

boletim

SOCIEDADE
PORTUGUESA
DE
QUÍMICA



Publicação Trimestral • N.º 21 (Série II) • Setembro 1985

**A SEGURANÇA
EM
LABORATÓRIOS**



NÃO FUMAR NO LABORATÓRIO

a química
e a luta
contra
o cancro

a água
como
combustível

o delírio
informático-
educacional

SOCIEDADE PORTUGUESA DE QUÍMICA



CORPOS GERENTES

Presidente —
Vice-Presidente — **Manuel A.V. Ribeiro da Silva**
Secretário-Geral — **A. Romão Dias**
Secretários-Geral Adjuntos
— **Maria Cândida Vaz** e **Carlos N. Castro**
Tesoureiro — **Edmundo G. Azevedo**

Conselho Fiscal

Presidente — **Virgílio Meira Soares**
Vice-Presidente — **Luís Alcácer**
Relator — **Margarida Salema**

Mesa da Assembleia Geral

Presidente — **Vitor Lobo**
1.º Secretário — **Ferreira Gomes**
2.º Secretário — **Luísa Abrantes**

ASSEMBLEIAS REGIONAIS

DELEGAÇÃO DO NORTE (Sede no Porto)

Assembleia Regional

Presidente — **João Cabral**
1.º Secretário — **Raul Barroca**
2.º Secretário — **José Luis C. Figueiredo**

Direcção da Delegação Regional

Presidente — **Manuel Ribeiro da Silva**
Secretário — **Duarte Costa Pereira**
Vogal — **Baltazar Romão de Castro**

DELEGAÇÃO DO CENTRO (Sede em Coimbra)

Assembleia Regional

Presidente — **A.J. Andrade de Gouveia**
1.º Secretário — **F. Pinto Coelho**
2.º Secretário — **Júlio A.M. Cunha Pinto**

Direcção da Delegação Regional

Presidente — **A.J. Campos Varandas**
Secretário — **Carlos F.G. Gerales**
Vogal — **Júlio P. de Jesus**

DELEGAÇÃO DO SUL (Sede em Lisboa)

Assembleia Regional

Presidente — **Ana Lobo**
1.º Secretário — **Ramo Ribeiro**
2.º Secretário — **Fernando M.S. Fernandes**

Direcção da Delegação Regional

Presidente — **César A.N. Viana**
Secretário — **Carlos J.R.C. Romão**
Vogal — **Manuel Nunes da Ponte**

EXECUÇÃO GRÁFICA — **PROENÇA, Artes Gráficas, CRL**
Rua D. Carlos de Mascarenhas, 39
Telefs. 68 77 28 · 69 09 54 · 69 09 69 — 1000 Lisboa

boletim

Propriedade da Soc. Port. de Química

Director:

JOAQUIM J. MOURA RAMOS

Directores Adjuntos:

MÁRIO N. BERBERAN E SANTOS
MARIA MATILDE MARQUES
BELARMINO A. SALVADO BARATA

SECÇÕES TEMÁTICAS:

Educação em Química e Ensino da Química

Vitor D. Teodoro (IPED)

Química e Indústria

José da Costa Reis (CNP)

Evolução Química

Hernâni Maia (Univ. Minho)

Segurança nos Laboratórios

Maria João Marcelo Curto (LNETI)

Química e Energia

Fernando Jorge Pina (UNL)

Química de Materiais

Rui M. Almeida (IST)

Química e Saúde

Eduarda Rosa (Fac. Farmácia Lisboa)

Computadores em Química

Fernando M.S.S. Fernandes (FCL)

História da Química em Portugal

A. Amorim Costa (Univ. Coimbra)

Congressos e Conferências

Maria Regina Tavares (Inst. Inv. Cient. Tropical)

Publicidade

MARIA MATILDE MARQUES
Centro de Química Estrutural
Complexo Interdisciplinar — IST
Av. Rovisco Pais
1096 LISBOA Codex — Tel. 57 26 16 — Ext. 266

Os artigos publicados são da exclusiva responsabilidade dos seus autores e as opiniões neles defendidas não envolvem a direcção do Boletim nem a da Sociedade Portuguesa de Química.

Expedição e venda avulso do Boletim

Sociedade Portuguesa de Química
Av. da República, 37 - 4.º
1000 LISBOA — Tel. 73 46 37

(Horário de expediente: de 2.ª a 6.ª-feira
das 10 às 13 horas)

SUMÁRIO

• Informações, Actualidade	3
----------------------------------	---

A SEGURANÇA EM LABORATÓRIOS	
• Eliminação de substâncias perigosas do curriculum escolar e das escolas, <i>Maria João Marcelo Curto</i>	7
• Equipamento para protecção pessoal, <i>Maria João Marcelo Curto</i>	9
• Planeamento de Laboratório: uma breve listagem bibliográfica	12
• Debate sobre segurança em experiências de tecnologia biológica, <i>Maria do Céu G. da Costa</i>	13
• Permeabilidade de luvas de látex e de cloreto de polivinilo, <i>Maria do Céu G. da Costa</i>	15
• Bhopal: Porquê?, <i>João A. A. Lourenço</i>	17

• AD HOC	19
• Água. Um bom combustível?, <i>Fernando J. Pina</i>	21
• Impressões duma visita a Portugal: a Indústria e as Universidades, <i>Robert Ramage</i>	24
• Quimioterapia do cancro. Os agentes alquilantes, <i>Rui Moreira, Fátima Norberto e Eduarda Rosa</i>	25
• O delírio informático-educacional, <i>C. M. Novais Madureira</i>	31
• Formato recomendado para a Tabela Periódica dos Elementos	37
• Sobre os problemas da aprendizagem de Química no último ano do ensino secundário e no 1.º ano do ensino superior, <i>Victor M. S. Gil</i>	39
• Química Nuffield na Grã-Bretanha no período de 1961 a 1984, <i>R. B. Ingle</i>	43
• Bases da Teoria Atómica, <i>Maria Constança B. Providência</i>	52
• A Química no I Colóquio sobre a História e Desenvolvimento da Ciência. I — a Iatroquímica Portuguesa, <i>A. M. Amorim Costa</i>	61
• Os estudos de química na reforma pombalina de Universidade, <i>Carla Oliveira e Paula Marcos</i>	64
• Tabela de pesos atómicos com quatro algarismos significativos	69
• Nomenclatura de grandezas derivadas, <i>J. C. Rigg, B. F. Visser e H. P. Lehmann</i>	71
• Os livros	73

Now, a Low-Cost Addition to our Family of Integrators



Introducing the SP 4290, a New Standard in Price/Performance

Spectra-Physics family of integrators perform solo, as multi-channel data systems, or as system controllers for LCs or GCs.

If you require an entry-level integrator, our new SP 4290 can give you many of the features our leading integrators have at the lowest price yet to come from Spectra-Physics. Plus a two year warranty.

For a little more, the SP 4270 can provide you with BASIC and communication with the IBM PC XT via Labnet, our local area network. Or you may opt for the virtuoso performance of the SP 4200, with its host of sophisticated features.

