, porque na tropa tinha sempre dois telefones a tocar à minha volta.

Sente que é justo ser designado como o pai da Química Organometálica em Portugal?

Bem, não fui eu que me designei. Não usaria uma expressão bombástica como essa, o que aconteceu foi ...coincidências. Fiz Química Organometálica no doutoramento que não estava previsto. Depois aconteceu que fui o primeiro doutorado no estrangeiro que apareceu a fazer Química Organometálica de metais de transição. Não fui eu que cheguei cá e disse: – vamos inventar a Química Organometálica. Era a coisa que eu sabia fazer, quis continuar. Depois tive a sorte de ter uma colecção de gente jovem, muito entusiasmada, a quem ensinei umas coisas, e que se expandiram. Que eu tive alguma influência na criação desta escola da Química Organometálica em Portugal é verdade...chamar o pai acho que é um bocado exagerado.

Então como é que comenta que estes seus jovens...

Agora menos jovens, agora menos jovens...

...irem mais longe e afirmar mesmo, que a sua luta constante em prol de uma melhor Universidade fazem de si um exemplo a seguir pela comunidade científica.

Isso não sei....

...De qualquer forma a pergunta é sobre o que está a emperrar a Universidade portuguesa ?

Isso é complicado. Porque é que diz que está?, agora sou eu a entrevistar...

Porque não a vemos. Não a vemos nem a actuar na sociedade, digamos civil, nem sequer a ter o prestígio que tinha. Como há pouco referiu os jovens vinham cheios de vontade de fazer investigação consigo.

Hoje em dia também há jovens assim. Só que o número de orientadores é muito diferente...Essa é uma pergunta muito complicada porque exige uma análise extremamente profunda. Não podemos comparar. Naquela altura a dimensão da Universidade era muito pequena. Quantos orientadores havia, quando eu e o Jorge começámos? Havia o Fraústo, eu, o Jorge, Harold, Sílvia, Xavier. E o número de alunos era muito grande. Hoje em dia, provavelmente há em percentagem tantos alunos motivados para a investigação como havia na altura, mas o número de orientadores possível é muito maior. Tudo se dilui. O número de estudantes aumentou brutalmente. Houve uma massificação. Outra coisa também, naquela altura muitos destes jovens ou ainda eram estudantes ou já eram assistentes, e sabiam que tinham uma carreira académica garantida. Hoje em dia um tipo faz uma tese de doutoramento, pode estar muito motivado para a investigação, mas provavelmente não consegue depois encontrar um emprego na área da investigação. O que não acho mal. O doutoramento é um treino para fazer muitas coisas diferentes.

Há aquela ideia catastrófica que a universidade está muito mal, a universidade não está emperrada como disse. Eu não tenho essa sensação.

Há algo que não existe no nosso País, que é comum nos países da Europa mais desenvolvidos, uma ligação à indústria tendo em vista a uma qualquer aplicação.

Nós temos aqui vários problemas estruturais. Não há praticamente indústria

química em Portugal que queira fazer coisas. O importante na investigação é fazer bom trabalho científico e depois ter o olho aberto para perceber que o que se investiga pode ter impacto numa indústria qualquer. Então faz-se uma patente. A maior parte das universidades já tem um gabinete de patentes. O Técnico tem gabinete de patentes. Por outro lado, e voltando ao primeiro ponto, a colaboração com a indústria é muito difícil dada a sua pequena dimensão e mentalidade.

Então para si a Universidade está no bom caminho?

Eu creio que está a mudar normalmente. Tem problemas, sempre teve. Há uma coisa que me deixa furioso. É quando me vêm falar nas enormes taxas de insucesso. Sempre houve. No meu ano entrámos 120, e quando nos formámos éramos cerca de 60, incluindo os repetentes que tinham entrado em anos anteriores.

Uma das suas facetas mais marcantes é o facto de ser literalmente adorado pelos estudantes. É verdade que parte os ponteiros nas aulas e que os alunos lhe ofereceram um em metal?

Não. Não. Partia ponteiros quando eles eram daqueles fininhos. Agora o Técnico faz ponteiros muito mais grossos. Ainda não parti nenhum...(risos). Como eu partia muitos ponteiros de madeira arranjei, não me deram, fui eu que arranjei...isto... (e nesse momento levanta-se e dirige-se a um canto do gabinete donde extrai um tubo metálico, dobrado quase em v...) como vêem está um bom bocado usado (risos)...faz cá uma barulheira. E depois os alunos adoptaram isto como o meu símbolo, é o bastão; Nos jantares de Natal, por exemplo, diziam o jantar do bastão...

Eu tenho o anfiteatro nesta altura do ano com cento e não sei quantos alunos, aquele excelente anfiteatro de Química, estou a concentrar-me para dar o meu melhor, mesmo que sejam só dois ou três a falar sobre o que estou a dizer, distraio-me, desconcentro-me.

Quer comentar a diminuição recentemente sentida nas vocações para as ciências exactas?

Não quero comentar, porque também não sei muito sobre isso. Sei que é um fenómeno universal, como se lê no *Chemistry in Britain* e noutras revistas, há em todos os países menos apetência para as Ciências Exactas e Engenharias comparando por exemplo com aquelas coisas chamadas "soft" como Antropologia, História, Sociologia. Isso é um problema geral. Porquê? Porque há qualquer coisa de mau associado às ciências e técnicas no imaginário das pessoas. Eles recebem todos os benefícios, mas se há uma explosão de uma fábrica, a Ciência é má, a Tecnologia é má. Outro factor, em Portugal é completamente visível, é a Matemática. O problema do ensino da Matemática não é um exclusivo Português. Há anos que vejo na América, que tiveram de fazer um programa especial para o ensino da Matemática. Para as Ciências Exactas e para as Engenharias a Matemática é indispensável. Isso afasta muitos estudantes. Depois a quebra demográfica, mas isso já é outra história. Essencialmente há dificuldade em Matemática e há um certo mau nome associado à Química. A Química polui, tem fábricas que explodem, faz os antraz e essas coisas. Esquecem-se que morriam todos aos vinte anos se a Química não tivesse produzido, andavam todos enrolados em folha de bananeira, lavavam os dentes com uma pedra de sílex... (risos). Todas estas coisas são tomadas como dadas, *taken for granted*. Esquecem-se, no entanto, que não há benefícios sem riscos.

A pergunta seguinte, não sei até que ponto a quer desenvolver, é sobre as perspectivas, ideias de educação em Química. Na vossa página Web (IST) está escrito a propósito da reestruturação do Curriculum da Licenciatura em EQ: "Após a vigência, de 1983 a 1997, de uma estrutura curricular caracterizada pela existência de 3 ramos, optou-se agora por oferecer um curso unificado. A par de uma maior generalidade na formação obrigatória em EQ possibilita-se aos alunos a escolha de formação complementar na área dese-

jada através de blocos flexíveis de opções a partir do 4.º ano”.

Desculpe lá volte atrás...

Leio outra vez tudo? (e foi lido)

O que é um curso unificado....

Mas isso é o que está escrito na vossa página Web...

Quem é que escreveu isso? Se eu percebo o que está aí...deixe-me ver... (*levanta-se para retirar do caos da mesa um desdobrável da licenciatura*). O que está aí não percebo. O que é que aconteceu. Nós tínhamos uma reestruturação que começou em 83 como se diz aí, em que a licenciatura em Engenharia Química tinha três ramos. Os dois primeiros anos eram comuns e depois havia a escolha de ramos. E havia *numerus clausus* para cada ramo. Os três ramos eram; Química Aplicada, como ramo de Engenharia Química, Processos e Indústria e Biotecnologia. Havia dois tipos de problemas. Estabelecer o *numerus clausus* para a escolha de ramos era sempre uma confusão. Por outro lado nos elementos mais “engenheirais” do corpo docente do Departamento, achavam que a licenciatura de Engenharia Química, ramo de Química Aplicada, não podia ser considerada por Engenharia Química, porque faltava a cadeira Fenómenos de Transporte n.º 28, Transferência de Massa n.º50... (risos)...e esse tipo de coisas. Então quando voltei a ser Presidente do Departamento, estava já algum trabalho em curso, mas a decisão foi minha, e depois aprovada pelo Conselho de Departamento, decidimos fazer três licenciaturas diferentes. Com *numerus clausus* diferentes logo à partida, no primeiro ano; uma em Química e isso foi uma opção violenta para o Técnico, a única licenciatura que tínhamos que não se chamasse Engenharia era a de Matemática Aplicada, a própria Física chama-se Engenharia Física Tecnológica. Porque optei por uma licenciatura em Química mesmo? Por duas razões: temos um corpo docente que justifica dar uma licenciatura em Química, e depois, ao longo da minha experiência, verifiquei que há muitos alunos que vêm para aqui, para o Técnico, porque gos-

tam de Química. E depois acontece que começam a ter as cadeiras de Engenharia e não gostam e fogem, para a Faculdade de Ciências, para a Nova. A minha ideia inicial era fazer uma coisa piloto, só com vinte alunos, mas por razões estratégicas, fomos para um número de quarenta. É uma licenciatura de cinco anos porque fazer uma licenciatura de quatro anos no Técnico seria considerado de mau tom. Uma coisa que os alunos não gostam muito, mas eu impus: terem a mesma Matemática que as Engenharias. O Sousa Lobo⁴ tem-me dito várias vezes que essa é uma falha na Nova. A licenciatura em Engenharia Biológica *numerus clausus* cinquenta e a licenciatura em Engenharia Química *numerus clausus* setenta, que entretanto foi aumentado para setenta e cinco. Enchemos sempre, com boas notas mínimas, mesmo na Química, 14 e 15 por volta disso. Este ano não enchemos, mas a própria Engenharia Química não encheu. E a Química em quase todo o país não encheu. Portanto eu não sei o que está na página, mas a reforma que eu fiz foi esta.

A Sociedade Portuguesa de Química deve-lhe o facto de, em certa medida, a ter ressuscitado. Qual é para si a importância deste tipo de sociedades?

São cruciais. As Sociedades Científicas são cruciais, por um lado como identidade de um grupo científico, por outro lado como promotoras do bom trabalho que se faz nessa área científica. A Sociedade Portuguesa de Química com os encontros que promoveu...lembram-se dos primeiros...ninguém se conhecia, e aquilo era uma festa dos demónios. Há Sociedades Científicas que também são Sociedades Profissionais. Por exemplo a Royal Society of Chemistry em Inglaterra. Até há uns anos atrás havia a Chemical Society que era científica e havia outra para a profissão. Juntaram-se em tempos para formar a Royal Society of Chemistry que é tanto científica como profissional. A nossa é científica. Mas deve ser garante do trabalho que se faz em Portugal.

Mas apesar do excelente trabalho que a SPQ tem feito, ainda tem pouco im-

pacto na sociedade em geral, nos meios de comunicação...

Eu comentaria da seguinte maneira. Quando relançámos a Sociedade Portuguesa de Química foi de certa maneira em termos de Sociedades Científicas nacionais um relançamento pioneiro. E era novidade. E não havia praticamente encontro da SPQ que não fosse entrevistado pela rádio. Mesmo pela televisão. Quando foi aqui o encontro de Química no Técnico⁵ em que veio o Kroto⁶ veio o Peter Atkins⁷ esteve cá António Granado do “Público”, três dias, fez uma grande entrevista com o Kroto, com o Atkins, e uma grande entrevista de página inteira comigo, sobre a Sociedade Portuguesa de Química. Hoje em dia há tantos eventos, que isso perde-se. O que é que aparece hoje? Um grande Congresso de Medicina com mil e trezentos participantes que vão discutir encefalia crónica aguda chama mais a atenção do público. Eu escrevo muito para os jornais, para o “Público”, ultimamente tenho escrito menos, mas tenho para aí vinte e tal coisas, publicadas no “Expresso” ou “Público”, ao longo de quase vinte e cinco anos. A última foi aquela sobre o Estatuto da Carreira Docente. Eu penso que nós intervimos pouco. Não devemos estar sempre à espera que o jornalista venha à nossa procura, mas podemos tomar a iniciativa. Não era sobre a Química em particular o que escrevi, só num caso ou dois é que foi sobre a Química. Mas nunca tive um artigo recusado. Só tive um. Vejo nos jornais que há uma Comissão de Educação e Ciência na Assembleia da República. Não sei como é que funciona, não sei qual é a competência das pessoas que lá estão. Mas todas as Sociedades se debatem com o mesmo problema. Como é que vão ter mais intervenção na vida pública.

Aquele trabalho inicial na SPQ foi também uma época de grande entusiasmo. Fui secretário de Estado quando o Fausto me convidou. Não vou dizer exactamente quantos anos antes, mas poucos anos antes fui convidado para Ministro da Educação. Era um Governo que não ia durar muito tempo. Recebi um telefonema, fui a uma entrevista que durou

duas horas. O que me safou foi ter ido ao jantar de doutoramento do Carlos Romão no dia anterior. Fomos a um sítio qualquer em que o vinho era tão mau, tão mau, que no dia seguinte estava com uma dor de cabeça enorme. E também não sabia nada do Ministério. Mas uma das razões (para o convite) era aquele ímpeto que se estava a dar à Sociedade Portuguesa de Química, queria-se para Ministro da Educação uma pessoa com aquele tipo de perfil. Aprendeu-se com tudo isto.

Queríamos encerrar esta entrevista perguntando-lhe os seus planos para o futuro. Apostamos que nos vai dizer, entre outras coisas, ir continuar a fazer síntese organometálica...

Eu há muitos anos que não faço síntese. Há muitos anos que não faço nada. Mas quero continuar a ter pessoas a fazer síntese. Aliás neste momento só tenho directamente comigo um estudante de doutoramento, o André Ferreira. Ainda ligados ao meu grupo a "Guigas" (Prof. Ana Margarida Martins), o Pedro (Prof. Pedro Teixeira Gomes), a Cristina (Prof. Cristina Azevedo), a Guida (Prof. Margarida Salema), a Lena (Prof. Maria Helena Garcia), etc. Há muito gente a fazer síntese, e síntese boa. Viram no número

do *J. Organometal. Chem.*⁸ o número de artigos que lá estão? De resto não faço planos. Quero continuar ligado à investigação como é evidente, não entro no laboratório há vário tempo, tenho tido actividades de gestão bastante grandes, sei lá... além do Ministério, fui sete anos Presidente do Departamento, fiz um interregno de quatro anos, depois fui Presidente de novo mais quatro anos. Depois disse, – estou farto de vocês, ninguém é insubstituível, e fui-me embora. Sou Presidente aqui do Complexo,⁹ há cinco anos e meio, que também dá algum trabalho. Gosto muito de continuar a ensinar. Fiz agora as novas folhas de Ligação Química, de que só falta os apêndices e rever as gralhas, o projecto demorou quase dois anos. Não gosto de fazer planos. Nunca fiz. É ir vivendo. Nunca fiz planos de ir à tropa, não ir à tropa, ser Secretário de Estado, não ser Secretário de Estado, etc. Eu gosto da vida.

Notas

¹ bastometria é um termo usado pelos antigos alunos de Engenharia Química do Técnico, referindo-se ao facto de naquela época o Contínuo (empregado subalterno) Sr. Bastos não só preparar soluções como inclusivé ser

ele próprio a dar umas "dicas" aos estudantes sobre os resultados das análises. Reformou-se do Técnico salvo erro nos anos oitenta.

² Instituto de Alta Cultura

³ Engenheiro Técnico Mário Legrand Pereira de Moura, foi Técnico Superior do Laboratório de Análises do IST e actualmente tem o cargo de Chefe do Laboratório. Pessoa muito conhecedora de Química Analítica e com grande habilidade (mãos de fada como o classifica a actual Directora do Laboratório, Prof. Maria Cândida Vaz). Apesar da sua simpatia, era algo temido pelos estudantes daquela época. Roubou material ao Sr.

Moura era por tal um acto que exigia alguma coragem. Na realidade estava sempre disponível para ajudar os estudantes e os docentes com a sua experiência e conhecimentos.

⁴ Actual Reitor da Universidade Nova de Lisboa.

⁵ Encontro Nacional de Química 1992, IST, Lisboa.

⁶ o Prof. Kroto veio a ser galardoado com o prémio Nobel da Química em 1996.

⁷ Famoso autor de livros de texto de Química.

⁸ Número especial da revista *Journal of Organometallic Chemistry* 632 (2001) dedicado ao Professor Alberto Romão Dias, a propósito dos seus 60 anos.

⁹ Complexo Interdisciplinar do Instituto Superior Técnico.

Perfil Biográfico do Prof. Romão Dias

Vista à *vol d'oiseau*, a Química em Portugal revela vales e montanhas em termos de infra-estruturas científicas, produtividade e impacto. Uma das mais conspícuas formações desta paisagem científica é a química organometálica dos metais de transição, cuja génese pode ser atribuída, de forma bem clara, à acção do Professor Alberto Romão Dias cujo aniversário celebrámos a 24 de Setembro de 2001.

Uma inspecção mais próxima do terreno mostra, todavia, que a sua influência sobre a modelação desta paisagem se fez sentir muito para além do seu próprio campo científico.

Em meados dos anos 60 a actividade de investigação nas universidades portuguesas era uma actividade marginal que apenas envolvia alguns, poucos, académicos. Mas, tal como entoava a balada folk da época, "the times they are a'changing", alguns jovens académicos foram enviados para prestigiadas universidades estrangeiras a fim de obter doutoramentos em áreas da sua escolha. Alberto Romão Dias, à data um jovem Assistente do IST, foi um dos primeiros a partir, chegando no Outono de 1966 ao Inorganic Chemistry Laboratory da Universidade de Oxford, RU. O tema que tencionava desenvolver foi rapida-

mente obliterado pelo brilho intenso que irradiava do laboratório do Professor Malcolm Green, já então um dos mais activos e exímios obreiros do crescimento espectacular da novel química organometálica dos metais de transição.

De volta ao IST, sobraçando uma Tese de Doutoramento intitulada "The Metal-Ligand Bond Properties of Some Organo-Transition Metal Compounds" rapidamente deu início à formação do primeiro grupo de química organometálica em Portugal. As condições materiais para a tarefa eram bem magras – a bem dizer, quatro pa-

redes, um martelo e uma "hotte" com tiragem a gás. Mas o seu entusiasmo era inabalável e, mesmo apesar de uma pausa de 3 anos (1971-74) para cumprir serviço militar obrigatório em Angola, o grupo medrou contra ventos e marés. Lenta mas seguramente, o equipamento foi sendo adquirido, as infra-estruturas criadas e a frágil semente despontou alimentada pelo entusiasmo de um número cada vez maior de novos estudantes curiosos. Muitos dos que, como nós, viveram esses dias observando a paixão e esforço postos nesta empresa pelo Prof. Romão Dias, guardarão para sempre a memória calorosa de terem vivido e testemunhado um dos mais excitantes e criativos períodos da vida universitária e científica em Portugal.

Os "some organotransition metal compounds..." mencionados na Tese de Romão Dias eram na realidade derivados de tiolatos de molibdenoceno e tungstenoceno os quais foram usados como ligandos organometálicos, um conceito inovador à época. Naturalmente, a química destes metalocenos foi aqui continuada funcionando como "leit-motiv" da sua investigação durante a década de 70 e início dos anos 80. Nessa química sempre deu ênfase aos aspectos sintéticos tentando contrabalançar a preponderância da química analítica e da química física no país. Todavia, a sua visão da química organometálica ultrapassou largamente a síntese. Seguindo a permanente influência que a química organometálica ia tendo sobre outras áreas, modelou o seu grupo de forma a abarcar os desenvolvimentos mais importantes. No final dos anos 70 lançou, em conjunto com outros dos viajantes da ciência dos anos 60, o Professor Jorge Calado, IST, e o Professor Ribeiro da Silva da FCUP, uma linha de investigação em termoquímica organometálica que posteriormente se veio a estabelecer como uma das mais proeminentes áreas de investigação portuguesas. Explorou também diversos campos como a síntese por vapores metálicos (por conta própria) e a fotoquímica organometálica, em cola-

aboração com outra viajante "dos sweet sixties", a Professora Sílvia Costa (IST). Deu um contributo decisivo para o desenvolvimento da cristalografia de Raios-X de moléculas pequenas e da química teórica, temas em que envolveu parte significativa do seu grupo proporcionando um inestimável serviço a outras áreas da química nacional. A catálise homogénea, disciplina incontornável em qualquer grupo de química organometálica, apenas surgiu mais tarde, com a segunda geração de doutorandos do Complexo e uma contribuição estrangeira de alto gabarito que soube angariar e motivar. O campo escolhido para o arranque desta área foi a química de olefinas apoiada em grupos da craveira de Igor Tkatchenko, Philippe Theyssié, Hubert Mimoun, Peter Tait, Marvin Rausch, J. C. W. Chien, Peter Jolly e Jan Teuben.

Outra das suas mais valiosas e inusitadas contribuições resultou do abrigo que, cordial e graciosamente concedeu a grupos de investigação exteriores ao IST e até à sua área de investigação, que ainda não possuíam, nas suas instituições novas e idosas, as facilidades laboratoriais de que necessitavam.

Toda esta actividade deixou uma marca indelével na química organometálica portuguesa como se pode ver pela origem dos contributores do número especial do *Journal of Organometallic Chemistry*, vol 632, 2001 que recentemente lhe foi dedicado. Este labor traduziu-se por vinte e sete teses de doutoramento, dez teses de mestrado e mais de 110 publicações em revistas científicas.

No entanto, a influência do Prof. Romão Dias na reestruturação da Química Portuguesa não se esgotou nesta actividade. Talvez que o seu mais importante contributo tenha sido a "ressurreição" da Sociedade Portuguesa de Química, de que foi Secretário Geral (1978-1988) e Presidente (1989-1991). Esta tarefa trouxe aos químicos portugueses de todos os ramos de actividade um novo sentido de comunidade, apresentando-os uns aos ou-

tros, abrindo-lhes as portas para estabelecerem novas colaborações e promovendo a imagem de um campo científico vivo e actuante.

Igualmente decisiva foi a sua luta em prol da criação de cursos de pós-graduação, nomeadamente os Mestrados em Química Inorgânica e Química dos Processos Catalíticos no IST. Nesse tempo (1979) este tipo de estudos eram uma novidade num país devoluto de programas regulares de formação pós-graduada. O alto nível de competência do corpo docente desses primeiros cursos no IST, quase totalmente estrangeiro, deixou uma profunda marca de qualidade que foi decisiva para capturar o interesse da segunda geração de estudantes de doutoramento que actualmente trabalham em química inorgânica, organometálica e catálise.

Porventura ainda mais importante, foi o seu desempenho nas aulas de Introdução à Teoria da Valência (Química I) que leccionou quase ininterruptamente desde 1974 (manteve as suas aulas como Secretário de Estado do Ensino Superior em 1982/83) aos caloiros de Engenharia Química do IST que delas guardam memórias bem coloridas e sonorizadas. A partir do interesse aí criado, muitos foram os que posteriormente se integraram na actividade de investigação. O seu peculiar sentido de humor, a sua indomável independência e a sua luta constante em favor de uma Universidade melhor fizeram dele um modelo ímpar na nossa comunidade científica.

Por tudo isto e o mais que havia, aproveitamos esta oportunidade para agradecer a Alberto Romão Dias, "O Chefe", por ter iniciado toda a actividade química e científica que brevemente se descreveu moldando a paisagem da Química Portuguesa, desejando-lhe a continuação da sua proficua actividade de Professor e Investigador por muitos e bons anos.

C. C. Romão
M. J. Calhorda

No ano 2000*

Discurso do Sr. Berthelot, proferido no Banquete da *Chambre syndicale des produits chimiques*, em 5 de Abril de 1894

Excelências,

Começo por agradecer o Vosso convite para participar neste banquete e o facto de terem reunido neste festim fraterno, sob a presidência do homem devotado ao bem público, aqui sentado à minha frente, os servidores dos laboratórios científicos, dos quais me honro de fazer parte há quase meio século, e os donos das fábricas industriais, onde se cria a riqueza nacional. Com isto pretenderam afirmar a aliança indissolúvel entre a ciência e a indústria, que caracteriza as sociedades modernas. Mais do que ninguém, V. Exas. têm o direito e o dever de o fazer, porque as indústrias químicas não são o fruto espontâneo da natureza: provêm do trabalho e da inteligência humana.

Será necessário lembrar-vos os progressos por Vós efectuados durante o século que agora terminou? O fabrico do ácido sulfúrico e da soda artificial, o branqueamento e o tingimento dos tecidos, o açúcar da beterraba, os alcalóides terapêuticos, o gás de iluminação, o dourar e o pratear e tantas outras invenções devidas aos nossos antecessores? Sem querer sobrevalorizar o nosso trabalho pessoal, podemos afirmar que as invenções da nossa época não são menores: a electroquímica transforma neste momento a velha metalurgia e revoluciona as suas práticas seculares; as matérias explosivas são aperfeiçoadas pelos progressos da termoquímica e fornecem à arte das minas e à arte da guerra as suas energias todas poderosas; a síntese orgânica, sobretudo, obra da nossa geração, prodigaliza as suas maravilhas com a invenção dos coran-

tes, dos perfumes, dos agentes terapêuticos e antisépticos.

Mas, por mais consideráveis que sejam os progressos, cada um de nós entrevê muitos outros: o futuro da química será, não duvidem, muito maior do que o passado. A este respeito, deixem-me dizer-vos qual é o meu sonho: é bom ir em frente, pela praxis quando se pode, mas sobretudo pelo pensamento. É a esperança que impele o homem e lhe dá energia para as grandes acções: uma vez dado esse impulso, se a acção não se realiza sempre como previsto, realiza-se sempre qualquer outra coisa, e muitas vezes ainda mais extraordinária: quem teria ousado prognosticar, há cem anos, a fotografia e o telefone?

Deixem-me pois contar-vos os meus sonhos: o momento é propício, é depois de beber que fazemos as nossas confidências. Várias vezes foi debatido o futuro das sociedades humanas; quero, por minha vez, imaginá-las como serão no ano 2000: do ponto de vista meramente químico, naturalmente; é de química que falamos nesta mesa.

Nessa altura, não haverá no mundo nem agricultura, nem pastores, nem lavradores: o problema da sobrevivência pela cultura do solo terá sido suprimido pela química! Não haverá nem minas de carvão, nem indústrias subterrâneas, nem, por conseguinte, greves de mineiros! O problema dos combustíveis terá sido suprimido por via da química e da física. Não haverá nem alfândegas, nem protecção, nem guerras, nem fronteiras regadas pelo sangue humano! A navegação aérea e os motores alimentados pelas energias químicas, terá rele-

gado definitivamente essas instituições antiquadas para o passado! Estaremos então muito perto de realizar os sonhos do socialismo... desde que se consiga descobrir uma química espiritual, que altere a natureza moral do homem tão profundamente como a nossa química transforma a natureza material!

Eis muitas promessas; como realizá-las? É o que vou tentar dizer-vos.

O problema fundamental da indústria consiste em descobrir fontes de energia inesgotáveis e que se renovem quase sem trabalho.

Já vimos a força dos braços humanos substituída pela do vapor, i.e. pela energia química proveniente da combustão do carvão; mas este agente necessita de ser extraído penosamente do seio da terra, e a sua quantidade está sempre a diminuir. É preciso fazer melhor. Ora o princípio desta invenção é fácil de conceber: é preciso utilizar o calor solar, é preciso utilizar o calor do centro do nosso planeta. Os progressos incessantes da ciência fazem nascer a esperança legítima de captar estas fontes de energia ilimitada. Para captar o calor do centro da terra, por exemplo, seria suficiente escavar poços com 4 a 5 000 metros de profundidade o que talvez não ultrapasse os meios da engenharia actual, e muito menos os da engenharia do futuro. Aí encontrar-se-á o calor, origem de toda a vida e de todas as indústrias. Desta forma, a água atingiria no fundo desses poços uma temperatura elevada e desenvolveria uma pressão capaz de pôr a funcionar todas as máquinas possíveis. A sua destilação contínua produziria uma água pura, isenta

*Traduzido por A. M. Botelho do Rego, a partir de "Lettre des Sciences Chimiques" n.º 73 (Dezembro de 1999 a Junho de 2000) com permissão.

de micróbios, que hoje em dia procuramos com tão altos custos e em fontes por vezes contaminadas. A essa profundidade, possuiríamos uma fonte de energia termoelétrica sem limites e incessantemente renovada. Teríamos então a força presente em toda a parte, em todos os pontos do globo, e decorreriam muitos milhares de séculos antes que sofresse uma diminuição sensível.

Mas voltemos à química. Quem diz fonte de energia calorífica ou elétrica, diz fonte de energia química. Com uma tal fonte, o fabrico de todos os produtos químicos torna-se fácil, económico em qualquer época, em qualquer lugar, em qualquer ponto da superfície do globo.

Aí encontraremos a solução económica do, talvez, maior problema associado à química, o do fabrico de produtos alimentares. Em princípio, ele já foi resolvido: a síntese das gorduras e dos óleos é feita há quarenta anos, a dos açúcares e a dos hidratos de carbono já hoje se faz e a síntese dos compostos azotados não está longe de ser realizada. Assim, o problema dos alimentos, não o esqueçamos, é um problema químico. No dia em que obtivermos energia de forma económica, não tardaremos a fabricar alimentos de todos os tipos com o carbono proveniente do ácido carbónico, com o hidrogénio proveniente da água, com o azoto e o oxigénio tirados da atmosfera.

O que os vegetais têm feito até agora, com a ajuda da energia retirada do universo ambiente, nós conseguimos já e conseguimos bem melhor, de uma forma mais ampla e mais perfeita do que a natureza: tal é o poder da síntese química.

Um dia virá em que cada um de nós transportará a sua pastilhazinha azotada, o seu torrãozinho de matéria gorda, o seu pedaço de fécula ou de açúcar, o seu frasquinho de especiarias, arrumados de acordo com o seu gosto pessoal; tudo isto fabricado economicamente e em quantidades inesgotáveis pelas nossas fábricas; tudo isto independente das estações irregulares, da chuva, da seca, do calor que seca as plantas, ou do geadas que destrói a esperança da fruti-

ficação; tudo isto, enfim, isento de micróbios patogénicos, origem de epidemias e inimigos da vida humana.

Nesse dia, a química terá conseguido uma revolução radical no mundo, cujo alcance ninguém pode calcular; não haverá mais campos cobertos por searas, nem vinhedos, nem pradarias cheias de gado. O homem ganhará em doçura e em moralidade porque deixará de viver da carnificina e da destruição das criaturas vivas. Deixará de haver distinção entre regiões férteis e estéreis. Talvez mesmo os desertos de areia se tornem lugares de predileção das civilizações humanas porque serão mais salubres do que esses aluviões empestados e essas planícies pantanosas, cheias de putrefacção onde é hoje feita a nossa agricultura.

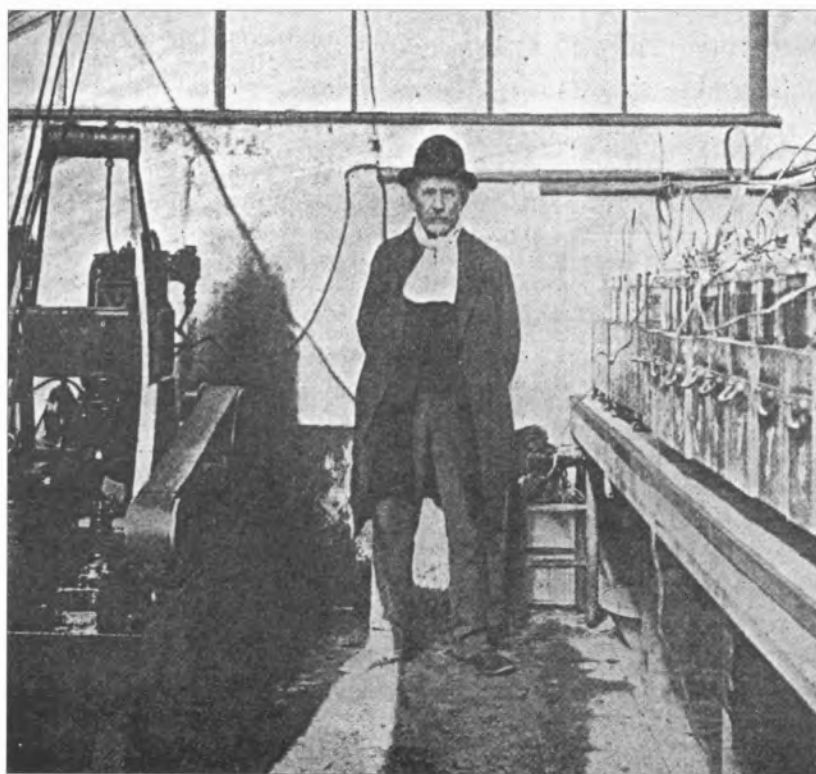
Neste império universal da força química, não pensem que a arte, a beleza, o encanto da vida humana estão destinados a desaparecer. Se a superfície terrestre deixar de ser utilizada como hoje e, digamo-lo em voz baixa, desfigurada pelos trabalhos geométricos do agricultor, ela recobrir-se-á de verdura, de bosques, de flores; a terra tornar-se-á um vasto jardim, regado pela efusão das águas subterrâneas, onde a raça huma-

na viverá na abundância e na alegria da lendária idade de ouro.

Não pensem, contudo, que ela viverá na preguiça e na corrupção moral. O trabalho faz parte da felicidade: quem melhor do que os químicos aqui presentes para o saber? Tal como afirma o livro da Sabedoria: "Quem aumenta a ciência, aumenta o trabalho". Na futura idade de ouro, cada um trabalhará mais do que nunca. Ora, o homem que trabalha é bom, o trabalho é a fonte de toda a virtude. Nesse mundo renovado, cada um trabalhará com zelo, porque usufruirá do fruto do seu trabalho; cada um encontrará nessa remuneração legítima e integral, os meios que elevarão o mais possível o seu desenvolvimento intelectual, moral e estético.

Excelências, quer estes ou outros sonhos se cumpram, será sempre de afirmar que a felicidade se adquire através da acção e na acção elevada ao seu mais alto nível através do reinado da ciência.

Tal é a minha esperança, que triunfará no mundo, segundo a velha palavra cristã; tal é o ideal de todos nós! É o da Câmara sindical dos Produtos Químicos. Bebo ao trabalho, à justiça e à felicidade da humanidade!



As Escolas de Investigação em Química, em Paris, na segunda metade do séc. XIX

ANA CARNEIRO*

Sumário

Sendo uma criação do séc. XIX, as escolas de investigação vieram a ter um papel decisivo na profissionalização da investigação científica. Este artigo pretende caracterizar as escolas de investigação lideradas por Auguste Cahours (1813-1891), Henri Sante-Claire Deville (1818-1881), Adolphe Wurtz (1817-1884), Louis Pasteur (1822-1895), e Marcellin Berthelot (1827-1907) e analisar de que modo contribuíram para instalar a investigação na vida universitária francesa.

Introdução

Numa altura em que a Inglaterra, a Prússia, os Estados Germânicos e a Rússia se esforçam por dotar o ensino universitário de um luxo pouco usual, certamente, o Sr. Ministro não gostaria que a Faculdade de Ciências ficasse para trás neste nobre movimento do espírito humano

(Jean-Baptiste Dumas, 1840)

Num artigo publicado na revista *Osiris*¹, John Servos faz uma revisão do conceito de escola de investigação concluindo que, desde o séc. XIX, a palavra *escola* faz parte do vocabulário dos cientistas. Pode considerar-se que a entidade escola é, fundamentalmente, uma criação daquele século, que coincidiu, por um lado, com uma maior massificação do ensino superior e, por outro, com uma especialização crescente. A *escola* constituiu, assim, uma importante peça de maquinaria no processo que transformou a ciência num empreendimento colectivo.

Mais recentemente, em vez da palavra *escola*, os historiadores da ciência têm usado expressões como *escola de investigação* ou *grupo de investigação* como categorias de análise histórica. A primeira foi estabelecida pelos trabalhos já clássicos de Morrell² e Geison³, e a última foi sugerida por Fruton⁴ como uma expressão mais adequada. Todavia, enquanto categorias históricas de inegável utilidade são, inevitavelmente, abstrações e prestam-se a alguma confusão. Apesar dos seus autores nunca terem reivindicado a universalidade de tais conceitos o facto é que eles tendem, frequentemente, a deixar ocultas características específicas de contextos científicos, sociais e culturais localizados no espaço e no tempo. De facto, a busca essencialista de um conceito universal de *escola de investigação* ou de *grupo de investigação* definidos sem atender a contextos locais, estilos nacionais e momentos históricos, parece um tanto inútil. Enquanto abstrações, estas categorias e critérios deverão antes ser tomados como linhas de orientação flexíveis em vez de "réguas" absolutas relativamente às quais se mediriam as diferentes formas de organização colectiva no seio de uma comunidade científica.

As condições para a emergência de escolas no séc. XIX situam-se, em larga medida, nos princípios advogados por *Naturphilosophen* como Schelling (1775-1854), Fichte (1762-1814) e Schleiermacher (1768-1834)⁵. Nomeadamente, a publicação por Schelling da obra *Vorlesung über die Method des Akademischen Studiums*, em 1803, veio a ter um

papel de relevo na reforma das universidades dos Estados germânicos. Schelling defendia que o objectivo das universidades era a procura da verdade, no quadro de uma concepção holística do conhecimento (*Wissenschaft*), que o papel do professor universitário não era a transmissão de factos, mas o de iniciar os estudantes nos métodos da investigação e da crítica, e tanto o ensino como a aprendizagem não deveriam estar sujeitos a quaisquer restrições, *Lehrn- und Lehrfreiheit*⁶. Estavam assim enunciados alguns dos princípios que trouxeram a investigação para o centro das universidades alemãs. Estes princípios foram reforçados por um revivalismo das práticas medievais tão do agrado de muitos românticos, nas quais as guildas e a *universitas* medievais forneciam uma inspiração tanto para o professor enquanto *Meister* orientando descobertas originais, como para o aluno enquanto aprendiz no quadro de um processo de *Bildung*⁷. Ideais semelhantes foram também veiculados em obras literárias que ajudaram a propagá-los como é o caso de *Wilhelm Meisters Lehrjahre* (1795-1796) de Goethe (1749-1832), e *Die Lehrlinge zu Sais* (1802) de Novalis (1772-1801)⁸.

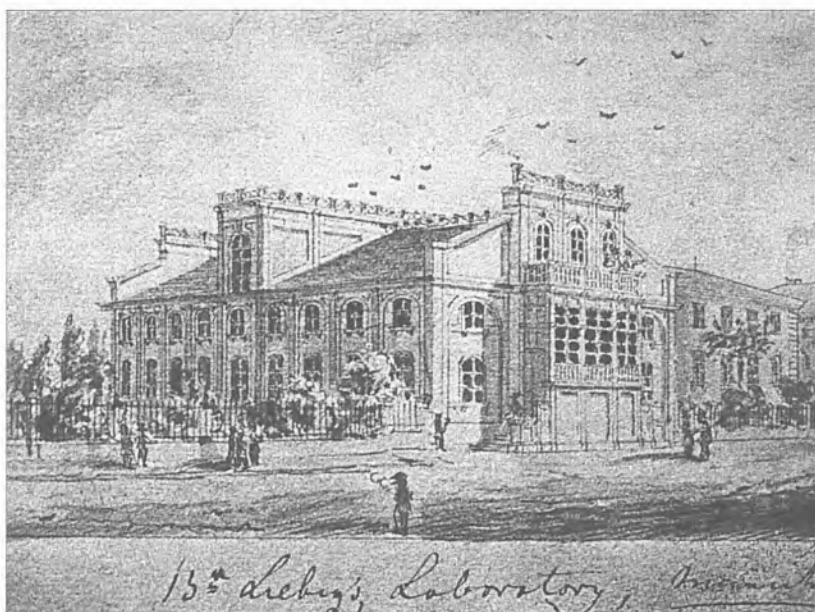
Em 1805, Fichte também contribuiria para a filosofia desta reforma defendendo que as universidades deveriam produzir em vez de reproduzir conhecimento, e que os resultados das investigações deveriam ser publicados pelo que as universidades deveriam possuir canais próprios para esse efeito. Fichte deu ênfase especial ao professor universitário, tecendo considerações

* Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa, Quinta da Torre, 2829-516 Caparica

sobre o modo como deveria ser formado, sobre o seu papel enquanto educador e, muito especialmente, enquanto criador⁹. No que se refere aos estudantes defendia que estes não deveriam confinar-se à universidade onde se formavam, mas deveriam viajar e frequentar outras, por forma a alargar os horizontes, evitar nacionalismos e desenvolver uma perspectiva internacional do conhecimento.