European Headquarters
Spectra-Physics GmbH
Siemensstr. 20
D-6100 Darmstadt
F.R.G.
Tel.: (0 61 51) 70 80
Telex: 4 19 471



	SP 4290	SP 4270	SP 4200
INTEGRATE			
Wide Printer/Plotter	Yes	Yes	Yes
50/60 Hz Data Sampling	Yes	Yes	Yes
Second Channel	Optional		
Transmits Raw Data to IBM-XT	No	Yes	Yes
Reintegration/Replotting	No	No	Yes
COMMUNICATE			
Alphanumeric Peak & Sample Names	Yes	Yes	Yes
Multilevel Calibration	Yes	Yes	Yes
Full Keyboard & LEDs	No	No	Yes
X-Y Graphics Program	No	No	Yes
ORCHESTRATE			
BASIC	No	Yes	Yes
LABNET/RS-232 or Current Loop	Optional		Yes
Timed Events	Optional		Yes
GPC. Methods Optimization. UV Scan	No	No	Yes
Battery Backup	No	No	Yes

 **Spectra-Physics**

THE PERFORMANCE LEADER IN AUTOMATED CHROMATOGRAPHY



Distribuidor exclusivo em Portugal:

DIAS DE SOUSA LDA

Quinta da Piedade, Lote 12, 1.º D • 2625 PÓVOA STA. IRIA • Tel.: 2594615 • TELEX: 43926 DISO-P

Informações, actualidade *

IUPAC Conference on Chemical Thermodynamics, 14 a 18 de Julho de 1986. Lisboa

Esta conferência é patrocinada pela Comissão I.2 de Termodinâmica da International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC) e pela Sociedade Portuguesa de Química. Será organizada em secções e/ou simpósios em que serão abordados tópicos como: Termodinâmica de Misturas e de Interfases, Teorias Estatísticas das Soluções, Solubilidades em Misturas Supercríticas, Energética das Ligações Químicas, Biotermodinâmica, Termodinâmica Planetária e Técnicas Modernas.

Para mais informações contactar:
Jorge Calado ou J.A. Martinho Simões
Complexo I, IST
Av. Rovisco Pais — 1000 Lisboa
Telex 63423 (ISTUTL)-P
Telefone 57 26 16

XIth IUPAC Symposium on Photochemistry, 27 de Julho a 1 de Agosto de 1986. Lisboa.

Vai realizar-se em Lisboa de 27 de Julho a 1 de Agosto de 1986 o XI Simpósio de Fotoquímica da IUPAC que tem também o patrocínio da Sociedade Portuguesa de Química.

O programa científico compreende 8 lições plenárias, 10 lições convidadas, 4 painéis sobre temas de investigação em fotoquímica fundamental e aplicada e ainda comunicações orais (36) e sob a forma de cartaz. Os resumos das comunicações devem ser submetidos até 30 de Abril de 1986.

Simultaneamente terá lugar uma exposição de aparelhagem e livros científicos.

Para mais informações contactar:
XIth IUPAC Symposium on Photochemistry
a/c Prof. Dr. Sílvia M.B. Costa
Centro de Química Estrutural
Complexo I, Instituto Superior Técnico
1096 Lisboa Codex.

Nasceu FILOSOFIA, a nova publicação periódica da Sociedade Portuguesa de Filosofia

Acabou de ser publicado por iniciativa da S.P.F. o n.º 1 de «Filosofia». A publicação desta nova revista, dirigida

por Joel Serrão e João Lopes Alves, foi determinada pela «intenção de potenciar as virtualidades de trabalho comum próprias de uma associação tal como é a S.P.F., pondo-as ao alcance de todos os que se encontrem seriamente comprometidos com a investigação, com a aprendizagem ou com os ensinamentos das disciplinas filosóficas». A Direcção do Boletim da S.P.Q. felicita os responsáveis por esta iniciativa e deseja-lhes os maiores sucessos na concretização dos seus projectos.

A S.P.F. tem sede paredes meias com a S.P.Q. (Av. da República, 37, 4.º — 1000 Lisboa).

Novos dados sobre o efeito cancerígeno do fumo

Algumas substâncias do tabaco provaram já ser cancerígenas em testes *in vitro*.

O fumo do tabaco induz quebras cromossómicas nas células do pulmão que podem estar na origem do tumor. Um grupo de investigadores de T. Nagata (T. Nakayama *et al.*, *Nature*, **314**, 462 (1985)) do Instituto Nacional do Cancro em Tóquio mostrou que um só cigarro pode provocar a quebra em 10 000 sítios de um só braço da dupla hélice do ADN.

Estas quebras que podem não ser reparadas pelo organismo e cuja acumulação pode ser responsável por patologias graves são devidas à presença do oxigénio activo no fumo dos cigarros.

Cis-platina: desvendado o mistério da especificidade isomérica

Desde há alguns anos que a Cis-[diaminadichloroplatina], Cis-platina, é a droga mais usada no tratamento do cancro. É especialmente eficaz no caso de tumores localizados nos testículos, pescoço e cabeça. Problemas relacionados com a sua toxicidade encontraram já solução, embora a sua ingestão seja extremamente desagradável (provoca náuseas fortíssimas). O correspondente isómero *trans* apresenta toxicidade semelhante ao *cis* mas não é activo contra os tumores. A razão pela qual isto sucede só há pouco tempo foi motivo de estudo, tendo-se concluído resultar de um diferente modo de ligação ao ADN. A ligação da cisplatina ao ADN é tal que a sua replicação é travada, mesmo em células cance-

* A elaboração desta rubrica contou com a colaboração de Ana Isabel Aguiar, João Francisco Martins, Jorge Manuel Lúcio, Jorge Rosário d'Oliveira e Pedro Carmona Ricardo, estudantes do 3.º ano do IST.

rosas, de rápida multiplicação. Enquanto que a cis-platina se liga a duas bases consecutivas, a trans-platina fica com uma base livre de permeio. No caso da cis-platina a estrutura do ADN não é praticamente distorcida, mas já com a coordenação de trans-platina se tem uma distorção local importante. Como resultado só a trans-platina é reconhecida pelos enzimas de reparação do ADN, sendo por estes rejeitada. Deste modo a acção da trans-platina é de muito curta duração e portanto, a menos que seja fornecido continuamente, este isómero não impede a multiplicação celular.

(Adaptação de *Chemistry in Britain* 21(7), 610 (1985))

A contestação da universalidade do código genético

O ADN dos cromossomas é como se sabe o suporte da hereditariedade e contém todas as informações necessárias para a vida da célula. Até hoje pensava-se que estas informações se encontravam codificadas segundo um código genético único. Era o dogma da universalidade do código genético, suporte de grande parte das teorias da evolução. A derrocada do dogma parece no entanto ter-se iniciado (*Actualité Chimique*, Abril 1985). Com efeito investigadores em Genética Molecular defendem que a paramécia utiliza um código genético diferente do "universal". A diferença consistiria em que, na paramécia, os codões TAA e TAG são "lidos" de forma diferente: neste caso eles codificam um aminoácido (ácido glutâmico ou glutamina), ao passo que no código "universal" fazem parte de um conjunto de três codões que indicam uma interrupção de mensagem.

Esta diferença em apenas dois codões é fundamental para a célula que a utiliza, pois repercute-se em milhares de mensagens contidas no seu ADN, tornando-se incompreensíveis para todos os organismos que as "lerem" segundo o código dito universal.

A importância desta descoberta é grande e leva a pensar que outros organismos ainda mal estudados possam ter códigos genéticos diferentes do "universal" e do da paramécia. Para já tudo indica que este último seja utilizado por toda a classe de protozoários ciliados de que a paramécia é elemento. A derrocada do dogma da "universalidade" do código prosseguirá certamente nos próximos anos e vai provavelmente conduzir a um repensar do problema da evolução.

O neutrino, partícula sem massa?

Os neutrinos são partículas elementares de massa quase nula e estão associados a leptões como o electrão. Durante muito tempo chegou-se mesmo a pensar que estas partículas teriam massa nula.

A determinação directa da sua massa (por exemplo, a partir de choques elásticos) é impossível pois os neutrinos não interactivam com a matéria que atravessam. O físico russo V.A. Lubimov e a sua equipa elaboraram uma experiência na qual foi possível estimar indirectamente a massa destas partículas. Assim, em 1980 foram publicados os primeiros resultados referentes aos neutrinos electrónicos (*Phys. Lett.*, 94B, 266 (1980)), obtendo uma massa da ordem de 10^{-34} - 10^{-35} Kg (menos de 10 000 vezes a massa dum electrão).

A experiência de Lubimov baseia-se no estudo da radioactividade do trítio. O isótopo de massa 3 do

Hidrogénio (ou trítio) é um nuclido que emite radiação β dando origem a Hélio 3. Neste processo um neutrão desintegra-se num protão, num electrão e num antineutrino, sendo estes dois últimos emitidos. Conhecendo com precisão a energia do electrão emitido e ainda a diferença de massa dos núcleos de trítio e de Hélio 3 é possível determinar a massa do antineutrino.

A maior fonte de incertezas nesta experiência é a medição das massas dos dois núcleos. As medidas mais precisas foram levadas a cabo recentemente por outra equipa de físicos soviéticos (E. Lippmaa *et al.*, *Phys. Rev. Lett.*, 54, 285 (1985)).

Segundo os resultados mais recentes pensa-se que os neutrinos electrónicos tenham uma massa superior a $3,6 \cdot 10^{-35}$ Kg, sendo este valor bastante preciso, embora os resultados ainda estejam por confirmar.

Movimento atómico em tempo real

Pela primeira vez foi possível seguir em tempo real o movimento de um conjunto de átomos, graças a um microscópio electrónico de alta resolução e a um registador vídeo. Na sucessão de imagens obtida vê-se nitidamente a mudança de forma de um partícula de ouro ultrafina (18 \AA , de diâmetro e contendo cerca de 500 átomos) devida a sucessivos rearranjos atómicos em novas estruturas cristalinas. A esta característica típica de um sólido junta-se outra de um líquido: duas partículas de ouro podem fundir-se numa só, caso entrem em contacto.

(Adaptação de *Nature*, 315, 628 (1985))

Simulação in vitro das reacções químicas que ocorrem no espaço

Para compreender o mecanismo de formação das moléculas no espaço interestelar é preciso conhecer e seleccionar as reacções químicas elementares susceptíveis de ocorrer em condições de muito baixa temperatura (cerca de 10 K). A determinação experimental da constante de velocidade das reacções a temperaturas tão baixas levanta evidentemente dificuldades experimentais.

O método correntemente utilizado para obter condições de baixa temperatura consiste na utilização de um fluido de arrefecimento, geralmente o hélio líquido. No laboratório de aerotermia do CNRS-Meudon (França) testou-se uma nova técnica em que o abaixamento de temperatura se consegue através da expansão de um gás no qual a reacção ocorre. Esta técnica conduziu a resultados surpreendentes. Por exemplo a reacção $N^+ + H_2$ que é considerada uma reacção importante no processo de formação do amoníaco, é cem vezes menos eficaz do que se previa (resultados a publicar em *Astronomy and Astrophysics*).

Pelo contrário, outras experiências mais recentes parecem mostrar que algumas reacções se realizam a velocidades superiores às previstas (como a reacção entre o ião C^+ e uma molécula polar como a água). Estes resultados e os que se lhe seguirão poderão vir a modificar a concepção actual dos mecanismos de formação das moléculas interestelares.

A Química-Física das Superfícies: investigação fundamental com múltiplas aplicações práticas

Qual é a estrutura da interfase entre dois fluidos imiscíveis contidos num meio poroso?

Uma série de experiências realizadas no Instituto Francês de Petróleo (C.R. Acad. Sc. Paris, Série II, 15, 721 (1985)), mostra que esta interfase é muito irregular e tem dimensões da ordem de 2 a 3 cm. O conhecimento deste tipo de interfases é importante para a compreensão dos fenómenos físicos que ocorrem na sua proximidade ou através delas e em particular pode desempenhar um papel importante na optimização de processos como a recuperação de hidrocarbonetos.

A Química-Física de Superfícies é importante no estudo da catálise heterogénea. Um catalisador pode ser totalmente inibido pela presença de uma substância parasita. Para evitar tal situação é vantajoso conhecer o mecanismo de inibição. Um grupo de investigadores do CNRS (França) estudou este aspecto na reacção de hidrogenação do butadieno catalisada pela platina. Esta reacção, familiar na indústria petroquímica, dá origem a butano e buteno sendo fortemente inibida pela presença de enxofre. Para terem um controlo sobre a superfície activa do catalisador e para poderem analisar os processos de adsorção que nela ocorrem, os investigadores utilizaram monocristais de platina em vez do pó habitualmente utilizado. Foi assim possível evidenciar que a inibição da hidrogenação resulta de uma competição entre o hidrogénio e o enxofre (e não entre o butadieno e o enxofre) na ocupação dos locais de adsorção do catalisador (C.R. Acad. Sc. Paris, Série II, 300, 561 (1985)). A quantidade de butadieno fixada no catalisador não é afectada pela acção do enxofre e ao fornecer electrões ao metal enfraquece em 15-20% a energia da ligação enxofre/metal. Este facto pode ser a explicação para a actividade residual de 10-15% que o catalisador apresenta nas reacções industriais.

Novo método para a dessulfuração de fumos

Foi criado em Itália um novo sistema de dessulfuração de gases de combustão. O método, desenvolvido sob os auspícios da C.E.E., permitirá uma recuperação de SO₂ maior do que 90%, muito superior à actualmente conseguida por outros meios, aliás pouco usados: pulverização de cal ou de carbonatos nos fumos, combustão em leito fluidizado na presença de cal, etc.