Também por esta altura Schleiermacher criticava o modelo centralista, autoritário e burocrático que Napoleão I tinha instituído no ensino superior francês e sugeria, como alternativa, um outro baseado na relação cooperativa professor/aluno, envolvendo colaboração, respeito mútuo e liberdade individual¹⁰. Mais tarde, em pleno terceiro quartel do séc. XIX, Hermann von Helmholtz (1821-1894) criticava as universidades francesas argumentando que estas estavam amarradas a programas rígidos, contemplavam apenas o ensino de matérias completamente conhecidas, deixando de parte questões controversas ou incompletamente compreendidas. Para Helmholtz, as universidades francesas não tinham em conta as capacidades crítica e de descoberta tanto dos professores como dos alunos: os primeiros tinham de possuir um vasto acúmulo de conhecimentos; os segundos eram apenas ensinados para passar em exames exigentes¹¹.

Decorreram assim da *Naturphilosophie* e do movimento romântico as bases ideológicas da reforma que, posteriormente, levou à emergência de escolas de investigação das quais a de Justus von Liebig (1803-1873) na Universidade Giessen (1824) se tornou paradigmática. Esta escola serviu de modelo a muitas outras criadas por toda a Europa, votadas à investigação química ou a outras áreas do saber¹². Apesar da rejeição formal da *Naturphilosophie* por parte de Liebig, tanto a organização da sua escola de investigação como a sua prática científica, retiveram muitos dos pressupostos advogados pelos *Naturphilosophen*¹³. Em particular, o estágio de investigação era concebido como parte da educação/formação e não como um estágio inicial de uma carreira; os alunos



Escola de Liebig

pagavam uma propina para custear as despesas do estágio; a publicação dos resultados era fortemente encorajada, pelo que a escola de Liebig passou a controlar uma revista, os *Annalen der Chemie und Pharmacie*, também conhecidos por *Liebig Annalen*; era dado ênfase às capacidades de cada um, pelo que os discípulos publicavam em nome individual os seus trabalhos; praticava-se a cooperação entre os discípulos dentro do laboratório; havia uma forte dimensão cosmopolita, ilustrada pelas muitas nacionalidades dos discípulos de Liebig¹⁴.

Pouco depois de Liebig, Jean-Baptiste André Dumas (1800-1884) seguiu-lhe o exemplo no seu laboratório particular em Paris, acontecimento que marca, até certo ponto, a transposição do modelo alemão para a cena francesa¹⁵. Esta escola apresenta, inevitavelmente, características diferentes da sua correspondente germânica: não se situava numa instituição universitária, embora Dumas tivesse instado o Ministro da Instrução a criar um laboratório de investigação na Sorbonne; o estilo de liderança era mais controlador; as publicações dos discípulos eram feitas em co-autoria com Dumas, uma prática que Liebig criticou veementemente; estava mais confinada ao contexto francês, embora o laboratório de Dumas tenha sido fre-

quentado por alguns estudantes estrangeiros.

Escolas: mestres, alunos e doutrinas químicas

Já há muito que o Senhor Liebig reuniu em Giessen estudantes vindos de todo o mundo e fundou uma escola justamente famosa. Desde aí, o estudo da química desenvolveu-se extraordinariamente na Alemanha. Foram construídos grandes laboratórios em Giessen, Heidelberg, Breslau, Göttingen, Karlsruhe e Greifswald que só trouxeram proveito à ciência. A Alemanha está justamente orgulhosa e duplica o seu esforço para elevar ainda mais os padrões do ensino da química prática, de acordo com os requisitos modernos.

(Adolphe Wurtz, 1864)

Em seguida, será analisado como é que a geração seguinte à de Dumas e de Liebig e por eles inspirada, organizou a investigação química no contexto do ensino superior, em Paris, a partir da segunda metade do século.

Nesta secção as várias escolas não serão tratadas de forma exaustiva por razões de espaço. Apenas se fará ressaltar algumas das suas principais características por forma a caracterizá-las minimamente¹⁶. A sua apresentação

será cronológica de modo a acompanhar-se a evolução do processo que levou à instalação da investigação no ensino superior e à profissionalização da investigação química em França, ou melhor, em Paris, dado o lugar geralmente secundário das universidades de província, muito em especial nesta matéria.

Durante o Segundo Império, o xadrez da química francesa era dominado por Dumas, justificando-se o epíteto irónico *l'Être suprême* dado por Gustave Quesneville (1810-1889), editor da revista *Moniteur Scientifique*¹⁷. Um parte deste poder distribuía-se depois pelos químicos que gravitavam à sua volta: Cahours, Deville, Wurtz, Pasteur¹⁸, Berthelot, cada um liderando uma escola de investigação. Com a excepção de Berthelot todos tinham sido seus discípulos.

A ascensão de Dumas deveu-se a dois factores principais: ele próprio ter sido um prestigiado e influente *chef d'école*, e ter ocupado vários cargos políticos e administrativos no quadro do Ministério da Instrução, vindo posteriormente a ser Ministro da Agricultura. Estava assim em posição de favorecer e proteger de forma singular o estabelecimento de escolas de investigação em química nas principais instituições de ensino superior de Paris, onde aliás tinha leccionado.

A escola de investigação de Auguste Cahours (1813-1891)

Graduado da *École Polytechnique* (1835) e discípulo da escola de Dumas onde travou amizade com Deville e Wurtz, o reconhecimento científico de Cahours foi alcançado na área da química orgânica, quando investigou o "óleo de batata" (1829-1840), isolando o álcool amílico. Dumas comentou a este propósito que a descoberta de um novo álcool equivalia à descoberta de um novo metal na química mineral e, partir daí, tornou-se seu patrono¹⁹.

Em 1851, foi nomeado professor de química da *École Polytechnique*, substituindo Victor Regnault (1810-1878), antigo discípulo de Liebig e de Dumas, mas que nunca realizou investigação química

ca nesta *grande école*. Através do regime de *cumul e suppléance*²⁰, Cahours sucedeu a Dumas na *École des Arts et Manufactures* (1852) e foi seu *suppléant* na Sorbonne (1851-1853). Ao prestígio inerente ao lugar de professor da *École Polytechnique* (1851-1881), juntou a eleição para a *Académie des Sciences* em 1868, aumentando assim a sua influência no meio académico e a capacidade de ele próprio se tornar um patrono.

Cahours é retratado pelos seus discípulos como um mestre paternal, afável e com sentido de humor, características ausentes das descrições de vários dos



Jean Baptiste Dumas

seus colegas. A atmosfera do laboratório é descrita como franca, agradável e animada²¹. A escola de Cahours não dispunha de um orçamento oficial para custear reagentes, material de laboratório ou investigadores. Os custos da investigação eram suportados pelas verbas destinadas ao ensino experimental das licenciaturas e pelo próprio mestre. Os discípulos eram recrutados usando os lugares disponíveis de *répétiteur* ou *préparateur*, que só implicavam actividades de ensino, sugerindo que a sua selecção se baseava no desejo que manifestassem de enveredar pela investigação. De Cahours apenas foram identificados seis discípulos cujas carreiras mostram alguma sobreposição entre esta escola e a de Wurtz relativamente à teoria química, a iniciativas associativas e editoriais,

e ao próprio patrocínio. No que se refere à teoria a posição de Cahours é um tanto ambivalente. A investigação, fundamentalmente em compostos orgânicos e organometálicos, desenvolveu-se no quadro da teoria atómica. Embora aconselhasse os discípulos a segui-la, ele próprio não ousava apresentar nos seus artigos as fórmulas químicas na notação atómica pois receava desafiar a autoridade de Dumas e a ciência oficial que lhe eram claramente desfavoráveis²².

Mestre e discípulos publicavam regularmente nos prestigiados *Comptes Rendus* da *Académie des Sciences*, *Annales de Chimie* e no *Bulletin* da *Société Chimique*, e em média após a publicação de dois ou três artigos em co-autoria com o mestre, passavam a publicar autonomamente.

A escola de Cahours participou na fundação da *Société Chimique de France*, criada em 1863, na sua direcção e no corpo redactorial do *Bulletin*, em colaboração com os discípulos de Wurtz²².

A escola de Henri Sainte-Claire Deville (1818-1881)

Talvez o discípulo predilecto de Dumas já que inspirou neste o retrato do *chef d'école* ideal²⁴, estudou medicina antes de se tornar químico. Iniciou-se no laboratório de Dumas onde obteve derivados de terpenos e realizou investigações sobre o tolueno (1840-1842), trabalhos que lhe trouxeram notoriedade. Apesar de se ter iniciado na química orgânica, então em fase de grande expansão, Deville veio a optar pela química mineral e por algumas aplicações da química, distanciando-se assim dos mais directos competidores. Com o patrocínio de Dumas foi nomeado, em 1851, professor de química da outra *grande école*, a *École Normale*, que formava a maioria dos professores dos liceus. Durante 13 anos foi ainda *suppléant* de Dumas na Sorbonne, sendo eleito para a secção de mineralogia da *Académie des Sciences* em 1861. Apesar de não se ter envolvido directamente em actividades políticas, como era tão comum no meio científico francês, Deville apoiava o Segundo

Império e com o patrocínio de Dumas e de Napoleão III fez parte da administração da companhia de gás de Paris e da companhia de caminho de ferro do Este.

Deville é descrito pelos seus discípulos como uma figura paternalista, entusiasta, e incansável votada a trabalhos penosos e perigosos²⁵, constituindo-se como um padrão moral a ser seguido pelos mais jovens, dado que a sua devoção científica era considerada uma verdadeira manifestação de patriotismo²⁶.

No que se refere ao financiamento, não se limitou como Cahours ao orçamento destinado ao ensino laboratorial dos alunos de licenciatura e à contratação de *préparateurs*. Através da influência de Dumas, do Imperador e da *Académie*, obteve fundos que lhe permitiram instalar na *École Normale* o laboratório de investigação mais bem equipado existente em Paris o que determinou, em grande medida, a sua capacidade de recrutar discípulos. Estes podem dividir-se em *Normaliens*, seleccionados entre licenciados da *École Normale*, e *non-Normaliens*, entre os quais estavam os dois estrangeiros que frequentaram o laboratório. De um total de 30, cerca de 2/3 realizaram doutoramentos, enquanto desempenhavam funções de *agrégé-préparateur*. Sob o patrocínio de Deville obtinham, posteriormente, lugares em Faculdades de província ou em Paris. Deste modo, pode afirmar-se que esta escola detinha o controlo do ensino da química tanto no secundário como em grande parte do ensino superior²⁷.

A prática química de Deville estava impregnada de princípios de inspiração positivista, embora nunca o tivesse admitido explicitamente. Considerava a química uma ciência natural que deveria estar subordinada às leis da física macroscópica, mas ao contrário de Auguste Comte (1798-1857), rejeitava o valor de teorias e hipóteses²⁸. Opunha-se, por isso, à teoria atómica por considerá-la especulativa. Basicamente um experimentalista, iniciou a sua pesquisa em química mineral nos anos 40 da qual resultou, em 1855, um processo de obtenção do alumínio metálico através

da redução dos seus sais pelo sódio. Com este trabalho reduziu os custos de produção deste metal o que impressionou grandemente Napoleão III e foi decisivo para continuar a ter o seu apoio²⁹. Os seus discípulos participaram das investigações de Deville quer no âmbito da química mineral quer no da química-física das quais se destacam o estudo dos metais do grupo da platina (1859-1862), a preparação de minerais artificiais, desenvolvimento de técnicas, em particular fornos de altas temperaturas, e as experiências que conduziram ao princípio de dissociação, em 1857.



Adolphe Wurtz

Deville publicou uma quantidade significativa de artigos com os discípulos especialmente os do "núcleo duro," *i. e.*, aqueles que permaneceram até à morte do mestre sob a sua tutela. A publicação independente de artigos pelos estagiários é pouco expressiva. A escola de Deville nunca controlou nenhuma revista científica, publicando principalmente nos *Comptes Rendus* da *Académie des Sciences* e nos *Annales de Chimie*. Deville participou na fundação da *Société Chimique* e, tal como alguns dos seus discípulos mais chegados, foi presidente, embora só raramente tenha publicado na revista desta organização.

A escola de Adolphe Wurtz (1813-1884)

Adolphe Wurtz nasceu em Estrasburgo no seio de uma família luterana. Depois de concluir o ensino secundário no Ginásio luterano de Estrasburgo, cursou e doutorou-se na Faculdade de Medicina local em 1843, seguindo depois para Giessen para estagiar no laboratório de Liebig. Aí travou conhecimento com vários químicos estrangeiros que viriam a notabilizar-se na química orgânica do séc. XIX. Tal como fizera com o seu colega do Ginásio, Charles Gerhardt (1816-1856), Liebig confiou-lhe a tradução dos artigos para francês destinados aos *Annales de Chimie*, pondo assim Wurtz em contacto com os principais químicos franceses, em particular Dumas, então editor daquela revista.

Depois de uma viagem que incluiu Viena e Londres, onde o seu cunhado exercia funções de curador da colecção de pintura do Príncipe Albert, Wurtz chega a Paris com cartas de recomendação de Liebig para Dumas, que o recebe no seu laboratório³⁰. Aqui continuou os trabalhos iniciados em Giessen sobre os ácidos do fósforo (1842-1845). Em 1845 é nomeado *préparateur* de Dumas na Faculdade de Medicina e *chef de travaux chimiques* na *École Centrale des Arts et Manufactures*. Em 1850 efectua estudos sobre o álcool butílico e até 1853 conclui a investigação sobre os derivados do cianogénio. Todos estes trabalhos conduziram a conclusões com impacto teórico: mostraram que o hidrogénio presente num ácido não determina a sua basicidade como então se pensava, e que a basicidade de um dado radical é tanto maior quanto maior for o seu conteúdo em oxigénio. Em 1844, a partir de uma investigação sobre o hidreto de cobre concluiu que o hidrogénio gasoso, libertado pela adição de ácido clorídrico, é diatómico (H_2) e não monoatómico (H) como era aceite³¹. Entre 1844-45 traduz para alemão o livro de Gerhardt, *Précis de Chimie Organique*, onde este sistematiza a sua teoria dos tipos e uma nova nomenclatura cuja exploração irá servir de base à investigação desenvolvida na escola de Wurtz, já que Gerhardt morre prematuramente.

Em 1849, Wurtz é nomeado *suppléant* de Dumas e, em 1853, professor de química da Faculdade de Medicina, onde irá instalar um laboratório de investigação.

Apesar de não dispor de qualquer orçamento oficial para a investigação e, um tanto esquecido por Dumas, como anos antes o autor do célebre pêndulo Léon Foucault (1819-1868) já tinha feito notar³², Wurtz decide-se por uma solução original no contexto francês. Com ela irá preservar a sua independência face aos poderes estabelecidos, não sendo obrigado a orientar a investigação pessoal e a da escola segundo interesses políticos e económicos como aconteceu com Deville e Pasteur. À semelhança de Liebig e do que era a prática alemã, irá cobrar aos discípulos uma propina destinada a custear as despesas laboratoriais. Propina que poderia ser reduzida ou suprimida em caso de dificuldades financeiras por parte de um estudante talentoso. Wurtz também isentava desse pagamento qualquer discípulo que publicasse um trabalho de particular relevo numa revista de prestígio. O recrutamento de discípulos – mais de centena e meia ao longo dos trinta anos do laboratório – fez-se, essencialmente, entre licenciados calvinistas e luteranos originários de famílias ligadas à florescente comunidade industrial da Alsácia³³, e nos meios científicos internacionais, em especial, laboratórios de investigação situados em universidades dos Estados Germânicos, Império Austro-Húngaro, Grã-Bretanha e Rússia. De entre os discípulos pode identificar-se um núcleo duro, formado por uma ala académica e por outra industrial. Este núcleo era essencialmente composto de franceses, a maior parte de origem alsaciana. Entre eles contavam-se alguns marginais ao sistema académico como Joseph Achille Le Bel (1847-1930) e Auguste Scheurer-Kestner (1833-1889) que rejeitavam abertamente as praxes científicas oficiais, ou o socialista Alfred Naquet (1834-1916). Os dois últimos viriam a envolver-se no famoso *affaire Dreyfus*, questão que dividiria de forma drástica a *intelligentsia* francesa³⁴.

Só os discípulos de nacionalidade francesa realizaram doutoramentos. Para os estrangeiros a obtenção deste grau tornava-se complicada, já que a burocracia exigia habilitações adquiridas no sistema de ensino francês. Normalmente, efectuavam o doutoramento na Alemanha e depois vinham para o laboratório de Wurtz para um estágio que consideravam de aperfeiçoamento. Por razões culturais, os discípulos entendiam o estágio como parte da sua educação e, portanto, o pagamento do mesmo era feito com toda a naturalidade. Quando Dumas se deu conta desta situação "ilegal" – um espaço num edifício público governado por fundos privados – pediu a Wurtz uma explicação detalhada sobre o funcionamento e resultados do laboratório. Não encontrando nenhuma irregularidade, concluiu ser tarde demais para inverter o processo, dada a projecção internacional que a escola entretanto alcançara³⁵. Pode assim afirmar-se que, enquanto mestre, Wurtz se impôs pelo exterior para depois se impor em Paris. A atestá-lo está ainda o facto de que ao contrário dos seus colegas, antes de ser eleito para a *Académie des Sciences*, secção de química (1867), já era membro da *Royal Society* (1864) e de outras academias estrangeiras. A sua ascensão dentro do sistema não fugiu à regra e foi marcada por nomeações para cargos importantes e distinções que se revelaram fundamentais para a sobrevivência e desenvolvimento de uma escola com características tão *sui generis* quanto a sua. À semelhança dos colegas, obteve prémios científicos da *Académie* e os vários graus da indispensável *Légion d'Honneur*. Foi ainda nomeado Deão da Faculdade de Medicina (1864-1875), onde introduziu inovações no modo de funcionamento: defendia a liberdade de expressão e, por sua iniciativa, foi nesta Faculdade que, pela primeira vez, foram admitidas mulheres no ensino superior francês³⁶. Em 1875, foi nomeado professor de química orgânica na Sorbonne, e em 1880 eleito para o Senado como membro da ala centro-esquerda do Partido Republicano. Considerado um conservador, defendia a iniciativa privada, rejeitava o protecçãoismo do estado e as atitudes

de extremo nacionalismo as quais, no seu entender, levariam a França ao isolamento.

Wurtz é descrito pelos discípulos em termos distintos do usual. É retratado como uma pessoa robusta, alegre, com uma fisionomia expressiva e grande poder de comunicação. Praticava ginástica e, frequentemente, emprestava a sua voz de barítono a eventos musicais organizados por estudantes e músicos amadores³⁷. Não lhe sendo conferidos atributos paternais ou paternalistas, é antes descrito como um colega mais experiente, mas disposto a aprender com os seus pupilos em áreas que estes pudessem conhecer melhor. A atmosfera do laboratório é descrita como muito animada, interessando-se o mestre mais pelas ideias dos jovens investigadores e pela qualidade dos resultados do que pela quantidade de trabalho por eles efectuada³⁸.

A escola defendia o atomismo situando-se a maior parte da investigação na transição entre a teoria dos tipos e a química estrutural. Vários dos seus alunos dedicaram-se também a aplicações da química (pigmentos de uso industrial, caracterização de águas minerais e química biológica) e ainda a estudos de espectroscopia.

Com base na teoria dos tipos foram previstos teoricamente, sintetizados e formulados inúmeros compostos orgânicos sendo o mote dado pelo próprio mestre. Em 1856, previu teoricamente a existência do glicol como sendo o composto que ocupava a posição intermédia da escala que se iniciava com o etanol e que continuava depois com a glicerina. Wurtz defendia a unificação da química pelas regras da química orgânica e, com o seu amigo August Kekulé (1829-1896), foi um dos organizadores do *Congresso de Karlsruhe* em 1860, onde foi discutida a redefinição e normalização de conceitos químicos com base na teoria atômica. Enquanto representante do atomismo em França é desafiado em 1877 para uma controvérsia na *Académie des Sciences* desencadeada por Louis Troost (1825-1911), um discípulo de Deville. No entanto, rapidamente Berthelot assume as rédeas da oposi-

ção. No final, ambos permaneceram irredutíveis nos seus pressupostos³⁹.

No que se refere a publicações, praticamente todos os discípulos publicaram durante o período de estágio pelo menos um artigo em nome individual, embora em nota referissem que o trabalho tinha sido realizado no laboratório de Wurtz. Encorajava-se assim a produção, fomentando-se a responsabilidade e autonomia científica de cada um. Só um número ínfimo de artigos foi publicado em co-autoria com discípulos e só quando resultaram de uma colaboração efectiva⁴⁰.

Enquanto colectivo, a escola envolveu-se em várias actividades, algumas iniciativa do mestre e apoiadas pelos discípulos e o inverso. Assim, foi um grupo de jovens químicos integrando discípulos de Wurtz que lançou a ideia de criar a *Société Chimique*, uma instituição importante no reconhecimento formal da profissão de químico em França. O mestre deu prontamente a sua colaboração, obtendo o apoio de Dumas e dos colegas. Daqui em diante, todos os discípulos quando eram admitidos no laboratório tornavam-se, imediatamente, membros da *Société*.

Na verdade, a *Société Chimique* e o seu *Bulletin* vieram a ser controlados pela escola de Wurtz. Embora os outros *chefs d'école* assumissem regularmente o lugar simbólico da presidência, denotando as capacidades diplomáticas de Wurtz, a verdade é que a administração e a redacção do *Bulletin* eram asseguradas pela escola deste último, com a colaboração dos discípulos de Cahours e de alguns de Pasteur. O *Bulletin* rapidamente se converteu num porta voz do atomismo em França⁴¹.

Outra instituição à qual a escola de Wurtz deu um contributo de peso foi a *Association Française pour l'Avancement des Sciences* (AFAS). Criada no rescaldo do conflito Franco-Prussiano (1870-1871), que levou à anexação da Alsácia-Lorena pela Alemanha, a AFAS pretendia ser uma resposta à derrota francesa atribuída pela intelectualidade nacional a um alegado declínio científico do país⁴². A AFAS promovia trabalhos

de investigação científica e, principalmente, a sua divulgação em reuniões alargadas ao grande público, realizadas anualmente em diferentes cidades. Seguindo o modelo da influente *British Association for the Advancement of Science*, criada em 1833 – por sua vez inspirada pela *Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte*, fundada em 1828⁴³ – a AFAS nunca veio a ter o relevo das suas congéneres pois quadrava-se mal com o centralismo e a macrocefalia parisiense.

A escola de Wurtz associou-se ainda à criação, em 1871, da *École Alsacienne* de Paris, uma escola bilingue (francês/alemão) inspirada no Ginásio de Estrasburgo e na pedagogia do humanista



Louis Pasteur

morávio Comenius (1592-1670). Destinava-se à educação dos filhos dos refugiados alsacianos e a todos que, independente de credos políticos ou religiosos, aderissem a um projecto educativo que se pretendia demarcar dos rígidos *lycées* e dos colégios jesuítas⁴⁴. Será também pela iniciativa de alguns antigos discípulos de Wurtz ligados à indústria que se irá criar no anos 80 a *École Municipale de Chimie et de Physique Industrielles de la Ville de Paris*. Inspirada na *École Industrielle de Mulhouse* (Alsácia) será a primeira escola

superior oficial a formar engenheiros químicos, em França⁴⁵.

No que se refere à actividade editorial, para além da publicação regular pelos elementos da escola em revistas francesas e estrangeiras de renome, os discípulos de Wurtz ainda participaram activamente na edição do *Bulletin de la Société Chimique* e no *Dictionnaire de Chimie Pure et Appliquée* (1869-1878) dirigido por ele. Iniciativa de alguns discípulos e apadrinhada pelo mestre, foi também a edição da *Agenda du Chimiste*, iniciada em 1876. Tratava-se de uma espécie de *handbook* para uso nos laboratórios de química e na indústria. Vários discípulos de Wurtz bem como ele próprio publicaram manuais de química seguindo a notação atómica, e ainda obras de história da química⁴⁶.

A escola de Louis Pasteur (1822-1895)

Embora nunca tenha frequentado o laboratório de Dumas, enquanto aluno da *École Normale* Pasteur foi atraído pelas lições de química de Dumas na Sorbonne. A partir daí considerou-se seu discípulo. Pasteur começou por trabalhar em cristalografia com Jean-Baptiste Biot (1774-1862) e com Auguste Laurent (1807-1853). Depois de terminar o doutoramento ensinou nas universidades de Estrasburgo (1849-1854) e Lille (1854-1857). Em 1857, sob o patrocínio de Dumas foi nomeado director de estudos da *École Normale*, lugar do qual viria a ser demitido em 1867, pela sua rigidez e impopularidade entre os estudantes. A título de compensação foi nomeado administrador da mesma escola, professor de química na Sorbonne e sob os auspícios de Dumas, de Napoleão III, e do Ministério de Instrução foi-lhe dada uma verba para instalar na *École Normale* um laboratório de investigação em química fisiológica. A este financiamento sucederam-se outros da iniciativa do próprio Imperador e de entidades oficiais, graças à influência de Dumas⁴⁷. Pasteur veio a ser eleito em 1862 para a secção de mineralogia da *Académie des Sciences*.

A imagem de Pasteur deixada pelos discípulos mais chegados é a de um líder espiritual, empenhado no bem da humanidade, um apóstolo cuja fisionomia se comparava à de S. Vicente de Paulo⁴⁸. Após a queda do Segundo Império e com o advento da Terceira República, agnóstica e crítica mordaz da Igreja de Roma, a vigilância aos católicos em posições chave no ensino superior era particularmente intensa. Sendo um católico fervoroso, Pasteur simbolizava o cientista que conseguia conciliar ciência e religião, numa época difícil para os católicos⁴⁹.

O recrutamento de discípulos nesta escola apresenta certas particularidades. Aparentemente, Pasteur pretendia através deles colmatar limitações físicas decorrentes de um derrame cerebral ocorrido em 1860 que lhe paralisara o lado esquerdo, impedindo-o de realizar muito do trabalho laboratorial. Os cerca de 30 discípulos que passaram pelo seu laboratório eram, acima de tudo, os executantes do trabalho experimental. Quando em 1877 se moveu para domínios ligados à medicina, além da paralisia teve ainda de enfrentar o desconhecimento de assuntos médicos e veterinários além de que a vivissecção lhe repugnava⁵⁰. Assim começou por recrutar não só *Normaliens*, tal como Deville, mas também médicos. Contudo não os dirigia directamente, sendo os seus alunos mais dedicados Emile Duclaux (1840-1904), um *Normalien*, e Emile Roux (1853-1933), um médico, que tinham essa função.

Segundo as descrições dos discípulos o silêncio no laboratório era regra de ouro, a limpeza era escrupulosa devido ao temor que Pasteur tinha das infecções, e o conforto era considerado supérfluo⁵¹. O mestre não informava os discípulos do propósito das experiências que executavam, deixando-lhes, conforme referem, o desafio de adivinhar⁵². A investigação liderada por Pasteur incidiu sobre a fermentação, em particular os estudos sobre o vinagre, o vinho e a geração espontânea (1857-1865); as doenças dos bichos da seda, a pebrina e a flacidez (1865-1870); os estudos sobre as cervejas e os novos debates sobre a geração

espontânea (1871-1876); a etiologia e a profilaxia das doenças infecciosas – antraz, cólera, erisipela dos suínos e raiva (1877-1895).

A publicação de artigos científicos pelos discípulos é uma questão difícil de determinar. Por exemplo, apesar de Duclaux ter colaborado permanentemente com Pasteur até à morte deste, os artigos são apenas assinados pelo mestre o que sugere uma apropriação do trabalho do colaborador. Roux, por outro lado, publicou muito poucos artigos antes de 1890 e, mesmo esses, foram em co-autoria com o mestre o que pode justificar a necessidade de aceitação deste na comunidade médica, onde encontrava bastante oposição. Todavia,



Marcelin Berthelot

nunca nenhum deles se queixou publicamente, apenas referem que Pasteur era muito cioso da prioridade de descoberta e da propriedade intelectual, e a mais leve crítica exasperava-o⁵³.

Pasteur participou na fundação da *Société Chimique de France* como primeiro vice-presidente e depois presidente. Alguns dos seus discípulos foram membros e colaboraram no corpo redactorial da revista desta instituição. Em 1888 foi criado o *Institut Pasteur* através de uma subscrição pública, nacional e internacional, já que Pasteur não queria de nenhuma forma ver-se associado ao governo republicano. A partir daí, a escola de

Pasteur controlou uma publicação, os *Annales de l'Institut Pasteur*, criada por Duclaux.

A escola de Marcelin Berthelot (1827-1907)

Berthelot nasceu numa família burguesa de Paris e foi educado no mais estrito catolicismo o qual viria mais tarde a rejeitar, aderindo à ideologia positivista e tornando-se agnóstico. Ao contrário dos seus colegas, não frequentou nenhuma das *grandes écoles*, ou escola de investigação. Formou-se em farmácia em 1858, mas desde 1854 que desempenhava as funções de *préparateur* de Antoine Jérôme Balard (1802-1876), no Collège de France. Disposto a lutar por um lugar de destaque na cena química, quando as principais posições no ensino superior estavam já tomadas, Berthelot persuadiu Balard a obter o apoio de Dumas e assim, em 1863, veio a ser nomeado pelo Ministro da Instrução, Victor Duruy (1811-1894), professor de química orgânica de um curso criado expressamente para ele, no prestigiado Collège de France. A manobra jornalística que precedeu esta nomeação provocou a mais viva indignação de Pasteur, que a considerou uma conspiração de positivistas, e de Wurtz porque o jovem e inexperiente Berthelot foi publicamente apresentado como o único representante credível da química orgânica francesa⁵⁴. Em 1865, Berthelot montou finalmente um laboratório de investigação no *Collège de France*, criando uma escola que se desenvolveria rapidamente a partir dos anos 70 devido, principalmente, a três factores: a criação da *École Pratique des Hautes Études* (EPHE), a sua mudança da área da química orgânica para a termoquímica e a eleição para a *Académie des Sciences* em 1873, secção de física.

Embora a EPHE tenha sido criada no fim do Segundo Império a sua acção veio a desenrolar-se na Terceira República. Tratava-se de uma superestrutura que passou a governar oficialmente a investigação científica, no quadro do Ministério da Instrução. Fundamentalmente, reconheceu os laboratórios existentes dando-lhes enquadramento legal. Devi-

do à sua forte ligação aos meios republicanos e jornalísticos, Berthelot veio a beneficiar como nenhum dos seus colegas deste organismo, obtendo fundos que lhe permitiam contratar discípulos os quais, neste caso, poderão ser designados mais apropriadamente assistentes. Dividiam-se por três categorias, os *préparateurs du cours*, exclusivamente com tarefas de ensino, mas que como *volontaires* – categoria onde se incluíam também os estrangeiros – podiam realizar investigação, e os *préparateurs-adjoints* que apenas se dedicavam à investigação. No total identificaram-se 51 dos quais 15 estrangeiros. Depois da sua eleição para a Académie, Berthelot sofisticou o método de recrutamento, indo buscar os licenciados melhor classificados das *grandes écoles*, que eram depois contratados. Normalmente, permaneciam no laboratório do mestre cerca de dois anos, o tempo para preparar um doutoramento, sendo depois colocados em faculdades de província ou, eventualmente, em Paris. Estas colocações eram obtidas com o patrocínio de Berthelot que habilmente usava as suas influências. A perspectiva de um salário, um doutoramento praticamente garantido e, no final, um emprego foram razões de peso na angariação de assistentes. Todavia, alguns destes viriam mais tarde a revelar terem preferido escolher outro mestre⁵⁵.

Berthelot foi retratado como um mestre exigente, impondo continuamente aos discípulos a repetição das mesmas experiências⁵⁶. O ambiente do laboratório é descrito como monótono e aborrecido, tendo os discípulos de realizar tarefas consideradas de "interesse geral" ou, mais propriamente, do interesse pessoal de Berthelot⁵⁷. Não lhes era permitida qualquer originalidade e as teses de doutoramento mais não faziam do que corroborar à exaustão as teses do mestre. Deville chegou a manifestar essa crítica quando foi chamado a ser membro de júris. Posteriormente, vários dos assistentes de Berthelot vieram a rejeitar as ideias do mestre, embora cautelosamente devido à posição influente deste, no quadro da Terceira República: Inspector do Ensino Superior (1876-1888), Ministro da Instrução (1886-1887), Mi-

nistro dos Negócios Estrangeiros (1895-1896), entre outros.

Fortemente marcado por uma ideologia de inspiração positivista, Berthelot tinha uma visão cumulativa do conhecimento científico expressa não só no seu trabalho, mas também nas suas obras de história da química (1885-1907). Era um empirista profundamente descrente de teorias e rejeitava os átomos porque não podia vê-los nem contá-los. A teoria atômica foi por ele banida do ensino oficial, situação que se manteve até próximo da Primeira Guerra Mundial. Defendia os equivalentes, e pretendia unificar a química pelas regras da química mineral, *i.e.*, com base no dualismo de Berzelius. Rejeitava a termodinâmica e defendia os princípios de uma termoquímica que ao tempo era já, nacional e internacionalmente, posta em causa⁵⁸. A investigação da sua escola ocupou-se da química orgânica (1850-1869), da termoquímica (1869-1888) e da química agrícola (1885-1907).

Berthelot publicou o número aparatoso de cerca de 1 600 títulos, e só muito poucos discípulos publicaram em conjunto com ele. A maioria não publicava enquanto preparava o doutoramento. A sua escola não detinha o controlo de nenhuma revista e as revistas mais usadas eram os *Comptes Rendus* e os *Annales de Chimie*⁵⁹. A intervenção da escola de Berthelot na *Société Chimique* esteve quase confinada ao próprio mestre que ocupou a presidência várias vezes, o mesmo acontecendo com quatro dos seus discípulos mais chegados.

A escola de Berthelot permaneceu confinada ao contexto nacional onde este lhe poderia garantir uma existência segura. A participação em eventos internacionais e o intercâmbio com outros países foi muita limitada, situação já anunciada pela ausência de Berthelot no Congresso de Karlsruhe, em 1860, que embora dominado pelos atomistas contou com a presença de Deville e do próprio Dumas.

Conclusões

A influência de certos indivíduos e escolas no patrocínio de jovens para lugares

no ensino superior é particularmente grande, em França. O destino de um estudante de ciência depende fortemente do líder que ele escolhe seguir, e há suficiente coesão entre os membros de uma escola para torná-la num corpo efectivo.

(James Mason Crafts, 1900)⁶¹

Em França, a emergência de escolas de investigação em química representou uma tentativa de integrar a investigação nas universidades como uma actividade oficialmente reconhecida, e foi independente das reformas governamentais do ensino superior. Todo este processo viria a conduzir a uma normalização da investigação no que respeita a métodos, teorias e até a ideologias científicas.

No que se refere à organização, começando pela escola de Cahours, a sua pequena dimensão reflecte um caso extremo em que a iniciativa pessoal e a bonomia associadas à personalidade do mestre quase fizeram dela uma pequena e confortável família, conforme testemunham os discípulos. Esta característica esbater-se-á com a crescente institucionalização das escolas. As escolas de investigação de Cahours e de Deville, e apesar das dimensões consideráveis desta última, constituem bons exemplos de uma estrutura de organização quase familiar. Juntas caracterizam o período mais influente de Dumas, durante o Segundo Império, definindo um estilo de liderança e de patrocínio dos discípulos de cariz marcadamente paternalista.

Este comportamento abrangia vários domínios que iam da supervisão da investigação, à publicação em que o mestre era quase sempre co-autor, conselhos e apoio em matérias do foro privado dos discípulos, até ao patrocínio de carreiras científicas. Nomeadamente, a transmissão de cargos de ensino era feita como se tratasse de uma herança, em que os pupilos mais velhos tinham prerrogativas de sucessão.

Quando se passa para Pasteur e, finalmente para Berthelot, a estrutura quase familiar adquire gradualmente outras características que acompanham as mudanças políticas no país.

No entanto, as escolas de Cahours e Deville, apresentavam já o germe daquilo que viria a ser a progressiva burocratização das escolas: a ligação do estágio de investigação a uma actividade de ensino remunerada, bem com a segurança de emprego depois da conclusão do doutoramento. Com Deville, em particular, esta tendência é já bastante acentuada.

No caso de Pasteur, a sua presença forte ainda que indirecta corresponde a um ponto de viragem em que o papel do mestre se torna cada vez mais abstracto. Os discípulos seguiam cegamente um mestre idealizado, um génio desinteressado dedicado ao bem da humanidade. Mais tarde, a criação do *Institut Pasteur* em Paris tornou-se o centro da sua organização, destinada a espalhar pelo mundo métodos e práticas científicos através das muitas delegações que abriram em vários países. A dimensão internacional do empreendimento de Pasteur não é sintoma de uma posição advogando o internacionalismo da ciência – Pasteur assumia com frequência posições de extremo nacionalismo – mas inscreve-se, perfeitamente, na tradição francesa de uma *mission civilisatrice*.

Finalmente, Berthelot, o símbolo científico "canonizado" pela Terceira República, como atestam os seus funerais nacionais no Panthéon, e as pomposas homenagens que lhes sucederam, não personifica nem o mestre paternal típico do Segundo Império, nem o mestre idealizado como Pasteur. Especialmente depois dos anos 70, a sua presença controladora assemelha-se à de um empregador do estado dispendo de um aparelho administrativo e burocrático que usa na perfeição. Os discípulos foram reduzidos ao papel de funcionários públicos, tendo de aceitar sem questionar o regime da escola, de forma a não pôr em causa um salário e um doutoramento praticamente garantido. O doutoramento foi ele próprio burocratizado, convertendo-se numa formalidade que precedia um lugar na carreira académica, assegurado pelos auspícios do *patron*. A criatividade e originalidade

inerentes à investigação científica ficaram assim seriamente comprometidas.

No que toca ao financiamento, pode concluir-se que o lançamento das escolas, especialmente de Deville, Pasteur e de Berthelot dependeram da aquiescência dos mestres com os regimes políticos. Apesar de terem Dumas como intermediário, a criação das escolas de Deville e Pasteur teria sido impossível sem a adesão destes ao Segundo Império. A investigação era conforme às políticas de Napoleão III, que queria desenvolver as ciências aplicadas à resolução de problemas económicos. Financiando directa e indirectamente as pesquisas destes dois mestres, o Imperador assumia ele próprio o papel de patrono. Este financiamento era complementado por fundos ocasionais providos da *Académie des Sciences* e do Ministério da Instrução, denotando uma política de investigação baseada no tráfico de influências, i.e., sob a égide de Dumas e de Napoleão III enquanto mediadores.

Com Berthelot a situação muda especialmente pelos benefícios que colheu da criação da EPHE, embora muitos aspectos permanecessem, especialmente o tráfico de influências. A EPHE enquadrou legalmente a investigação científica no sistema universitário, ao incorporar as escolas no dispositivo da administração central. A Terceira República viria assim a transformar a iniciação na investigação em funcionalismo público.

Em todo este trajecto, a escola de Wurtz apresenta-se como uma singularidade no panorama francês, aproximando-se do modelo de Liebig. O financiamento da escola baseou-se, essencialmente, nas propinas pagas pelos discípulos. Estes eram na sua maioria estrangeiros e alsacianos pertencentes a uma elite de contornos europeus que aliava, por vezes, certas afinidades intelectuais e culturais à capacidade económica. A passagem por um laboratório de investigação era vista como parte de uma formação avançada e não como um emprego. Os contactos e a cooperação internacionais eram grandemente valorizados e, de uma maneira geral, os estrangeiros de regresso aos seus países

fundaram, eles próprios, escolas de investigação. A iniciativa individual era encorajada e as viagens faziam parte da agenda da formação de um investigador, mostrando os discípulos interesses em outras áreas como a música, as línguas, a literatura, a arte, a história e a filosofia. Do ponto de vista da teoria química e da prática laboratorial, a escola estava em sintonia com os principais centros de produção europeus na área da química orgânica.