O tratamento consiste numa lavagem do gás com uma solução aquosa de bromo. Este actua sobre o SO₂, formando SO₃ e HBr que se mantêm em solução. A entalpia dos gases de combustão é usada para arrastar parte da água e do HBr, este último recuperado posteriormente por electrólise. Obtém-se também uma solução aquosa de ácido sulfúrico relativamente concentrada. Um dos principais objectivos desta técnica será o controlo das chuvas ácidas.

(Adaptação de L'Actualité Chimique (Março de 1985))

Novos detectores de poluição

Dois dispositivos recentemente desenvolvidos em escolas técnicas suecas e francesas, detectam gases poluentes

mesmo quando em concentrações de alguns ppm em misturas líquidas e gasosas.

Um grupo de investigadores da Escola de Saint-Étienne inventou um detector constituído por uma barra de óxido de estanho dopado mantido a alta temperatura.

A resistência eléctrica deste material é alterada por quantidades vestigiais de benzeno, metano, butano, monóxido de carbono mas é completamente insensível ao vapor de água e ao dióxido de carbono usuais nos meios industriais.

Paralelamente, no Instituto Técnico Electrofísico (Suécia) foi desenvolvido um dispositivo relativamente simples e barato para medições ópticas. Este dispositivo mede a dispersão de um feixe de raios laser de He-Ne por partículas que se movem com um fluido.

A informação sobre o tamanho, distribuição e caudal das partículas é processada num microcomputador acoplado.

(Adaptação de *New Swedish Technology* 4, 57 (1985) e de *La Recherche* 16, 775 (1985))

Nova regulamentação do teor em chumbo da gasolina

Nos EUA a Agência de Protecção do Ambiente (EPA) anunciou a 4 de Março último novas regulamentações no uso de chumbo na gasolina.

O chumbo (na forma tetraetilada) é usado como um aditivo anti-detonante e as novas restrições apontam para uma redução de 90% até ao fim do corrente ano, estando prevista para 1988 a completa exclusão do chumbo como componente da gasolina.

A implementação destas medidas foi definitivamente acelerada devido a estudos médicos que mostraram existir uma forte correlação estatística entre a quantidade de chumbo no sangue e o aparecimento de hipertensão. Estes estudos foram feitos de maneira a isolar progressivamente os efeitos sobre a tensão sanguínea de vários factores, como raça, idade, sexo e outros, de modo a obter finalmente um relação entre os teores em chumbo no sangue e a tensão sanguínea.

O efeito do chumbo como poluente em crianças é também muito importante, podendo causar lesões cerebrais e outros problemas neurológicos.

A EPA estima que a redução de 90% do chumbo na gasolina poderá salvar cerca de 172 000 crianças nos EUA de doenças relacionadas com chumbo.

Do ponto de vista económico, estas medidas têm suscitado reacções controversas. Assim, a EPA afirma que as novas restrições reduzirão os custos de manutenção dos veículos automóveis, do combustível e de cuidados médicos relacionados com os efeitos tóxicos do chumbo. Por outro lado, prevê-se oposição a estas medidas por parte dos produtores de chumbo devido, não apenas às restrições relativas aos EUA, mas, essencialmente, devido ao facto destas medidas significarem uma pressão sobre os países europeus para implementarem regulamentação equivalente.

De facto, cerca de um mês após a resolução da EPA, os países membros da CEE concordaram em efectuar uma série de passos com vista a eliminar a presença de chumbo na gasolina, ainda que num prazo mais longo que o previsto para os EUA.

As resoluções adoptadas visam um decréscimo do conteúdo máximo de chumbo na gasolina de 0,4 g/l para 0,15 g/l, sendo o prazo de aplicação destas medidas dei-

xado à consideração de cada país; por outro lado, pretendem ainda que seja feita a introdução de gasolina sem chumbo a partir de 1989, sem, no entanto, ter sido fixado qualquer prazo para a proibição definitiva do uso de chumbo na gasolina. Acrescente-se que de todos os países da Europa Ocidental é Portugal o que apresenta maior teor máximo: 0,635 g/l (os teores médios são de 0,6 g/l na super e 0,3-0,4 g/l na normal).

(Adaptado de Science, 227, 1448 (1985)
e de Science, 228, 37 (1985))

Classificação Sistemática de Solventes

Acaba de ser proposta por cientistas americanos e franceses (M. Chastrette *et al.*, JACS, 107, 1 (1985)) uma nova classificação de solventes recorrendo a oito parâmetros relativos a propriedades físicas e químicas dos solventes: momento dipolar, ponto de ebulição, energia das orbitais moleculares, índice de refração, etc.

Com base nestes dados podem ser previstas a maior parte das interações soluto-solvente, sendo assim mais fácil a escolha do solvente adequado para um dado fim. Outra aplicação da nova classificação é a possibilidade de, com base nas propriedades de uma classe de solventes, poderem ser previstos e sintetizados outros solventes que se adaptem ainda melhor às exigências experimentais.

Glossário de termos utilizados no domínio da Química Orgânica Física

A Comissão III-2 da IUPAC (Química Orgânica Física) estabeleceu, desde a sua criação em 1976, como um dos seus objectivos a definição dos termos utilizados em Química Orgânica Física. Isto porque se constatava que os novos conceitos científicos eram muitas vezes formulados arbitrariamente e de forma pouco clara e que a comunicação entre os químicos era assim dificultada pela ausência de consenso acerca do significado de termos importantes.

A edição recente de um glossário de termos é o resultado de um trabalho de clarificação desenvolvido desde então, trabalho este que contou com a participação de centenas de químicos de todo o mundo e com o parecer de diversas comissões da IUPAC. Sem a pretensão de impor regras ou restrições, este glossário pretende orientar a terminologia da Química Orgânica Física no sentido de um vasto consenso acerca da definição de termos correntes e acerca do abandono daqueles que não são satisfatórios. O texto original foi editado na revista da IUPAC *Pure and Applied Chemistry* 55, 1281-1371 (1983) (a versão em língua francesa acaba de ser publicada como suplemento ao n.º 6 (1985) da revista *Actualité Chimique*).

Recomendações da IUPAC para a nomenclatura do carbono sólido

Usa-se a denominação de carbono sólido para todos os materiais naturais ou sintéticos compostos fundamental-

mente por átomos de carbono: diamante, grafite ou qualquer variedade de carbono industrial policristalino. Face ao interesse que estes materiais têm em várias áreas o sub-comité SCI da IUPAC em conjunto com especialistas da ciência e indústria do carbono prepararam uma série de recomendações. Para já foram descritos 28 termos como, por exemplo: carbono amorfo, carbono, fibras de carbono, grafite hexagonal, grafite natural, carbono não grafitico, grafite policristalina, grafite romboédrica, grafite sintética. Está em preparação a descrição de mais 70 termos, após o que se seguirá a edição de uma compilação sistemática. O texto contendo as 28 primeiras recomendações pode ser solicitado para

Prof. J. Donnet, Centre de Recherches sur la Physico-Chimie des Surfaces Solides, 24, Av. Pres. Kennedy — 68 200 Mulhouse
França

(Adaptado de L'Actualité Chimique (Março de 1985))

INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA QUÍMICA

CURSO DE MESTRADO EM QUÍMICA DOS PROCESSOS CATALÍTICOS

A iniciar em 21 Outubro de 1985

PRAZO DA CANDIDATURA: Até 10 de Outubro de 1985

MODALIDADE DE FREQUÊNCIA: TEMPO INTEGRAL (3 Trimestres de Aulas+1 Ano de Projecto de Investigação Fundamental Aplicada com Dissertação).

CONDIÇÕES DE ADMISSÃO: LICENCIADOS EM ENGENHARIA QUÍMICA OU EM QUÍMICA.

ÂMBITO E OBJECTIVO DO CURSO: Procura-se dar uma visão integrada dos Processos Catalíticos (homogéneos, heterogéneos e enzimáticos), tanto nos aspectos químicos como nos aspectos tecnológicos. O principal objectivo é o de treinar profissionais com conhecimentos aprofundados no domínio da Catálise, aptos a trabalharem tanto na Produção como na Investigação, nas Universidades, Institutos de Investigação do Estado e na Indústria).

INFORMAÇÕES: Departamento de Engenharia Química
Prof. Ramôa Ribeiro (telef. 802045, ext. 331)
Prof. Carlos Romão (telef. 572616, ext. 388)
Instituto Superior Técnico
Av. Rovisco Pais — 1096 LISBOA CODEX.

Eliminação de substâncias perigosas do curriculum escolar e das escolas

Maria João Marcelo Curto ^a

A nível dos ensinos secundários e complementar, o tipo de experiências realizadas em aulas de química e a selecção e gestão dos reagentes apropriados constituem dois dos meios mais importantes para garantir a existência de um ambiente de trabalho seguro nas escolas.

Os professores de química devem informar-se do benefício/risco de produtos químicos seleccionados para inclusão em trabalhos a realizar nas aulas laboratoriais. Não parece, até agora, ter sido dada qualquer atenção a essa avaliação benefício/risco por parte dos responsáveis do Ministério da Educação. Assim, nos programas oficiais constata-se que é sugerida a utilização de benzeno numa experiência destinada à demonstração do carácter aromático de uma substância orgânica; ora é sabido que o benzeno é um produto altamente cancerígeno, com efeitos cumulativos (VLT 100 ppm) e que o seu uso está interdito nas escolas inglesas e francesas. A referida experiência pode ser executada substituindo-se o benzeno por tolueno, 10 vezes menos tóxico (VLT 10 ppm), e sem que haja perda dos objectivos a atingir.

Perante esta situação, os professores de química deverão, na ausência de directivas nacionais emanadas pelas autoridades competentes, ter em conta as seguintes questões, **antes** de implementarem a realização de qualquer trabalho de laboratório:

- 1 — Avaliação dos perigos reais ou potenciais decorrentes da utilização dos produtos químicos necessários ao trabalho em causa;
- 2 — Percepção da importância do objectivo educacional que a experiência pretende atingir;
- 3 — Existência (ou ausência) de processos alternativos para atingir esse objectivo e/ou de substituintes químicos mais seguros;
- 4 — Decisão sobre se a experiência se destina a ser realizada pelos alunos ou apenas executada pelo professor como demonstração;
- 5 — Maturidade e/ou competência dos alunos;
- 6 — Existência (ou ausência) de condições para a execução da experiência no laboratório (ex.: ventilação adequada, hotes, local de armazenagem adequado para os produtos químicos, equipamento protector);
- 7 — Decisão sobre a inclusão (ou exclusão) da experiência do curriculum académico.

Tem-se verificado que muitos professores terminam os seus cursos apenas com uma ideia vaga quanto

aos perigos envolvidos em certas experiências e na utilização de determinados produtos químicos. Infelizmente desconhece-se a existência de estatísticas ou registos nacionais de acidentes registados em escolas em consequência da utilização de produtos químicos perigosos. O Boletim da Sociedade Portuguesa de Química publicou já um formulário para inquérito sobre as condições de segurança em estabelecimentos de ensino e laboratórios de investigação; foi reduzidíssimo o número de respostas recebido. As fichas de registo de acidentes aí incluídas, e de que se pedia o envio de uma cópia preenchida à Sociedade Portuguesa de Química sempre que se verificasse um acidente, nunca foram remetidas para a Sociedade. A verdade é que as condições de segurança nas escolas continuam a ser más e que os acidentes acontecem.

Torna-se necessário tomar medidas a nível nacional para alertar os professores quanto à segurança nos laboratórios escolares, e em particular quanto a **quais os produtos químicos que representam um perigo potencial superior aos méritos da sua inclusão no curriculum académico, e sobre como devem as escolas que possuem esses produtos indesejáveis proceder à sua eliminação.**

Um estudo efectuado nas escolas do Estado de Iowa (E.U.A.) entre 1978 e 1981 deu origem a uma lista de cerca de 230 substâncias que devem ser excluídas dos trabalhos práticos por o seu valor educacional não poder justificar os perigos potenciais envolvidos na sua utilização, e que conseqüentemente devem ser eliminadas das instalações escolares. Entre essas substâncias figuram o ácido pícrico, o ácido perclórico, o ácido fluorídrico, os cianetos, o fósforo e o potássio.

Em Portugal, e na ausência de directivas nacionais, um estudo deste tipo estará dependente da iniciativa de uns poucos professores e investigadores mais sensíveis aos problemas da segurança. Sugere-se as etapas a seguir na elaboração de um plano para eliminação de substâncias perigosas:

- 1 — Elaboração da lista de todos os produtos químicos utilizados nas escolas portuguesas desde 1960;
- 2 — Caracterização desses produtos químicos do ponto de vista dos perigos, reais ou potenciais, que envolvem;
- 3 — Elaboração da lista dos produtos a serem excluídos dos trabalhos experimentais;

^a Departamento de Tecnologia de Indústria Química (LNETI), Estrada das Palmeiras, 2745 Queluz.

- 4 — Inventariação nacional desses produtos;
- 5 — Solicitação aos fabricantes desses produtos de informação quanto ao seu modo de eliminação;
- 6 — Elaboração de folhas informativas sobre os métodos de destruição desses produtos químicos e envio dessas folhas a todas as escolas portuguesas.

Até que uma tal acção possa produzir os seus frutos, os professores devem ser encorajados a realizar inventários regulares dos armazéns das escolas (e de todas as outras dependências escolares em que eventualmente possam encontrar-se produtos químicos), e a remover os produtos desnecessários. Os produtos altamente voláteis ou perigosos só devem ser adquiridos em quantidade suficiente para um ano escolar. Outra precaução importante é a indicação, em cada embalagem de um produto químico, da data da sua aquisição e da data em que foi aberta, bem como a verificação periódica do estado de conservação das embalagens e sua imediata substituição sempre que se detectem sinais de deterioração. Se se verificar a inexistência de equipamento de segurança adequado, deverá considerar-se seriamente a exclusão das substâncias perigosas do programa escolar.

Para que esta acção de segurança possa ser levada a cabo, solicita-se aos professores de química que entrem em contacto com a Secção de Segurança da Sociedade Portuguesa de Química, enviando o boletim seguinte devidamente preenchido.