No que se refere ao mestre, pode dizer-se que conseguiu conciliar a sua visão da ciência, com um percurso que não hostilizou internamente os cânones da oficialidade científica, mas que apostou fortemente na arena internacional. Deste modo, foi possível a sobrevivência e desenvolvimento de uma escola que tanto pelas características de minoria religiosa, cultural e étnica dos seus membros, como pelas opções teóricas no quadro da química, muito dificilmente teria conseguido manter-se.

Notas

- 1 John W. Servos, "Research Schools and Their Histories", *Osiris*, 8 (1993), 3-15.
- 2 J. B. Morrel, "The Chemists Breeders: The Research School of Liebig and Thomas Thomson," *Ambix*, 9 (1972), 1-46.
- 3 G. L. Geison, "Scientific Change, Emerging specialties and Research Schools," *History of Science*, 19 (1981), 20-40.
- 4 J. Fruton, "The Liebig Research Group – A Reappraisal," *Proceedings of the American Philosophical Society*, 132 (1988), 1-66.
- 5 E. S. Shaffer, "Romantic Philosophy and the Organization of the Disciplines: The Founding of the Humboldt University," in A. Cunningham; N. Jardine, eds., *Romanticism and the Sciences*, Cambridge, 1991, pp.38-54.
- 6 W. Farrar, "Science and the German University System," in M. P. Crosland, edit., *The Emergence of Science in Western Europe*, Londres, 1975, pp. 179-192.
- 7 Bildung significa, aproximadamente auto-formação segundo uma visão unificada do saber, uma tradição muito valorizada pela cultura germânica. W. Bruford, *The German Tradition of Self-Cultivation. "Bildung" from Humboldt to Thomas Mann*, Cambridge 1975.

- ⁸ Por exemplo Novalis (Friedrich von Hardenberg) descreve nesta obra um velho sábio orientando os seus discípulos na recolha de folhas e pedras por forma a que estes experienciassem a busca de analogias na natureza...
- ⁹ Shaffer, *op. cit.* (), p. 45.
- ¹⁰ *Ibid.*
- ¹¹ H. Helmoltz, "La Liberté Académique dans les Universités Allemandes," *Revue Scientifique*, 14 (1878), 813-820.
- ¹² Deverá referir-se que, no séc. XIX, Portugal não participou deste movimento europeu de criação de escolas de investigação que haveria de propagar-se pouco depois aos EUA, apesar de alguns químicos portugueses como Agostinho Vicente Lourenço que viria a ser professor da Politécnica de Lisboa, e de Roberto Duarte da Silva, que acabaria por permanecer em França, terem feito a sua formação na escola de investigação de Wurtz, em Paris.
- ¹³ R. Low, "The Progress of Organic Chemistry during the Period of German Naturphilosophie," *Ambix*, 27 (1980), 1-10.
- ¹⁴ Morrell, *op. cit.* (3).
- ¹⁵ L. Klosterman, "A Research School of Chemistry in the Nineteenth-Century: Jean Baptiste Dumas and his Research Students," *Annals of Science*, 42 (1985), 1-40 (1.ª parte); 40-80 (2.ª parte).
- ¹⁶ O estudo detalhado destas escolas e, em particular, a de Adolphe Wurtz, encontra-se em A. Carneiro, *The Research School of Chemistry of Adolphe Wurtz, Paris, 1853-1884*, Tese de Doutoramento, Universidade de Kent (G. B.), Unit for the History, Philosophy and Social Relations of Science, 1992.
- ¹⁷ L. Figuier, "Nécrologie Scientifique du Dr. Quesneville," *L'Année Scientifique et Industrielle*, 33 (1899), 609-610.
- ¹⁸ A razão da inclusão de Pasteur prende-se com o facto de tanto o próprio como os seus contemporâneos considerarem que a sua investigação, como é sabido de âmbito muito vasto e abrangendo áreas essencialmente da microbiologia, se incluía do domínio da química fisiológica. Além disso, Pasteur competia com os colegas químicos no que respeita a fundos para a investigação e lugares no ensino superior.
- ¹⁹ Carneiro, *op. cit.* (16), p. 25-26
- ²⁰ *Cumul*, era o regime de acumulação de vários posições no ensino que em parte se explica pelos salários baixos pagos mas que também tinha o efeito de aumentar a influência e controlo de certas personalidades. Pasteur opôs-se-lhe publicamente com veemência. *Suppléance*, era o processo pelo qual um *protégé* substitua o professor titular de uma cadeira mediante o pagamento de uma fracção do salário deste.
- ²¹ Carneiro, *op. cit.* (16), p. 27.
- ²² Cahours era amigo de Charles Gerhardt que com Auguste Laurent era adepto do atomismo. *Enfants terribles* de Dumas, e conhecidos por *les deux*, esse facto muito terá contribuído para que este os destinasse a universidades de província onde se viram quase impedidos de prosseguir as suas investigações. Ver, por exemplo, cartas de Gerhardt a Cahours, Paris, Académie de Sciences, Dossier Gerhardt.
- ²³ De notar que os discípulos de Wurtz admiravam os trabalhos de Cahours e dos colegas que com ele trabalhavam. A. Gautier, "Biographies Scientifiques. L'Oeuvre de M. A. Cahours," *Revue Scientifique*, 49 (1891), 385-287 e E. Grimaux, "Biographies Scientifiques. L'Oeuvre d'Auguste Cahours," *Revue Scientifique*, 49 (1892), 97-101, por exemplo.
- ²⁴ J.-B. Dumas, *Discours et éloges académiques*, Paris, 1885, pp. 307-308.
- ²⁵ Carneiro, *op. cit.* (16), p. 34.
- ²⁶ Carneiro, *op. cit.* (16), p.19.
- ²⁷ Carneiro, *op. cit.* (16), pp. 35-36.
- ²⁸ Carneiro, *op. cit.* (16), pp. 36-37.
- ²⁹ Deville produziu em larga escala barras maciças de alumínio que foram expostas na Exposição de Paris de 1855. Napoleão III também desejava ver a suas tropas a desfilar com capacetes de alumínio. E. Oesper; P. Lemay, "Henry Sainte-Claire Deville, 1818-1881," *Chymia*, 3 (1950), 205-221.
- ³⁰ Carneiro, *op. cit.* (16), pp. 77-84.
- ³¹ Carneiro, *op. cit.* (16), pp. 84-88
- ³² L. Foucault, "Feuilleton Académie des Sciences," *Journal des Débats Politiques et Littéraires*, 10 de Janeiro de 1850.
- ³³ R. Fox, "Presidential Address: Science, Industry and Social Order in Mulhouse," *British Journal for the History of Science*, 17 (1984), 127-168; P. Leuillot, *L'Alsace au début du XIXème siècle: Essais d'histoire politique, économique et religieuse*, Paris, 1959-1960; Carneiro, *op. cit.* (16), pp. 111-134; A. Carneiro; N. Pigéard, "Chimistes alsaciens à Paris au 19ème siècle: un réseau, une école?," *Annals of Science*, 54 (1997), 533-546.
- ³⁴ Scheurer-Kestner, ao tempo Senador, seria o responsável pela abertura do caso, empenhando-se decisivamente na reabilitação da vítima. P. Ory; J.F. Sirinelli, *Les intellectuels en France de l'affaire Dreyfus à nos jours*, Paris, 1986.
- ³⁵ Carta a Dumas, 15 de Fevereiro 1864, Paris, Archives de l'Académie des Sciences, Dossier Wurtz.
- ³⁶ *Procès Verbaux de l'Assemblée des Professeurs de la Faculté de Médecine*, Paris, Archives Nationales (AJ/16/6255*); M. Lipinska, *Histoires de Femmes Médecins*, Paris, 1900.
- ³⁷ Carneiro, *op. cit.* (16), pp. 73-76.
- ³⁸ Carneiro, *op. cit.* (16), pp.144-146.
- ³⁹ A. Carneiro, "Adolphe Wurtz and the Atomism Controversy," *Ambix*, 40 (1993), 75-95; A. Carneiro; N. Pigéard, "L'Atome en Jeu," *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Paris*, [2], 323 (1996), 421-424.
- ⁴⁰ Carneiro, *op. cit.* (16), Apêndice, Tabela 1.
- ⁴¹ Carneiro, *op. cit.* (16), pp.230-239.
- ⁴² Carneiro, *op. cit.* (16), 239-245.
- ⁴³ Esta associação foi criada por um discípulo de Goethe, o naturalista Lorenz Oken cuja obra na área da anatomia transcendental era particularmente cara a Wurtz. Oken havia sido proclamado em Estrasburgo o "pai" das sociedades científicas itinerantes. Obviamente, com a agressão prussiana a inspiração germânica não poderia ser agora invocada.
- ⁴⁴ Carneiro, *op. cit.* (16), 246-250; G. Hacquard, *Histoire d'une institution française: L'Ecole alsacienne. Naissance d'une école libre, 1871-1891*, Paris, 1982.
- ⁴⁵ Carneiro, *op. cit.* (16), 250-253.
- ⁴⁶ Carneiro, *op. cit.* (16), pp. 253-256.
- ⁴⁷ Carneiro, *op. cit.* (16), pp. 36.; G. L. Geison, Artigo Pasteur, in C. C Gillispie, edit., *Dictionary of Scientific Biography*, N. York, 1970-1980, vol. 10, pp.350-416
- ⁴⁸ E. Duclaux, "Le laboratoire de M. Pasteur," in *École Normale Supérieure. Livre du centenaire, 1795-1895*, Paris, 1896; C. D'Eschevannes, *Pasteur, sa vie, sa foie, son oeuvre*, Paris, 1934, pp. 192-193; R. Dubos, *Louis Pasteur freelance of science*, Londres, 1951, p. 60; B. Latour, *The Pasteurization of France*, Cambridge Mass., 1988.
- ⁴⁹ Pasteur deixou instruções para não ser sepultado no Panthéon, por este estar conotado com a República. O seu túmulo na cripta do Institut Pasteur está rodeado de quatro anjos representando a fé, a esperança, a caridade e a ciência.
- ⁵⁰ Geison, *op. cit.* (48), p. 385.
- ⁵¹ Dubos, *op. cit.* (48), p. 91. Pasteur ficou chocado quando soube que o Dr. Grancher, que com ele colaborou nos estudos da raiva,

tinha um sofá e uma cadeira de baloiço no laboratório.

52 Dubos, *op. cit.* (48), p. 60; Duclaux, *op. cit.* (48), p.465.

53 Duclaux, *op. cit.* (48), p. 461.

54 "Sur la création d'une chaire de chimie organique au Collège de France," *Journal Général de l'Instruction Publique*, 26 de Dezembro de 1863.

55 Carneiro, *op. cit.* (16), pp. 50-52.

56 Carneiro, *op. cit.* (16), p. 49.

57 *Ibid.*

58 Nomeadamente pelo dinamarquês Julius Thomsen, e por Favre, Silberman e Pierre Duhem, entre outros. R. G. A. Dolby, "Thermochemistry versus Thermodynamics: the

19th century Controversy," *History of Science*, 22 (1984), 375-400; V. Schellar, "Thermochemistry and the Third Law of Thermodynamics," *Chymia*, 11(1966), 96-124.; J. Jacques, *Berthelot. Authopsie d'un mythe*, Paris, 1987.

59 Berthelot atribuiu à síntese orgânica um significado filosófico profundo proclamando-se o seu "inventor." Tinha dela uma concepção aditiva. Aplicou os seus princípios à síntese de compostos muito simples cuja preparação envolvia apenas um único passo. Obviamente que a síntese de compostos mais complexos era impossível neste contexto e daí que tenha mudado para a termoquímica afirmando, todavia, que o trabalho de revelar os princípios sobre os quais assenta a síntese orgânica já estava feito. M. Berthe-

lot, *Chimie organique fondée sur la synthèse*, Paris, 1860.

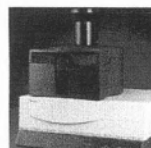
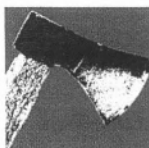
60 A primeira viu-se forçada a impor restrições à extensão exagerada dos seus trabalhos e Wurtz, então editor dos *Annales de Chimie* acusou-o de publicar o mesmo artigo várias vezes, aconselhando-o a ao menos "rejuvenescer" os artigos antes de os submeter para publicação. Carneiro, *op. cit.* (16), pp. 56 e 72, nota 163.

61 J. M. Crafts (1839-1917), químico americano discípulo de Wurtz entre 1862-66, altura em que travou amizade com o químico al-saciano, Charles Friedel (1832-1899), um dos discípulos mais chegados de Wurtz.. As reacções de Friedel-Crafts são bem conhecidas de todos os químicos orgânicos.

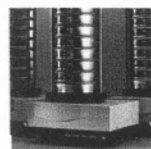
Retsch



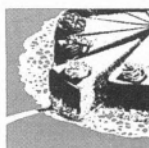
Moinhos



Agitadores de peneiros/peneiros



Divisores de amostras



Análise granulométrica automática CAMSIZER / CRYSTALSIZER



Peça-nos o contacto do agente mais próximo, através dos telefones:

21-352 72 93

22-618 42 32

O Importador Exclusivo

LISBOA

PORTO

Campo Mártires da Pátria, 109

Rua do Vilarinho, 1235 • 4100-517, Porto

<http://www.en-equipamentos.pt>

Três Contribuições dedicadas ao Prof. Romão Dias

1 – Química Organometálica: Os meus últimos 30 anos

CARLOS C. ROMÃO*

OS VENTOS DE AGGIORNAMENTO CIENTÍFICO que começaram a soprar no IST, de forma tímida mas consistente, nos finais dos anos sessenta, trouxeram consigo uns tantos "conferencistas estrangeiros", personagens mitificadas pelo nosso isolamento no mundo e pela falta de congéneres autóctones. A minha curiosidade estudantil, que à data se dividia entre as múltiplas vertentes miríficas que esses tempos ofereciam, levou-me também a escutar a "mensagem" de que eram portadores. Na polivalente "Sala 24" do Departamento de Engenharia Química do IST fiquei de olhos em alvo perante a "revelação" trazida pelo Professor R. B. Gillard numa conferência, para mim inesquecível, sobre Química de Coordenação. Inesquecível não porque me recorde sequer do tema específico mas porque marcou definitivamente o meu interesse pela Química dos Metais de Transição como tema central de uma carreira académica e de investigação que, entretanto, já decidira abraçar. A primeira oportunidade surgiu em Setembro/Octubre de 1970 ao realizar um estágio com o Prof. A. Romão Dias, recentemente doutorado na Universidade de Oxford. A sua área de trabalho, Química Organometálica, conciliava de modo particularmente feliz o meu interesse pela síntese orgânica com o novo arrebatamento pela química dos metais. O trabalho resumiu-se a pouco mais do que tentar erguer um laboratório adequado, mas foi definitivamente convincente. O estágio final de curso realizado no Instituto de Química Orgânica-TNO, Utrecht, (Agos-

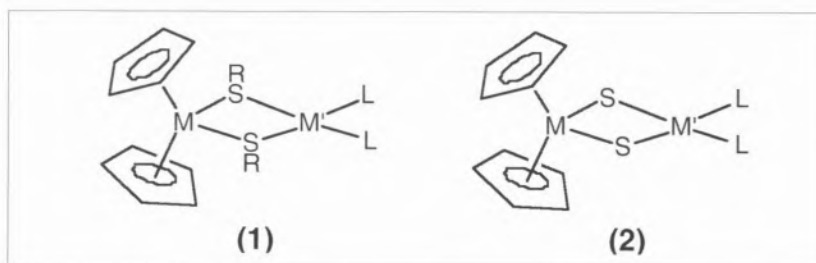
to/Octubre 1971), instituição dirigida por um dos fundadores da Química Organometálica, Prof. van der Kerk, valeu-me o primeiro artigo de investigação em Química Organometálica de Sn e Sb.

No regresso, como Assistente Estagiário de Química Inorgânica, integrei definitivamente o grupo do Prof. Romão Dias começando a trabalhar na química dos metalocenos de Mo e W que ele havia herdado do seu Doutoramento em Oxford e que eu, em boa verdade, quase nunca mais abandonei.

Segundo o meu caderno de laboratório desse tempo, em 6 de Dezembro de 1971 arranquei com a minha primeira "Big Prep", nome de código para a síntese dos hidretos $(C_5H_5)_2MH_2$ ($M = Mo, W$) em escala verdadeiramente imponente e marcante para qualquer principiante. Partindo destes compostos abordei a síntese de complexos de coordenação com os ligandos organometálicos de fórmula geral $Cp_2M(SR)_2$ ($Cp = C_5H_5$; $M = Mo, W$). Este tema havia sido iniciado pelo Prof. Romão Dias durante a sua Tese de Doutoramento com o Prof. M. L. H. Green, e prenunciava um novo tipo de complexos polinucleares

cujas múltiplas funcionalidades deixavam entrever a existência de interessantes propriedades. De facto, os complexos preparados pelo Prof. Romão Dias foram dos primeiros exemplos de espécies polifuncionais apresentando simultaneamente um ambiente organometálico em torno do Mo(W) e outro tipicamente inorgânico, de coordenação clássica, em torno de um segundo elemento metálico, como no exemplo (1).

A partida do Prof. Romão Dias para o serviço militar em Angola interrompeu este trabalho mas permitiu-me, a seu conselho, seguir para o laboratório do Prof. Green, com o objectivo de sintetizar os compostos análogos (2) com pontes de S^{2-} em vez das pontes de tiolato, SR^- (1973/74). Os primeiros 6 meses em Oxford resultaram em muitos pós pretos mas nenhum composto definido. Deste negrume, salvou-me a mudança de tema: troquei os compostos polinucleares por estudos de reactividade de compostos organometálicos, nomeadamente em ataques nucleofílicos sobre espécies catiónicas de 18 electrões. Este novo tema acabou por dominar a minha Tese de Doutoramento que continuei a realizar em Portugal já sob a



*Instituto de Tecnologia Química e Biológica, Quinta do Marquês, Apt. 127, 2781-901 Oeiras. ccr@itqb.unl.pt

orientação do Prof. Romão Dias entre tanto regressado de Angola. Além do meu supervisor, os tempos auspiciosos que então se viviam trouxeram ainda a esperança de melhores tempos e, também, alguns vislumbres de que essas esperanças se poderiam concretizar. Entre estes, o maior, para a minha geração no IST, foi o início de funcionamento do Complexo Interdisciplinar. Havia finalmente instalações condignas para trabalhar em investigação, num edifício que abrigava variadas linhas de investigação e onde o entusiasmo dos "neófitos" como eu, e a determinação dos respectivos supervisores, permitiram uma vivência altamente criativa e uma progressão sustentada que acabou por ser marcante no panorama científico português.

Foi neste ambiente que me doutorei em 1978, após ter sintetizado e caracterizado numerosos derivados catiónicos e neutros de Cp_2Mo , e estudado algumas das suas reacções de ataque nucleófilo. (Esquema 1)

No essencial, foi uma tese de síntese organometálica e de desenvolvimento das respectivas metodologias, tentando estabelecer o quadro de regras ou condições que permitam prever o decorrer de reacções organometálicas. Este tipo de sistematização de metodologias de síntese organometálica constituiu para mim uma constante preocupação que vim posteriormente a alargar a outras áreas do meu trabalho.

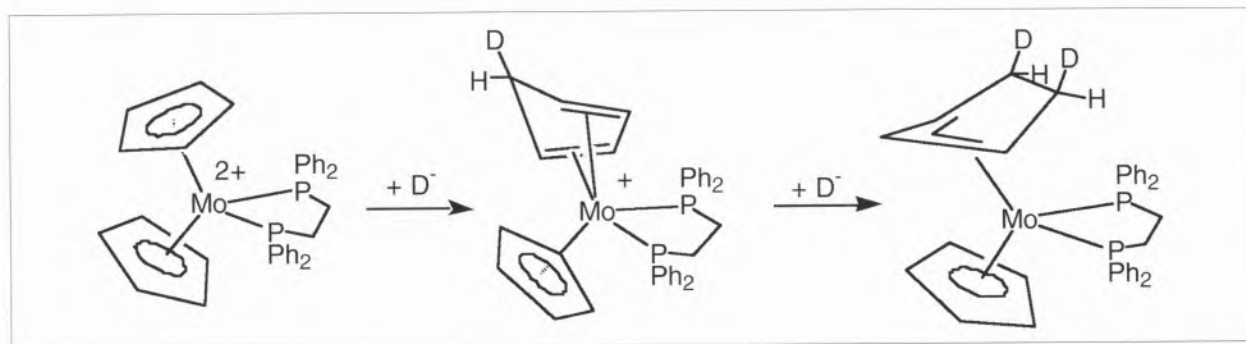
Por essa altura, o grupo do Prof. Romão Dias tinha crescido de forma diversificada permitindo a abordagem de alguns

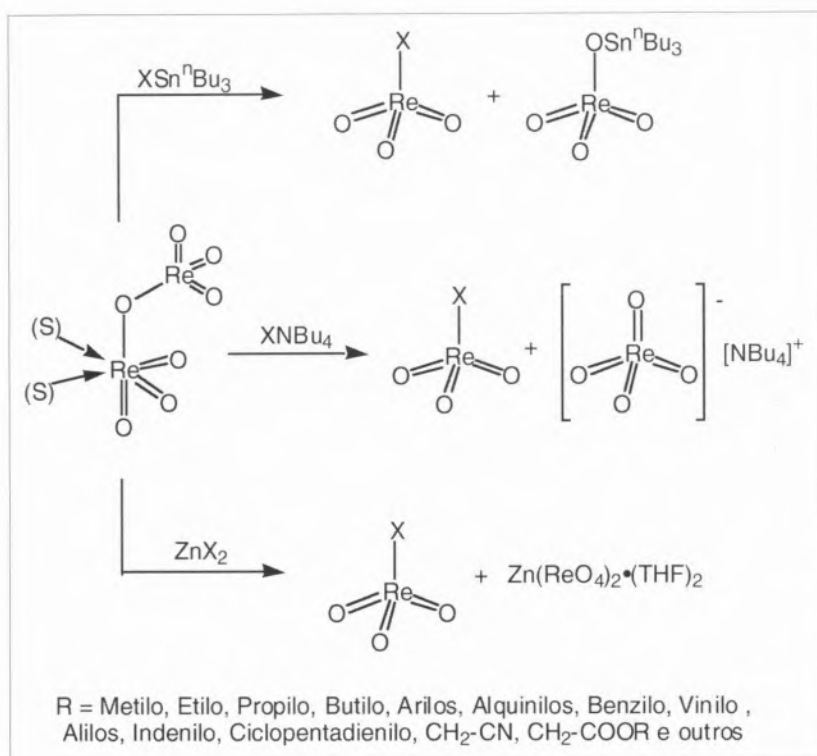
problemas de uma forma conjunta e apoiada em diversos tipos de metodologias. Contudo, a Catálise, tema de aplicação por excelência da Química Organometálica, continuava por implementar. Juntando Catálise com temas da moda, parti para o Max-Planck Institut für Kohlenforschung, em Mülheim/Ruhr, Alemanha, para realizar um pós-doutoramento em catálise de activação de CO_2 , sob a orientação do Prof. P. W. Jolly. As voltas do destino inviabilizaram este trabalho mas abriram-me as portas para outra área intimamente relacionada com a Catálise, e que era o *ex-libris* do referido MPI: a química dos complexos alílicos. Nesses idos de 1982/84, tal como antes em Oxford, os 6 primeiros meses foram bem escurinhos mas os resultados posteriores abriram um pequeno capítulo na Química Organometálica do molibdénio, posteriormente estendido por Jolly e colaboradores ao W e ao Cr. [1] A actividade catalítica destes complexos na polimerização de etileno e butadieno só era superada pela sua instabilidade térmica, o que se traduziu em 18 meses de suor na mais profícua e intensa experiência de síntese organometálica da minha vida. Infelizmente, foi precisamente essa instabilidade térmica que veio a bloquear a continuação dessa linha de investigação quando, de volta ao IST, comecei a orientar e co-orientar Teses de Mestrado (José Cardoso de Menezes, Luís Veiros) e Doutoramento (Cristina Azevedo, Ana Margarida Martins, Pedro Teixeira Gomes). Nunca ninguém sob a minha orientação trabalhou com compostos tão radicalmente instáveis (a tudo!) como os dois primeiros: se a isso se deve o seu posterior abandono de uma carreira na

Química de Síntese, aqui fica o meu público pedido de desculpas! Aos outros jovens cientistas desta segunda geração de "Químicos do Complexo" valeu, para além da competência, o entusiasmo e a criatividade para ultrapassarem as dificuldades e fazer progredir a Síntese e a Catálise. À Cristina Azevedo coube alargar a química dos alilos de molibdénio alicerçada na experiência que obteve no seu Mestrado, executado no MPI de Mülheim, e iniciar a exploração da química dos metallocenos Cp_2MoL ($L \neq CO$, alceno, alcino) até aí inexplorada por falta de vias de acesso sintético adequadas.[2] À Ana Margarida Martins coube o olfaticamente penoso estudo da coordenação e activação de isonitrilos com o fragmento Cp_2Mo . [3] Estes trabalhos marcaram o meu regresso à química dos metallocenos tendo por fim explorar as suas evidentes capacidades de activação de ligandos, nomeadamente as que são oferecidas pelas espécies catiónicas contendo ligandos insaturados, $[Cp_2ML_2]^{2+}$ ($L = CNR, CO$) tentando completar o quadro aberto muito tempo antes por M. L. H. Green e colaboradores no que respeita aos casos com $L =$ alceno.

Com o trabalho de Pedro T. Gomes, entrou-se finalmente no estudo da Catálise de Polimerização Homogénea. Explorando a reactividade de complexos alílicos catiónicos de $Ni(II)$, $[(\eta^3\text{-alilo})Ni(PR_3)_2]^+$, que havia preparado durante o seu Mestrado em Toulouse sob a orientação do Dr. I. Tkatchenko, obteve um notável conjunto de resultados que lhe permitiram estabelecer definitivamente a área da Catálise de Polimerização que actualmente prossegue no

esquema 1: Ataque sequencial e estereoespecífico de H^- (D^-) em hidrocarbonetos coordenados.





esquema 2 : Vias de síntese para derivados do tipo RReO₃.

Complexo, entretanto rebaptizado de Centro de Química Estrutural alguns durante o desenrolar desta narrativa. Acresce ainda distinguir a contribuição insubstituível do Prof. José Ascenso neste esforço, ao implementar as técnicas de análise de micro-estruturas poliméricas por RMN.[4] A maturidade do grupo era agora notável. Talvez o exemplo mais acabado dessa maturidade científica tenha sido o artigo que marcou a entrada do grupo no *Organometallics* com um trabalho abrangente de síntese, electroquímica, cristalografia, termoquímica e cálculos teóricos, aplicado ao estudo da eliminação β em derivados do tipo Cp₂MR₂ (R = C₂H₅, n-C₄H₉). [5]

Foi durante a fase final destes trabalhos que me surgiu o convite do Prof. António Xavier para integrar o Centro de Tecnologia Química e Biológica, em Oeiras, (actualmente Instituto de Tecnologia Química e Biológica) como responsável por uma linha de investigação em Química Inorgânica/Organometálica/Catálise, convite esse que muito me honrou e prontamente aceitei. Ao estabelecer os objectivos a atingir no âmbito do quadro de investigação de uma instituição desta

natureza, a minha opção foi pelo arranque de linhas de trabalho orientadas para intervir a médio prazo nas áreas de Síntese de Moléculas de Interesse Biológico. Dentro destas linhas, a Catálise impunha-se como área central pois a Química Organometálica ganhava uma dimensão cada vez mais forte como ferramenta de Síntese Orgânica agora já estendida a domínios claramente fora do âmbito dos processos ligados à história do seu crescimento em torno da indústria petroquímica (polimerização, hidroformilação, etc.). A Catálise Assimétrica tornava-se prioritária e exigia a síntese de complexos contendo centros estereogénicos bem definidos, estáveis e capazes de induzir reacções assimétricas na sua esfera de coordenação. A oxidação de substratos orgânicos, nomeadamente olefinas, tioéteres, alcoóis, aldeídos e outros, quer na sua vertente simétrica quer assimétrica, ganhava crescente importância na síntese de moléculas de interesse farmacológico e nos processos de descontaminação ambiental quer por oxidação de resíduos quer pela substituição de agentes oxidantes tradicionais altamente poluentes.

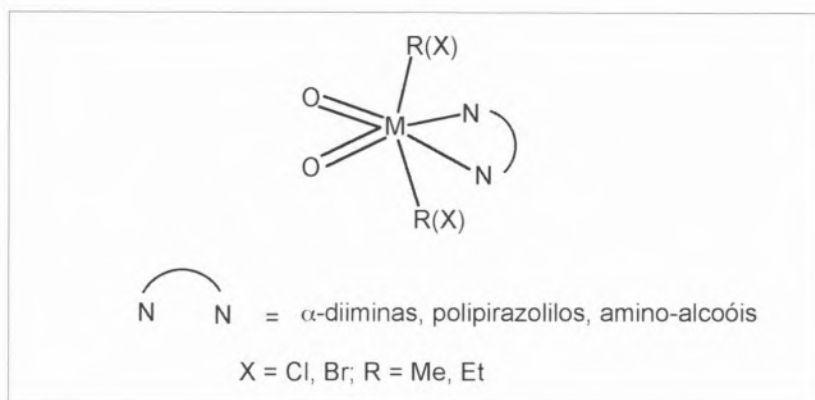
Fora do âmbito da Catálise, os complexos polinucleares (re)surgiam como tema de grande actualidade quer como modelos de sistemas bio-inorgânicos, quer como sensores moleculares capazes de intervir, de forma selectiva, na monitorização e controle de processos de relevância biológica ou outra.

Com base neste quadro centrei a actividade de investigação do meu grupo em três áreas principais: catálise de oxidação com óxidos inorgânicos e organometálicos; complexos organometálicos polinucleares; complexos estruturalmente flexíveis.

De uma variedade exótica de compostos organometálicos em altos estados de oxidação, os óxidos organometálicos tinham-se tornado, em 1990, num fértil campo de investigação donde espreitavam inesperadas oportunidades em termos de Catálise. Como esse trabalho tinha a sua máxima expressão no grupo do Prof. W. A. Herrmann, da Universidade Técnica de Munique (UTM) foi para lá que me dirigi em Licença Sabática de 6 meses. Neste regresso activo à bancada o meu interesse centrou-se no desenvolvimento de métodos de síntese fiáveis e sistemáticos de óxidos organometálicos de rénio cuja síntese "ia dando" conforme a sorte ditava. Desse trabalho e do que se seguiu em visitas posteriores, resultaram métodos sintéticos gerais para compostos do tipo RReO₃ com uma total amplitude da natureza de R, que inclui alquilos e arilos simples e funcionalizados (Esquema 2).[6] Estes estudos permitiram varrer o potencial da Química destes sistemas com aplicações desde a Catálise aos Novos Materiais.[7]

Do rénio passou-se ao molibdénio e, mais recentemente, ao tungsténio preparando e estudando a "performance" catalítica de uma larga família de oxo-complexos organometálicos e inorgânicos na epoxidação de alcenos [8] e noutras reacções catalíticas, como a reacção de Bayer-Villiger e a olefinação de aldeídos, versão catalítica da reacção de Wittig.

Este trabalho alicerçou-se nas Teses de Doutoramento de André Lopes (ITQB) e de Ana Santos (UTM), e continua hoje



esquema 3: Fórmula geral dos catalisadores de oxidação de Mo e W.

em colaboração estreita com o grupo do Prof. W. Herrmann e Priv. Doz. Dr. Fritz Kühn, da UTM, onde exerci funções de orientação científica nesta área, com a Universidade de Aveiro (João Rocha e Isabel Gonçalves) e com a Universidade do Algarve (André Lopes) tendo como linha de força mais actual a síntese de catalisadores de oxidação enantioselectivos.

No campo dos complexos polinucleares o trabalho, essencialmente realizado por André Lopes e Isabel Gonçalves, centrou-se sobre espécies contendo metais em estados de oxidação díspares (um alto e um baixo) sendo que, na maior parte desses sistemas se ponteavam ambientes de coordenação organometálicos com ambientes de coordenação inorgânicos como em (3). [9]

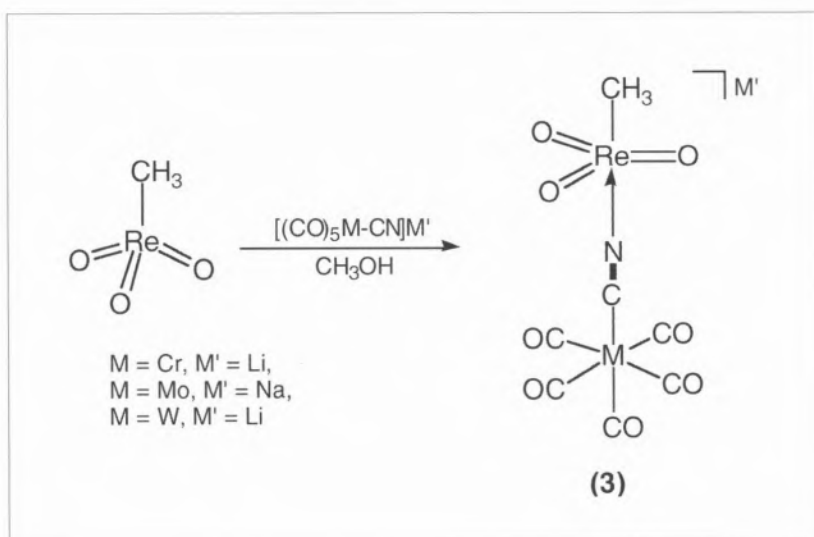
Este trabalho teve múltiplas colaborações, incluindo as teóricas (Maria José Calhorda) as fotoquímicas (Fernando Pina, CQFB/UNL) e magnetoquímicas (Rui Teives Henriques, IST) e mantém-se vivo na busca de novos tipos de ligandos organometálicos.

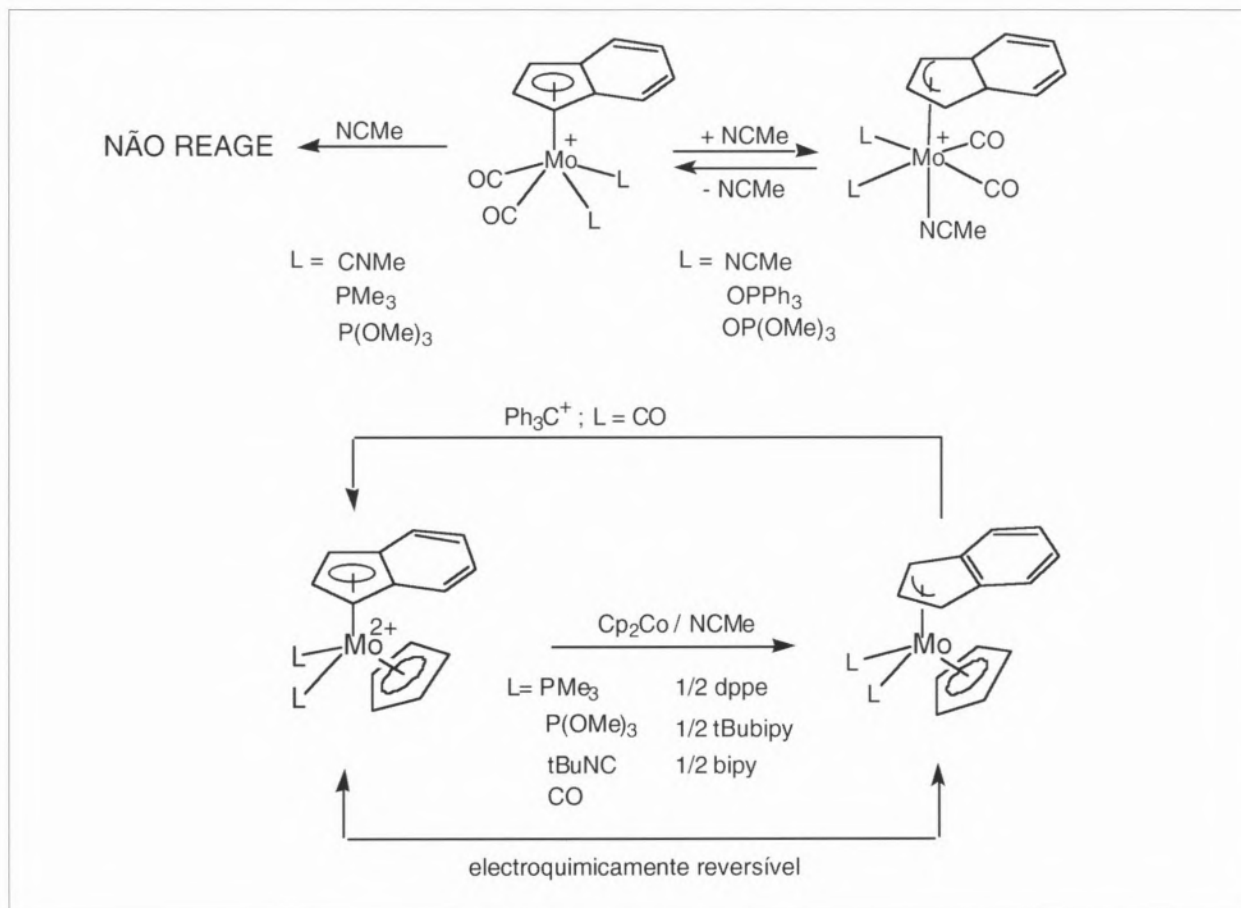
A abordagem ao problema dos complexos estruturalmente flexíveis baseou-se na síntese de derivados modificados do molibdenoceno e tungstenoceno: CpCp'MXY ($M = \text{Mo, W}$; $\text{Cp}' = \text{C}_5\text{H}_5, \text{C}_5\text{H}_4\text{R}, \text{C}_5\text{Me}_5$, indenilo, fluorenilo) na óptica do meu inabalável interesse pela química dos metalocenos de Mo(W) que sempre sonhei ver mais reactivos e mais fáceis de preparar.

O conceito subjacente era o de que a modificação dos anéis de Cp iria introduzir efeitos estereoquímicos e/ou electrónicos capazes de alterar significativamente a reactividade dos sistemas derivados do fragmento $\text{Cp}_2\text{Mo(W)}$ e torná-los cataliticamente activos.

Na realidade, este trabalho traduziu-se até agora num estudo aprofundado dos processos de escorregamento de anel ("ring-slippage" ou, de forma mais geral, deslocamentos haptotrópicos). A capacidade do anel ciclopentadienilo "escorregar" da sua habitual forma de coordenação, com os 5 átomos de carbono ligados ao metal (pentahapto coordenado, habitualmente abreviado para $\eta^5\text{-Cp}$), para uma coordenação efectuada apenas por 3 átomos de C (trihapto coordenado ou $\eta^3\text{-Cp}$), removendo dois electrões da camada de valência do metal, foi muitas vezes invocada desde

os primórdios da química organometálica para explicar algumas observações mecanísticas. Todavia, a demonstração de que o ciclopentadienilo poderia sofrer este tipo de escorregamento sempre teve uma base experimental muito frágil: a estrutura de raios-X do complexo $(\eta^5\text{-Cp})(\eta^3\text{-Cp})\text{W}(\text{CO})_2$. [10] Em contraste, o anel indenilo escorrega de forma muito mais expedita, $\eta^5\text{-Ind} \rightarrow \eta^3\text{-Ind}$, promovendo a actividade catalítica de variados complexos, nomeadamente naqueles em que essa actividade envolve um mecanismo associativo ("efeito indenilo"). [11] Seria então lícito prever um aumento da reactividade dos metalocenos de Mo e W se um, ou os dois, anéis Cp fossem substituídos por indenilos. Esse trabalho, iniciado de forma sistemática em 1993 com a Tese de Doutoramento de Isabel Gonçalves, e prosseguido na Tese de Carla Gamelas e no trabalho de Beatriz Royo, produziu uma grande variedade de novos metalocenos de Mo e W (dando a volta à Big Prep!), e alargou a química dos derivados indenílicos de Mo e W, até aí quase inexistente. [12] Do conjunto de resultados obtidos, revistos em [12b], destaca-se a contribuição conseguida na interpretação do "efeito indenilo" e a constatação de que o escorregamento de anel de Cp pode ser facilmente induzido nestes sistemas. As reacções descritas no Esquema 3 espelham a facilidade desses escorregamentos, nuns casos promovida por processos redox, noutros por processos de adição/remoção de ligandos. [13]





esquema 4 Escorregamento de indenilo por adição de ligandos (dependente do ligando) e escorregamento de indenilo por indução redox (reversível). Esta reversibilidade existe para os $[\text{Cp}_2\text{ML}_2]^{2+/0}$ apenas nos casos em que $\text{L} = \text{CO}$.