SOCIEDADE PORTUGUESA DE QUÍMICA
 Secção de Segurança
ELIMINAÇÃO DE SUBSTÂNCIAS PERIGOSAS NAS ESCOLAS

1. Nome
 2. Escola
 3. Morada
 -
 4. Telefone
 5. Tipo de contribuição/colaboração que posso prestar:
 6. Sugestões adicionais relacionadas com acção destinada à eliminação de substâncias perigosas nas escolas:
 7. Data..... / /
 8. Assinatura (legível).....
-

Equipamento para protecção pessoal

Maria João Marcelo Curto ^a

A consciencialização para a segurança e prevenção de acidentes deve ser parte integrante do treino de todas as pessoas que trabalham em laboratórios.

Os perigos potenciais do trabalho laboratorial resultam do manuseamento de materiais nocivos (inflamáveis, explosivos, corrosivos, tóxicos, radioactivos, etc.), de equipamento eléctrico e com partes móveis, de material de vidro danificado e de instrumentos de corte, gases comprimidos, fluidos criogénicos, radiação ultravioleta, raios X, lasers, agentes patogénicos, entre outros.

Praticamente todos os acidentes podem ser evitados desde que todas as pessoas que trabalham em laboratórios cumpram um código de conduta pessoal e obedeam a algumas regras simples em todas as ocasiões. A primeira dessas regras diz respeito ao uso de roupa protectora e outro equipamento para protecção pessoal no local de trabalho.

1 — Protecção do corpo e do vestuário

Existe uma grande variedade de vestuário protector contra derrames químicos, calor, frio, humidade, radiações, etc. Basicamente, o vestuário protector deve ser resistente a acidentes de natureza física e permitir a execução fácil, e com conforto, das tarefas manuais, ao mesmo tempo que deve cumprir certo número de requisitos determinados pelo trabalho a executar. A selecção do tipo de vestuário deve, pois, ser adequadamente planeada e para tal, além da informação contida em catálogos comerciais, deverá ser consultada bibliografia sobre o assunto, de que é exemplo a obra de A.D. Little, intitulada *Guidelines for the Selection of Chemical Protective Clothing*, publicada em 1983 sob os auspícios da Environmental Protection Agency, nos E.U.A.

Para segurança do trabalhador, é importante que no laboratório não use roupa muito larga e solta (por exemplo, saris, gravatas, lenços de pescoço, batas largas) ou rasgada, nem cabelos compridos soltos, pois podem prender-se em equipamentos ou máquinas em movimento, mergulhar em produtos químicos ou pegar fogo.

Para protecção do corpo e do vestuário, é imprescindível o uso de *batas*, de preferência de algodão, já que muitas fibras sintéticas podem gerar electricidade estática por fricção, tornando-se o seu uso perigoso em zonas de baixa humidade em que haja perigo de incêndio.

Contudo, as batas destinam-se essencialmente à protecção do vestuário, podendo mesmo envolver certos perigos, por exemplo combustibilidade e resistência pouco significativa à penetração por líquidos orgânicos.

Os *aventais* de plástico ou de borracha oferecem melhor protecção contra líquidos corrosivos ou irritantes, mas em caso de incêndio podem vir a causar complicações



A BATA PROTEGE O CORPO E O VESTUÁRIO

nas lesões eventualmente sofridas. Os aventais de plástico podem acumular uma carga considerável de electricidade estática, pelo que não devem ser usados em áreas em que haja possibilidade de ignição de solventes inflamáveis por descargas estáticas.

Em certos casos, é preferível o uso de vestuário protector de usar e deitar fora (por exemplo, em Tyvek), como é o caso do manuseamento de substâncias cancerígenas.

Para situações de alto risco, devem ser usados fatos-maçaco de usar e deitar fora, podendo ser igualmente requerida protecção para a cabeça e sapatos. No entanto, este tipo de vestuário é pouco resistente à penetração de vapores.

Todas as pessoas que trabalham no laboratório devem conhecer as técnicas apropriadas para remoção de roupa protectora, particularmente quando se encontra contaminada. Os derrames químicos em vestuário ou acessórios de pele (correias de relógio, cintos, sapatos, etc.) são extremamente perigosos, pois muitos produtos químicos são absorvidos pelo cabedal e podem por isso manter-se em contacto com a pele por períodos prolongados.

^a Departamento de Tecnologia de Indústria Química (LNETI), Estrada das Palmeiras, 2745, Queluz.

gados; em tais casos, esses artigos devem ser removidos e descontaminados ou eliminados, para evitar a possibilidade de ocorrência de queimaduras químicas.

Para utilização em caso de contaminação grave do vestuário ou da pele, em especial no caso de derrames químicos, devem existir no laboratório chuveiros de emergência.

2 — Protecção dos olhos e da face

A protecção dos olhos é da máxima importância e todas as pessoas devem usar sempre *óculos de segurança* no laboratório. Não deve ser permitida a circulação de visitantes nos laboratórios se não estiverem equipados com óculos de segurança.

Os óculos normais não oferecem protecção adequada, requerendo-se no laboratório o uso de óculos com lentes de plástico ou de vidro endurecido (que poderão ser graduados de acordo com a prescrição do médico para cada indivíduo) com um mínimo de 3 mm de espessura, resistentes ao impacto, testados quanto à flamabilidade e com armação capaz de sustentar as lentes em condições de trabalho laboratorial.



Os óculos de segurança oferecem protecção adequada para a maior parte do trabalho de rotina de um laboratório. Contudo, há casos em que pode ser necessária uma protecção mais completa; os óculos de segurança com protecções laterais protegem de objectos que se aproximem lateralmente do seu utilizador, mas não quando haja possibilidade de ocorrência de salpicos químicos, caso em que é preferível optar por viseiras faciais, que oferecem boa protecção para os olhos, face e garganta. Todos os trabalhos que envolvam risco de explosão ou de implosão devem ser efectuados por trás de écrans de segurança, e dentro de uma hote. Para protecção do operador, é importante o dimensionamento correcto das hotes, para que o trabalho possa ser executado sem que o operador tenha necessidade de introduzir a cabeça dentro da hote.

As lentes dos óculos de segurança, as viseiras e os écrans de segurança deverão ser mantidos limpos e sem

riscos, pois caso contrário podem obscurecer a visão e provocar cansaço da vista.

As lentes de contacto não substituem os óculos de segurança e não devem ser usadas no laboratório. Um deslocamento súbito das lentes pode causar problemas visuais momentâneos, impedindo o operador de prestar a vigilância constante requerida pela maioria dos trabalhos laboratoriais. Os gases ou vapores que se concentram sob as lentes de contacto podem provocar lesões permanentes da vista, além de que, quando corpos estranhos se alojam na vista, as lentes de contacto tendem a evitar que os fluidos naturais removam os contaminantes sólidos ou líquidos; por outro lado, a remoção das lentes de contacto, quando se introduz algum corpo estranho, é difícil devido a espasmos involuntários das pálpebras. As lentes de contacto não-rígidas podem absorver vapores de solventes, mesmo através de viseiras, e, como resultado, aderir ao globo ocular.

No laboratório deverão existir esguichos apropriados para a lavagem dos olhos, contendo água destilada, e/ou chuveiros para lavagem dos olhos, de que existem modelos adaptáveis às próprias torneiras do laboratório.

3 — Protecção da pele e das mãos

Nos laboratórios existem numerosas substâncias que podem causar irritação da pele e originar dermatites pelo que se deve utilizar *luvas*, não só para evitar o contacto da pele com líquidos e sólidos, mas também para evitar outros acidentes como queimaduras, cortes, etc. Existem muitos tipos de luvas apropriados para as diferentes tarefas inerentes ao trabalho laboratorial; as luvas de algodão ou de cabedal protegem as mãos de abrasivos, objectos aguçados e com arestas cortantes; as luvas de borracha natural ou sintética podem ser utilizadas no manuseamento de solventes, ácidos concentrados e outras substâncias corrosivas, mas dado que a sua



resistência à acção de vários agentes químicos é diferente consoante o material de que são fabricadas, deverão consultar-se a bibliografia e catálogos comerciais para proceder à selecção do material mais adequado às tarefas a realizar. Para além da selecção apropriada das luvas, estas devem ser inspeccionadas periodicamente, para detectar descoloração, perfurações e cortes; antes de remover as luvas, estas devem ser lavadas e deve proceder-se à sua substituição periódica. No manuseamento de fluidos criogénicos deve recorrer-se a luvas de cano alto, para evitar a entrada de fluidos nas luvas, o que pode provocar queimaduras graves na pele. Não é aconselhável o uso de luvas próximo de equipamentos com partes móveis.

Para protecção da pele e das mãos é muito importante a limpeza pessoal. A remoção da pele de contaminantes com solventes orgânicos é prejudicial pois não só seca a pele, tornando-a mais vulnerável, como pode facilitar a absorção desses contaminantes através da pele. A água e o sabão são os produtos de limpeza recomendados.

Não se deve usar anéis no laboratório, pois podem reagir com produtos químicos ou prenderem-se em equipamentos com partes móveis.

Existem cremes protectores para as mãos (barrier creams) de vários tipos, que deverão ser seleccionados e utilizados de acordo com as instruções do fabricante e tendo presente o facto de que só oferecem uma protecção parcial.

4 — Protecção das vias respiratórias

A existência no laboratório de um *bom sistema de ventilação* e de *hotes* com boa tiragem são os factores básicos para a protecção das vias respiratórias de todos os trabalhadores do laboratório.

Contudo, trabalhos que envolvem o manuseamento de poeiras, vapores e gases tóxicos ou irritantes requerem protecção adicional para as vias respiratórias.

Assim, em todos os laboratórios devem existir máscaras respiratórias com filtros.

A escolha da máscara respiratória e dos filtros depende do tipo de trabalho a que se destinam, do contaminante e estimativa da sua concentração no local, limites de



**NO TRABALHO COM GASES OU VAPORES
MUITO TÓXICOS DEVE USAR-SE FÍLTROS
RESPIRATÓRIOS**

Resistência a produtos químicos de materiais usados no fabrico de luvas *

	Borracha natural	Neopreno	Nitrilo	Vinilo
Acetaldeído	B	B	E	B
Acetato de Etilo	M	B	B	M
Acetona	B	B	B	M
Ácido Acético	E	E	E	E
Ácido Bromídrico (40%)	B	E	—	E
Ácido Clorídrico (conc)	B	B	B	E
Ácido Crómico	F	M	M	E
Ácido Fluorídrico (30%)	B	B	B	E
Ácido Fórmico	B	E	E	E
Ácido Fosfórico	B	E	—	E
Ácido Nítrico (conc)	F	F	F	B
Ácido Perclórico	M	B	M	E
Ácido Sulfúrico (conc)	B	B	M	B
Acrlonitrilo	F	B	—	M
Anilina	M	B	E	B
Benzaldeído	M	M	E	B
Benzeno (a)	F	M	B	M
Bromo	B	B	—	B
Butano	F	E	—	F
Butiraldeído	F	B	—	B
Ciclo-hexano	M	E	—	F
Cloreto de Benzilo (a)	M	F	B	F
Cloreto de Metileno (a)	M	M	B	M
Cloreto de metilo (a)	F	E	—	F
Cloro	B	B	—	B
Cloroacetona	M	E	—	F
Clorofórmio (a)	F	M	B	F
Dicloreto de Etileno (a)	F	M	B	F
Dicloreto de Propileno (a)	F	M	—	F
Dietanolamina	M	E	—	E
Éter Dibenzílico	M	B	—	F
Éter Dietílico	M	B	E	F
Etileno Glicol	B	B	E	E
Flúor	B	B	—	B
Formaldeído	B	E	E	E
Ftalato Dibutílico	M	B	—	F
Glicerol	B	B	E	E
Hexano	F	E	—	F
Hidróxido Amónio (sat)	B	E	E	E
Hidróxido Potássio (sat)	B	B	B	E
Hidróxido de Sódio	B	B	B	E
Hipoclorito de Cálcio	F	B	B	B
Hipoclorito de Sódio	B	F	M	B
Iodo	B	B	—	B
Metilamina	B	B	E	E
Metil Celosolve	M	E	—	F
Metil Etil Cetona	M	B	B	F
Monoetanolamina	M	E	—	E
Morfolina	M	E	—	E
Naftaleno (a)	B	B	E	B
Peróxido de Hidrogénio	B	B	B	E
Sulfóxido Dimetílico (b)	—	—	—	—
Sulfureto de Carbono	F	F	B	M
Tetracloroeto de Carbono	F	M	B	M
Tolueno (a)	F	M	B	M
Tricloreto de Etileno (a)	F	F	—	F
Tricloroetileno (a)	F	M	B	M
Trietanolamina	M	E	E	E
Trinitrotolueno	F	E	—	F

* E = excelente; B = boa; M = média; F = fraca.

a) Os hidrocarbonetos aromáticos e halogenados atacam todos os tipos de borracha natural e sintética utilizados no fabrico de luvas. Se se observar alterações nas luvas, devem ser postas a secar para que voltem ao normal e o utilizador deverá utilizar entretanto um novo par de luvas.

b) Não estão disponíveis dados sobre a resistência ao sulfóxido dimetílico pela borracha natural, neopreno, vinilo ou outros materiais sintéticos; o fabricante deste reagente recomenda o uso de luvas de borracha butílica.

Fonte: *Prudent Practices for Handling Hazardous Chemicals in Laboratories*, National Research Council, National Academy Press, Washington, D.C., 1981.

exposição conhecidos e propriedades perigosas (por exemplo, irritante para os olhos ou absorvido pela pele).