A compreensão detalhada deste fenómeno em termos da natureza da ligação química e da estrutura dos complexos intervinientes apenas foi possível graças ao recurso à Química Teórica, numa intensa colaboração com o grupo de Maria José Calhorda e com Luís Veiros (CQE/IST). Entre estes estudos destaca-se a caracterização estrutural do escorregamento $\eta^5\text{-Ind} \rightarrow \eta^3\text{-Ind}$ durante o processo (reversível) de redução do dicatión $[(\eta^5\text{-Ind})\text{CpMo}(\text{P}(\text{OMe})_3)_2]^{2+}$ a $[(\eta^3\text{-Ind})\text{CpMo}(\text{P}(\text{OMe})_3)_2]$ [14] e uma reinterpretção do efeito indenilo não à luz do ganho de energia de ressonância que acompanharia a reorganização electrónica do ligando $\eta^5\text{-Ind}$ para $\eta^3\text{-Ind}$ (vd. Esquema 5) mas à luz da menor estabilidade dos complexos $(\eta^5\text{-Ind})\text{ML}_n$ face aos análogos $(\eta^5\text{-Cp})\text{ML}_n$ e da estabilização dos complexos $(\eta^3\text{-Ind})\text{ML}_n$ face aos análogos $(\eta^3\text{-Cp})\text{ML}_n$. [15]

Estabelecido e caracterizado este tipo de escorregamentos resta agora tirar

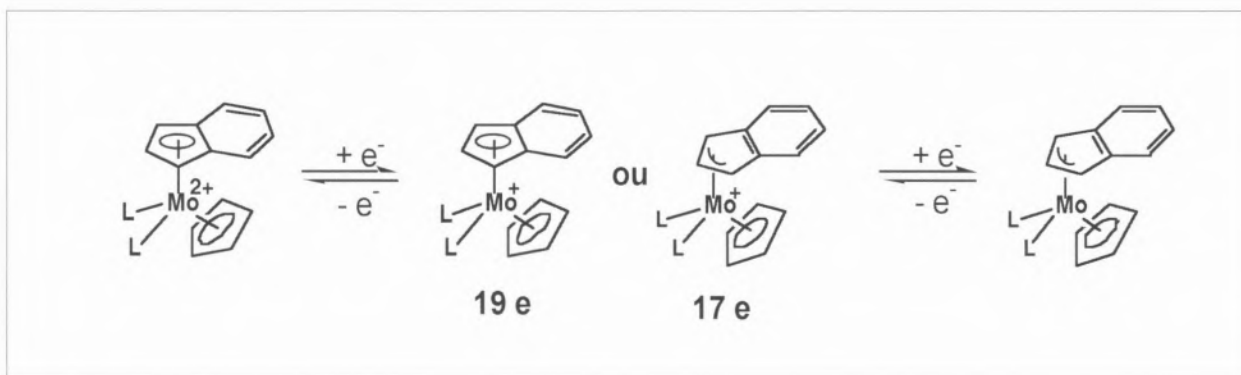
partido da sua existência em termos de reactividade e de aplicações catalíticas ou outras, afinal o objectivo proposto no início desta linha de trabalho. Uma maior interacção com as vertentes de aplicação industrial onde apenas me aventurei por breve mas fértil período, e uma incursão pela vertente das aplicações biologicamente relevantes (a química bio-organometálica está aí!) são os projectos que tenho em fase de arranque.

Ao contemplar retrospectivamente o caminho percorrido nestes 30 anos de Química Organometálica o que ressalta? Em primeiro lugar, a evidência do enorme progresso conseguido na investigação em Química no nosso País, incluindo a Química Organometálica e a Catálise. Em segundo lugar, a profunda satisfação de ter podido participar nessa caminhada e, de algum modo, contribuir para o seu sucesso sempre nos limites das minhas possibilidades. Por úl-

timo, e para sempre, a memória de uma intensa vivência dessa "ânsia de andar para a frente" e da sua partilha com todos os colegas, supervisores e supervisionados que ao longo deste tempo se tornaram ou mantiveram meus amigos e colaboradores e que, em última análise, me permitiram assinar o trabalho que descrevi. Neste contexto, o meu agradecimento especial ao Prof. Romão Dias a quem muito devo pelo entusiasmo que sempre me soube transmitir, por todo o apoio e conselho que sempre me deu e por me ter acolhido como seu "compagnon de route".

Agradecimentos

Mencionei acima alguns dos protagonistas desta história que, ou pela extensão ou pela profundidade do seu envolvimento se tornaram decisivos na obtenção dos principais resultados da minha carreira científica. A eles e a todos os outros que me abstenho de mencionar



esquema 5: O intermediário, caracterizado por EPR e por cálculos de DFT apresenta uma estrutura intermédia entre os 17 e os 19 electrões.

em particular, para evitar omissões injustas que seguramente ocorreriam, aqui deixo o meu mais sincero agradecimento. Num plano mais pessoal um agradecimento muito especial à João, ao Diogo e ao Vasco pelo apoio e carinho com que me ajudaram a ultrapassar os momentos menos bons e a alegria com que compartilharam os melhores.

Referências

- [1] *MoR*(η^3 - C_3H_5)₃: Agostic Molybdenum-Alkyl Complexes. R. Benn, S. Holle, P. W. Jolly, R. Mynott and C. C. Romão, *Angew. Chem. Int. Ed. Engl.*, **25** (1986) 555.
- [2] Nucleophilic and electrophilic reactions on C_5 cyclo-polyenes coordinated to the [$CpMoL_2$]ⁿ⁺ fragment ($n = 1, 2$; $L = 1/2dppe$, PMe_3 , $P(OMe)_3$, CO). C. G. de Azevedo, M. J. Calhorda, M. A. A. F. de C. T. Carrondo, A. R. Dias, A. M. Galvão, C. A. Gamelas, I. S. Gonçalves, M. F. M. da Piedade, M. T. L. Duarte and C. C. Romão, *J. Organomet. Chem.*, **544** (1997) 257.
- [3] Methylisocyanide Derivatives of Molybdenocene and Tungstenocene: Preparation, Reactivity and Electronic Structure. Crystal Structures of [η^5 - C_5H_5]₂WBr(CNMe)]Br and [$Cp_2MoC(N(H)CH_3)N(H)C(N(H)CH_3)] [BF_4]_2 \cdot CH_3CN$. M. J. Calhorda, A. R. Dias, M. T. Duarte, A. M. Martins, P. M. Matias and C. C. Romão, *J. Organomet. Chem.*, **440** (1992) 119.
- [4] Isospecific Oligo/Polymerization of Styrene with Soluble Cationic Nickel Systems. The Influence of Phosphorus Ligands. J. R. Ascenso, A. R. Dias, P. T. Gomes, C. C. Romão, I. Tkatchenko, A. Revillon, Q.-T. Pham, *Macromolecules*, **29** (1996) 4172.
- [5] Syntheses, Electrochemistry and Bonding of Bis(Cyclopentadienyl)Molybdenum Alkyl Complexes. Molecular Structure of $Mo(\eta^5-C_5H_5)_2(C_4H_9)_2$. Thermochemistry of $Mo(\eta^5-C_5H_5)_2R_2$ and $Mo(\eta^5-C_5H_5)_2L$ ($R = CH_3, C_2H_5, C_4H_9$ and $L = ethylene$ and *di-phenylacetylene*). M. J. Calhorda, M. A. A. F. de C. T. Carrondo, A. R. Dias, A. M. Galvão, M. H. Garcia, A. M. Martins, M. E. M. da Piedade, C. I. Pinheiro, C. C. Romão, J. A. M. Simões and L. F. Veiros, *Organometallics*, **10** (1991) 483.
- [6] Alkyl and Arylrheniumtrioxides. W. A. Herrmann, C. C. Romão, R. W. Fischer, P. Kiprof and C. de M de Bellefon, *Angew. Chem.*, **103** (1991) 183.
- [7] Organic and Inorganic Chemistry of the Re(VII) Oxides and Imido Complexes: Synthetic, Structural, Catalytic and other Studies. C. C. Romão, F. E. Kühn and W. A. Herrmann, *Chem. Rev.*, **97** (1997) 3197
- [8] Molybdenum(VI)cis-Dioxo Complexes Bearing (poly)-Pyrazolyl Methane and (poly)Pyrazolyl Borate Ligands: Synthesis, Characterization and Catalytic Applications. A. M. Santos, F. E. Kühn, I. Lucas, C. C. Romão, E. Herdtweck, *J. Chem. Soc. Dalton Trans.* (2001) 1332.
- [9] Synthesis and Characterization of Binuclear Transition Metal-Rhenium(VII) Complexes with Bridging Cyanide Ligands. I. S. Gonçalves, F. E. Kühn, A. D. Lopes, A. J. Parola, F. Pina, J. Sotomayor and C. C. Romão, *J. Organomet. Chem.*, **560** (1998) 117-124.
- [10] The Structure of $(C_5H_5)_2W(CO)_2$, a Compound Containing a Bent trihapto-Cyclopentadienyl Ligand. G. Huttner, H. H. Brintzinger, L. G. Bell, P. Friedrich, V. Benjenke, D. Neugebauer, *J. Organomet. Chem.* **145** (1978) 329.
- [11] The Indenyl Ligand Effect on the Rate of Substitution Reactions of $Rh(\eta-C_9H_7)(CO)_2$ and $Mn(\eta-C_9H_7)(CO)_3$. M. E. Rerek, L.-N. Ji, F. Basolo, *J. Chem. Soc., Chem. Commun.* (1983) 1208.
- [12] (a) Mixed-Ring and Indenyl Analogues of Molybdenocene and Tungstenocene: Preparation and Characterization. J. R. Ascenso, C. G. de Azevedo, I. S. Gonçalves, E. Herdtweck, D. S. Moreno, M. Pessanha, and C. C. Romão, *Organometallics*, **14** (1995) 3901
- (b) Modified Molybdenum and Tungsten Metallocenes and Ring-Slippage reactions: New Compounds and Revisited Concepts. C. C. Romão, *Appl. Organomet. Chem.* **14** (2000) 539
- [13] Ligand Dependence of the Indenyl Ring Slippage in [η^5 -Ind]MoL₂(CO)₂⁺ Complexes: Experimental and Theoretical Studies. M. J. Calhorda, C. A. Gamelas, I. S. Gonçalves, E. Herdtweck, C. C. Romão and L. F. Veiros, *Organometallics*, **17** (1998) 2597.
- [14] Stepwise Hapticity Changes in Sequential One-electron Redox Reactions of Indenyl-Molybdenum Complexes: Combined Electrochemical, ESR, X-ray and Theoretical Studies. M. E. Stoll, P. Belanzoni, M. J. Calhorda, M. G. B. Drew, V. Félix, W. E. Geiger, C. A. Gamelas, I. S. Gonçalves, C. C. Romão, L. F. Veiros, *J. Am. Chem. Soc.* **123** (2001) 10595
- [15] The Nature of the Indenyl Effect, M. J. Calhorda, Carlos C. Romão, L. F. Veiros, *Chem. Eur. J.* no prelo (2001).

2 – A Química nos meus últimos vinte anos

MARIA JOSÉ CALHORDA*

Introdução

A minha vida científica teve início no Instituto Superior Técnico, onde fui integrada no grupo de J. J. R. Fraústo da Silva e associada a um projecto de Fixação de Azoto em condições suaves. Este projecto tinha uma componente maioritária de Química Organometálica, o que levou à colaboração de A. Romão Dias, com quem acabei por ficar a trabalhar. No final, o meu trabalho de doutoramento incidiu sobre a síntese e caracterização de *Complexos bisciclopentadienilo de molibdénio, tungsténio e titânio com ligandos azotados*. Nessa altura, 1980, havia um grande grupo de químicos preparativos e era necessário evoluir.

Os anos de 1980 a 1987

A evolução traduziu-se por um ano de pós-doutoramento na Universidade de Oxford, UK, com D. M. P. Mingos, a quem devo a iniciação no estudo teórico de complexos organometálicos, usando o método de Hückel alargado. Os primeiros trabalhos incidiram em carboranos, sendo um deles dedicado à distorção de escorregamento em carba-
platinoboranos.[1] O regresso foi acompanhado das dificuldades imagináveis, neste caso a adaptação de programas para um vetusto IBM usando ainda cartões e diferente do computador de Oxford. Uma das novas limitações era o número de átomos máximo admissível numa molécula, o que restringia fortemente os sistemas passíveis de estudo. Durante vários anos, estudaram-se os

bisciclopentadienilos de molibdénio (também titânio e tungsténio), $[M(\eta^5-C_5H_5)_2L_2]$, em colaboração com outros colegas, em particular termoquímicos e cristalógrafos. Entre muitos outros aspectos, tentámos, apesar das limitações inerentes ao método teórico, estimar energias de reorganização de fragmentos,[2] calculando as energias dum dado fragmento com a geometria que possuía na molécula em estudo e após atingir a sua geometria de equilíbrio. Outro tema relevante consistiu na tentativa de racionalizar as preferências estruturais dos complexos $[M(\eta^5-C_5H_5)_2L_2]$. O estudo mais completo incidiu sobre os derivados de Mo e W com tiolatos ($L=SR$). Com efeito, como se pode observar em 1, quando $L=C_3H_7$ a conformação dos tiolatos é *exo* (a) enquanto para um grupo menos volumoso como $L=CH_3$ a conformação preferida é *endo* (b). O arranjo do anéis ciclopentadienilo depende do tipo de conformação e esta é determinada pelo balanço de repulsões Cp-Cp, Cp-L e L-L.

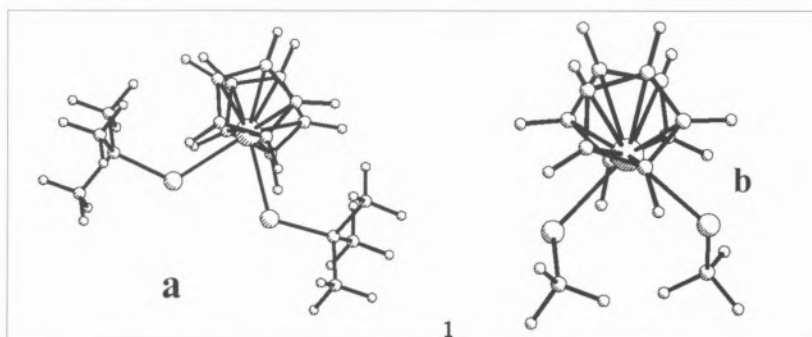
Para L volumoso, a repulsão L-L é dominante, obrigando ao arranjo *exo* dos ligandos L; para minimizar a repulsão

Cp-L, muito forte neste caso, os anéis Cp orientam-se como indicado em a, que corresponde à máxima repulsão Cp-Cp, mas que é a componente mais fraca das várias repulsões. Para L pouco volumoso, o arranjo *endo* é possível e os anéis Cp podem adquirir a conformação preferida.

A importância das ligações agósticas foi abordada também nesta época em vários contextos.[4]

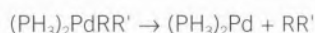
De 1987 a 1990

A possibilidade de trabalhar um ano na Universidade de Cornell, USA, com R. Hoffmann surgiu em 1987/1988, durante uma licença sabática, permitindo uma expansão para outras áreas e temas, nomeadamente sólidos [5] e superfícies [6], através do cálculo de bandas, com a aproximação "tight-binding" do método de Hückel alargado. Teve também origem em Cornell, numa estadia curta anterior, o primeiro trabalho de reactividade [7], em que se interpretou a competição entre a formação dum complexo π do fragmento $Cp^*Ir(PR_3)_2$ com etileno e a activação dum ligação



C-H do etileno para formar o complexo vinilhidreto. O aspecto intrigante deste sistema consistia na sua reactividade anómala, uma vez que a activação duma ligação C-H do etileno precedia a formação do complexo π , sendo considerado na época que a activação de ligações C-H em alcenos ocorria após a complexação destes.

Na sequência deste estudo, foi abordado, em colaboração com J. Brown da Universidade de Oxford, o mecanismo da eliminação reductiva, de grande importância em Química Orgânica. O mecanismo clássico consistia na eliminação reductiva concertada que não permitia explicar a maior facilidade de ocorrência desta reacção nos casos em que os grupos a eliminar eram insaturados (vinilo, fenilo, etc). Estudou-se a reacção **2** admitindo a possibilidade de um mecanismo alternativo (migração) em que, no primeiro passo, um dos grupos R' migrava para o grupo R insaturado, seguindo-se a descoordenação de RR'.

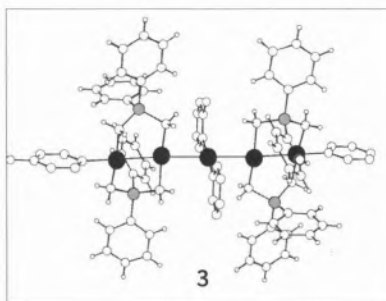


2

Verificou-se, usando, apesar de todas as limitações, o método de Hückel alargado, que a energia de activação deste mecanismo era inferior sempre que pelo menos um dos grupos R era insaturado.[8] Este tema foi retomado mais tarde, tendo-se estudado com métodos *ab initio* os mecanismos competitivos na

eliminação reductiva de RR' induzida por CO em complexos de Rh(III) do tipo CpRh(CO)RR'. [9]

O estudo de reacções em superfícies foi continuado, em colaboração com C. M. Friend, [10] mas praticamente abandonado, em virtude de ser impossível realizar cálculos *ab initio* e os métodos semiempíricos serem manifestamente inadequados.[11] Destino semelhante tiveram os estudos teóricos de sólidos, após algumas incursões pelos polímeros condutores unidimensionais.[12]



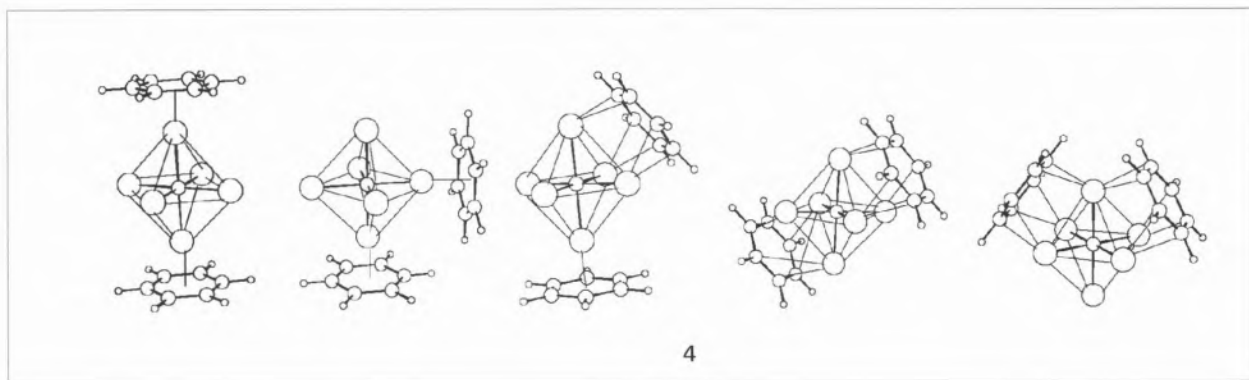
Desde 1990

Na última década, para além da continuação natural dos temas já referidos, os interesses multiplicaram-se. A explicação do aparecimento dum composto de Au(I), aparentemente estranho, numa família de condutores unidimensionais levou ao interesse pela química do ouro e a uma colaboração com um dos grupos mais activos na sua síntese, na Universidade de Saragoça (A. Laguna). Com o objectivo de perceber qual a diferença entre uma ligação ouro-ouro com pontes e uma não suportada estudou-se a cadeia de com cinco átomos de ouro representada em **3**, em que há exemplos dos dois tipos de ligações.[13]

Os problemas têm sido variados e ao longo dos anos passámos do método de Hückel alargado para cálculos *ab initio* de vários tipos, tentando interpretar estados de oxidação formais de átomos de ouro não equivalentes em estruturas várias; o primeiro exemplo de interacção π entre Au(I) e dois átomos de carbono de um ciclopentadienilo; as interacções fracas Au(I)-Au(I).[14]

Uma frutuosa colaboração com D. Braga e F. Grepioni em Bolonha teve como objectivo o estudo da competição entre ligações intra e intermoleculares, ou seja, até que ponto uma dada molécula poderá alterar a sua geometria preferida de modo a maximizar as interacções entre moléculas e otimizar o seu empacotamento. Com este objectivo, estudámos variados sistemas, geralmente agregados polimetálicos, tendo verificado que as ligações internas (covalentes) duma molécula são sempre muito mais fortes do que quaisquer ligações intermoleculares, sejam elas ligações de hidrogénio ou interacções de van der Waals e determinam a estrutura final.[15] O primeiro exemplo estudado foi o dos agregados do tipo $\text{Ru}_6\text{C}(\text{CO})_{11}(\text{C}_6\text{H}_6)_2$, para os quais são possíveis vários isómeros (**4**; carbonilos omitidos).

Rapidamente chegámos a uma questão muito interessante e que surgia nos agregados de carbonilos: quais as razões que determinam a preferência dos carbonilos por uma coordenação terminal ou em ponte? Um dos casos mais simples em que se põe esta questão é o dos agregados $\text{M}_3(\text{CO})_{12}$, com M=Fe, Ru, Os, cujas estruturas estão indicadas em **5**.



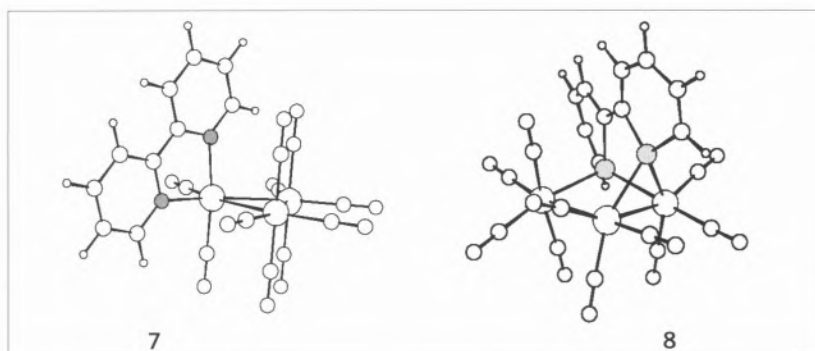
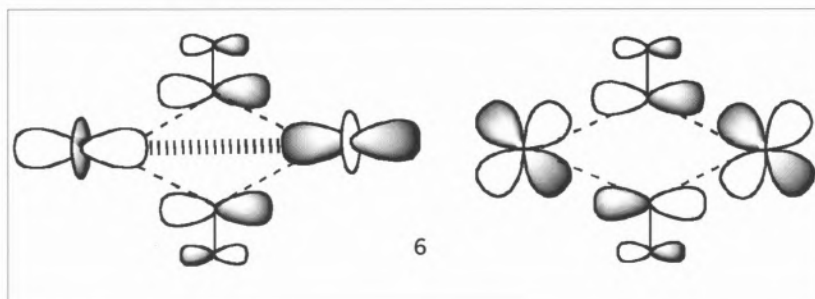
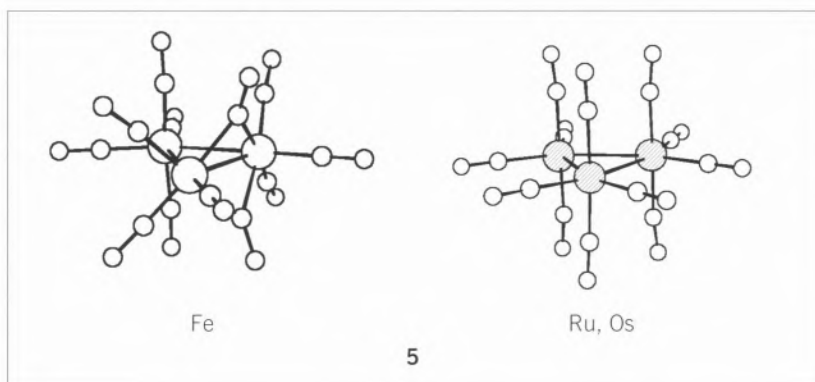
Para $M=Fe$, há preferência por uma estrutura de simetria C_{2v} com dois carbonilos em ponte, ao passo que tanto para Ru como Os a geometria de simetria D_{3h} , contendo apenas carbonilos terminais é a observada (e mais estável de acordo com todos os cálculos teóricos). A explicação reside na componente de retrodoação metal→carbonilo. A nova orbital ligante M-CO é antiligante entre os dois metais. No caso dum metal 3d, as orbitais d são muito contraídas e a repulsão M-M é desprezável; para elementos 4d e 5d, esta repulsão torna-se cada vez mais forte, levando à inexistência de carbonilos em ponte (6).[15,16]

Estes assuntos foram abordados posteriormente à luz de cálculos *ab initio* e expandidos para outros tipos de agregados (os mais interessantes contendo vários metais).[17]

A química dos agregados evoluiu em várias direcções, ainda activas. Uma delas envolve, geralmente, o fragmento Co_3 e uma colaboração com H. Wadepohl, em Heidelberg.[16a, 18] Na fase actual, estuda-se a electroquímica e a decomposição dos agregados tetranucleares de Co_4 contendo anéis Cp, ciclooctatetraeno e cicloheptatrienilo.

Outra derivação conduziu ao estudo da reactividade electroquímica e fotoquímica de agregados $Os_3(CO)_{10}(L-L)$, onde L-L é um ligando bidentado com dois átomos doadores de azoto, numa colaboração com F. Hartl, da Universidade de Amsterdão.[19] Entretanto, os ligandos de azoto foram substituídos pelos de fósforo (análogo de 2,2'-bipy, 7, mas conduzindo a uma estrutura diversa, 8) ou um dos ósmios por ruténio, e surgiu uma nova área de interesse, que consiste na determinação de energias de excitação (métodos TD-DFT), de modo a prever e explicar espectros electrónicos.

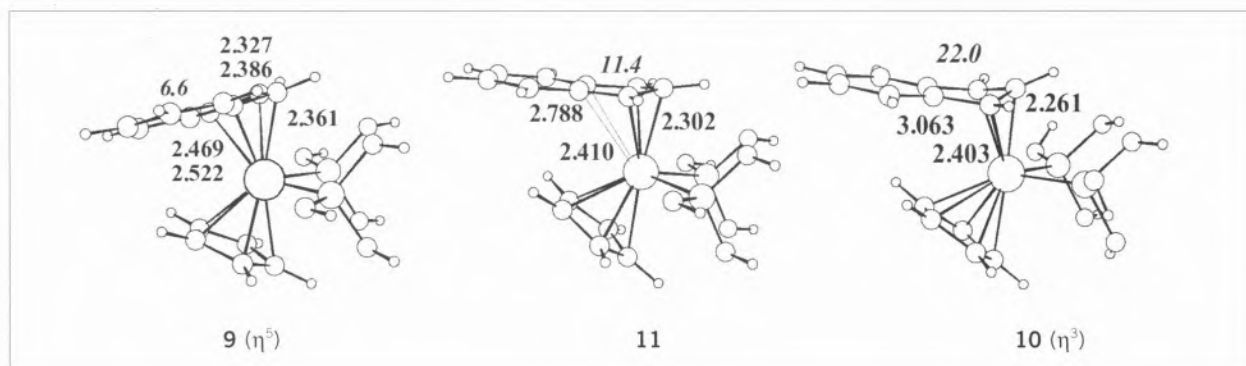
O problema das interacções entre moléculas e iões nos sólidos abriu as portas ao estudo de ligações de hidrogénio não convencionais, em particular as do tipo M-H...H-X (X=N, O), tendo-se analisado muitas estruturas e salientado o papel do contra-íon no caso de complexos catiónicos.[20]



A colaboração com C. Mealli, de Florença, tem sido uma constante, com uma grande componente no estudo de espécies polinucleares [17a,21] incluindo, mais recentemente, o mecanismo da activação de H_2 num complexo binuclear de ródio.

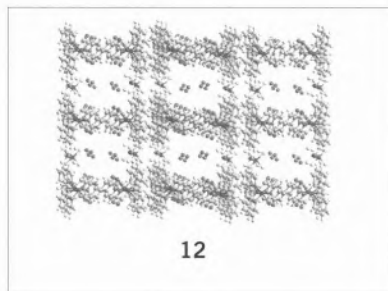
Nos últimos anos e na sequência da química desenvolvida no grupo de C. C. Romão (ITQB), estudou-se extensamente a química dos complexos de indenilo

(com L. F. Veiros, IST) e conseguiu-se interpretar uma série de estudos experimentais e racionalizar o chamado "efeito indenilo".[22] O estudo do escorregamento do indenilo induzido electro-quimicamente nos compostos $[M(\eta^5-C_5H_5)(\eta^5-C_9H_7)L_2]^{2+}$, 9, para dar $[M(\eta^5-C_5H_5)(\eta^5-C_9H_7)L_2]$, 10, colocou o problema da natureza do intermediário $[Mo(\eta^5-C_5H_5)(\eta^5-C_9H_7)L_2]^+$ (L=CO, P(OMe)₃, 11), paramagnético, e do modo de ordenação do indenilo. Neste, como em



alguns outros compostos, o indenilo exibe uma coordenação entre η^5 e η^3 . [22f]

Finalmente, nos últimos anos e na sequência do trabalho de natureza teórica, houve um reactivar da química preparativa, na perspectiva da engenharia de cristais, com ênfase na química do Mo(II), mas também de Cu(I) e Ag(I). [23] Até agora, o resultado mais



interessante consistiu na estrutura organizada do $[\text{Mo}(\eta^3\text{-C}_3\text{H}_5)(\text{CO})_2(2,2'\text{-bipy})]_2(\mu\text{-4,4'\text{-bipy}})][\text{PF}_6]_2$ (**12**)

Conclusões

Como tentei mostrar, cada trabalho "concluído" tem produzido ramificações. Temas como as ligações de hidrogénio não clássicas e as interações Au(I)-Au(I) reúnem-se no problema das interações fracas: ainda há imensos sistemas interessantes pouco estudados. Além disso, as novas possibilidades computacionais permitem "revisitar" problemas a uma nova luz. A associação entre química preparativa e teórica, permitindo explorar assuntos de modo muito complementar, traz cada dia novos desafios. Na parte teórica mantém-se o interesse nos mecanismos

reaccionais, continuando estudos já iniciados (oxidação de olefinas, enantioselectividade em substituições alílicas, activação de H_2) e enveredando por outros. Analisam-se, por exemplo, compostos paramagnéticos, um tema muito actual em vários ramos, e as suas propriedades, tirando partido das possibilidades dos actuais métodos teóricos. A nível sintético gostaria de contribuir para o conhecimento dos factores que determinam a formação de sólidos, usando blocos organometálicos para construir novas estruturas, agrupando-os de modo a tirar partido de ligações de hidrogénio, interações catião-anião, efeitos de empilhamento de anéis.

Agradecimentos

Primeiro, a A. Romão Dias que me despertou o gosto pela Química Organometálica e a todos aqueles com quem tenho aprendido ao longo dos anos, com um destaque particular para R. Hoffmann; a C. C. Romão, M. A. Carrondo e J. A. Martinho Simões, em Portugal, e uma lista muito longa por esse mundo fora, pelo gosto do trabalho em conjunto, nalguns casos ao longo de muitos anos; a A. M. Galvão, L. F. Veiros e P. E. M. Lopes, pela sua imensa contribuição na aventura de estabelecer, com sucesso, um grupo de estudos teóricos aplicados a compostos de elementos de transição; ao grupo da "fundação" da síntese, em especial P. Pinto, P. Costa, H. Liu; finalmente, a V. Félix, pela sua ajuda e entusiasmo nos problemas de análise de estruturas, e aos actuais colaboradores para que prossigamos esta actividade sempre nova e cada vez mais interessante.

Bibliografia

- [1] M.J. Calhorda, D.M.P. Mingos, A.J. Welch, *J.Organomet.Chem.* **228**, 309 (1980).
- [2](a) M.J. Calhorda, R. Gomes da Costa, A.R. Dias, J.A. Martinho Simões, *J.Chem.Soc.Dalton Trans.* 2327 (1982)
(b) M.J. Calhorda, C.F. Frazão, J.A. Martinho Simões, *J.Organomet. Chem.* **262**, 305 (1984)
(c) M.J. Calhorda, M.A.A.F. de C.T. Carrondo, A.R. Dias, A.M.T.S. Domingos, J.A. Martinho Simões, C. Teixeira, *Organometallics*, **5**, 660 (1986).
- [3](a) M.J. Calhorda, A.R. Dias, C. Teixeira, J.A. Martinho Simões, *J.Chem. Soc. Dalton Trans.* 2659 (1984).
(b) M.J. Calhorda, M.A.A.F. de C.T. Carrondo, M.H. Garcia, M.B. Hursthouse, *J.Organomet.Chem.* **342**, 209 (1988)
(c) M.J. Calhorda, M.A.A.F. de C.T. Carrondo, A.R. Dias, C.F. Frazão, M.B. Hursthouse, J.A. Martinho Simões, C. Teixeira, *Inorg. Chem.* **27**, 2513 (1988)
(d) C.G. Azevedo, M.J. Calhorda, M.A.A.F. de C.T. Carrondo, A.R. Dias, V. Félix, C.C. Romão, *J.Organomet. Chem.* **391**, 345 (1990)
- [4] (a) M.J. Calhorda, J.A. Martinho Simões, *Organometallics*, **6**, 1188 (1987)
(b) M.J. Calhorda, M.A.A.F. de C.T. Carrondo, A.R. Dias, A.M. Galvão, M.H. Garcia, A.M. Martins, M.E. Minas da Piedade, C.I. Pinheiro, C.C. Romão, J.A. Martinho Simões, L.F. Veiros, *Organometallics*, **10**, 483 (1991).
- [5] M.J. Calhorda, R. Hoffmann, *J. Am. Chem. Soc.* **110**, 8376 (1988).
- [6] M.J. Calhorda, R. Hoffmann, C. M. Friend, *J. Am. Chem. Soc.* **112**, 50 (1990).
- [7] J. Silvestre, M.J. Calhorda, R. Hoffmann, P.O. Stoutland, R.G. Bergman, *Organometallics*, **5**, 1841 (1986).
- [8] M.J. Calhorda, J.M. Brown, N.A. Cooley, *Organometallics*, **10**, 1431 (1991).

- [9] P. E. M. Lopes, Tese de Doutoramento, ITQB, 2000.
- [10] M. J. Calhorda, P. E. M. Lopes, C. M. Friend, *J. Mol. Cat.* **97A**, 157 (1995).
- [11] M. J. Calhorda, L. F. Veiros, L. Niinistö, *Acta Chem. Scand.* **50**, 862 (1996).
- [12] (a) V. Gama, R. T. Henriques, M. Almeida, L. Veiros, M. J. Calhorda, A. Meetsma, J. L. de Boer, *Inorg. Chem.* **32**, 3705 (1993).
- (b) L. F. Veiros, M. J. Calhorda, E. Canadell, *Inorg. Chem.* **33**, 4290 (1994).
- (c) J. Morgado, I. C. Santos, R. T. Henriques, M. Fourmigué, P. Matias, L. F. Veiros, M. J. Calhorda, M. T. Duarte, L. Alcácer, M. Almeida, *Chem. Mat.* **6**, 2309 (1994).
- [13] M. J. Calhorda, L. F. Veiros, *J. Organomet. Chem.* **478**, 37 (1994).
- [14] (a) M. J. Calhorda, L. F. Veiros, *J. Organomet. Chem.* **510**, 71 (1996).
- (b) M. J. Calhorda, F. Canales, M. C. Gimeno, J. Jiménez, P. G. Jones, A. Laguna, L. F. Veiros, *Organometallics*, **16**, 3837 (1997).
- (c) M. C. Gimeno, P. G. Jones, A. Laguna, C. Sarroca, M. J. Calhorda, L. F. Veiros, *Chem. Eur. J.* **4**, 2308 (1998).
- (d) M. J. Calhorda, O. Crespo, M. C. Gimeno, P. G. Jones, A. Laguna, J. L. Perez, M. A. Ramón, Luis Veiros, *Inorg. Chem.* **39**, 4280 (2000).
- [15] (a) D. Braga, P. J. Dyson, F. Grepioni, B. F. G. Johnson, M. J. Calhorda, *Inorg. Chem.* **33**, 3218 (1994).
- (b) F. Grepioni, D. Braga, P. J. Dyson, B. F. G. Johnson, F. M. Sanderson, M. J. Calhorda, L. F. Veiros, *Organometallics*, **14**, 121 (1995).
- (c) D. Braga, F. Grepioni, M. J. Calhorda, L. F. Veiros, *Organometallics*, **14**, 1992 (1995).
- [16] (a) D. Braga, F. Grepioni, H. Wadepohl, S. Gebert, M. J. Calhorda, L. F. Veiros, *Organometallics*, **14**, 5350 (1995).
- (b) F. Grepioni, D. Braga, J. Byrne, M. J. Calhorda, *J. Chem. Soc., Dalton Trans.*, 3287 (1995).
- (c) D. Braga, F. Grepioni, E. Tedesco, M. J. Calhorda, P. E. M. Lopes, *J. Chem. Soc., Dalton Trans.*, 3297 (1995).
- [17] (a) E. Hunstock, C. Mealli, M. J. Calhorda, J. Reinhold, *Inorg. Chem.* **38**, 5053 (1999).
- (b) E. Hunstock, M. J. Calhorda, P. Hirva, T. A. Pakkanen, *Organometallics*, **19**, 4624 (2000).
- [18] (a) H. Wadepohl, M. J. Calhorda, M. Herrmann, C. Jost, P. E. M. Lopes, H. Pritzkow, *Organometallics*, **15**, 5622 (1996).
- (b) H. Wadepohl, U. Arnold, H. Pritzkow, M. J. Calhorda, L. F. Veiros, *J. Organomet. Chem.* **587**, 233 (1999).
- [19] (a) J. Nijhoff, F. Hartl, J. W. M. van Oosterterp, D. J. Stufkens, M. J. Calhorda, L. F. Veiros, *J. Organomet. Chem.*, **573**, 121 (1999).
- (b) M. J. Calhorda, E. Hunstock, L. F. Veiros, F. Hartl, *Eur. J. Inorg. Chem.* 223-231 (2001).
- [20] (a) D. Braga, P. DeLeonardis, F. Grepioni, E. Tedesco, M. J. Calhorda, *Inorg. Chem.* **37**, 3337 (1998).
- (b) D. Braga, F. Grepioni, E. Tedesco, M. J. Calhorda, P. E. M. Lopes, *New J. Chem.* **23**, 129 (1999).
- (c) M. J. Calhorda, *Chem. Comm.* 801 (2000).
- (d) M. J. Calhorda, P. E. M. Lopes, *J. Organomet. Chem.* 609, 53 (2000).
- [21] (a) C. Mealli, J. A. López, Y. Sun, M. J. Calhorda, *Inorg. Chim. Acta*, **213**, 199 (1993).
- (b) C. Mealli, J. A. López, M. J. Calhorda, C. C. Romão, W. A. Herrmann, *Inorg. Chem.* **33**, 1139 (1994).
- (c) C. Mealli, S. S. M. C. Godinho, M. J. Calhorda, *Organometallics*, **20**, 1734 (2001).
- [22] (a) M. J. Calhorda, C. A. Gamelas, I. S. Gonçalves, E. Herdtweck, C. C. Romão, L. F. Veiros, *Organometallics*, **17**, 2597 (1998).
- (b) M. J. Calhorda, L. F. Veiros, *Coord. Chem. Rev.* **185-186**, 37 (1999).
- (c) M. J. Calhorda, I. S. Gonçalves, E. Herdtweck, C. C. Romão, B. Royo, L. F. Veiros, *Organometallics*, **18**, 3956 (1999).
- (d) M. J. Calhorda, C. A. Gamelas, C. C. Romão, L. F. Veiros, *Eur. J. Inorg. Chem.*, 331 (2000).
- (e) M. J. Calhorda, L. F. Veiros, *J. Organomet. Chem.* **635**, 197-203 (2001).
- (f) M. E. Stoll, P. Belanzoni, M. J. Calhorda, M. G. B. Drew, V. Félix, W. E. Geiger, C. A. Gamelas, I. S. Gonçalves, C. C. Romão, L. F. Veiros, *J. Am. Chem. Soc.* **123**, 10595-10606 (2001).
- [23] (a) P. Pinto, E. Barranco, M. J. Calhorda, V. Félix, M. G. B. Drew, *J. Organomet. Chem.* **601**, 34 (2000).
- (b) P. Pinto, M. J. Calhorda, V. Félix, T. Avilés, M. G. B. Drew, *Monat. Chem.* **131**, 1253-1265 (2000).
- (c) H. Liu, M. J. Calhorda, V. Félix, M. G. B. Drew, *J. Organomet. Chem.* **632**, 175-187, (2001).

O que importa

Quem não realiza descobertas científicas, pouco ou nada é em ciência, por muito que leia e escreva sobre esta. Os escolares das humanidades também fazem descobertas, mas a sua contribuição mais original e valiosa está normalmente na interpretação e compreensão de conhecimento pré-existente. Um cientista sem descobertas científicas próprias pode ser

um verdadeiro arcanjo entre os intelectuais, envolvendo a ciência nas suas longas asas, mas nem por isso pertencerá ao círculo. O verdadeiro e decisivo teste de uma carreira científica está na forma como se pode completar a seguinte afirmação: Ele (ou ela) descobriu que... Nas ciências exactas e da natureza há assim uma diferença fundamental entre processo

e produto. Tal diferença permite compreender o facto de muitos cientistas bem sucedidos serem pessoas desinteressantes e de vistas estreitas, enquanto que muitos escolares eruditos são cientistas apagados.

Edward Wilson, *Consilience: The unit of knowledge* (1998)

3 – Um ferro ARD/JC

J. A. MARTINHO SIMÕES*

NO DIA 24 DE SETEMBRO DE 2001 celebrou-se a vida e a obra do Professor Alberto Romão Dias, uma pessoa que marcou profundamente o percurso profissional de cada um dos membros da família de químicos que liderou. É a esta influência que se costuma chamar o "ferro (da ganadaria) ARD". Creio que não é exagerado dizer-se que o peso da prole ARD na química portuguesa só pode ser comparado com o peso do "ferro JC (Jorge Calado)". Tenho em conta não apenas a actividade científica como também cargos de gestão universitária e associativa.

A minha marca com os ferros ARD e JC vem do ano de 1975. No dia 26 de Maio entrei para o Centro de Química Estrutural, como colaborador das linhas II (*Química Organometálica*) e III (*Termodinâmica Experimental*). O objectivo do meu trabalho foi claramente definido desde o início: verificar se a instabilidade de compostos contendo ligações metal de transição-carbono era devida à debilidade termodinâmica destas ligações ou apenas a factores cinéticos favoráveis aos seus mecanismos de decomposição. O problema pareceu-me interessante, até porque mexia com um conceito básico da Química: o que é a "estabilidade" de uma molécula?

Em nomenclatura moderna (mais vendável às agências financiadoras de investigação), é a *termoquímica molecular* ou, melhor ainda, a *energética molecular*, que investiga a estabilidade das moléculas. Este tema, que parece simples, tem, no entanto, alguma complexidade. Por exemplo, uma molécula de água,

que corresponde ao nosso critério intuitivo de "resistência", é prontamente destruída na presença de átomos de sódio; o metano, com as suas quatro fortes ligações carbono-hidrogénio, é facilmente consumido por reacção com oxigénio; o peróxido de hidrogénio, embora tenha uma ligação oxigénio-oxigénio muito fraca, pode sobreviver eternamente em condições adequadas. Assim, uma dada molécula existe apenas desde que as condições físicas e químicas sejam adequadas. E quando essa molécula se diz "estável" há que perguntar: "estável relativamente a quê?" [1].

Algumas das consequências científicas da questão que me foi colocada pelos meus supervisores, sobre a possível debilidade das ligações químicas metal de transição-carbono, foram resumidas em duas publicações recentes [2, 3], pelo que é desnecessário repetir aqui a mesma história. Prefiro, em vez disso, tentar identificar outras influências no meu percurso científico, determinantes para o que hoje faço.

Os meus interesses actuais ainda giram à volta da energética molecular (ou da termoquímica). Uma das características desta área tem a ver com a variedade de técnicas utilizadas para se obter informação relevante (entalpias de reacção, entalpias de formação, entalpias de dissociação, etc.). A figura 1 ilustra essa diversidade, mostrando o lago da Energética Molecular e os conjuntos de técnicas que o alimentam [4]. Junto à margem fica a Cidade da Solução, destacando-se um edifício neoclássico (que faz lembrar técnicas como as calorimetrias de solução-reacção e de combus-

tão, desenvolvidas há muitos anos) e vários edifícios mais modernos que nos podem sugerir métodos experimentais recentes (como a fotocalorimetria e a calorimetria fotoacústica). Em cima, sobre uma nuvem, a Cidade da Fase Gasosa mostra várias construções com uma concepção contemporânea ou mesmo futurista. É neste local que se situam, por exemplo, os métodos experimentais baseados na espectrometria de massa. Bem alto, no firmamento, está a Cidade da Computação, de onde vários métodos, com diferentes graus de sofisticação – da mecânica molecular aos cálculos *ab initio* – contribuem para o lago. Finalmente, a Cidade do Empirismo situa-se no meio do lago, porque os seus métodos necessitam de informações fornecidas pelas outras cidades para conseguirem fazer previsões.

A variedade de técnicas utilizadas pela termoquímica é consequência da diversidade molecular. A escolha de um dado método experimental não é apenas ditada pelo tipo de informação procurada mas também pela natureza dos átomos que constituem a molécula, o seu estado físico, a sua carga eléctrica, o seu tempo de vida e, até, a quantidade de amostra disponível. É óbvio que esta diversidade coloca problemas ao termoquímico, uma vez que dificilmente se consegue dominar mais do que uma ou duas técnicas. Por outro lado, a necessidade de especialização conduziu a uma considerável e indesejável "separação" entre os termoquímicos de solução (os calorimetristas), os termoquímicos de fase gasosa (cinéticos, para espécies neutras, e espectrometristas de massa,

*Departamento de Química e Bioquímica, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, 1749-016 Lisboa

para iões), e os termoquímicos computacionais. Chegou-se ao ponto de estas comunidades pouco comunicarem entre si e de ignorarem os resultados umas das outras! Felizmente que, pouco a pouco, a situação foi mudando, em parte graças à existência de bases de dados gigantescas que reúnem a informação obtida pelas várias técnicas [5].

A figura 1 tem muito a ver com o meu percurso científico pós-doutoramento, que foi muito influenciado por uma estada numa escola americana (California Institute of Technology, Pasadena), onde aprendi uma técnica de espectrometria de massa (ressonância ciclotrónica de iões, ICR); por um sábado no National Research Council (Ottawa, Canadá), onde pela primeira vez tomei contacto com a química de radicais em solução e com uma técnica adequada para investigar a energética destas espécies (a calorimetria fotoacústica, PAC); e, finalmente, por um novo sábado no National Institute of Science and Technology (Gaithersburg, EUA), onde construí uma base de dados termoquímicos de compostos organometálicos e, aprendendo os rudimentos da química computacional, comecei a compreender a sua importância na área da energética molecular. Estes longos períodos passados na América do Norte ensinaram-me muito mais do que metodologias: deram-me uma visão mais abrangente da Química e, em particular, da termoquímica; mostraram-me a diferença entre a "investigação motivada pela curiosidade" e a "investigação determinada pela aparelhagem disponível" (embora, por vezes, a distinção seja ténue...); ensinaram-me que, na área do meu interesse, muitos temas inovadores teriam que ser abordados através de várias metodologias, experimentais e teóricas. Por outras palavras, teria que continuar a alargar os meus conhecimentos sobre as várias fontes do Lago da Energética Molecular e, se possível, ter acesso fácil a algumas delas.

O desenvolvimento do "Grupo de Termoquímica de Lisboa" permitiu-me seguir essa estratégia. O "grupo" tem uma constituição e um modo de funcionamento *sui generis*: (1) é formado por

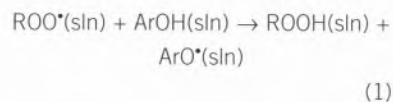


figura 1 O Lago da Energética Molecular e as suas fontes.

três grupos totalmente independentes, um no Instituto Superior Técnico, liderado pelo Doutor Manuel Eduardo Minas da Piedade, outro no Instituto Tecnológico e Nuclear, liderado pelo Doutor João Paulo Leal, e um terceiro, na Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, liderado pelo Doutor Rui Miguel Borges dos Santos (docente da Universidade do Algarve) e por mim próprio; (2) embora muitos dos trabalhos de investigação envolvam apenas um dos grupos, todos eles são detalhadamente discutidos por todos, durante as nossas reuniões mensais; (3) existe uma enorme flexibilidade na utilização das verbas de investigação obtidas através de projectos que, conjuntamente, submetemos. É óbvio que esta fortíssima interacção (que nos beneficia a todos) só é possível porque existe uma fortíssima amizade entre os membros dos três grupos e porque, basicamente, todos partilhamos o mesmo interesse – a energia das moléculas. No IST utilizam-se técnicas como calorimetria e microcalorimetria de combustão, calorimetria anaeróbia de solução-reacção, calorimetria Calvet, calorimetria diferencial de varrimento, e fotocalorimetria. No ITN, utiliza-se a calorimetria anaeróbia de solução-reacção e a ressonância ciclotrónica de iões com transformada de Fourier (FT-ICR). Na FCUL, existe um calorímetro fotoacústico e

uma colaboração muito intensa com um excelente grupo de química computacional, liderado pelo Doutor Benedito Costa Cabral.

Para ilustrar a minha actividade científica mais recente vou recorrer a três exemplos. O primeiro envolve uma molécula (a quercetina) que pertence à família dos flavonóides (figura 2) e que é uma das substâncias responsáveis pela acção antioxidante do vinho tinto. Porque é que a quercetina é eficaz como antioxidante? Sem entrar em detalhes, que são tratados noutros locais [6], sabe-se que um antioxidante fenólico actua interrompendo uma reacção em cadeia que conduz à chamada peroxidação lipídica. Esta quebra da cadeia faz-se através da reacção 1, onde ROO^* representa um radical peróxido e $ArOH$ a quercetina.



Para que a reacção 1 seja eficaz é necessário que seja exotérmica (a correspondente variação de entropia é desprezável [7]). A entalpia desta reacção pode ser calculada pela diferença entre a entalpia gasta para quebrar a ligação $ArO-H$, $\Delta H_{sln}^0(ArO-H)$, e a entalpia recuperada pela formação da ligação

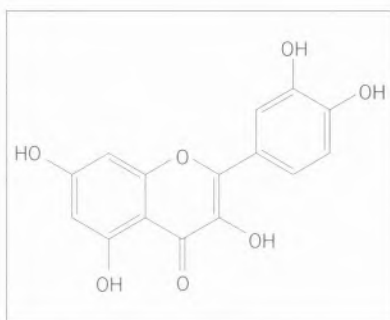


figura 2 – Exemplo de um flavonóide: a quercetina.

ROO-H, $\Delta H_{\text{sln}}^0(\text{ROO-H})$. Essa diferença só será negativa se $\Delta H_{\text{sln}}^0(\text{ArO-H}) < \Delta H_{\text{sln}}^0(\text{ROO-H})$:

$$\Delta_r H^0(1) = \Delta H_{\text{sln}}^0(\text{ArO-H}) - \Delta H_{\text{sln}}^0(\text{ROO-H}) \quad (2)$$

Ou seja, o efeito antioxidante de ArOH será tanto maior quanto mais "fraca" for a ligação ArO-H.

Embora a termoquímica de moléculas como a quercetina não tenha sido (ainda) objecto de estudo experimental, são conhecidos muitos resultados de entalpias de dissociação O-H em compostos fenólicos mono e polisubstituídos [6], os quais permitiram compreender e quantificar o efeito de grupos substituintes na energética dessa ligação. No caso da quercetina e de outros flavonóides, a aplicação dessas regras conduz a previsões correctas sobre o seu poder antioxidante.

As relações estrutura-energética-reactividade têm estado sempre na esfera dos meus interesses científicos. O exemplo anterior tem aplicações práticas óbvias: a capacidade antioxidante de um composto pode ser modelada recorrendo aos grupos substituintes adequados. Mas há ainda muitas perguntas sem resposta. Por exemplo, qual é o efeito dos substituintes numa ligação menos polar (como a ligação S-H)? Quando um dado grupo substituinte enfraquece uma ligação, isso deve-se a uma estabilização do radical, a uma destabilização do composto de partida, ou a um balanço entre ambas?

O segundo exemplo tem a ver com um tipo de informação que é extremamente escasso na literatura. Quando se deseja

comparar a energética de uma reacção na fase gasosa com a da mesma reacção em solução temos que conhecer as entalpias de solvatação dos reagentes e dos produtos. Para as substâncias "estáveis" com que lidamos normalmente no laboratório, essa informação é, em princípio, fácil de obter. Por exemplo, a entalpia de solvatação de uma substância X num dado solvente (equação 3) pode ser calculada (equação 4) pela diferença entre a entalpia de dissolução de X (sólido ou líquido) nesse solvente e a sua entalpia de sublimação (ou vaporização). Ambas as grandezas podem ser determinadas por técnicas "clássicas", como a calorimetria de solução-reacção e medida de pressões de vapor em função da temperatura, respectivamente.



$$\Delta_{\text{sln}} H^0(X, \text{g}) = \Delta_{\text{sln}} H^0(X, \text{cr/l}) - \Delta_{\text{sub/vap}} H^0(X, \text{cr/l}) \quad (4)$$

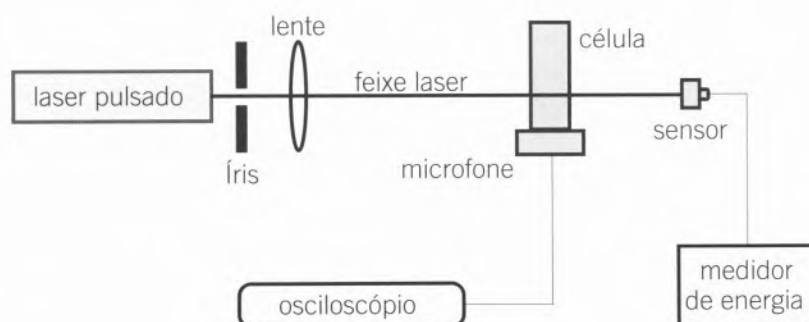
O problema já não é tão simples quando a espécie X tem um tempo de vida muito curto (e.g., 1 microsegundo), como acontece com muitos radicais. Tendo em conta que estas espécies não podem ser manuseadas como as substâncias "estáveis", as técnicas acima referidas não se aplicam. Um dos objectivos de um estudo recentemente realizado no laboratório da FCUL incidiu precisamente no desenvolvimento de um método que permite estimar as entalpias de solvatação de radicais. Esse método baseia-se em resultados de ca-

lorimetria fotoacústica (que permite estudar a energética de radicais em solução) e na aplicação de um modelo de interação soluto-solvente publicado na literatura [8].

Os estudos sumariamente apresentados nos dois exemplos anteriores não teriam sido possíveis sem a construção do calorímetro fotoacústico que existe na FCUL. Esta aparelhagem está descrita na literatura [9], mas é possível explicar em poucas palavras o seu princípio de funcionamento. Suponhamos que se deseja determinar a entalpia de dissociação da ligação A-B na molécula AB, que se encontra em solução na célula da figura 3. A energia necessária para quebrar essa ligação é fornecida pelo pulso de um laser com radiação de frequência ν . Como resultado do pulso, a molécula absorve uma energia $E = N h \nu$ (sendo N o número de fótons do pulso), conhecida com o auxílio do medidor de energia. Essa energia absorvida é bastante maior que a energia da ligação A-B. O que acontece ao excesso de energia? É depositado na solução sob a forma de calor. A súbita deposição de calor ($\Delta_{\text{obs}} H$) origina uma onda acústica que se propaga pela solução e é detectada pelo microfone colocado na base da célula. O sinal assim produzido é amplificado e registado num osciloscópio, sendo a sua amplitude proporcional à quantidade de calor depositada em solução. Conhecida a constante de proporcionalidade, por um simples balanço de energia (equação 5) chega-se ao valor pretendido, $\Delta_r H_{\text{sln}}^0(\text{A-B})$.

$$N h \nu = \Delta_{\text{obs}} H + \Delta_r H_{\text{sln}}^0(\text{A-B}) \quad (5)$$

figura 3 Esquema simplificado de um calorímetro fotoacústico.



Obviamente que, na prática, as experiências realizadas no calorímetro fotoacústico e o balanço representado pela equação 5 são um pouco mais complicados, mas o essencial mantém-se.

Embora a aplicação da calorimetria fotoacústica ao estudo de problemas químicos seja relativamente recente (iniciou-se há menos de 20 anos), o fenómeno físico que lhe serve de base, o efeito fotoacústico, foi descoberto por Bell em 1881. Convém também referir que a aparelhagem da FCUL é, na sua versão actual, mais sofisticada que a descrita em 1999 [9].

O terceiro e último exemplo da minha actividade científica recente também se relaciona com a solvatação, mas aborda o assunto utilizando as metodologias da química computacional. A ideia básica é simples. Imaginemos uma molécula X na fase gasosa. Juntemos-lhe agora uma, duas, três, ..., n moléculas de água, optimizando as estruturas de cada um desses agregados. Separadamente, optimizemos as estruturas de agregados de moléculas de água $(\text{H}_2\text{O})_n$. Calculando as energias respectivas é possível obter a entalpia do seguinte processo para cada valor de n :



Se o número de moléculas de água for suficientemente grande, a reacção 6 é equivalente ao processo de solvatação da molécula X em água. Mas qual é o número "suficientemente grande"? A resposta pode ser obtida estudando a variação da entalpia da reacção com n : a partir de um dado número de moléculas de água, a variação dessa entalpia é desprezável e podemos então tomar o valor "limite" como uma estimativa da entalpia de solvatação de X em água.

Um bom teste para a validade do modelo de solvatação, e também para a fiabilidade do método computacional utilizado, será escolher moléculas X para as quais sejam conhecidos os valores experimentais das entalpias de solvatação e comparar estes valores com os resultados teóricos. O exercício foi já realizado para a molécula de fenol, com resultados satisfatórios [10]. Isto significa

que a química computacional pode ser utilizada para prever valores fiáveis de entalpias de solvatação de moléculas transientes como radicais (a estrutura de um agregado envolvendo o radical fenoxilo e quatro moléculas de água é apresentada na figura 4). O método pode também ser usado para quaisquer solventes, como benzeno, acetonitrilo, etc.. A única (e séria) limitação é a capacidade computacional, uma vez que a rapidez dos métodos de cálculo é fortemente dependente do número de átomos "pesados" (isto é, todos os átomos

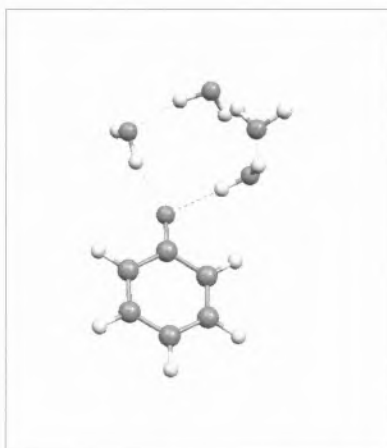


figura 4 Estrutura de um agregado com um radical fenoxilo e quatro moléculas de água.

menos o hidrogénio) que constituem as moléculas. A resolução do problema, em estudo neste momento, poderá envolver a utilização de métodos alternativos para optimizar a estrutura de cada agregado.

Resta acrescentar que os meus interesses científicos actuais, ilustrados pelos três exemplos anteriores, só podem ser concretizados graças à colaboração dos Doutores Rui Miguel Borges dos Santos (Universidade do Algarve) e Benedito Costa Cabral (FCUL), bem como ao entusiasmo e competência de alguns estudantes de doutoramento (Rita Cardoso Guedes, Vânia Solange Ferreira Muralha, Paulo Cabral do Couto e Catarina Filipe Pancada Correia). Igualmente essencial tem sido a interacção com os outros membros do "Grupo de Termoquímica de Lisboa" e, claro, o financiamento concedido pela Fundação para a Ciência e a Tecnologia, em particular

através dos projectos PRAXIS/2/2.1/QUI/51/94 e POCTI/199/QUI/35406, e de bolsas de doutoramento.

Referências e notas

1. Esta explicação sobre o problema associado ao conceito de estabilidade aparece publicada em três locais diferentes [2-4], mas não hesito em repeti-la sempre que necessário de situar o problema, de uma forma sintética.
2. M. E. Minas da Piedade, J. A. Martinho Simões *Rev. Port. Quím.* **1997**, 4, 45.
3. H. P. Diogo, M. E. Minas da Piedade, J. A. Martinho Simões, C. Teixeira J. *Organometal. Chem.* **2001**, 632, 188.
4. A figura 1 foi desenhada pelo Dr. Rui Rocha, cuja paixão pela bioquímica não resistiu às tentações do surf e do design. Esta figura foi feita para um livro cujo manuscrito está ainda em preparação: J. A. Martinho Simões, M. E. Minas da Piedade, K. Irikura, R. D. Johnson III *Molecular Energetics: Experimental and Computational Methods in Thermochemistry*; Oxford University Press.
5. Ver, por exemplo, *NIST Chemistry WebBook*; NIST Standard Reference Database Number 69; W. G. Mallard, P. J. Linstrom, Eds.; National Institute of Standards and Technology: Gaithersburg, July 2001 (<http://webbook.nist.gov>). Ver, também, P. J. Linstrom, G. Mallard *J. Chem. Eng. Data* **2001**, 46, 1059.
6. Ver, por exemplo, R. M. Borges dos Santos, J. A. Martinho Simões *J. Phys. Chem. Ref. Data* **1998**, 27, 707.
7. M. E. Minas da Piedade, J. A. Martinho Simões *J. Organometal. Chem.* **1996**, 518, 167.
8. R. M. Borges dos Santos, V. S. F. Muralha, C. F. Correia, J. A. Martinho Simões *J. Am. Chem. Soc.* **2001**, em publicação.
9. R. M. Borges dos Santos, A. L. C. Lagoa, J. A. Martinho Simões *J. Chem. Thermodynamics* **1999**, 31, 1483.
10. R. C. Guedes, B. J. Costa Cabral, J. A. Martinho Simões, H. P. Diogo *J. Phys. Chem. A* **2000**, 104, 6062.

EurJOC

European Journal of
Organic Chemistry

Your Journal

- First Impact Factor: 2.150
- Rapid publication times especially for short communications
- Now supported by ten national chemical societies (Belgium, France, Germany, Greece, Hungary – together with the Hungarian Academy of Sciences, Italy, The Netherlands, Portugal, Spain)
- Authors' work exhibited on the cover
- Attractive personal member subscription rates available; see: www.EurJOC.com
- More color

European Journal of Organic Chemistry



Wiley-VCH
2002 24 issues
ISSN Print 1434-193X
ISSN Electronic 1099-0690

The *European Journal of Organic Chemistry* publishes full papers, short communications and microreviews covering the entire spectrum of synthetic organic, physical organic and bioorganic chemistry, as well as that of natural products. Example microreviews from past and forthcoming issues are listed on this page.

Senior Editor: Henning Hopf
(Germany)

FREE SAMPLE COPY

The *European Journal of Organic Chemistry* is available online through Wiley InterScience. Visit Wiley InterScience (www.interscience.wiley.com) for complete details and see the FREE full text virtual sample copy.

Order Your Copy now:

Just copy, fill in and fax to:
+49(0)6201/606-172

- Please send me a free sample print copy
- Please enter our/my 2002 subscription to:
European Journal of Organic Chemistry
2002, ISSN Print 1434-193X
2002, ISSN Electronic 1099-0690
at the institutional rate*:
- print electronic
 Europe € 2498 € 2498
 Switzerland sFr 4328 sFr 4328
 All other countries US\$ 3158 US\$ 3158
- * For a 5% premium, institutions can choose both print and electronic access.

For members of the owner societies from Belgium, France, Germany, Greece, Hungary, Italy, The Netherlands, Portugal and Spain, at the personal rate:

- print
 Europe € 298
 Switzerland sFr 588
 All other countries US\$ 318

Prices include postage and handling charges.

Please tick: private business

Name

Address

City/Postcode

Country

Membership-No.

Date/Signature

Please return this order to your local bookseller or to:

Customers in Germany, Austria and Switzerland:

Wiley-VCH Customer Service
P.O. Box 10 11 61,
D-69451 Weinheim, Germany
Phone: +49 (0) 6201-606 147
Fax: +49 (0) 6201-606 172
e-mail: subservice@wiley-vch.de

Customers in all other areas:

John Wiley & Sons, Ltd.
Journals Administration Department
1 Oldlands Way
Bognor Regis West Sussex, PO22 9SA,
England
Phone: +44 (0) 1243-779 777
Fax: +44 (0) 1243-843 232
e-mail: cs-journals@wiley.co.uk

 **WILEY-VCH**

Reactor Português de Investigação

40 Anos ao Serviço da Ciência e da Tecnologia

EDUARDO MARTINHO* E JAIME DA COSTA OLIVEIRA

Resumo

Por ocasião da passagem do quadragésimo aniversário do início da operação do Reactor Português de Investigação, afigura-se oportuno passar em revista a utilização que tem sido feita desta infraestrutura de I&D. Para o efeito, procedeu-se à compilação das publicações que consubstanciam os trabalhos em que o reactor foi utilizado como *fonte de neutrões* ou como *objecto de estudo*. A informação recolhida e a respectiva análise constam do documento "Reactor Português de Investigação: 40 Anos ao Serviço da Ciência e da Tecnologia – Publicações 1961-2001" [1]¹, cujo conteúdo é sintetizado neste artigo.

Uma nota prévia

Em 25 de Abril de 1961 – com a entrada em funcionamento do Reactor Português de Investigação (RPI) –, Portugal passou a ser o 35.º país a dispor deste tipo de equipamento². Todavia, a maioria dos portugueses desconhecem a existência do RPI e, grande parte dos que sabem que ele existe, desconhecem qual tem sido o seu papel no panorama científico e tecnológico, nacional e internacional. Poderá haver quem se interrogue: Que investigação se esperaria fazer com o RPI quando foi decidida a sua aquisição? Qual tem sido efectivamente a utilização do RPI? Que benefícios resultaram dessa utilização?

Utilização esperada

A Junta de Energia Nuclear (JEN) foi criada em 29 de Março de 1954 - cf. Quadro 1.

Na sua reunião de 12 de Outubro do ano seguinte, a JEN decidiu nomear uma comissão para estudar *o problema da aquisição do equipamento-base necessário para a consecução dos objectivos primordiais do organismo*. No seu relatório [2], a comissão propunha a criação de um Laboratório de Física e Engenharia Nucleares (LFEN). Segundo os autores desta proposta, a aquisição de um reactor nuclear de investigação era aconselhável para que fosse possível *a formação de técnicos e a continuação de actividades dos já especializados. Com um tal reactor poderá obter-se prática de funcionamento e controlo dos reactores, poderão realizar-se inúmeras experiências e investigações em vários campos e dispor-se-á de um elemento valioso de ensino(...)* E o relatório indicava o tipo de estudos que podiam ser realizados com o reactor.

Em 25 de Junho de 1956, foi feita uma consulta internacional [3] para aquisição de um reactor nuclear destinado à realização de *actividades experimentais e de investigação nos domínios da Física, Química, Engenharia de Reactores, Agricultura, Biologia e Medicina*.

Do "Reactor Project and Preliminary Hazards Report" [4], datado de Junho de 1957, consta a previsão de que o reactor viesse a ser utilizado nos seguintes domínios:

- *Física de Reactores. Experiências exponenciais*
- *Física Nuclear e Física de Neutrões*
- *Física do Estado Sólido. Danos causados por radiações*
- *Efeitos benéficos de radiações em Medicina, Biologia, Agricultura e Indústria*
- *Produção de isótopos*
- *Difracção de neutrões*
- *Radioquímica. Química das radiações*
- *Estudos de blindagens (para protecção contra radiações).*

Na Primeira Reunião dos Técnicos Portugueses de Energia Nuclear, realizada em Janeiro de 1958, o director-geral do LFEN, doutor Carlos Cacho, apresentou uma comunicação [5] na qual, em particular, salientava os requisitos que presidiram à escolha do tipo de reactor, face aos objectivos a prosseguir.

Num extenso relatório datado de Dezembro de 1961 [6], o mesmo autor explicitava os domínios de acção a desenvolver pelos grupos cuja actividade estava mais directamente relacionada com o RPI: Grupo de Operação e Exploração, Grupo de Física dos Reactores e Grupo de Produção de Isótopos Radioactivos.

Disponibilidade do RPI

Ao longo da existência do RPI, foi necessário introduzir modificações na instalação, que afectaram a sua disponibilidade. Os principais períodos de para-

Data	Acontecimento
Mar. 54	Criação da Junta de Energia Nuclear (JEN)
Nov. 55	Proposta de criação do LFEN
Jun. 56	Consulta para a aquisição do RPI
Jan. 57	Autorização da proposta de aquisição do RPI
Jul. 57	Início da construção do LFEN
Jan. 59	Adjudicação da empreitada de construção do edifício do RPI
Mar. 59	Autorização da adjudicação do fabrico do combustível nuclear
25.Abr.61	Início do funcionamento do RPI (2 W)
27.Abr.61	Inauguração do LFEN
9.Abr.62	Início do funcionamento do RPI à potência nominal (1 MW)
Mar.1963	Publicação do primeiro trabalho em que o RPI foi utilizado

quadro 1 Cronologia de acontecimentos relevantes

gem ou de impossibilidade de funcionamento a potências superiores a 100 kW e que se estenderam, no total, por mais de onze anos e foram os seguintes:

- Maio de 1964 a Setembro de 1966: funcionamento em regime de convecção natural (potências até 100 kW) em consequência da ruptura, por corrosão, de tubos em alumínio do primitivo permutador de calor, o qual foi substituído por um permutador com tubos de aço inoxidável, de fabrico nacional;
- Fevereiro de 1981 a Junho de 1987: funcionamento em regime de convecção natural em consequência da ruptura, por corrosão, da tubagem do circuito primário de refrigeração;
- Julho de 1987 a Janeiro de 1990: paragem do reactor para importantes obras de modificação e modernização das instalações e do equipamento [7]. Após esta longa paragem, a primeira experiência crítica ocorreu no dia 18 de Janeiro de 1990. O RPI voltou a funcionar a 1 MW no dia 21 de Fevereiro e entrou em regime normal de exploração a 19 de Março.

A disponibilidade do RPI, entre 1961 e 2000, ressalta da observação da figura 1 onde se representa o **tempo de funcionamento** e a **energia produzida** em cada ano (expressa MW.dia³). Desde Novembro de 1969, a exploração passou a ser feita em regime de dois

turnos diários, de segunda-feira a sexta-feira.

Na figura, são patentes os períodos em que o reactor não pôde funcionar a potências superiores a 100 kW e em que esteve indisponível por motivo das obras de modernização. Observa-se que, a partir de 1990, a energia produzida em cada ano tem sido cerca de metade da produzida nos anos 70. Isto deve-se ao facto de, no passado recente, para economizar o combustível nuclear, ter sido decidido operar o RPI a baixa potência (inferior a 100 kW) sempre que não é indispensável funcionar à potência nominal.

Publicações (1961-2001)

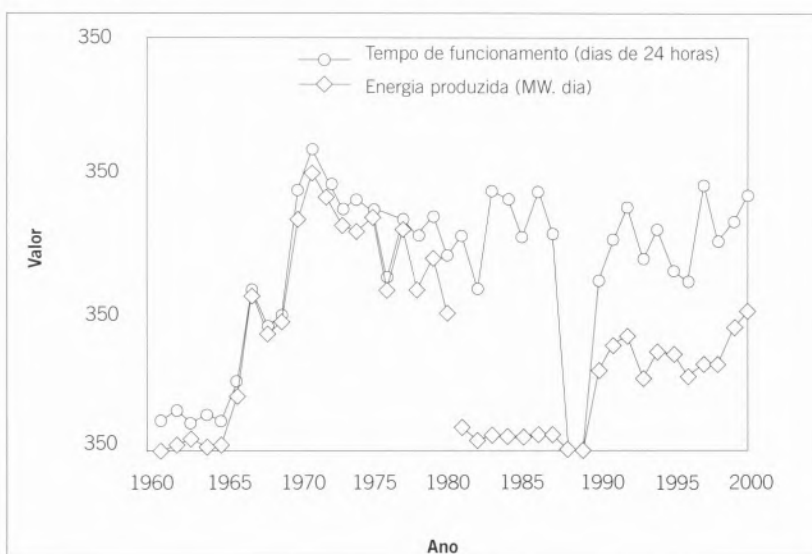
Para passar em revista a utilização que tem sido feita do RPI, optou-se por compilar as publicações em que se relata o trabalho realizado, entre 1961 e 2001⁴, fazendo apelo ao reactor como *fonte de neutrões* ou como *objecto de estudo*.

Embora tenha sido esta a opção, é de referir que nem todas as actividades respeitantes ao RPI deram lugar à produção de publicações. É o caso, por exemplo, das seguintes:

- Concepção e realização do actual sistema de comando do reactor – instalado em 1972 –, actividade que mobilizou uma numerosa equipa de engenheiros e técnicos portugueses e que constituiu uma notável oportunidade de especialização em electrónica de processamento de sinais, numa perspectiva de engenharia de sistemas;
- Actividades diversas de protecção contra radiações (controlo radiológico do ar do interior do edifício, da água da piscina e de efluentes líquidos e gasosos; recolha e deposição de resíduos radioactivos sólidos; monitorização de pessoas e locais de trabalho);
- Estágios e trabalhos práticos efectuados por estudantes dos ensinos superior e secundário.

As publicações inventariadas – num total de 654 – estão compiladas em [1], num

figura 1 Tempo de funcionamento do RPI e energia produzida.



anexo com 54 páginas. A **evolução do número de publicações** produzidas anualmente está representada na figura 2.

De 1963 a 1968, o número de publicações por ano situou-se entre 2 e 6, aumentando ligeiramente entre o final da década de 60 e o início da década de 80, em que o número médio de publicações por ano foi cerca de 8.

Desde 1981 até 1986, o número de publicações cresceu consistentemente. Tendo-se verificado, em Fevereiro de 1981, a ruptura da tubagem do circuito primário – o que obrigou o RPI a funcionar a potências não superiores a 100 kW –, parece estranho que o número de publicações tenha aumentado. Para interpretar esta aparente contradição, há que ter em conta dois factos, pelo menos: (1) em Fevereiro de 1981, foi publicado o estatuto da carreira de investigação científica aplicável ao Laboratório de Sacavém, que veio alterar as "regras" de progressão dos investigadores na carreira, dando uma importância acrescida a trabalhos publicados; (2) no início da década de 80, a equipa do RPI – então reduzida a cinco elementos com formação universitária – foi reforçada com seis elementos, três dos quais doutorados.

Entre 1986 e 1991, o decréscimo da produção científica é reflexo das obras de modernização levadas a cabo no RPI (paragem em Julho de 1987, com reinício da exploração em Março de 1990).

Desde 1991, tem-se verificado um aumento do número de publicações, ainda que com oscilações circunstanciais. Este aumento deve-se, em grande medida, a duas causas principais: (a) a consolidação das equipas e dos meios de investigação, em particular no Laboratório de Sacavém; (b) as obras de modernização do RPI, de que resultou a disponibilidade permanente do RPI, em condições de fiabilidade e segurança, para funcionar à potência nominal, com a vantagem acrescida de se ter passado a dispor de um fluxo de neutrões térmicos mais elevado.

Na figura 3, representa-se a **distribuição das publicações por categorias**. Os artigos publicados – onde se incluem os



figura 2 evolução do número de publicações.

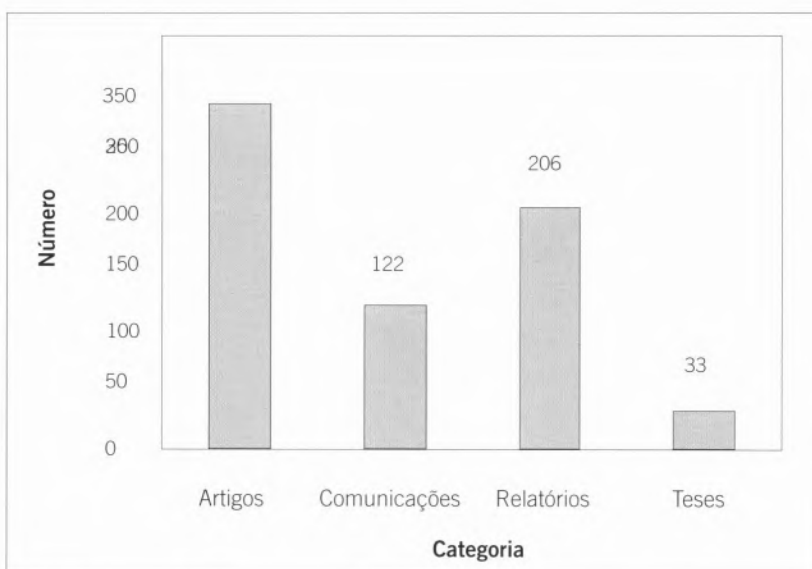


figura 3 Distribuição das publicações por categorias.

artigos publicados em "proceedings" de conferências – representam 45% do total das publicações. As *comunicações* apresentadas em reuniões científicas e publicadas como relatórios internos, assim como as que não foram publicadas em texto, correspondem a 19%. Os *relatórios* (onde se incluem relatórios internos, monografias e outros relatórios de difusão restrita) atingem 31%. Os restantes 5% dizem respeito a *teses* (onde se incluem, por exemplo, teses de doutoramento, teses de acesso à categoria de investigador auxiliar e dissertações de final de curso de licenciatura).

Com base na classificação do Sistema Internacional de Informação Nuclear (INIS) da Agência Internacional de Energia Atómica, foram estabelecidas categorias de assuntos segundo as quais as publicações foram classificadas – cf. Quadro 2.

Na figura 4, está representada a **distribuição das publicações por assuntos**. Nesta distribuição, podem ser considerados dois grandes grupos: as publicações respeitantes ao RPI enquanto *objecto de estudo* (182) e as publicações em que se fez apelo ao RPI enquanto *fonte de neutrões* (472). Considerando as publicações referentes ao segundo

Código	Assunto
S07	Radioisótopos e Fontes Radioactivas
S21	Reactores Nucleares de Investigação*
S36	Ciência de Materiais
S37	Química
S38	Química das Radiações e Radioquímica
S46	Instrumentação
S54	Ciências do Ambiente
S58	Geociências
S60	Ciências da Vida
S62	Medicina Nuclear
S73	Física Nuclear e Física das Radiações
S75	Física da Matéria Condensada
S99	Miscelânea

* Assunto respeitante à utilização do RPI como objecto de estudo.

quadro 2 – Código de classificação dos assuntos

grupo, verifica-se que a maior utilização do reactor se destinou a estudos nas áreas das Geociências (21%) e das Ciências do Ambiente (18%). Num segundo sub-grupo, predominam os seguintes domínios: Ciências da Vida (13%); Ciência de Materiais (10%); Física Nuclear e Física das Radiações (10%); e Química (7%).

Em [1], inclui-se um índice dos **377 autores** das publicações inventariadas. Verifica-se que a maior parte das publicações (61%) são da autoria exclusiva de investigadores do Laboratório de Sacavém, independentemente do departamento a que pertençam. A parte restante é da autoria conjunta de investigadores de outras instituições e de investigadores do Laboratório de Sacavém (28%) ou da autoria exclusiva de investigadores e formandos de instituições externas (11%).

As instituições externas a que pertencem os autores que utilizaram directa ou indirectamente⁵ o RPI são em número relativamente elevado. No Quadro 3, estão indicadas algumas dessas instituições.

A **utilização do RPI por docentes/investigadores de Universidades portuguesas** merece um comentário especial, à luz das expectativas iniciais. Com efeito,

do relatório da comissão criada pela JEN para estudar a aquisição do equipamento-base para este organismo [2], constava uma firme aposta na cooperação entre o LFEN e as Universidades portuguesas. Concretamente, nele se pode ler o seguinte:

É importante salientar que o Laboratório de Física e Engenharia Nucleares cuja montagem se propõe constituirá também um serviço prestado às Universidades portuguesas pois criará as condições para que se melhore a preparação

de físicos, de químicos e de engenheiros, e constituirá um centro posto à sua disposição no qual será possível a especialização dos licenciados e de membros dos seus corpos docentes.

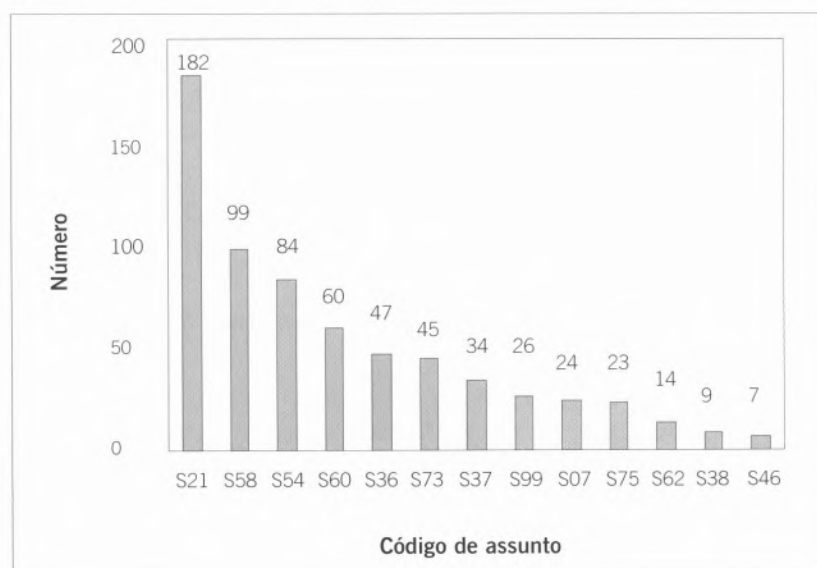
Foi bem claro nas reuniões da Comissão o desejo de que as Universidades portuguesas colaborem num empreendimento como este, particularmente no que se refere ao envio para o Laboratório, por tempo conveniente, dos cientistas de que dispõem.

Ora, verifica-se que a utilização do RPI por universitários foi relativamente escassa, quer em termos de formação de discentes (em actividades de graduação ou pós-graduação) e de especialização de docentes, quer em termos de integração de docentes/investigadores em equipas do LFEN e dos Institutos que lhe sucederam.

Duas notas finais

1. A colaboração institucional que faz apelo ao RPI representa apenas uma parte do envolvimento do Laboratório de Sacavém em projectos que contam com a participação de docentes e investigadores de entidades externas. Pela mesma razão, as publicações compiladas em [1] representam apenas uma parcela da produção científica do Laboratório. Por exemplo, no período 1990-2000, as 20 teses publicadas envolven-

figura 4 Distribuição das publicações por assuntos.



País	Instituição
Portugal	Instituto de Investigação Científica Tropical Instituto Nacional de Investigação Agrária Universidade de Coimbra Universidade de Lisboa Universidade Nova de Lisboa Universidade Técnica de Lisboa
Bélgica	Universidade de Gent
Canadá	Universidade de Dalhousie Fábrica de Alumínios Alcoa Instituto Valenciano de Investigações Agrárias
Espanha	Universidade Complutense de Madrid Universidade Politécnica de Madrid Universidade de Valência
EUA	Instituto Nacional de Padrões e Tecnologia (NIST)
França	Universidade de Paris VII
Holanda	Universidade Técnica de Delft
Reino Unido	Universidade de Manchester
Organizações internacionais	Agência Internacional de Energia Atómica (IAEA) Centro Europeu de Investigação Nuclear (CERN)

quadro 3 – Algumas instituições que utilizaram o RPI

do a utilização do RPI representam apenas 12% do número total de teses (170) produzidas com a participação do Laboratório.

2. Quarenta anos após o início do seu funcionamento, constata-se que o RPI está a ser utilizado em grande parte para efeitos de caracterização química de amostras de natureza diversa, pela técnica de análise por activação com neutrões, com aplicações preponderantes nas áreas das Geociências e das Ciências do Ambiente. Além disso, foram instalados um difractor de tempo de voo de neutrões e um difractor de neutrões de dois eixos, e está em curso de instalação um espectrómetro de dispersão de neutrões a pequenos ângulos, todos eles destinados à caracterização estrutural de materiais. Continua a dispor-se de vários dispositivos de irradiação de amostras junto ao núcleo do reactor (incluindo um sistema pneumático fixo e outro móvel) e uma coluna térmica (com um acesso horizontal e outro vertical), que têm vindo a ser

utilizados para a aplicação da técnica de análise por activação com neutrões, para a produção de radioisótopos e fontes radioactivas, e para estudos referentes a vários domínios científicos de entre os indicados no Quadro 2. Os dispositivos experimentais disponíveis, e outros que se encontram em fase de montagem, deixam antever um incremento da utilização do RPI no futuro próximo. Assim seja possível continuar a reforçar os meios humanos e materiais consagrados ao funcionamento do reactor.

Notas

¹ Este documento está disponível na Internet. Para o consultar, basta entrar no "site" do ITN (www.itn.pt) e "clickar" em Documentação, Livraria Virtual e na imagem da Capa (leitura via "Acrobat Reader").

² De acordo com os dados mais recentes da Agência Internacional de Energia Atómica, há reactores nucleares de investigação a funcionar, em construção ou planeados em 59 países.

³ 1 MW.dia equivale a 24 horas de operação do reactor à potência de 1 MW.

⁴ A compilação das publicações reporta-se a Junho de 2001.

⁵ Em parceria com investigadores do Laboratório de Sacavém.

Bibliografia

[1] Martinho, E., Oliveira, J.: *Reactor Português de Investigação: 40 Anos ao Serviço da Ciência e da Tecnologia – Publicações 1961-2001*, Instituto Tecnológico e Nuclear, Sacavém, 2001.

[2] Rocha, M.C.M., et al.: *Relatório da Comissão encarregada do Estudo da Aquisição de Aceleradores de Partículas e de Reactores*, Junta de Energia Nuclear, Lisboa (1955)

[3] *Tender Conditions for the Supply and Assembly of a Swimming Pool Nuclear Reactor and Experimental Research Equipment*, Lisboa (1956)

[4] Cacho, C.F.M., Cabrita, R.M., Galvão, J.P.: *The Portuguese One Megawatt Swimming Pool Research Reactor: Reactor Project and Preliminary Hazards Report*, Lisboa (1957). DOC.LFEN 1b, Sacavém (1963)

[5] Cacho, C.F.M.: *Alguns Comentários sobre a Organização do Laboratório de Física e Engenharia Nucleares*, in *Comunicações da Junta de Energia Nuclear à 1.ª Reunião dos Técnicos Portugueses de Energia Nuclear*, Junta de Energia Nuclear, Lisboa (1958)

[6] Cacho, C.F.M.: *Laboratório de Física e Engenharia Nucleares: Estudo sobre a Organização e o Desenvolvimento das Actividades*, Junta de Energia Nuclear, Lisboa (1961)

[7] Menezes, J.B., Cardeira, F.M.: *Modification and Modernization of the Portuguese Research Reactor*, Proceedings of the IAEA Topical Seminar on Management of Ageing of Research Reactors, Geesthacht, Alemanha, 1995; IAEA/TECDOC-792 - App.IV (1995).

Estudo de Polímeros Semi-Sintéticos e Sintéticos:

Uma viagem no tempo com paragem em marcos importantes da história do desenvolvimento de polímeros

PAULINA MATA*

Introdução e Enquadramento

A Universidade Nova de Lisboa oferece uma Licenciatura em Conservação e Restauro. Esta Licenciatura surgiu da necessidade de formar quadros especializados na conservação do património cultural e pretende dar uma sólida preparação científica e técnica repartida por duas fases. A primeira fase é caracterizada pela aprendizagem de conhecimentos básicos nas ciências fundamentais, e a segunda pela aplicação desses conhecimentos à prática dos métodos e técnicas da conservação e do restauro.

A Licenciatura em Conservação e Restauro tem, na sua primeira fase, diversas cadeiras de Química, ministradas pelo Departamento de Química da Faculdade de Ciências e Tecnologia, que constituem 18 do total dos 151,5 créditos do curso.

No 2.º semestre do 1.º ano os alunos têm uma cadeira de Química Orgânica. Esta é precedida, no semestre anterior, pelas cadeiras de Princípios de Química e Técnicas de Laboratório e Segurança. A cadeira de Princípios de Química é de índole geral, fornecendo a estrutura básica de conhecimentos para as restantes cadeiras de química. Dado que a preparação pré-universitária em química dos alunos deste curso é bastante diversa, esta cadeira permite ainda tornar esta preparação mais homogénea. Em Técnicas de Laboratório e Segurança os alunos adquirem conhecimentos sobre a postura e técnica de trabalho num la-

boratório, assim como noções de segurança e têm um primeiro contacto prático com as diversas técnicas e operações unitárias.

O estudo da química orgânica tem uma importância fundamental numa Licenciatura em Conservação e Restauro. De facto, as moléculas orgânicas são parte integrante dos organismos vivos e estes podem ser objecto de exposição em museu. Substâncias constituintes destes, ou delas derivadas, podem ainda ser usados em objectos de museu. É o caso da madeira e de algumas fibras animais e vegetais, em que se mantém a estrutura química original, e de materiais como o couro ou a borracha vulcanizada, obtidos de substâncias naturais por tratamentos que lhes modificam significativamente a estrutura. Também certos óleos e corantes são obtidos a partir de produtos orgânicos, e fenómenos como a secagem de tintas, a solubilidade de materiais e a alteração da cor de corantes naturais tem uma base comum – a química orgânica. Muitas obras de arte são constituídas actualmente por materiais sintéticos que, por vezes, também têm uma estrutura química orgânica, como é o caso dos plásticos. A compreensão das propriedades e comportamento destes materiais, assim como a sua manipulação, conservação e restauro requerem um conhecimento da estrutura dos compostos orgânicos, da relação desta com as propriedades e das reacções químicas a que podem estar sujeitos.

Na cadeira de Química Orgânica são introduzidos conhecimentos básicos que poderão ser extremamente úteis em cadeiras posteriores do curso nomeadamente Princípios de Bioquímica, Polímeros em Conservação, Diagnóstico de Têxteis, Diagnóstico de Mobiliário, Diagnóstico de Documentos Gráficos e Biologia em Conservação.

A cadeira de Química Orgânica, tal como é ministrada, tem como objectivo dar aos alunos uma formação básica sólida e ainda informação que sensibilize os alunos para o papel vital que a química orgânica desempenha não só no nosso dia a dia, mas também, e particularmente, na sua actividade profissional futura. As matérias cobertas são necessariamente limitadas, selectivas e ditadas pela sua relevância para materiais de museu. Certas áreas da química, como sejam a química de heterociclos, são pouco relevantes neste caso e não são abordadas. O mesmo se passa com um conjunto de reacções, em geral estudadas em cadeiras básicas de química orgânica, mas que não terão relevância neste caso. Porém, as reacções envolvidas nos processos de degradação dos compostos estudados, são dadas com detalhe, uma vez que a deterioração só poderá ser impedida ou retardada se os processos envolvidos forem compreendidos.

Aulas Práticas

Para as 14 semanas de práticas estão previstas diversos tipos de actividades, nomeadamente:

- Trabalho prático laboratorial;
- Utilização de modelos moleculares;
- Apresentação de trabalhos em formato a escolher pelos alunos (painéis, páginas na Internet, apresentações orais....) em que se evidencia a importância da química orgânica na sua actividade futura e em que o aluno tenha que fazer alguma pesquisa para recolha de informação.

O objectivo destas actividades práticas é uma consolidação dos conhecimentos adquiridos nas aulas teóricas, a familiarização com técnicas básicas utilizadas em química orgânica e a sensibilização para a relevância da química orgânica na actividade futura dos estudantes.

Nesta altura do curso a capacidade dos estudantes para planear e executar experiências é muito limitada. Assim, os trabalhos laboratoriais serão feitos com base em protocolos previamente elaborados. Os alunos trabalham idealmente em grupos de 2 ou, quando necessário, com um máximo de 3 elementos. Além dos registos no caderno de laboratório, no final da aula os alunos preenchem uma ficha com os resultados obtidos e fazem a interpretação destes, quando for caso disso.

É exigida aos alunos uma preparação prévia do trabalho prático, para que a sua execução seja mais eficiente e produtiva. Em cadeiras que leccionei anteriormente sempre insisti na importância da preparação do trabalho prático, no entanto sempre constatei que esta era em geral feita por um número restrito de alunos e que ao longo do semestre eram cada vez menos os que a faziam. O trabalho prático limitava-se assim frequentemente à "execução de uma receita" sem qualquer compreensão dos diferentes passos a realizar. Para "obrigar" os alunos a essa preparação, e permitir ao docente avaliá-la de uma forma relativamente rápida, na cadeira de Química Orgânica cada grupo faz, no início da aula prática, um pequeno teste. Este in-

cide sobre os principais fundamentos teóricos do trabalho a realizar, aspectos das técnicas envolvidas nos trabalhos e a compreensão das diversas fases do trabalho, e deve ser realizado num tempo máximo de 15 a 20 minutos. As respostas são corrigidas pelo docente no início da aula, sendo possível durante a realização do trabalho chamar a atenção dos alunos para alguns aspectos sobre os quais se verifique terem ideias menos correctas. Para orientar o trabalho de preparação da aula, no final do protocolo de cada trabalho, existe uma secção denominada "O que é importante saber antes de iniciar o trabalho".

A utilização de modelos moleculares pode ser extremamente útil na apreensão da natureza tridimensional da química e na compreensão da matéria. Assim, nas aulas práticas são promovidas actividades em que se usam modelos moleculares. A opção de utilizar uma aula para exercícios com modelos moleculares não permite cobrir todos os tipos de compostos estudados. Assim, no início de todas as aulas práticas, cada grupo recebe um exercício, que envolve o uso de modelos moleculares e cuja resolução não leve mais do que 15/20 minutos, podendo ser feito em tempos mortos do trabalho experimental. Em geral é pedido que construam determinada molécula de que se dá a fórmula estrutural e, caso seja possível, que simulem determinada reacção.

Nesta publicação apresentaremos um bloco de trabalhos práticos, realizados em duas sessões de 4 horas cada, relacionados com o estudo de polímeros não naturais. Numa são estudados polímeros semi-sintéticos, como o nitrato de celulose e o acetato de celulose que foram usados em películas de cinema e fotografia e que têm problemas particulares de conservação, em substituição do marfim em estatuetas (nitrato de celulose), no fabrico de obras de arte e em têxteis (acetato de celulose). Na outra são estudados polímeros sintéticos como o nylon e o poli-estireno.

Apresentam-se em seguida os protocolos dos trabalhos práticos, assim como exemplos dos testes pré-laboratoriais, fi-

chas a preencher no final da aula prática e exercícios com modelos moleculares.

Protocolos Experimentais

Preparação e Análise de Derivados da Celulose

Acetato de Celulose e Nitrato de Celulose

O objectivo deste trabalho é a familiarização com dois materiais que possivelmente vão encontrar na vossa actividade futura. No caso do acetato de celulose farão a sua preparação e analisarão as propriedades. No caso do nitrato de celulose, dado o risco que a sua preparação envolve, este será previamente preparado e apenas farão a análise das suas propriedades (propriedades comburentes, solubilidade e características).

Sendo este trabalho prático relativamente curto, e exigindo que aguardem que as soluções evaporem, parte da aula será usada para consultarem bibliografia e reunirem informação sobre a história do desenvolvimento do nitrato e acetato de celulose, sua importância no desenvolvimento da indústria de polímeros, sua aplicações...

Acetato de Celulose

Nota: Deve efectuar esta experiência na hotte.

1 – Coloque cerca de 0,3 g de algodão num balão de 100 ml e adicione-lhe 20 ml de ácido acético, 6 ml de anidrido acético e 4-5 gotas de ácido sulfúrico concentrado.

2 – Mexa bem com uma vareta de vidro até o algodão estar bem distribuído na solução e as bolhas de ar terem sido eliminadas. Aqueça o balão cuidadosamente, num banho de água, na hote, até notar que o algodão se dissolveu quase completamente.

3 – Verta a solução resultante sobre cerca de 200 ml de água destilada e observe a separação do acetato de celulose como um sólido fino.

4 – Recolha o precipitado num funil buchner (o funil deve ser grande) e lave-o com água destilada.

5 – Seque bem o precipitado obtido comprimindo-o entre folhas de papel de filtro.

6 – Dissolva o acetato de celulose em 30 ml de diclorometano. Uma vez que a solução se deve apresentar turva devido à presença de água, adicione cloreto de cálcio (exsicante) à solução para eliminar a água e agite. Filtre de novo usando um filtro de pregas.

7 – Verta a solução num cristalizador e deixe a evaporar lentamente na hote. Se necessário deixe de uma aula para a outra.

8 – Quando o diclorometano tiver desaparecido remova o filme de acetato de celulose, observe as suas características e teste as suas propriedades comburentes.

Nitrato de Celulose

O modo de preparação do nitrato de celulose usado faz com que este contenha essencialmente mono e dinitrato, estando o trinitrato em pequena quantidade. Este último é o chamado algodão de pólvora que é explosivo.

Propriedades Comburentes

Compare as propriedades comburentes do nitrato de celulose com as da celulose (algodão vulgar). Para tal sobre um rectângulo de papel de alumínio ponha um pouco de algodão e uma quantidade idêntica de nitrato de celulose. Com um fósforo deite fogo ao algodão e em seguida ao nitrato. Registe o que observa.

Solubilidade

1 – Teste a solubilidade do nitrato de celulose deitando uma amostra numa mistura de 5ml de éter e 5 ml de álcool etílico. Se não dissolver pode adicionar um pouco mais de solvente.

2 – Deite algumas gotas da solução resultante em água, agite e registe o que observa.

3 – Verta a solução restante num cristalizador e evapore lentamente na hote.

O que é importante saber antes de realizar o trabalho:

- A estrutura da celulose;
- A reacção química que vai efectuar na preparação do acetato de celulose.

Nota: Instruções para a preparação do Nitrato de Celulose

Num copo de 250 ml deite 20 ml de ácido nítrico e adicione 20 ml de ácido sulfúrico concentrado. Enquanto ainda quente, junte 1,5 g de algodão. Agite com uma vareta durante cerca de 10 minutos. Retire o algodão com a vareta, eliminando o máximo possível de ácido, e lave-o imediatamente em bastante água destilada fria. Repita a lavagem duas vezes. Esprema de modo a elimi-

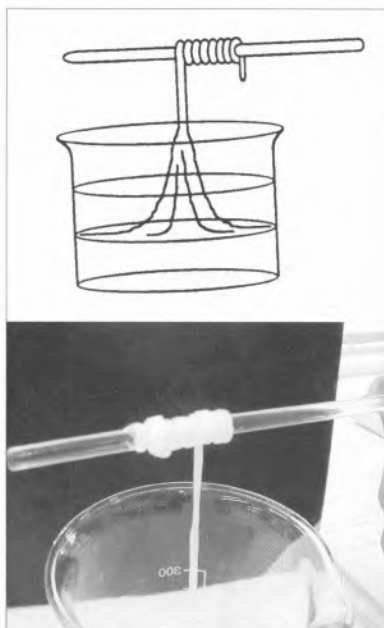


figura 1

nar o máximo possível de água e deixe o nitrato de celulose secar bem ao ar.

Preparação de Polímeros Sintéticos

Nylon e Poliestireno

Depois de terem estudado uma série de polímeros naturais (amido, celulose, e proteínas) e semi-sintéticos (nitrato de celulose e acetato de celulose) neste trabalho terão oportunidade de preparar dois polímeros sintéticos por métodos de polimerização diferentes (polimeriza-

ção por condensação e polimerização por adição).

Síntese do Nylon

1 – Preparação das Soluções

a) Solução aquosa de hexametileno-diamina: num copo de vidro misture 0,2 g de hidróxido de sódio, 25 ml de água e 0,3 g de hexametileno-diamina e agite.

b) Solução de cloreto de sebacoílo: num copo de vidro, misture 0,6 ml de cloreto de sebacoílo e 25 ml de hexano e agite.

2 – Num copo de vidro, introduza 10 ml da solução aquosa de hexametileno-diamina. Adicione-lhe 10 ml da solução de cloreto de sebacoílo, com muito cuidado para que as soluções não se misturem.

3 – Com uma vareta retire a película que se forma na zona de contacto das duas fases e tente enrolá-la.

Nota importante: Nunca deite as soluções para o cano sem antes as ter misturado muito bem com uma vareta para que se forme todo o polímero possível.

Síntese do Poliestireno por Polimerização Radicalar

Nota: Deve efectuar esta experiência na hote.

1 – Num balão de 100 ml deite 15 ml de tolueno e 4 ml de estireno, junte 0,25 g de peróxido de benzoílo. Adapte um condensador de refluxo e aqueça num banho de água mantendo a temperatura deste a 90°-95°.

2 – Ao fim de 1 hora, retire o balão do banho e deixe arrefecer durante 5 minutos. Observe a viscosidade da solução.

3 – Deite a solução num copo com 150 ml de metanol. Forma-se um precipitado branco de poli-estireno. Recolha-o por filtração com um funil buchner lave-o com 25 ml de metanol. Deixe secar deitando-o sobre uma folha de papel de filtro.

Solubilidade

Num tubo de ensaio deite cerca de 3 ml e acetona, junte um pouco de polímero seco e agite. Registe o que observa sobre a solubilidade do polímero depois

Teste Pré-Laboratorial Síntese de Polímeros – Nylon e Poliestireno

1. Na síntese do nylon vai fazer reagir cloreto de sebacoílo com hexametileno-diamina para obter nylon 6.10.

Escreva um esquema químico que traduza a reacção que vai realizar.

2. Escreva o esquema químico da reacção que vai realizar na preparação do poli-estireno.

Diga qual o papel do peróxido de benzoílo nessa reacção

3. Porque é que a reacção de síntese do nylon é uma reacção de polimerização por condensação e a do poli-estireno de polimerização por adição?

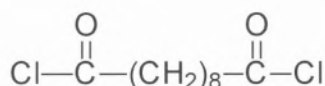
4. Faça um esquema da montagem para filtração com um funil buchner e refira os cuidados a ter.

5. Como vai organizar a realização dos trabalhos durante a aula?

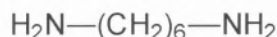
Modelos – Exercícios

1 – Construa modelos das moléculas de cloreto de sebacoílo e hexametileno-diamina:

Cloreto de Sebacoílo

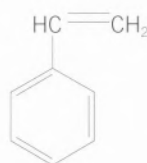


Hexametileno-diamina



Peça ajuda para fazer a condensação das duas moléculas.

2 – Construa uma molécula de estireno



Com as moléculas de estireno construídas pelos vários grupos construa um fragmento de uma cadeia de poli-estireno:

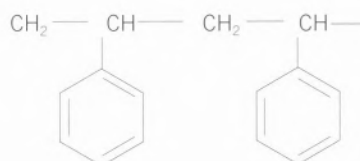


figura 2

de o deixar cerca de 10 minutos num banho de água a cerca de 40°.

Da mesma forma teste a solubilidade do polímero em água, etanol, tetracloreto de carbono e éter de petróleo.

Características

Numa espátula metálica ou numa colher ponha um pouco de polímero e aqueça até que este funda. Toque no polímero fundido com uma vareta de vidro e levante esta para se formar um fio. Observe a cor, consistência e fragilidade do fio que se forma. Compare as propriedades deste polímero com as do nylon.

Deixe arrefecer o poli-estireno na espátula e observe as suas características.

figura 3

O que é importante saber antes de realizar o trabalho:

– O que é polimerização por condensação e por adição;

– Conhecer a reacção química que vai efectuar na preparação do nylon;

– Conhecer a reacção química que vai efectuar na preparação do poli-estireno.

Este conjunto de trabalhos práticos tem sido um ponto de partida para uma visão mais abrangente da química orgânica, em particular do ponto de vista histórico e do impacto do seu desenvolvimento na sociedade actual. De facto estes polímeros, nomeadamente a história do seu desenvolvimento e aplicações, têm sido tema dos trabalhos referidos acima em que se pretende

evidenciar a importância da química orgânica na actividade futura dos alunos.

Considerações Finais

A cadeira de Química Orgânica da Licenciatura em Conservação e Restauro foi pensada de forma a ser o mais direccionada possível para os alunos em causa. Com o programa ministrado pretende-se dar uma preparação básica de química orgânica e simultaneamente sensibilizar os alunos para a relevância desta área da química na sua actividade futura.

A avaliação final da cadeira tem uma componente teórica e uma componente prática. A avaliação prática, além da avaliação contínua, análise do caderno

de laboratório e trabalhos apresentados, inclui uma entrevista de cerca de meia hora com cada grupo no final do semestre. Nesta alunos e docente fazem uma avaliação crítica da forma como decorreu o semestre e frequentemente são apresentadas sugestões por parte dos alunos. Uma conclusão destas entrevistas é que, embora as práticas desta cadeira exijam um grande trabalho de preparação, os alunos acabam por se sentir compensados pois a realização do trabalho prático faz mais sentido e, dado os trabalhos práticos estarem bastante relacionados com a matéria das teóricas, esse trabalho revela-se útil quando da preparação para os testes.

A utilização de modelos moleculares tem tido sempre uma apreciação positiva por parte dos alunos, sobretudo porque muitos deles tiveram pouca preparação pré-universitária em química, e tal permite-lhes uma visão menos abstracta da química orgânica que resulta numa melhor apreensão do que estão a realizar no laboratório. O facto de se ter procurado que a generalidade dos trabalhos práticos envolvesse produtos, materiais ou técnicas que os alunos possam relacionar com a sua actividade futura tem sido também referido como um factor de motivação.

Nota: Na página web do boletim (www.spq.pt) está disponível material suplementar, onde se inclui resposta a algumas das fichas

Preparação dos Polímeros

Síntese do Nylon

Observações:

Síntese do Poli-Estireno

Observações:

Solubilidade do Polímero

Acetona	Água	Etanol	Tetracloroeto de carbono	Éter de Petróleo

Características

Data:

Nomes dos elementos do grupo:

figura 4


Bibliografia Geral

- P. Mata, "Aulas Práticas – Química Orgânica – Licenciatura em Conservação e Restauro", FCT-UNL, 2000
- C. H. Snyder, "The Extraordinary Chemistry of Ordinary Things", John Wiley & Sons, 1995
- W. Hill, D. K. Kolb, "Chemistry for Changing Times", Prentice-Hall, 1998

B. Selinger, "Chemistry in the Marketplace", Harcourt Brace Jovanich, 1991

J. S. Mills, R. White, "The Organic Chemistry of Museum Objects", Butterworth-Heinemann, 1994

D. B. Macaulay, J. M. Bauer; M. M. Bloomfield, L. J. Stephens, "Laboratory Experiments – Chemistry and the Living Organisms", John Wiley & Sons, 1996



NÚMERO de certificado: 96/CEP.410

A Associação Portuguesa de Certificação (APCER)
The Portuguese Association for Certification (APCER)
certifica que o sistema da qualidade da
entidade abaixo especificada:

SOQUÍMICA – SOCIEDADE DE REPRESENTAÇÕES DE QUÍMICA, LDA.
Rua Coronel Santos Pedroso, 15
1500 - 207 LISBOA
PORTUGAL


Implementado na comercialização, manutenção e calibração de equipamentos de laboratório, cumpre os requisitos da
implementation in the supply, servicing and calibration of laboratory equipments, meets the requirements of


NP EN ISO 9002:1995

Sistemas da Qualidade. Modelo de garantia da qualidade na produção, instalação e assistência após-venda.
Quality Systems Model for production, installation and servicing.

O presente certificado é emitido no âmbito do Sistema Português da Qualidade.
This certificate is issued within the Portuguese System for Quality.

Data de emissão/issue of cert: 1999-06-18 Válido until/valid until: 2002-06-17


Luís Fonseca
Director Geral/General Director



SOQUÍMICA
Sociedade de Representações de Química, Lda

R. Coronel Santos Pedroso 15 · 1500-207 Lisboa **Tel 21 716 5160 · Fax 21 716 5169**
R. 5 de Outubro 269 · 4100-175 Porto **Tel 22 609 3069 · Fax 22 600 0834**
E-mail: soquimica@mail.telepac.pt www.soquimica.pt

A cozinha é um laboratório

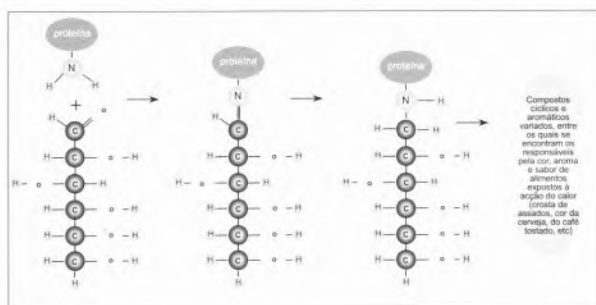
Para um químico pode ser surpreendentemente fácil julgar que tudo é química, encontrando-se neste "tudo" o conjunto de reacções que faz de nós seres vivos e pensantes, bem como o conjunto de actividades que desenvolvemos para tornar a vida mais agradável, longa e colorida. Para o cidadão não químico talvez seja fácil julgar que a química é culpada de desastres ambientais, de envenenamentos, da poluição, e de muitas outras actividades sujas que nos inquietam a todos. Temos pois uma situação do género "preto ou branco", em que um pouco de cinzento talvez possa ajudar. Um cinzento que forme um gradiente que permita criar um território comum. Cidadãos curiosos e químicos com vontade de mostrar as maravilhas da sua arte são os ingredientes necessários; o ponto de partida é a Química no quotidiano, a química que encontramos todos os dias, num contexto que seja

suficientemente interessante para poder cativar qualquer cidadão curioso. O programa Ciência Viva da responsabilidade do MCT (Ministério da Ciência e Tecnologia) promove várias actividades cujo objectivo é levar a Ciência ao cidadão. "A cozinha é um laboratório" reúne um grupo de investigadores e docentes universitários de várias instituições (<http://www.cienciaviva.mct.pt/concurso/forum/5forum/programa/cozinha.asp>) que pretende explicar ao público alguma da química envolvida na feitura de alguns dos mais frequentes preparados culinários, como o pão, a mousse de chocolate, os pastelinhos de bacalhau, ou uns scones. A receita dos scones, descrita nesta folha de actividades, foi apresentada no Pavilhão do Conhecimento em Lisboa, por ocasião do "Dia Nacional da Cultura Científica", integrado na "Semana da Ciência e da Tecnologia" e é da autoria da Prof.ª Paulina Mata.

A reacção de Maillard

Quando, há vários milhares de anos atrás, os nossos muito remoto antepassados introduziram o fogo como auxiliar nas lides culinárias, a reacção que presentemente chamamos de Maillard (em homenagem ao químico francês que primeiro investigou e publicou com profundidade sobre este tema) passou a ser uma presença constante na química culinária. Como é constatado na nossa prática diária bem como pelos testemunhos escritos que nos chegam dos livros de cozinha edi-

tados no passado, a reacção de Maillard é utilizada, em particular, para aumentar as qualidades organolépticas de muitos pratos. Quem não reconhece o aroma característico do pão acabado de fazer, que nos faz imediatamente pensar em pão quente e estaladiço, de preferência bem barrado de manteiga que logo ali se derrete? ou de uma boa peça de carne assada? ou ainda, do café acabado de moer? As belíssimas tonalidades em ouro e caramelo das cervejas, bem como a cor de muitos alimentos que foram expostos ao calor são igualmente uma consequência da reacção de Maillard, representada de forma simplificada na figura; para mais detalhes aconselha-se a leitura de [2] e [3].



Ação do fermento (consultar [1] e [3])

Gelificação do amido (<http://www.cienciaviva.mct.pt/docsforum/pao.doc>)

Constituição do ovo (http://www.cienciaviva.mct.pt/docsforum/microndas_pudim.doc)

Interesse da actividade

Como já foi dito este é um trabalho de divulgação científica, que pode no entanto ser utilizado como pretexto ou exemplo em diversas cadeiras de química.

O conjunto de reacções envolvidas num processo culinário pode ser utilizada como trabalho introdutório em cadeiras de Química Geral, Química Orgânica, Química-Física, Bioquímica ou Ciência de Polímeros. A profundidade da análise dependerá da maturidade científica dos alunos. A explicação da acção de um fermento culinário como o

"Fermento Royal", pode ser utilizado tanto numa aula de Química-Física como de Química Geral. Mais detalhes sobre a química do fermento e dos equilíbrios ácido-base do ião carbonato podem ser encontrados em artigos do J. Chem. Ed. [1], que já em 1926 publicava a história do fermento culinário [1a]. A reacção de Maillard poderá com proveito ser desenvolvida numa cadeira de Química Orgânica [2] e a gelificação do amido em Polímeros. Toda a química do ovo se adequa a uma cadeira de Bioquímica.

Acerca da actividade

No ano passado, em Outubro de 2000, a semana da química americana foi dedicada à Química na cozinha e para o consumidor; artigos e referências várias podem ser encontrados no vol. 77 do J. Chem. Ed. [3]. Será de interesse comparar o modo de acção do fermento de padeiro

(consultar <http://www.cienciaviva.mct.pt/docsforum/pao.doc>) com a do fermento culinário, bem como comparar o efeito da farinha, e mais concretamente do amido e sua gelificação na estrutura/textura/consistência final do produto.

Resposta às perguntas

- Embora mais lentamente do que a quente o ácido e base que compõem o fermento vão reagindo e o CO₂ gerado antes do bolo ir para o forno pode escapar da massa e não contribuir para que o bolo cresça.
- Para o fermento poder actuar tem que se dar uma reacção entre

um ácido e uma base. Neste caso se estamos a juntar apenas base é porque o bolo tem já ingredientes ácidos em quantidade suficiente para reagir com a base que juntamos como por exemplo sumo de limão, iogurte...

Outras experiências e referências

[1] a) J. Chem. Ed. 3 (1926) 492; b) ibidem 77 (2000) 1098; Química Nova, 10 (1999) 50 -51.

[2] Angew. Chem. Int. Ed. Engl. 29 (1990)565

[3] J. Chem. Ed., 77 (2000).

[4] H. This, "Les secrets de la casserole", Belin, 1993.

[5] S. O. Corriher, "CookWise", Morrow, 1997; A. Gardiner, S. Wilson and the Exploratorium, "The Inquisitive Cook", Owl Books, 1998; P. Barham, "The Science of Cooking", Springer, 2000; H. Hillman, "Kitchen Science", Houghton Mifflin, 1989.

A cozinha é um laboratório

A farinha e o fermento

A farinha de trigo tem diferentes componentes, nomeadamente amido, açúcares, proteínas, gorduras, sais minerais e água. Diferentes farinhas têm diferentes proporções destes componentes. Considerando o caso das proteínas, a sua presença na farinha pode ter valores bastante variáveis, de cerca de 8% até cerca de 14%. Quando se junta um líquido, como água ou leite, à farinha estas proteínas vão ligar-se entre si e formar como que uma rede (gluten) forte e elástica. Consoante a preparação culinária que estamos a fazer é desejável ou não que esta rede se forme. Ela é desejável quando fazemos pão, ou massa folhada, mas não é desejável quando fazemos um bolo, uma massa de tarte, crepes ou scones, pois torná-los-ia duros. A farinha que se vende com fermento, que normalmente é usada para bolos, tem um baixo conteúdo em proteínas o que vai dificultar a formação desta rede.

O fermento é constituído por bicarbonato de sódio (uma base) e um ácido em quantidade suficiente para reagirem entre si, contendo ainda amido que serve para manter estes dois componentes separados e secos, pois vai absorver a humidade do ar, impedindo assim que reajam entre si. Quando se mistura o fermento com um líquido contendo água dá-se uma reacção química entre o bicarbonato e o ácido e novos produtos se formam. Neste caso o mais importante é a formação dióxido de carbono, um gás, produzindo milhões de bolhinhas:

bicarbonato de sódio + ácido \rightarrow sal + dióxido de carbono + água

O dióxido de carbono formado vai contribuir para tornar os scones mais leves.

A manteiga

A manteiga, além do sabor agradável que dá, tem essencialmente duas funções nos scones. Torna-os mais macios, pois vai envolver as proteínas da farinha, impedindo que elas se liguem entre si, e cria camadas de massa, funcionando como separador. Pedacos de manteiga fria, portanto firme, mantêm as camadas de massa separadas no forno quente tempo suficiente para elas começarem a ficar firmes. O vapor que se forma quando a massa coze separa essas camadas.

Diferentes tipos de gordura – manteiga, margarina, banha ou óleo – tendo consistências diferentes e fundindo de forma variada, têm diferentes capacidades de envolver as proteínas e servir de separador.

Podem-se deixar pedacos relativamente grandes de manteiga, já que contribuem para uma melhor textura, pois facilitam a formação de camadas de massa. É conveniente que a manteiga esteja tão fria quanto possível quando vai para o forno, para que as camadas de massa tenham tempo de começar a endurecer antes que a manteiga derreta, assim deve-se mexer na massa só o necessário. O uso das varas contribui para que a manteiga se mantenha o mais fria possível.

O açúcar, além de adoçar, também vai fazer com que as proteínas da farinha tenham mais dificuldade em se ligar, pois vai ligar-se a estas, por isso também contribui para uma textura mais macia. O sumo de limão, sendo ácido, também vai reduzir a ligação entre proteínas e é mais um contributo para tornar a massa mais macia. Vai fazer também com que a massa se torne firme mais rapidamente ao cozer.

Alimentos em que se pretende que se forme a rede de gluten devem ser demoradamente amassados, pois deste modo vai promover-se a aproximação das moléculas de proteína e a formação da sua rede. Quando esta não é desejável os alimentos não devem ser muito amassados, é o que se passa neste caso em que a massa deve ser apenas amassada até ficar homogénea. Além deste aspecto, outra razão para a massa ser pouco amassada, é evitar que o calor das mãos aqueça a massa e assim manter a manteiga tão fria quanto possível. É também por esta razão que o leite deve estar bem frio quando se é adicionado.

O calor do forno vai fazer com que os scones adquiram uma textura firme devido à coagulação das proteínas e gelificação do amido na massa. A parte exterior vai ficar estaladiça devido à evaporação da água e quando cozidos os scones ficam dourados. Esta cor é o resultado de uma série de reacções químicas complexas, chamadas reacções de Maillard, que a estas temperaturas se dão entre açúcares e proteínas presentes nos scones. Estas reacções produzem moléculas que, além da cor, dão também um sabor agradável.

Experimente

Para estas experiências necessita do seguinte material: forno, balança, copo para medir líquidos, 2 colheres de sopa, 1 colher de chá, 1 faca de mesa, corta-bolachas com 5 cm de diâmetro, vara para massas (facultativo), tabuleiro.

Os produtos necessários são: 225 g de farinha com fermento; 1 colher de chá de fermento para bolos; 50 g de manteiga; 20 gr de açúcar; 125 ml de leite; umas gotas de sumo de limão.

Realização da experiência

1 – Misture bem a farinha com o fermento. Deite a manteiga, fria, partida em pedacinhos. Com as pontas dos dedos, ou umas varas, trabalhe a mistura até ficar com um aspecto de areia.

2 – Junte o açúcar e mexa bem. Deite no leite, bem frio, umas gotas de sumo de limão e deite-o na mistura de farinha, mexendo com uma faca. Quando tudo estiver misturado, deite sobre a mesa e trabalhe com as mãos o mínimo tempo possível, só até ficar ligado.

3 – Deite a massa sobre a mesa polvilhada de farinha e com um rolo levemente enfarinhado estenda a massa até ficar com cerca de 2 cm



de altura. Com um corta-bolachas com cerca de 5 cm de diâmetro corte os scones. Polvilhe-os com farinha e arrume-os num tabuleiro de ir ao forno, também polvilhado de farinha.

4 – Leve imediatamente ao forno a 220 °C, colocando o tabuleiro na parte superior do forno; coza cerca de 12-15 minutos.

nota: Para obter uns bons scones, a massa nunca deve ser estendida com menos de 2 cm de altura. Antes de cortar cada scone passe o corta-bolachas com um pouco de farinha e empurre-o até ao fundo da massa sem o rodar.

A massa que fica depois de cortar os scones deve ser de novo amassada até ficar ligada e repete-se o processo.

Para responder

- 1) Porque é que os bolos, scones p.e., que contêm fermento químico devem ir para o forno o mais depressa possível?
- 2) Nalgumas receitas, em vez do fermento para bolos tipo fermento Royal, a lista dos ingredientes inclui só bicarbonato de sódio (Na_2CO_3). Em relação ao crescimento do bolo, que pode dizer quanto às características de alguns dos ingredientes dessas receitas?

Educação Científica e Educação Literária

A. M. AMORIM DA COSTA*

1. Introdução

A propósito dos 250 anos do nascimento de J. W. Goethe, escrevi neste mesmo *Boletim*, já lá vão mais de dois anos, algumas considerações em torno do tema «A Química na Cultura e a Cultura na Química», sem intenção de trazer para a luz da ribalta qualquer das acesas discussões que a separação entre a actividade dos "intelectuais literários" e a actividade dos "cientistas da Natureza" tantas vezes tem suscitado. Realçando a acção humanista e científica de J. W. Goethe, numa altura em que a sua figura era evocada de muitas e variadas formas, foi meu simples propósito pugnar pela componente humanizante que a prática científica pode comportar e sem a qual facilmente se pode converter em funesta ameaça e agressão à nossa existência quotidiana¹.

Alguns leitores dessas minhas considerações que por escrito me fizeram chegar os seus comentários, queriam que tivesse ido mais longe e tivesse claramente entrado no debate da cultura que os intelectuais do mundo das Letras têm como apanágio seu confrontada com a cultura que os estudiosos das ciências Exactas e da Natureza, na especialidade de seus domínios científicos, de igual modo para si reclamam.

Considerando o debate público que hoje se trava, em todo o país, em torno do Ensino que temos, contra o qual se erguem por toda a parte as mais ferozes queixas de inadequada organização curricular, deficiente programação e manifesta ineficácia no seu objectivo de criar cidadãos que ao deixarem o En-

sino obrigatório se tenham como minimamente cultos e com uma formação científica minimamente aceitável, julgo ser momento oportuno para aceitar o repto de alguns desses leitores para levantar aqui o problema, seja na sua componente histórica, seja numa perspectiva que poderemos considerar de propedêutica.

2. "Literatura e Ciência"

O título «Literatura e Ciência» de que me sirvo para rotular este parágrafo é conscientemente plagiado do título da *Rede Lecture* proferida por Mathew Arnold, em 1882, na Casa do senado da Universidade de Cambridge² Mathew Arnold era, ao tempo, "o mais destacado homem de letras da Inglaterra Vitoriana", a quem os seus pares dos estudos literários consideravam "o principal apóstolo da cultura"³.

Em si mesmo, o título em causa é passível de duas leituras imediatas: o dualismo dos estudos literários (= a Literatura) em contraposição com os estudos das leis que regem os fenómenos naturais (= a Ciência); ou a consideração do carácter sistemático e organizado dos estudos literários da língua e da história na base do qual a Literatura reclama para si o estatuto de "ciência" que os investigadores do mundo natural tendiam a considerar apanágio exclusivo do método por eles utilizado em seus estudos.

Com a Revolução Industrial e, particularmente a partir dos finais do século XVIII e ao longo do século XIX, criou-se um distanciamento profundo entre os

estudiosos dos fenómenos do mundo natural, os homens da física, da química e da história natural e os estudiosos do mundo humano, os homens das Artes, das Letras e da Filosofia. Sem prescindir do carácter rigoroso do tratamento matemático, o estudo dos fenómenos naturais caracterizava-se por um tratamento sistemático de indução e dedução considerado portador de novos critérios do que poderia ser tido por verdadeiro conhecimento, deixando completamente de fora todos os aspectos teológicos e metafísicos. O estatuto de ciência foi rapidamente apropriado por esse estudo.

Esta apropriação do estatuto de ciência cavou um fosso profundo entre os estudiosos do mundo humano e os investigadores do mundo natural, entre as humanidades e as ciências. Sociologicamente, o carácter nobre que ao longo dos séculos sempre fora reconhecido à Teologia e à Metafísica, foi, a princípio, favorável aos estudiosos do mundo humano. O estudo das humanidades gozava de mais elevado estatuto que o estudo das ciências. Este foi estigmatizado, durante muito tempo, como "uma actividade profissional não excessivamente limpa, e de modo nenhum conveniente no que respeita à educação de um cavalheiro", em particular, se se tratava das ciências aplicadas⁴. Falho o estatuto de ciência, os estudiosos das humanidades gozavam em regime de quase exclusividade do estatuto de cultura. A educação literária é que era a grande fonte de cultura e a solução educacional de maior prestígio social e maior contributo para o bem estar da Nação.

*Dept. de Química, Universidade de Coimbra – Portugal

O correr do tempo foi, todavia, desfavorável a esta tendência geral. Da crescente institucionalização do ensino das ciências nas instituições universitárias e crescente recrutamento das categorias superiores da administração pública de entre as fileiras dos homens de ciência, resultaria um salutar equilíbrio entre o estudo das ciências e o estudo das humanidades e entre as instituições que ministram uns e outros e, ainda, entre as classes sociais.

Hoje, os dois grupos de estudiosos, os estudiosos do mundo humano e os estudiosos do mundo natural, reclamam para si, com similar fundamento, o estatuto de cultura e o estatuto de ciência.

Foi neste sentido que M. Arnold desenvolveu a sua *Rede Lecture*, no longínquo ano de 1882, respondendo às acusações que T. H. Huxley, dois anos antes, na abertura do Mason College de Birmingham, lançara sobre os adeptos da educação clássica tradicional. Defendendo que "a ciência fazia parte da cultura e facultava uma preparação mental rigorosa, ao mesmo tempo que representava um contributo inestimável para o bem-estar da Nação", T. H. Huxley, denunciara a resistência às reivindicações da educação científica pelos adeptos dos programas clássicos tradicionais, considerando-os "simultaneamente arbitrários e de vistas curtas"⁵.

Na sua Conferência *Literatura e Ciência*, M. Arnold defendeu que a literatura e a ciência não podiam ser tratadas nem tidas como dois saberes completamente estranhos um ao outro, considerando que sem qualquer deles, é falha a educação aperfeiçoada dos cidadãos. Na defesa da sua dama, deixava peremptoriamente claro que "o estudo das ciências naturais pode produzir um especialista cheio de valor prático, mas nunca um homem culto". Para tanto, tinha por absolutamente indispensáveis os estudos literários, especialmente o estudo das literaturas da Antiguidade, concedendo muito embora, que a a categoria da literatura deveria compreender não só os grandes clássicos das Letras, mas todos os grandes clássicos do conhecimento, incluindo expressamente na lista

destes os *Principia* de Newton e *A Origem das Espécies* de Darwin.

Não foram precisas grandes lutas para que qualquer sistema de ensino dos países do chamado Mundo Ocidental aceitasse e consagrasse nos seus currículos a necessidade dos estudos literários em conjunto com os estudos das ciências como parte integrante dum educação aperfeiçoada de todo e qualquer cidadão. As assim chamadas "duas culturas", a dos estudos das humanidades e a dos estudos dos fenómenos naturais, a dum educação literária e a dum educação científica⁶, passaram a integrar os planos curriculares dos diversos sistemas de ensino nacionais, num primeiro período de carácter formativo geral, independentemente da sua diversidade. A especialização foi invariavelmente relegada para um período mais tardio, não importa se já fora ou ainda dentro do sistema de ensino obrigatório.

3. Da necessidade, tempo e modo da especialização

O acordo entre os intelectuais literários e os intelectuais da ciência reconhecendo a necessidade de ambas as suas culturas para a educação aperfeiçoada de todos os cidadãos é para cada uma das partes um acordo minimalista. Na sua visão tecnocrática do bem-estar da Humanidade, os intelectuais da ciência acreditam facilmente que só a ciência pode resolver os problemas com que o desenvolvimento humano se confronta no dia a dia. Por sua vez, os intelectuais literários, pouco à vontade com o avassalador e tantas vezes extremamente perturbador poder da máquina, sentem que este é ameaça fatal ao desenvolvimento do espírito e que só a cultura literária é verdadeiro e único repositório das soluções mais fundamentais e humanas, em todos os sentidos da palavra, de toda a Humanidade.

Numa posição de confronto mútuo, os intelectuais da ciência acusam os intelectuais da literatura de dispenderem uma energia excessiva em pormenores bizantinos e serem, por natureza, verdadeiros *ludistas*⁷. Do outro lado, os inte-

lectuais da literatura acusam os intelectuais da ciência de inconscientes e impiedosos subversores dos valores humanos, dominados por interesses extremamente limitados pela utilidade e pela quantidade, esquecidos de que os maiores valores humanos são os de ordem moral.

Se na educação geral de cada indivíduo não for devidamente doseada a especialização que tende a extremar nele uma das "duas culturas" em confronto, o fosso entre os intelectuais da literatura e os intelectuais da ciência tornar-se-á cada vez mais profundo, com graves rupturas recorrentes na história cultural das sociedades em que se dá.

Impõe-se pois, que os mais diversos sistemas educativos em que, nas diferentes sociedades, se formam os cidadãos que engrossam as fileiras de cada uma das culturas em confronto procurem atenuar e reduzir até ao máximo possível a cisão estrutural da vida do espírito. E porque esta se tece nas malhas da especialização, é no campo desta que se impõe agir quando se pretende obviar ao máximo aos malefícios do fosso que numa sociedade, separa as duas.

No vasto mundo e diversidade dos saberes do nosso tempo, é impensável fazê-lo com um não quase absoluto à especialização. O desenvolvimento do saber atingiu um ponto de não-retorno impossível ao "de omne re scibile" de há uns séculos atrás. Citando uma vez mais S. Collini podemos dizer que "o processo de especialização enquanto tal é, hoje, uma condição preliminar do progresso intelectual, e amiúde, um aperfeiçoamento sensível das ideias e das técnicas"⁸.

Se não é possível fugir ao processo de especialização que por si próprio cava o fosso entre as "duas culturas", parece ser evidente que para atenuar os malefícios que dele naturalmente decorrem, a nível do cidadão e a nível da sociedade, se impõe "regulá-lo" de modo a minimizar os efeitos nocivos e maximizar os efeitos benéficos que em si mesmo a especialização simultaneamente contém.

Dois factores parecem passíveis de imediata regulamentação: o **tempo** em que se faz e o **modo** como se faz.

Referindo-nos ao tempo em que a especialização deve ser feita, não queremos centrar a nossa atenção na duração por que se deva estender. É que uma vez iniciado o processo, ele passa a fazer parte integrante do indivíduo que nele se envolveu. Intervir no seu desenrolar joga, a partir de então, com a liberdade pessoal de acção que nem sempre se compadece facilmente com regras pre-estabelecidas de regulamentação. Referimo-nos pois, ao tempo em que ela é imposta como uma vertente do sistema educativo em que o indivíduo está inserido.

Nos termos da actual Lei de Bases do Sistema Educativo Português, não há especialização na formação escolar dos cidadãos até ao fim do 3.º Ciclo do Ensino Básico, que constitui, neste momento, o termo do ensino obrigatório. Cumprindo os planos curriculares, neste estágio da sua formação académica, a todos os cidadãos portugueses foi ministrado o mesmo repositório de saberes.

A especialização académica dos saberes, em Portugal, impõe-se com o ingresso no Ensino Secundário.

O aluno com um percurso regular dentro do sistema tem então 14-15 anos. O leque de diversificação que neste momento de Ensino já não obrigatório lhe é oferecido compreende actualmente quatro agrupamentos (científico-natural, artes, económico-social e humanidades). Ao escolher qualquer um deles, o aluno está a fazer uma opção decisiva que, por norma, vai conformar toda a sua vida. Poderá sempre voltar atrás, mas só o poderá fazer com perdas e custos para sempre irreparáveis.

É muito precoce esta idade em que o aluno tem de fazer esta opção de especialização. Os efeitos culturais da especialização, a nível da formação secundária, como mais tarde a nível da formação superior, são motivo de ansiedade e ponderação tais que a formação educativa especializada numa fase excessivamente precoce poderá ser terrí-

velmente nefasta. O adiamento da escolha deste tipo de especialização para um período de maior maturidade seria altamente benéfico. Os 17-18 anos seriam uma idade muito mais aconselhável para o efeito.

Outros factores importantes dos próprios requisitos do sistema escolar suportam de igual modo a grande conveniência de se adiar o mais possível a especialização da formação escolar. Por um lado, está em curso uma rápida massificação do Ensino Secundário e até do Ensino Superior: os jovens são cada vez mais encorajados a participar no ensino e na formação pós-obrigatória, criando-se um clima não já de obrigatoriedade legal de frequência escolar, mas de obrigatoriedade social. Este rápido crescimento da escolarização do ensino pós-obrigatório impõe a diminuição da diferenciação no Ensino Secundário. Por sua vez, a evolução da economia de mercado aponta cada vez mais no sentido de profissionais mais polivalentes, fomentando um aumento do leque de competências dos jovens à entrada do mercado de emprego⁹.

A formação geral e a desprofissionalização fazem parte da actual ideologia macroeconómica global e hegemónica do discurso político educacional a nível internacional, pouco apologista de uma mão-de-obra muito especializada à saída do sistema escolar, sobretudo a nível do Ensino Secundário¹⁰.

Alongar a escolaridade geral obrigatória e adiar a idade de escolha entre os vários tipos de formações gerais, técnicas e profissionais, torna-se pois, um desideratum cada vez mais premente.

Por outro lado, é notória e deplorável a incultura científica, histórica e filosófica do cidadão que se ficou pela formação académica geral do ensino obrigatório, a nível do 3.º ciclo do Ensino Básico. Mesmo admitindo que essa formação se encontra em patamares de rendimento muito aquém das potencialidades que o sistema comporta se devidamente rentabilizado, são manifestas as falhas de formação geral que lhe são inerentes e que não se afiguram fáceis de suprir

sem uma extensão do tempo de formação.

O alargamento do ensino obrigatório para além do actual 3.º ciclo do Ensino Básico e o adiamento da especialização do Ensino Secundário para uma fase mais tardia deste, ou mesmo definitivamente relegada por completo para o Ensino Superior, parece ser inevitável. Um e outro são já prática corrente em muitos países do mundo Ocidental, nomeadamente na maioria dos países europeus, onde é crescente a atracção por uma "formação geral" e marcada a decisão de desespecializar e desprofissionalizar os percursos mais ligados ao ensino não-superior¹¹.

Numa altura em que está em curso uma reorganização curricular dos Ensino Básico e Secundário, parece-nos ser altura apropriada reformular o Ensino Secundário que temos, seguindo um padrão já generalizado em muitos dos referidos países, organizando-o em dois ciclos (10.º - 11.º + 12.º, ou 10.º-11.º + 12.º-13.º), em que o plano curricular do primeiro seja exactamente o mesmo para todos os estudantes que o frequentem, e só no segundo se entre em alguma diferenciação entre uma formação geral e uma formação profissional. Até ao fim do primeiro ciclo do Ensino Secundário todos os estudantes deveriam receber a mesma formação geral, uma formação que articulada com a do Ensino Básico se traduza num elevado nível de utilização, no dia a dia, das competências em Matemática, Física, Química, Ciências Naturais, Língua Pátria, Língua Estrangeira de Comunicação e Língua Estrangeira de Cultura que se espera do bom cumprimento de um programa destas disciplinas, sagazmente adequado às necessidades reais do país, nos respectivos domínios do saber; e se traduza também numa formação básica, suficientemente satisfatória do ponto de vista de cultura geral, em História, Geografia, Filosofia e Sociologia. Deseja-se que todo o cidadão que cumpriu com aproveitamento a etapa do Ensino obrigatório conheça bem os "comos" e os "porquês" dos conteúdos que os programas das referidas cadeiras tiveram como objectivo infundir-lhe e saiba

deles usar e dispor com correcção e dextreza, no dia a dia.

Defendido o adiamento da especialização da formação académica para a parte terminal do Ensino Secundário, com um alargamento deste a todos os jovens, proporcionando-lhes uma escolha de formação especializada numa idade mais madura, e uma formação geral mais vasta para o cidadão em geral, resta-nos dizer alguma coisa sobre o modo como a formação especializada poderá ser regulamentada de maneira a atenuar o fosso que ela mesma cava entre as "duas culturas" de que falámos.

Quanto maior for a especialização, começa ela no Ensino Secundário ou ocorre apenas a nível do Ensino Superior e posterior actividade profissional, mais rígidas serão as separações entre as disciplinas que formam o tecido cultural de cada um dos lados do fosso; mais acentuadas serão as linhas divisórias; mais intensos serão os sentimentos de superioridade ou desprezo entre os grupos profissionais formados, porque mais profunda será a diferença entre ambos.

A profundidade da separação decorrente duma especialização intensa poder-se-á atenuar alargando o leque da especialização. Sem afectar a profundidade da especialização, da sua diversificação resultarão necessariamente múltiplos grupos culturais entre os quais a radicalização se torna mais difícil, até ao ponto de se poder ser levado à situação caricata de alguns deles se poderem interrogar com toda a legitimidade sobre de que lado devam ser considerados, na divisão dicotómica do campo cultural: do lado dos intelectuais da literatura ou do lado dos intelectuais da ciência? Na especialização muito diversificada, o fosso entre as "duas culturas" perde a sua alteridade porque mais do que "duas culturas", passarão a existir um sem número delas, cada qual com a sua linguagem própria e os seus próprios pontos de referência. A separação cultural entre os diferentes grupos profissionais que daí resulta continua, mas esvai-se a diferença de poder entre eles, pelo simples facto de a multiplicidade implicar fragmentização.

Tentar atacar deste modo o perigo decorrente da existência do fosso cavado entre as "duas culturas" será optar pelo clássico "dividir para vencer". Não nos parece que este seja o melhor "modo" de regulamentação da especialização cultural. À aproximação das "duas culturas" por um processo de divisão, em que as diferenças entre ambas se diluem pelos muitos compartimentos criados, preferimos uma aproximação concretizada num espaço cultural duma intersecção comum a ambas.

Não se trata de tentar substituir as "duas culturas" em confronto por aquilo que já foi chamado a "terceira cultura" de que os historiadores da sociedade muitas vezes se arrogam serem os mais legítimos representantes. Porque a ciência só por si não fornece todas as luzes necessárias para o governo do mundo e porque as humanidades têm muito a rever para se adaptarem às necessidades de uma sociedade dominada pela ciência e pela tecnologia, imperioso se torna que na definição da ordem das disciplinas que levam à cultura característica do domínio de cada uma das duas culturas em confronto se preste atenção mais às semelhanças do que às diferenças entre as operações mentais de um lado e de outro da fronteira que separa a ciência das humanidades. Essa atenção pressupõe que no período de especialização mais específico e mais determinante, o período em que se cumpre o plano curricular do Ensino Superior, se deixe bem claro que as diferentes formas de inquirição intelectual, que fornecem adequadamente diferentes formas de conhecimento ou inteligibilidade, não constituam, nenhuma delas, de per si, um modelo a que as demais se devam conformar.

O trabalho dos historiadores, filósofos e sociólogos da ciência tem aqui insubstituível função. Tornada uma componente forte da formação especializada dos homens da ciência e dos homens da literatura, com as necessárias adaptações necessárias à mais adequada apresentação de matéria idêntica a discentes com interesses e conteúdos de formação diferentes, a história social da ciência, na sua análise dos factores

sócio-culturais que impellem a investigação em certas direcções preferenciais e as necessidades sociais e psicológicas subjacentes aos ideais do profissionalismo e do desinteresse, mostrará a uns e outros, os intelectuais da literatura e os intelectuais da ciência, que a cultura de cada um deles é apenas uma expressão do modo como a sociedade se orienta em relação ao mundo, ambas elas inseparáveis das questões fundamentais da ordem política e moral sobre que a mesma assenta¹².

A História, Filosofia e Sociologia das Ciências, nesta visão, é hoje, uma componente forte da formação académica, consagrada nos respectivos currículos disciplinares, oferecida pelas mais prestigiadas Intituições de Ensino Superior. O seu enraizamento em algumas delas conta já com várias décadas de existência e está bem patente na própria estrutura em que a Instituição se organiza. Sublinhando o carácter de interdisciplinaridade entre a cultura dos homens da ciência e a cultura dos homens da literatura, em muitas dessas Instituições essa formação é ministrada em Unidades de Ensino e Investigação próprias, com autonomia idêntica à de qualquer outra Faculdade ou Departamento, com iguais exigências de formação específica do seu corpo docente/investigador, cientificamente creditado na interdisciplinariedade requerida, que o amadorismo é, em princípio, fonte de descrédito.

É o caso, por exemplo, da formação académica oferecida pelo Massachusetts Institute of Technology (MIT), em Cambridge dos USA, ou pelo California Institute of Technology (CALTECH), em S. Francisco do mesmo país, duas das mais prestigiadas instituições de formação científica, em todo o mundo. Tratando-se de duas Instituições criadas de raiz para promover a formação académica de cariz tecnológico, como o próprio nome indica, ambas elas tomaram para base da sua organização duas unidades básicas: por um lado, as Escolas (no caso do MIT) ou Divisões (no caso do CALTECH) de formação no domínio dos estudos dos fenómenos naturais (a Biologia, a Física, a Matemática, a Astronomia, a Química, as Engenharias); e

por outro lado, a Escola ou Divisão das Ciências Sociais e Humanas. A estrutura de ambos estes Institutos está toda consignada na base destas duas unidades de formação académica em que o número de créditos exigidos como obrigatórios da formação específica de cada uma delas para titular o grau que confere deixa lugar para um elevado número de créditos de livre escolha por parte dos formandos¹³.

O simples título de alguns tópicos das diferentes áreas de investigação dominantes na Escola/Divisão das Ciências Sociais e Humanas de qualquer dos dois Institutos de Tecnologia são só por si significativos relativamente ao objectivo perseguido: História moderna das Ciências Físicas; História da Física e Filosofia das Ciências Físicas; Filosofia da Ciência, Filosofia da Biologia, Filosofia da Linguística; Ciências Naturais e Literatura; Filosofia da Psicologia e da Linguística; Ciência, Ética e Sociedade...

A pouco e pouco, com bastante atraso, com evidentes avanços e recuos e danos irreparáveis pelo meio, também em Portugal há Instituições de formação académica apostadas no desafio de aproximação das "duas culturas". A

aposta passa pelo debate em torno do tempo e do modo da especialização cultural que referimos

Para que ao tempo próprio da mais eficaz especialização, o tempo do Ensino Superior, os que se movem nos domínios específicos da cultura literária se possam sentar lado a lado com os que se movem nos domínios da cultura da ciência importa que uns e outros tenham sido expostos a um comum conjunto equilibrado de matérias até tão tarde quanto possível.

Referências

¹ A. M. Amorim da Costa, *Química*, 75 (1999), 26-29.

² M. Arnold, *Literature and Science in The Complete Works of Mathew Arnold*, (R.H. Super, Ann Arbor, 1974) vol. X, pp.52-73.

³ S. Collini in C.P. Snow, *As duas Culturas*, (Ed. Presença, Lisboa, 1996) Introdução, pp.15-16.

⁴ Idem, p. 14.

⁵ T. H. Huxley, *Science and Culture* (1880) retomado em T. H. Huxley, *Science and Education: Essays*, Londres, 1893, 134-159.

⁶ cf. em particular, C. P. Snow, *The Two Cultures in New Statesman*, 6.Out.1956; Idem, *The Two Cultures and the Scientific Revolu-*

tion, Rede Lecture, Cambridge 1959, trad.

As Duas Culturas, (Publ. D. Quixote, Lisboa, 1965, col. Vector, n.º1); Idem, Ed. Presença, Lisboa, 1993.

⁷ Nota: *Ludismo*: movimento anti-máquina, surgido no Norte de Inglaterra, nos princípios do século XIX, liderado pelo mítico Ned Ludd que terá guiado os artesãos do Lancashire no incêndio generalizado das fábricas da região.

⁸ S. Collini, *loc. cit.*, p. 50).

⁹ Joaquim Azevedo, *O Ensino Secundário na Europa: o neoprofissionalismo e o sistema educativo mundial* (Universidade do Porto, Tese de Doutoramento, 1998), pp. 324-325.

¹⁰ Idem, p. 561.

¹¹ Idem, *passim*

¹² J. Golinski, *The Theory of Practice and The Practice of Theory – Sociological Approaches in the History of Science* in *Isis*, 81 (1990), 492-505.

¹³ A organização e demais informação sobre as referidas Instituições pode ser consultada nas páginas da Internet: <http://www.hss.caltech.edu> e <http://www.mit.edu>.



Equipamento de Laboratório

Balanças - Centrífugas - Aparelhos de pH - Tituladores
Condutoímetros - Agitadores - Espectrofotómetros
Microscópios - etc.

Vidros e Plásticos de Laboratório

Distribuidores NORMAX

Material Didáctico

Ensino Secundário e Superior
Representantes exclusivos SISTEDUC - Sistemas Educativos S.A.

Rua Soeiro Pereira Gomes, 15 r/c Frente
Bom Sucesso - 2615 Alverca
Telefs. (01) 957 04 20/1/2 - Fax (351-1-957 04 23) - Portugal

O estado do ensino, uma pequena contribuição

A. M. BOTELHO DO REGO*

QUANDO SE TRATA DE DISCUTIR O ESTADO do ensino no país entramos sempre num terreno escorregadio passível de gerar mal-entendidos, mal-estar, acusações cruzadas, brios feridos, etc. Na verdade, para encontrar soluções, curas para a doença (penso que neste momento poucos negarão a sua existência...) de que enferma o nosso ensino, é necessário diagnosticá-la, o que é uma verdade de La Palice¹. E é aqui que a questão se complica. Quando se começa a escarpelizar o assunto há sempre alguns (ou muitos) que se sentem pessoalmente atacados e que reagem como *primas-donnas* ofendidas.

Ora este artigo(zinho) dificilmente suscitará reacções de ofensa por parte de alguém. Não por medo da autora mas por pura incompetência. Com efeito, quando tentei iniciar a tarefa de diagnóstico deparei-me com um problema do tipo ovo/galinha. Quem estará a funcionar mal: o Ensino Infantil que devia existir e praticamente não existe? O Ensino Primário² que estabelece (estabelece mesmo?) metas pouco ambiciosas para um escalão etário que está em estado de esponja relativamente à aquisição de conhecimentos e ao desenvolvimento de aptidões? Ao Ensino Secundário² que se recusa, por exemplo, a desenvolver a capacidade dedutiva e de abstracção dos alunos³(!)? Ao Ensino Superior que, entre muitas outras coisas, deveria preparar professores (para todos os graus de ensino) científica-, pedagógica- e eticamente habilitados para instruir mas sobretudo para educar? Por que ponta se deve pegar? Pelo Ensino Superior que fornece professores para todos os

outros graus e se auto-abastece? Pois, mas a matéria prima que recebe vem dos outros graus de Ensino... Cá está o ovo e a galinha ou a pescadinha de rabo na boca. E para complicar a questão há também, e se calhar em pé de igualdade em termos de importância, os factores sócio-económicos que contribuem para a questão.

Pronto (ou será prontos?). Os chavões estão cá todos e nesta altura da análise é bem patente a incapacidade da autora para apontar SOLUÇÕES para o que quer que seja (c.q.d.).

Porquê este pequeno artigo (desabafo), então?

Porque penso que, no estado em que as coisas estão todas as contribuições bem intencionadas (e essa é a única característica que eu posso garantir neste caso) são bem-vindas, mesmo estando o Inferno cheio de bem intencionados.

O que eu tenho para partilhar com os leitores é um conjunto de observações que tenho feito ao longo dos últimos anos de docência e que me têm deixado particularmente preocupada. É certo que se trata de observações sobre um número reduzido de alunos. Mas a maneira de saber se estas observações têm algum significado estatístico, se correspondem a comportamentos médios e portanto exigem medidas imediatas e eficazes ou se, pelo contrário, foram observações fortuitas feitas por alguém que tem o azar de cair em situações complicadas, ou que é pura e simplesmente pessimista, é precisamente publicando-as, publicitando-as e escutando o eco.

Passemos então às observações:

1.º Exemplo: A um conjunto de 130 alunos do 1.º ano de uma licenciatura de Engenharia (não Química) a quem foi explicado nas aulas teóricas e nas aulas de problemas (no âmbito de uma disciplina de Química Geral) o que era uma liga metálica intersticial e uma liga metálica de substituição⁴ foi posto o seguinte problema:

O cobre metálico puro tem uma massa volúmica de 8,96 g/cm³, à temperatura ambiente. Uma liga de cobre com um elemento desconhecido X tem, nas mesmas condições uma massa volúmica de 8,85 g/cm³. i) De que tipo de liga se trata? ii) Sabendo que a percentagem de elemento X é de 2,2 % e admitindo que a contribuição de defeitos é desprezável, identifique X. Justifique apresentando os cálculos.

Como resposta à alínea i) pretendia-se qualquer coisa como: "Uma vez que uma liga intersticial com pequena percentagem de outro elemento tem sempre de ter uma massa volúmica superior à do metal puro, esta liga tem de ser de substituição e o elemento X tem de ser mais leve do que o cobre". Dos 130 alunos, 2 (dois; não é gralha...) responderam correctamente à pergunta. Repare-se que o aluno para responder a esta questão necessita apenas da definição de liga de substituição e intersticial, do conceito de massa volúmica e de capacidade de raciocínio. Expliquei a duas pessoas que têm como nível máximo de instrução a antiga 4.ª classe o que eram os dois tipos de liga e o que é massa volúmica e essas pessoas não tiveram difi-

*Departamento de Engenharia Química, Instituto Superior Técnico, Av. Rovisco Pais, 1049-001 Lisboa. e-mail: amrego@ist.utl.pt

culdade nenhuma em responder à pergunta sem necessidade de efectuar qualquer cálculo.

Já a resolução da alínea ii) exige alguma ferramenta específica: o aluno tem de saber "ler" a estrutura cristalina de um dado metal na Tabela Periódica, tem depois de saber descrevê-la, tem de saber contabilizar os átomos do metal e do elemento substituinte numa célula cúbica, tem de saber relacionar o volume dessa célula com as dimensões lineares do átomo, etc.

Como nas aulas de problemas tinha sido resolvido, em todas as turmas, um exercício em que era pedida a massa volúmica de uma liga de substituição dada a sua composição, quase todos os alunos "pegaram" na questão e a trataram como um problema relativo a uma liga de substituição independentemente da resposta que tinham dado na alínea a). É verdade que, destes todos, apenas um encontrou de facto a resposta para o problema mas grande parte deles obtive mais de metade da cotação. Note-se que nesse conjunto de 127 alunos havia uma boa dezena de bons alunos (nota final na cadeira ≥ 14 valores). Um dos dois alunos que respondeu correctamente à alínea a) teve uma nota global na prova que dava direito a oral (menor do que 9,5 e maior do que 8). Assim, quando reví a prova verifiquei que o aluno não "pegou" na alínea b). Quando lhe perguntei porquê ele afirmou-me com toda a honestidade que não fazia a mínima ideia de como tratar o problema quantitativamente. Devo confessar que não tive paciência para ir rever as outras 126 provas para verificar o que tinha feito o outro aluno que respondeu correctamente à alínea a) mas não ficaria admirada se a sua resposta à alínea b) tivesse sido classificada com um rotundo zero.

2.º Exemplo: Num exame da disciplina de Fenómenos de Transferência leccionada (por um colega meu e não por mim) no 3.º ano do curso de Engenharia Química, havia um problema clássico de permutadores de calor. Eram dadas as características do permutador e a temperatura de entrada da água (25°C) e de saída do óleo (>100°C). Um

aluno conhecia completamente o modo de resolver o problema mas enganou-se em alguns cálculos (as "fórmulas" estavam todas certas) e obteve uma temperatura de saída da água de -10°C (menos 10 graus Celsius). O meu colega classificou o problema com zero valores. O aluno protestou: "Descontar tudo só porque me enganei nos cálculos?". Ao que o professor respondeu "Acha lógico que a água possa sair a -10°C?". O aluno após pensar um pouco responde "Pois claro que não pode: a -10°C estava congelada e não podia sair dos tubos"!!!

3.º Exemplo: Numa aula de laboratórios de Química-Física (3.º ano de licenciatura em Eng. Química) o aluno tem de fazer uma determinação de um índice de refração de uma mistura orgânica num refractómetro de Abbé. O aparelho, no entanto, não dá o valor do índice directamente. Têm depois de se consultar tabelas que convertem a leitura no aparelho no valor do índice de refração (para além de outras correcções posteriores devidas a vários factores). Acontece que um nónio⁵ existente no aparelho, permite fazer a leitura com uma casa decimal a mais relativamente aos valores das tabelas. Já não me lembro exactamente dos valores em causa mas vamos imaginar que o número lido era 26,885 e na tabela vinha $n=1,55034$ para o valor de 26,88 e $n=1,55042$ para o valor de 26,89.

Ao passar pela bancada eu disse ao aluno "Pronto, então o índice de refração não corrigido é de 1,55038. Vamos agora corrigi-lo".

O aluno olhou para mim com grande desconfiança e pergunta "A professora tem a certeza? Como é que sabe sem fazer a conta?". "Mas eu fiz a conta: fiz mentalmente. É um caso tão simples". Ele pega na pasta, abre a pasta, tira uma máquina de calcular, último modelo, liga a máquina, digita furiosamente uma série de algarismos e diz triunfalmente: "Vê professora, enganou-se; afinal dá 1,55015!". Pacientemente, lá lhe expliquei que o valor interpolado não podia ficar fora do intervalo [1,55034, 1,55042]. Continuou desconfiado, digitou novamente uma série de caracteres

e diz-me: "Não professora, não me enganei a digitar os algarismos está tudo certo e dá mesmo 1,55015. Pedi-lhe então para me explicar o que tinha feito. Tinha ajustado uma recta aos pontos (26,88, 1,55034) e (26,89, 1,55042) e depois calculou o "y" para um "x=26,885". Expliquei-lhe então que com um tão grande número de casas decimais era natural que a máquina fizesse aproximações que fossem responsáveis pelo erro. Foi estudar o manual da máquina, onde estava explicado que havia na máquina já instalado um programa para fazer aquele tipo de interpolações. Meia hora (ou mais) depois, o aluno obtinha finalmente na máquina o resultado que eu lhe tinha anunciado e que eu obtive em fracções de segundo (e grande parte das pessoas da minha geração, mesmo sem qualquer curso superior, obteria).

E para não maçar mais o leitor, paro aqui com os exemplos.

Não vou aqui pretender que estes casos sejam representativos, sobretudo os dois últimos que incidem apenas sobre um aluno. Mas podia contar centenas deles talvez com um cariz menos anedótico mas todos com um mesmo denominador comum: um divórcio muito grande, nos alunos actuais, entre a capacidade de pensar, de raciocinar, e a capacidade de calcular. De calcular com calculadora, claro! Cálculo mental, nem pensar! Isso era na idade média!

Por este comentário não se pense que eu sou contra o uso dos últimos avanços tecnológicos na escola. Bem pelo contrário! E quem me conhece bem, sabe-o. Tal como não sou contra o uso de meios de transporte motorizados. Acho mesmo que, em muitos aspectos, representaram uma libertação para a nossa espécie. Agora far-me-ia muita confusão se os humanos perdessem a sua capacidade de andar pelo facto de existirem automóveis. Imaginem o que seria (pelo menos os deficientes motores devem perceber muito bem a situação) se todos nós tivéssemos de usar um veículo motorizado para ir do quarto para a casa de banho, da cozinha para a sala de jantar, do gabinete para o laboratório,

da sala de aula para o refeitório da escola, etc...

Para além deste aspecto imediato do cálculo mental, penso que ele pode também ser uma das melhores ferramentas para exercitar a mente, sobretudo em indivíduos muito jovens. Pode, assim, ser uma peça fundamental para desenvolver a capacidade de raciocínio. E essa é fundamental mesmo que se tenha na mochila a calculadora mais artilhada do mundo.

É certo que o raciocínio meramente intuitivo nos pode enganar e por isso deve ser complementado (mas nunca substituído) sempre que possível com cálculos que confirmam ou não as conclusões qualitativas. Agora, não é menos verdade que a ditadura dos cálculos sem o acompanhamento do raciocínio é, porventura, ainda mais perigosa.

A este respeito, é muito interessante um artigo recente publicado no *J. Chem. Education*⁶ sobre uma investigação dos factores que influenciam o desempenho dos estudantes na disciplina de Química-Física. Não vou aqui resumir a metodologia usada nem todas as conclusões atingidas pelo autor mas apenas respirar uma ou duas frases do artigo que me tocaram particularmente e vêm dar suporte mais sólido à percepção que tenho do sentido em que deve caminhar o ensino pelo menos dos alunos destinados ao Ensino Superior: "...Breaking down the math diagnostic by the types of questions asked, we found that the item most significantly correlated with course grade was the ability to solve word problems...". Os outros "itens" do teste de matemática compreendiam cálculo básico (integração/diferenciação), álgebra (resolução de sistemas de equa-

ções, ou seja, cálculo matricial) e cálculo avançado (equações diferenciais, expansão em série de Taylor). Isto é, mesmo numa disciplina em que os professores lamentam que a formação matemática dos alunos não seja mais avançada e que os alunos temem por "ter" muita matemática, o teste feito evidencia que mais importante do que a aquisição prévia de ferramentas matemáticas, é a capacidade de raciocínio, a capacidade para compreender.

A capacidade de intervenção de cada um de nós, em particular, nos *curricula* escolares é, porventura muito limitada sobretudo nos *curricula* dos primeiros anos de ensino. Agora o que podemos é, enquanto professores que lidam com vários escalões etários de alunos, contribuir para a mudança de mentalidades e de atitudes relativamente ao saber. Nomeadamente que a abordagem quantitativa de um problema não substitui a abordagem qualitativa; complementa-a. Que a máquina de calcular deve ser usada como um instrumento de ajuda e não como uma droga de que se depende de modo doentio. Que a capacidade de raciocínio, fundamental para resolver problemas novos, se exercita diariamente e quanto mais cedo se começar melhor. Dei aqui o exemplo, porque vinha a talhe de foice, do papel do cálculo mental nesse exercício mas há muitos outros exercícios com papel idêntico. Os nossos especialistas em Pedagogia devem conhecê-los bem. Por favor, numa altura em que se apela tanto aos professores que ensinem os alunos a aprender, eu imploro: ensinem-nos, a nós professores, a ensinar! Aos professores de todos os graus de ensino. Ensinem-nos a pôr os nossos alunos a raciocinar e

não a debitar a receitas e a depender doentivamente da máquina de calcular.

Referências

[1] Esta é uma das injustiças da História: os responsáveis por esta designação foram os soldados do Senhor de La Palice (e não ele) que em seu louvor compuseram uma canção onde se encontrava uma afirmação de uma evidência simplória (verdade de La Palice): "Un quart d'heure avant sa mort, Il était encore en vie".

[2] Que, parece, mudou de designação. Nisso o nosso ensino é pródigo. Para que não haja confusões: Ensino Primário é aqui usado como sinónimo dos quatro primeiros anos de ensino obrigatório (a antiga 4.ª classe) e Ensino Secundário como sinónimo dos 8 anos seguintes.

[3] Objectivo assumido pelo responsável ministerial pela elaboração dos programas de Matemática para o Ensino Secundário (e de cujo nome me esqueci...) durante as Jornadas Pedagógicas que decorreram no Instituto Superior Técnico em Lisboa no ano de 1999.

[4] Numa liga de substituição, átomos do metal base são substituídos nas suas posições da rede cristalina por átomos de outro ou outros elementos. Uma liga intersticial é formada por ocupação de interstícios da rede cristalina por átomos de outro ou outros elementos. Quando o elemento extra está presente em pequena percentagem a ocupação de interstícios ou a substituição de átomos da rede dá-se sem modificação do volume molar do metal base.

[5] Por incrível que pareça, são pouquíssimos os alunos que chegam a um curso de Engenharia tendo já ouvido falar de um e não encontrei ainda nenhum que soubesse justificar o seu funcionamento! Que diabo, é das poucas invenções portuguesas!

[6] G. Nicoll, J. Francisco, *J. Chem. Educ.*, **78** (2001) 99.

"In my hunt for the secret of life, I started my research in histology. Unsatisfied by the information that cellular morphology could give me about life, I turned to physiology. Finding physiology too complex, I took up pharmacology. Still finding the situation too complicated, I turned to bacteriology. But

bacteria were even too complex, so, I descended to the molecular level, studying chemistry and physical chemistry. After twenty years' work, I was led to conclude that to understand life we have to descend to the electronic level and to the world of wave mechanics. But electrons are just electrons

and have no life at all. Evidently on the way I lost life; it had run out between my fingers."

Albert Szent-Györgyi (personal Reminiscences).

A nefasta artificialidade das provas de "exames" do 12.º ano

VICTOR M.M. LOBO*

FUI CONVOCADO PARA UMA REUNIÃO DE responsáveis pela elaboração dos enunciados dos exames do 12.º ano numa dependência do Ministério da Educação, em Lisboa. Foi-me dada para apreciar a chamada "Prova Modelo", isto é, um dos enunciados de exame "sorteado" de entre os que foram preparados para provas, portanto um dos que poderia ter saído, neste caso, para Química.

Realmente, não concordo com a maneira como são elaborados os enunciados destes exames do 12.º ano, e ao que me é dado ver, o que se passa na Química é similar ao que se passa noutras áreas.

Tendo em vista contribuir para uma melhoria do sistema, como anteriormente tenho feito [1], e não como crítica negativa a quem quer que seja (e tal foi assim entendido por aqueles responsáveis que acolheram os meus pontos de vista com muita cordialidade), tive então oportunidade de expor as ideias que seguidamente indico, só com o objectivo de entusiasmar alunos, docentes e pais envolvidos a reflectirem sobre esta problemática, eventualmente discordando dos meus pontos de vista.

1. Permeia por todo o enunciado da Prova Modelo um "artificialismo" que denota falta de experiência em lidar com a Química do dia a dia de quem elaborou tal enunciado. E isso é muito prejudicial para os alunos e para o ensino em geral. Dá a ideia de que o conhecimento científico só serve para um jogo, uma charada, um "puzzle" onde só

interessa descobrir a chave pensada pelo seu autor, mas sem que tal tenha algo que ver com a realidade. Mas não é assim. A Química serve fundamentalmente para resolver problemas concretos, úteis para os cidadãos.

Tomemos como exemplo a questão 3 do Grupo II.

Trata-se de uma área muito importante da Química, muito prática, e fazerem-se perguntas sobre ela é muito útil. Só que a redacção do texto de 3 é extremamente infeliz. Pode perguntar-se exactamente o mesmo, mas utilizando um texto que reflecta o que efectivamente acontece na prática. Assim, poder-se-ia dizer:

3. Num laboratório um grupo de alunos dispõe de:
- 100 cm³ de solução aquosa de ácido clorídrico de concentração 0,50 mol dm⁻³ (solução A);
 - 100 cm³ de solução aquosa de ácido acético de concentração 0,50 mol dm⁻³ (solução B);
 - solução aquosa de hidróxido de sódio, de concentração desconhecida;
 - Uma bureta e um balão de Erlenmeyer, entre outro material de laboratório.
- 3.1. Determine o volume de solução concentrada de ácido clorídrico 10 mol dm⁻³ que terá sido utilizado para preparar a solução A por diluição.
- 3.2. Para titular a solução de hidróxido de sódio, usa-se a solução A.

Realizam-se três ensaios, com os seguintes resultados:

Volume de titulante	Volume de titulado
12,5 cm ³	10,0 cm ³
12,4 cm ³	10,0 cm ³
12,3 cm ³	10,0 cm ³

3.2.1. Em qual dos instrumentos, bureta ou balão de Erlenmeyer, colocaria a solução A?

3.2.2. Determine a concentração da solução de hidróxido de sódio.

* Departamento de Química, Universidade de Coimbra, 3004-535 Coimbra. E-mail <vlobo@ci.uc.pt>; Fax 239 827703

O que aqui digo para a questão 3 aplica-se, nas suas linhas gerais, a quase todo o enunciado do exame. Assim, numa outra questão (a n.º 2) onde se manda calcular uma constante de equilíbrio, diz-se

"Num recipiente ... introduzem-se ... de um composto X, ... de um composto Y e ... de um composto Z, a uma determinada temperatura".

Ora, poder-se-ia dar um caso concreto, e não algo irrealista de "compostos X, Y e Z", a "determinada" temperatura.

É importante que o aluno saiba dar uma interpretação para o facto de ser água líquida a 25°C, enquanto o H₂S é gasoso a 25°C. Mas discordo da redacção das 4 alternativas da questão 1.4 que por economia de espaço não reproduzimos. É aceitável dizer-se que todas elas dão a sua contribuição, mas nenhuma alternativa é a "desejável". Qual seria a que os autores têm em mente como "correcta"? Como é que um aluno pode "adivinhar" tal charada?

Acho as questões 1, 2, 3 e 5 muito, mesmo muito infelizes. Seria longa uma explanação das razões que me levam a tal dizer.

Um enunciado de um exame de Química desta responsabilidade deve ser redigido por pessoas com bons conhecimentos práticos de Química, o que não tem sido o caso em várias provas de exames anteriores, e parece-me continuar a ser o presente caso. O artigo de 2/6/1998 da referência [1] mostra também o lamentável desconhecimento de bases de Química por quem elaborou um dado ponto do 12.º ano.

Assim, sugiro que o júri tenha muita atenção a estes aspectos, para evitar gravíssimas consequências.

2. É muito questionável a elaboração de um enunciado para este efeito, fortemente baseado em perguntas de escolha múltipla.

Estes são muito úteis e eficientes num dado contexto (fui sujeito a muitos quando estudei nos EUA), mas no actual contexto parecem-me inadequados, por razões cuja explanação seria longa.

3. Pretende-se determinar a concentração de hidróxido de sódio numa solução aquosa daquele composto, por titulação com uma solução de ácido clorídrico. Dispõe-se de uma bureta e um balão de Erlenmeyer, entre outro material de laboratório.

3.1. A solução titulante de ácido clorídrico de concentração 0,50 mol dm⁻³ será preparada por diluição a partir de uma solução concentrada de ácido clorídrico 10 mol dm⁻³. Calcule o volume desta solução concentrada necessário para preparar 100 cm³ da solução titulante.

[Note-se que estes quantitativos não são nada realistas, como alguém que trabalha neste assunto bem sabe; haveria pois que os alterar para valores mais apropriados. Também este modo de preparação da solução titulante viola elementares procedimentos de análise química].

3.2. Suponha que se realizaram três ensaios de titulação da solução de hidróxido de sódio, tendo-se obtido os seguintes resultados:

[Quadro indicado]

3.2.1. Determine a concentração da solução de hidróxido de sódio.

3.2.2. Em qual dos instrumentos, bureta ou balão de Erlenmeyer, colocaria a solução titulante?

3.3. Ninguém titula hidróxido de sódio com ácido acético. O contrário é que é natural. Logo, a redacção deve ser alterada, e pode sê-lo de modo a averiguar-se o mesmo tipo de conhecimentos. Também 3.3.2 não é nada natural. Contudo pode perguntar-se:

No ponto de equivalência de ... a solução será ácida, alcalina ou neutra? Justifique, escrevendo as equações representativas das reacções químicas que utilizar na sua justificação.

Escrever-se "solução A, B, ..." não é recomendável. Ninguém rotula os frascos com "solução A, ...". Seria contra as mais elementares regras de segurança, e causa aos alunos uma confusão desnecessária. Um exame não deve ser uma charada!

Assim, entendo que o enunciado do exame não deveria contemplar perguntas de escolha múltipla, a não ser que se constituísse um grupo de professores muito treinados em fazer perguntas de escolha múltipla, e soubesse muito da respectiva ciência. Para um país pequeno como Portugal, tal ficaria muito caro.

3. Um exemplo da artificialidade que permeia toda a orientação exposta para esta prova é o exposto no n.º 4 da "Proposta de informação": "Não é permitido o uso da Tabela Periódica". Isto seria como não ser permitido o uso de uma régua ou esquadro para um exame de desenho rigoroso, pois se procuraria

testar a habilidade do aluno a traçar, à mão, um segmento de linha recta!

Que tipo de conhecimentos de Química querem os autores do texto testar em alunos do 12.º ano? Só quem não tem experiência da prática da ciência Química pode fazer tal afirmação!

A proibição do uso de máquinas de calcular alfanuméricas e programáveis, além de difícil fiscalização, é também um artificialismo indesejável. Que mal há em que o candidato lá meta todas as fórmulas, definições, etc.? O que interessa é ver se ele sabe Química, e se as perguntas forem "naturais", isto é, o gé-

nero de questões que quem trabalha em Química tem pela frente, elas bem avaliarão esse conhecimento, tenha ou não o candidato metido na calculadora o que quisesse. Eu próprio tenho longa experiência disso nos exames de todas as disciplinas que tenho regido (há já 38 anos que reajo disciplinas, ainda do tempo da régua de cálculo e tábua de logaritmos).

Defendo convictamente que artificialidades deste género são profundamente perniciosas no ensino em Portugal.

Referências

[1]Victor M.M. Lobo (A albanização do ensino em Portugal), *Jornal Público*, 97.07.19; Victor M.M. Lobo (Algumas ineficiências do ensino em Portugal), *Jornal Público*, 97.08.28; Victor M.M. Lobo (Escolas profissionais), *Jornal Público*, 97.12.09; Victor M.M. Lobo (A "ideologia ensinista" e os exames do 12.º ano), *Diário de Coimbra*, 98.06.02; Victor M.M. Lobo (A educação está a ser um colossal embuste), *Diário de Coimbra*, 98.06.16; Victor M.M. Lobo (Algumas considerações sobre a carreira docente do ensino secundário), *Diário de Coimbra*, 98.09.15; Victor M.M. Lobo (O ensino secundário e os regimes políticos), *Diário de Coimbra*, 98.07.29; Victor M.M. Lobo (Nível de conhecimentos para entrar na Universidade), *Diário de Coimbra*, 98.06.24; Victor M.M. Lobo (Gestão das Universidades), *Diá-*

rio de Coimbra, 98.07.15; Victor M.M. Lobo (A utilidade dos diagramas de Lewis no ensino da química), *Bol. Soc. Port. Quim.* 70, 13 (1998); Victor M.M. Lobo (A degradação no ensino), *Diário de Coimbra*, 98.12.21; Victor M.M. Lobo (Professores e examinadores), *Diário de Coimbra*, 99.01.07; Victor M.M. Lobo (O ensino e a livre escolha de disciplinas), *Diário de Coimbra*, 99.01.25; Victor M.M. Lobo (Propostas de alteração no sistema de ensino), *Diário da República*, II Série, n.º 17 de 99.01.21, página 829; Victor M.M. Lobo (Os "Exames" do 12.º Ano), *Diário de Coimbra*, 01.10.12; Victor M.M. Lobo (A falta de conhecimentos básicos dos alunos do 12.º ano), submetido para publicação. Podem ser consultados na página da Internet <http://www.uc.pt/pessoal/vlobo>; e-mail <vlobo@ci.uc.pt>

Técnicas Laboratoriais de Química Video Cassette



Com 7 blocos curtos e independentes, este trabalho foi concebido para **apoiar** as aulas de **Técnicas Laboratoriais de Química** destinadas a alunos do **Ensino Secundário** e das cadeiras introdutórias de Química do **Ensino Superior**. Os procedimentos apresentados são clássicos, simples e adequados para estes níveis de ensino, onde a transparência dos princípios químicos a ilustrar e a necessidade de adopção de **boas práticas laboratoriais** são da maior importância formativa.

Índice

- Pesagem e Preparação de Soluções (11 minutos)**
 - Operação de balanças técnicas e de precisão
 - Preparação de soluções rigorosas não rigorosas
- Análise Volumétrica Quantitativa (11 minutos)**
 - Operação com pipetas e buretas
 - Titulações manuais
- Recristalização e Filtração (24 minutos)**
 - Recristalização por dissolução e arrefecimento
 - Filtração em papel e à trompa
 - Filtração a quente
- Extracção Líquido-Líquido (7 minutos)**
 - Operação com ampolas de decantação
- Destilação (23 minutos)**
 - Destilações simples, fraccionada, a pressão reduzida e por arrastamento de vapor
- ILC e Pontos de Fusão (9 minutos)**
 - Cromatografia de Camada Fina
 - Enchimento de capilares para p.f.
- Sopragem de Vidro (11 minutos)**
 - Estirar tubos capilares
 - Cortar e dobrar tubos de vidro
 - Demonstração do fabrico e reparação de material de vidro executada por sopradores de vidro profissionais do IST.

Ficha Técnica

- Coordenação**
 - Carlos Romão
 - Hermínio Diogo
- Texto e Locução**
 - Carlos Romão
- Execução Laboratorial**
 - Hermínio Diogo
 - João Paulo Telo
 - Conceição Mesquita
 - João Ferreira
 - Carlos Nuno
 - José Luis Rodrigues
- Filmagem e Montagem Video**
 - Luís Raposo
 - Anabela Martins
 - Hermínio Costa
 - Joaquim Pinto
- Produção**
 - Núcleo de Audio Visuais do IST
- Apresentação e Duração**
 - 1h 36min; Cassette VHS
- Distribuição Exclusiva**
 - Sociedade Portuguesa de Química

Encomendas à SPQ, Av. da República 37, 4º, 1050 Lisboa
Tel: 217934637 / Fax: 217952349
Preço: Instituições e não sócios 7500\$00 + IVA + portes
Sócios 6000\$00 + IVA + portes

Entrevista na Escola Secundária Fernão de Magalhães

CONDUZIDA POR PAULO RIBEIRO CLARO



Da esquerda para a direita: Dra. Amélia Chaves, Dr. Fernando Castro, Dra. Otilia Barreira e Dra. Lília Zita.

Os alunos da Escola Secundária Fernão de Magalhães, em Chaves, surpreenderam ao arrebatar o 1.º, 3.º e 4.º lugares das "Olimpíadas de Química – 2001", entre 27 finalistas oriundos de todo o país, e colocando assim 3 alunos nos 4 representantes de Portugal nas Olimpíadas Ibero-americanas. Quisemos conhecer melhor a sua Escola e os seus professores, e entrevistámos o Dr. Fernando Castro, presidente do Conselho Executivo da Escola, a Dra. Amélia Chaves, delegada do 4.º Grupo B, a Dra. Otilia Barreira, que os acompanhou nas "Olimpíadas", e a Dra. Lília Zita, sua professora de Química.

Dr. Fernando Castro, começo por lhe perguntar se é de Chaves...

FC – Eu não sou de Chaves, sou de uma aldeia – Ferreirim – do Concelho de Ser-

nancelhe, e vim para Chaves dar aulas, depois conheci aqui a minha mulher e fiquei cá.

Vou pedir-lhe para localizar a Escola no seu meio. Sei que não é a única Escola Secundária de Chaves. Que população serve e quantos alunos a frequentam?

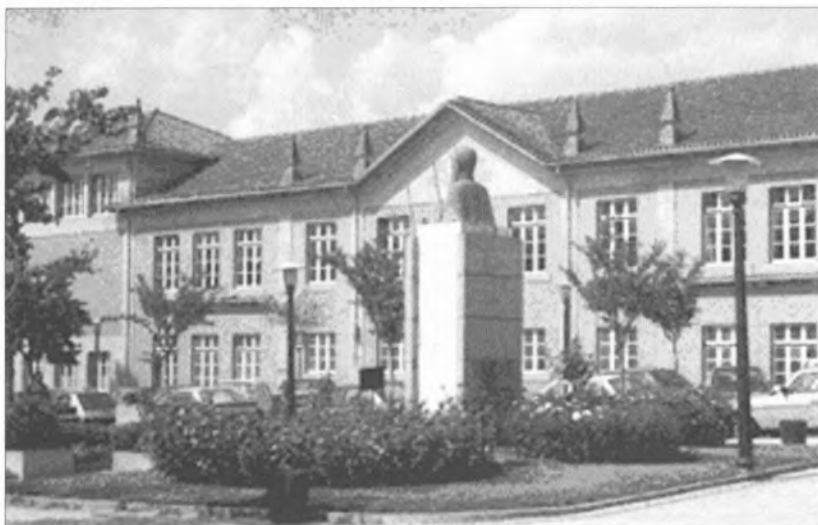
FC – Neste momento temos à volta de 1100 alunos, 726 diurnos e o resto nocturnos. Na cidade há três Escolas secundárias (mais 3.º Ciclo). Fiz um levantamento recente sobre a origem dos alunos e temos à volta de metade do meio rural e metade do meio urbano. A Escola tem cursos de carácter geral dos agrupamentos 1 e 4. Tem também um curso tecnológico de "Animação Social" dentro do agrupamento 4, embora com muito poucos alunos.

Como presidente do Conselho Executivo, o que mais aprecia na Escola?

FC – O que mais aprecio na Escola... (pausa)... o edifício é bonito, é um edifício antigo, foi um antigo convento, tem claustros, tem uns azulejos logo à entrada bastante bonitos...e o ambiente na Escola em si é um ambiente bom. Aqui o interior às vezes tem essa vantagem, com os seus alunos mais humildes do meio rural, o que também torna o ambiente agradável... e temos cá bons professores e não temos casos de indisciplina.

E agora o outro lado: quais as maiores dificuldades com que lida?

FC – Os laboratórios de Física e Química e Biologia, são laboratórios antigos, como os dos antigos liceus, têm ainda as mesas em ardósia, torneiras antigas, o que torna as aulas mais difíceis. E



Escola Secundária Fernão de Magalhães

temos também poucos espaços, temos dificuldade em arranjar gabinetes para contacto com os pais, salas de estudo, etc. A biblioteca é também um espaço pequeno, que vamos ampliar, mas para isso precisamos de a juntar a uma sala anexa, e isso é difícil. Também temos falta de algum equipamento para os laboratórios. A nível de informática, vêm agora aí alguns computadores que farão muito jeito à sala de informática e não só...

No ano passado, a Escola distinguiu-se pela prestação dos seus alunos nas "Olimpíadas de Química". É habitual que os alunos da Escola participem neste tipo de actividades?

FC – Os alunos da Escola têm participado nas "Olimpíadas" de Química, Matemática, Física... a Escola apoia nas viagens e em tudo o que for necessário. São os próprios professores que gostam de se envolver nestes assuntos e mobilizam os alunos.

Uma pergunta que se tornou obrigatória tem a ver com a classificação da Escola no tão falado "ranking" dos exames nacionais. Nas disciplinas das ciências exactas a Escola aparece entre o 22.º (Física) e o 46.º (Matemática) lugares. Parece-me um resultado confortável...

FC – O que eu tenho dito a outras pessoas é que desde que há exames nacionais, a Escola tem tido sempre boas médias. Em Química, já houve anos an-

teriores em que houve até melhores médias... mas nós temos andado pelas médias de 12. Em relação à divulgação do "ranking", é discutível, mas eu acho que tem alguma vantagem, pelo menos a de reparar situações que vinham sendo prejudiciais para alguns alunos. Há Escolas que dão boas médias a nível interno, mas que os exames baixam. Outras dão classificações internas mais baixas, mas que os alunos sobem nos exames, e esses alunos são prejudicados.

Em contacto com os professores desta Escola, verifiquei que se referiam frequentemente à Escola como "Escola do interior". Aliás, isso sucedeu há pouco na nossa conversa. É algo assim tão marcante? Reflecte-se na "vida" da Escola, no seu funcionamento?

FC – Aqui na Escola, se calhar não se notará muito, mas em relação a outras Escolas acho que sim, porque a população docente é uma população muito volante, param por cá um ano, têm afazeres no litoral... e isso acaba por prejudicar a Escola do interior. Mas, por acaso, nós aqui até temos um corpo docente bastante estável, o que contribui para a qualidade da Escola.

Isso era a pergunta que lhe ia fazer a seguir. O corpo docente desta Escola é de maioria estável ou flutuante?

FC – A maioria é estável. Nós temos aqui à volta de 117 professores e 80 são fixos, e já com muita experiência, o que contribui para que haja um núcleo de professores exigente e rigoroso.

E acha que isso contribui para que a Escola funcione mais como corpo, que haja colaborações entre professores fora das suas áreas...?

FC – O corpo docente estável contribui, de facto, para que haja mais interdisciplinaridade. Aqui na Escola não há aquela que se desejaria, mais vai havendo alguma...

E agora falando com as Professoras... Dra. Amélia Chaves, Dra. Otilia Barreira, Dra. Lília Zita, a mesma pergunta inicial: porquê Chaves?

AC – Sou natural de uma aldeia a 12 km de Chaves (S. António de Monforte). Fiz o liceu no Colégio Interno em Vila Real, tirei o curso de Engenharia Química no Técnico, em Lisboa, e formei-me no ano do 25 de Abril, numa altura em que houve uma crise de emprego na indústria. Então vim para Chaves e comecei a trabalhar como professora, mas com ideia de arranjar um trabalho de engenharia...mas gostei do ensino, também porque sou de uma família de professores, e fui ficando no ensino, sou solteira, e dediquei-me aos alunos.

LZ – Eu não sou de Chaves, sou do Porto (Vila Nova de Gaia) e vim para aqui porque os meus pais tinham cá amigos, já há uns anos que vinha para Chaves de férias, e na hora de me efectivizar concorri para aqui. E depois fui ficando...

OB – Eu estudei nesta Escola. O meu ensino secundário foi feito na Fernão de Magalhães.

Dra. Otília, uma antiga colega (e admiradora) sua disse-me que a sua opção pelo ensino secundário foi uma grande perda para a universidade, embora um grande ganho para o ensino secundário...

OB – (risos) Eu comecei por trabalhar no Ensino Superior na universidade em Lourenço Marques. Em 1977 regresssei e, por razões familiares tive de me fixar aqui, e iniciei a minha carreira no secundário...? Em Moçambique tinha já começado algum trabalho de investigação e quando regresssei estava a pensar continuar, até porque tinha hipóteses de vir a trabalhar para a minha universidade, que era no Porto. Simplesmente, tinha dois filhos pequenos e naquela altura eram tempos difíceis, tivemos que optar por ficar aqui.

Lamenta não ter ficado na Universidade?

OB – Não, quer dizer... é outro tipo de ensino, mas eu estou satisfeita. Eu gosto do trabalho que faço no secundário. É um tipo de relação professor/aluno muito diferente. Nós aqui conseguimos ter um tipo de relação que não se consegue no superior, pelo menos na altura em que eu lá trabalhei.

Vou repetir outra pergunta que já fiz ao Dr. Fernando Castro. Como professoras, o que mais apreciam na Escola?

LZ – São os alunos! Essa é fácil! (risos).

Pelo menos eu tenho tido sorte e tenho tido bons alunos. Aqueles que não são bons estudantes são excelentes pessoas, o que tem permitido um contacto muito agradável com eles. E há uma coisa que eu também gosto muito, que é o não ter trânsito na ida para a Escola...

OB – Eu tenho uma relação de afectividade com a Escola muito grande. Foi a minha Escola, foi onde eu fiz todo o ensino secundário. Depois, como docente do secundário foi praticamente a única Escola onde trabalhei, após o estágio no Porto.

AC – O que gosto mais na Escola é o ambiente, em particular dentro do grupo, porque nós colaboramos todos, trabalhamos em conjunto. Se há um que vai a uma reunião, o que aprende lá traz aos outros... colaboramos todos e somos todos amigos. Claro que fora do grupo também há pequenos atritos, mas são coisas que se resolvem com facilidade.

Também gosto da Escola porque os nossos alunos correspondem àquilo que nós pretendemos deles, são trabalhadores e são educados.

E o que gostam menos...?

LZ – Essa é mais difícil. Há determinadas burocracias para organização de actividades que se tornam aqui muito complicadas. Eu posso comparar, porque estive uns anos em Guimarães, que é um meio industrial, e para fazer pequenas exposições ou organizar encontros, havia sempre apoios, falava-se com as indústrias e elas estavam sempre dispostas a ajudar e a participar. Aqui não há indústria, praticamente, e a sensibilidade é um bocadinho diferente.

OB – Em termos da nossa disciplina, temos os laboratórios minimamente equipados e conseguimos que a parte experimental tenha a sua importância na aprendizagem dos miúdos. Em termos gerais, não é uma Escola que tenha uma grande biblioteca, uma sala de convívio... por aí os alunos estão bastante prejudicados, embora por outro lado, como a Escola está no centro da cidade, têm muito apoio da biblioteca municipal. Muitos dos nossos alunos recorrem à biblioteca Municipal, que está razoavelmente equipada.

AC – As limitações maiores que temos são as instalações. A Escola era um antigo convento de freiras. Só temos dois laboratórios, daqueles antigos de liceu, não temos sala de apoio, não temos sala de reagentes, não temos instalação de gás, funcionamos com botijas... as instalações são muito, muito reduzidas.

Mas nós trabalhamos! Mesmo por vezes os professores mais novos que chegam põem dúvidas, mas nós, "os velhos" como nós dizemos, fazemos tudo: no

12.º ano fazemos os trabalhos laboratoriais todos, nas técnicas de Química também. Com o que temos, vamos trabalhando e conseguimos...

Isso tem também a ver com o facto de muitos professores da Escola serem "fixos"...

AC – No quadro somos 6 ou 7 professores fixos e que já estamos na Escola há mais ou menos 18 anos. Somos um corpo fixo e trabalhamos com os alunos e gostamos de trabalhar com os alunos... e é isso que nos leva a ter bons resultados.

E portanto, o corpo docente da Escola funciona como um corpo... há trabalho interdisciplinar...

OB – Na parte da disciplina, Físico-Química, o grupo funciona muito bem. Na parte interdisciplinar, funciona principalmente com os professores de Ciências da Terra e da Vida e de Matemática.

AC – Há agora um projecto aqui na Escola com duas colegas, uma delas é a Lília, ela poderá falar sobre isso. Eu vou às reuniões e colaboro com elas. No ano passado colaborei com a Geologia sobre a síntese dos cristais: não trabalhamos muito, mas estamos a começar a trabalhar mais. Com as técnicas de Biologia é que trabalho: se eles precisam de mim eu auxilio-os na minha aula, se eu preciso delas, elas auxiliam-me nas aulas delas...

LZ – Eu gostaria que houvesse muito mais. Dentro do grupo é mais fácil, porque temos reuniões periódicas e vamos fazendo algumas coisas, embora isso dependa sempre da disponibilidade das pessoas e da vontade que têm, não é algo institucionalizado.

Com os outros grupos, é muito mais complicado, porque não há um espaço de reunião. Há uma ideia que vem com este novo modelo de gestão, que é a questão dos departamentos, que tinha como intenção juntar alguns grupos disciplinares para eles poderem trabalhar em conjunto. Na nossa Escola não funcionou porque os grupos disciplinares constituíram departamentos e, portanto, continuámos exactamente como estáva-



Laboratório

mos antes. Daí que não haja muito trabalho conjunto...

As suas colegas parecem mais optimistas: era desejável que houvesse mais trabalho conjunto, mas vai havendo algum...

LZ – Sim, vai havendo algum. O trabalho que estou a fazer no acompanhamento do ensino das ciências é com colegas do grupo de Biologia e Geologia. Nesse sentido temos desenvolvido alguns projectos, com alunos em comum, etc., e temos tentado motivar as outras pessoas para fazerem o mesmo. E tem havido colaborações, mas não é algo regular, é esporádico, que se prende com o conjugar pessoas que se dão bem e trabalham bem e que têm a mesma turma. Mas não é uma coisa que exista, como deveria existir, por sistema. Sobretudo, e eu estou sensível a isso tipo de coisas, ao nível das ciências, porque há matérias comuns à Química, Física, Biologia ou Geologia, e por vezes nem sequer há a preocupação de trabalhar a mesma linguagem. Mas isto não é um defeito (só) da minha Escola!

Mas a Dra. Lília já me foi apontada (por uma formadora sua) como tendo actividade importante no campo da formação de professores...

LZ – Eu estou ligada a um projecto do DES (Departamento do Ensino Secundário), fiz uma acção de formação no sentido de dar apoio à implementação dos novos currículos, que começam no próximo ano. Nós temos a tarefa de fazer reuniões com algumas Escolas da região para tentar modificar o que se pre-

tende modificar ao nível dos novos currículos, sobretudo nas actividades experimentais.

E a questão da "Escola do interior"? Afecta o dia a dia da Escola?

AC – Eu penso que não. Eu não sinto que na vida da Escola o ensino seja mais deficiente do que nas Escolas do litoral e não me sinto limitada por ser de uma Escola do interior. Se nós gostarmos de trabalhar, trabalhamos. Eu também não conheço Escolas do litoral. Deve haver Escolas que estão mais perto das universidades e portanto com mais apoio. Aí sinto falta de apoio... nas reuniões que há — até da SPQ, da qual eu sou sócia desde o início — e eu não posso ir. Para me deslocar a Lisboa ou a Aveiro, são dias...

LZ – Eu também penso que não se sente esse peso no dia a dia da Escola. Agora há questões em termos de orçamento... e depois, o facto de estarmos aqui num "cantinho" torna mais difícil o contacto com determinados meios, como os meios industriais — para fazer visitas, para obter apoios.

No dia a dia da Escola não pesa, pesa mais é na hora de organizar coisas e tentar fazer coisas diferentes... aí sente-se algum peso da interioridade... e nós, para mais, estamos num "cantinho", longe de coisas com as quais seria interessante os nossos alunos estarem em permanente contacto.

OB – Reflecte-se mais na medida em que as possibilidades, os contactos que nós temos com as novas técnicas são

mais difíceis. Nós somos um grupo de professores que tentamos superar isso. Por exemplo, posso dizer-lhe que todo o programa FOCO e todas as acções de formação que fiz, fui fazê-las ao Porto, à minha Universidade. De qualquer modo, o problema não é para professores — contactar com a Universidade e tentar fazer uma aprendizagem contínua —, é mais para os alunos: os alunos de uma Escola do Porto têm outras possibilidades, acesso a outros recursos, que os nossos não têm. Os professores deslocam-se mais facilmente, e posso dizer-lhe que na nossa Escola deslocamo-nos para acções de formação e somos nós que as pagamos do nosso bolso...

Isto é um pouco ao lado do tema da nossa conversa, mas há quem sinta que a importância social dos professores do ES se tem vindo a esbater. Sentem que aqui em Chaves (no tal "interior"), o professor ainda é uma referência cultural da comunidade? Ou esse prestígio também já não se nota em Chaves?

LZ – Eu não noto diferenças aqui em relação a outros meios que conheço, e conheço bem o Porto, Gaia, etc., onde tenho muitos colegas e amigos

OB – Se vamos pôr em paralelo, numa Escola de uma cidade do interior a questão social pode ser importante, mais do que numa cidade grande... temos o médico, o juiz... o professor tem o seu papel... Aqui nesta cidade até há um grupo de professores que tem dinamizado algumas actividades e, portanto,

continuam a ter um certo prestígio. Mas, efectivamente, há cada vez mais um esvaziamento da função do professor na sociedade. Não tem a importância que já teve.

AC – ... e de ano para ano isso vai-se alterando. Antigamente, nós professores tínhamos um determinado nível e éramos menos. Agora já há muitos professores vindos de muitas Escolas, alguns chegam sem preparação cultural e até científica... o que acaba por dar um mau aspecto exterior à Escola. As pessoas dizem "Olha, e é professor!". Não sei se quando era nova trazia essa preparação, mas acho que vinha melhor preparada. Mesmo não sendo de um curso de ensino, vinha melhor preparada que muitos destes novos colegas.

Vamos voltar às "Olimpíadas de Química" e ao excelente resultado obtido pela Escola no ano passado. É habitual os vossos alunos participarem em iniciativas do género?

LZ – Nas "Olimpíadas de Física", sempre desde que sou professora nesta Escola. Tive uma orientadora de estágio que participava na organização das "Olimpíadas" a nível do Porto e portanto "meteu-nos o bichinho" destas coisas. As "Olimpíadas de Química" não têm existido com tanta regularidade...

[Mas estamos (SPQ) a trabalhar para que sejam regulares...]

AC – Já organizámos aqui na nossa Escola, há alguns anos, as "Olimpíadas" a nível regional. Nessa altura até ganharam uns alunos de Lamego, mas os nossos também se portaram bem.

A Escola apoia essas iniciativas, só que não dá dinheiro... temos de ser nós a colaborar. A Escola dá-nos todo o apoio na questão da organização. O apoio monetário não tem dado, porque a nossa Escola também tem um orçamento limitado e o dinheiro não chega para tudo.

Como foi seleccionada a equipa? Eram todos da mesma turma?

OB – Foram contactados os colegas que estavam leccionar as várias turmas do 12.º ano e os alunos constituíram-se em equipas e concorreram alunos de diver-

sas turmas. Os que ganharam eram todos da mesma turma.

LZ – São da mesma turma, e meus alunos, desde o 8.º ano. Já os conheço bastante bem.

Havia uma clara distinção em relação aos restantes, ou é uma Escola tão rica que tinha mais como eles?

OB – Excepcionalmente, nós este ano tínhamos um grupo de alunos muito bons. E mesmo entre os que foram eliminados, havia alunos talvez tão bons como estes. Aliás, os nossos resultados a nível da Química foram muito bons.

LZ – Eu tenho tido sempre um "grupinho" de bons alunos. Agora esta turma, era uma turma excepcional, porque além daqueles três havia outros três que eram igualmente bons alunos, e outros que estariam perto. Era uma turma muito boa no geral, e sempre foram assim, desde o 8.º ano. Aquilo que eu consegui fazer foi manter-lhes a motivação.

Ficou surpreendida com os resultados dos alunos nas "Olimpíadas"?

LZ – Não (risos). Eu tinha ideia que eram muito bons e podiam ter uma boa participação, mas já levei outros alunos muito bons a "Olimpíadas" e eles não ganharam...

AC – Os alunos não eram meus alunos, mas eu não fiquei surpreendida, fiquei contente. Surpreendida não, porque eu já sabia que este ano havia um grupo muito jeitoso de alunos. Da nossa Escola entraram este ano para Medicina 6 ou 7 alunos, outros para Farmácia, para Bioquímica... e houve classificações de 20 a Química, também uns 6 ou 7...

Ora aí está um tema interessante: os alunos que venceram as "Olimpíadas de Química" já estão na Universidade e nenhum deles num curso parecido com Química...

OB – Estão os três em Medicina...

Pois é...! Sentem que há uma quebra do interesse dos jovens pela Química, que a Química tem uma má imagem, não os atrai?

OB – Não é uma questão da Química não os atrair. A maioria dos nossos alunos até preferem a Química à Física. O problema não está em gostar ou não gostar de Química, está em que eles vêm mais o futuro... hoje o único curso que lhes dá garantia de emprego é Medicina... Também não acho que todos os bons alunos tenham tendência para ser médicos... há também qualquer coisa de influência familiar... não tem a ver com uma má imagem da Química. Um dos alunos das "Olimpíadas" tem um laboratório de Química em casa desde o 8.º ano e é excelente a nível experimental... tenho imensa pena que não vá para Química...

LZ – Eu acho que não tem a ver com uma má imagem da Química, tem a ver com a falta de informação que eles têm das possibilidades que a Química poderá ter a nível profissional. Há alguma falta de esclarecimento por parte dos alunos. Normalmente, o que os preocupa é a saída profissional, a possibilidade de ganhar dinheiro depois. E tenho a sensação que eles pensam que a Química não tem saídas profissionais. Eles conhecem aquelas profissões mais faladas... medicina... direito... engenharia...

Mas neste caso, lembro-me que eles, quando fizeram as fichinhas do 8.º ano, já queriam ir para Medicina.

Agora também digo, actualmente, os alunos que estudam e que se aplicam, são aqueles que querem ir para Medicina, porque sabem que têm uma tarefa complicada pela frente. Os outros, vão levando as coisas alegremente, estudando quanto baste (risos), ou nada, dependendo das perspectivas...

AC – Os nossos alunos também entram para Química, para engenharia Química, para Engenharia Biológica em Braga. E entram muitos para o ensino da Química: há uma Escola nova aqui na cidade cujos professores foram todos nossos alunos. E temos alunos que ficaram na Universidade do Minho, como professores de Química. E temos um aluno a doutorar-se em Bioquímica nos Estados Unidos...

The whole world of

Chemistry – A European Journal is the fastest growing international forum for the publication of the most innovative full papers from all areas of chemistry and its related fields.

Its success has come from attracting first-rate full papers from international top authors together with great features such as "Concepts", which provide a useful insight to new areas of chemistry and new angles on familiar problems.

Chemistry – A European Journal is a collaboration of 14 national chemical societies.

A comparison of the page prices and Impact Factors of similar journals underlines that *Chemistry – A European Journal* gives you excellent value for money. This journal belongs in every chemistry library.

CHEMISTRY
EUROPEAN JOURNAL
every two weeks⁹⁹⁹

2002 Volume 8
24 issues per year
ISSN Print 0947-6599
ISSN Electronic 1521-3756
www.wiley-vch.de/home/chemistry

CHEMISTRY
A EUROPEAN JOURNAL
7/22 2001



The place to be in chemistry:

- The ISI measured Impact Factor is at 4.698
- Full-text online access through *Wiley InterScience* for subscribing institutions and members of the owner societies included in subscription rate
- *EarlyView*: Issues appear online prior to print distribution
- *Virtual Sample Copy*: FREE online access to full text of sample copy: www.interscience.wiley.com

2002

Please send me a free sample copy

Please enter our/my 2002 subscription to:
Chemistry – A European Journal

at the institutional rate*:

	print	electronic
Europe	<input type="checkbox"/> € 1958	<input type="checkbox"/> € 1958
Switzerland	<input type="checkbox"/> SFr 3338	<input type="checkbox"/> SFr 3338
All other countries	<input type="checkbox"/> US\$2418	<input type="checkbox"/> US\$2418

* For a 5% premium, institutions can choose both print and electronic access.

for members of the owner societies from Austria, Belgium, Czech Republic, France, Germany, Greece, Hungary, Italy, The Netherlands, Poland, Portugal, Spain and Sweden at the personal rate:

	print
Europe	<input type="checkbox"/> € 168
Switzerland	<input type="checkbox"/> SFr 278
All other countries	<input type="checkbox"/> US\$258

Prices include postage and handling charges.

Please tick: home business

Name

Address

City/Postcode

Country

Membership-No.


Date/Signature

Please return this order form to your local bookseller or to:

WILEY-VCH Customer Service
P.O. Box 10 11 61
69451 Weinheim, Germany
Phone: +49 (0) 6201-606 147
Fax: +49 (0) 6201-606 172

John Wiley & Sons, Ltd. • Journals Administration Department
1 Oldlands Way • Bognor Regis West Sussex, PO22 9SA, England
Phone: +44 (0) 1243-779 777
Fax: +44 (0) 1243-843 232
e-mail: cs-journals@wiley.co.uk

John Wiley & Sons, Inc.
605 Third Avenue • New York, NY 10158-0012, USA
Fax: +1 212-850 6088

 **WILEY-VCH**