Os filtros químicos destinados a ser utilizados com vapores ou gases actuam adsorvendo-os numa substância absorvente, em geral carvão activado. É extremamente importante conhecer a capacidade de cada filtro e tempo durante o qual foi utilizado, sendo recomendável que se substitua o filtro após cada utilização para assegurar o tempo máximo de utilização a cada operador. Este tipo de filtro químico não deve ser utilizado com vapores cujas propriedades não sejam bem conhecidas nem com aqueles que gerem calores de reacção elevados com o material adsorventes do filtro.

Os filtros destinados a ser utilizados na presença de poeiras, fumos e aerossóis actuam retendo as partículas numa rede de fibras e em geral são de deitar fora após cada utilização.

As máscaras respiratórias devem ser seleccionadas de modo a assegurar uma adaptação perfeita à face do utilizador, caso contrário pode haver penetração de contaminantes durante a sua utilização.

Para situações de emergência e trabalhos de salvamento, é necessário dispôr de um máscara completa ligada a um cilindro de ar comprimido. A utilização destas máscaras exige treino prévio adequado. Por outro lado, sendo o suprimento de ar limitado (5 a 30 minutos), este tipo de equipamento não pode ser utilizado por períodos prolongados sem que o cilindro de ar seja substituído.

5 — Protecção dos pés

Em muitas circunstâncias pode ser necessária protecção superior à oferecida pelo calçado vulgar. Contudo, não são aceitáveis no laboratório os sapatos perfurados, os sapatos de lona ou as sandálias, pois não evitam a exposição dos pés a reagentes corrosivos e grandes quantidades de solventes ou de água (por exemplo, em operações de limpeza), para além de serem perigosos junto de máquinas em movimento.

As botas de borracha e o calçado de plástico podem produzir descargas de electricidade estática, pelo que não se recomenda o seu uso em locais em que haja perigo de incêndio.

O uso de sapatos de segurança com solas antiderrapantes é recomendado para o laboratório, armazéns e oficinas e, em locais onde se movimente equipamento pesado, o calçado deverá ter biqueiras reforçadas.

Embora a conservação e manutenção em bom estado de funcionamento de todo o equipamento de protecção pessoal seja da responsabilidade de todos quantos trabalham no laboratório, é ao encarregado da segurança que cabe proceder à verificação periódica de todo esse equipamento e sua substituição sempre que necessário.

Planeamento de Laboratório: uma breve listagem bibliográfica

O planeamento, organização e gestão de laboratórios são factores fundamentais para assegurar condições de segurança a todos os seus utentes. Por esse motivo se considera de extrema importância que todas as pessoas envolvidas na construção e/ou adaptação de edificios a laboratórios, na selecção do mobiliário e outro equipamento tenham acesso a fontes de informação sobre essas matérias. Neste número do Boletim apresenta-se uma listagem bibliográfica sobre planeamento, organização e gestão de laboratórios. Em números subsequentes serão publicadas listagens sobre outros aspectos da segurança, nomeadamente selecção de extintores, armazenagem de reagentes, destruição de resíduos químicos, toxicologia.

— Nuffield Foundation, Division for Architectural Studies, *The Design of Research Laboratories*, Oxford University Press, 1961.

— Nunce, J.F., *Laboratory Planning*, Butterworths, London, 1962.

— Lewis, H.F. (Ed.), *Laboratory Planning for Chemistry and Chemical Engineering*, Reinhold Publishing Corp., New York, 1962.

— Schram, W. *Chemistry and Biology Laboratories*, Pergamon Press, London, 1965.

— Hughes, D. e Cullingworth, R., *The Design of Laboratories for Radioactive and Other Toxic Substances*, Koch-Light Laboratories Ltd, Colnbrook (UK), 1971.

— Ferguson, W.R., *Practical Laboratory Planning*, Applied Sciences Publishers, London, 1973.

— Everett, K. e Hughes, D., *Guide to Laboratory Design*, Butterworths, London, 1975.

— Archenhold, W.F., Jenkins, E.W. e Wood-Robinson, C., *School Science Laboratories: a Handbook of design, management and organization*, John Murray, London, 1978.

— Grover, F. e Wallace, P., *Laboratory Organization and Management*, Butterworths, London, 1979.

— Hughes, D., *A Literature Survey and Design Study of Fumecupboards and Fume-Dispersal Systems*, Occupational Hygiene Monograph No. 4, Science Reviews Ltd, 1980.

Debate sobre segurança em experiências de tecnologia biológica

Maria do Céu Gonçalves da Costa *

A biotecnologia transformou-se nas últimas décadas numa tecnologia importante no desenvolvimento de novos processos industriais e na medicina, como é exemplo a utilização terapêutica de proteínas humanas (somatostatina, insulina). Poderá constituir, mesmo, um factor de evolução socio-económica nos países em vias de desenvolvimento nas áreas da saúde, alimentação, energia e protecção do ambiente. A fig. 1 ilustra a integração das diferentes disciplinas científicas, que, por intermédio de tecnologia biológica, encontram aplicações nas principais áreas de desenvolvimento de um país.

Actualmente os biotecnólogos são biólogas, microbiólogos, químicos ou engenheiros de processos que cooperam em qualquer projecto tecnológico envolvendo a utilização de organismos vivos (ou partes de organismos) com o objectivo de preparar e/ou modificar produtos, melhorar espécies de plantas ou de animais, ou desenvolver microorganismos para usos específicos ¹.

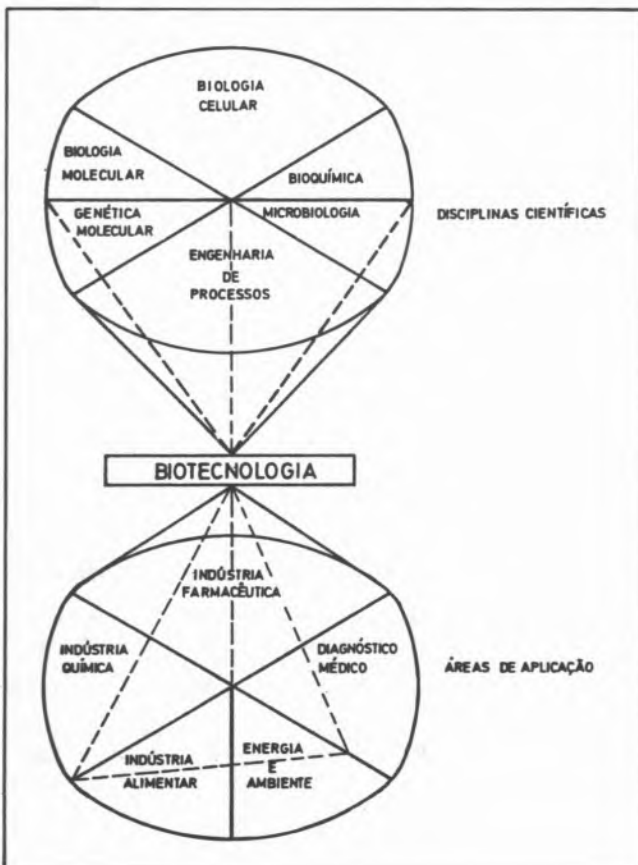


Fig. 1

Representação da Biotecnologia como esforço científico multidisciplinar para aplicações industriais e ambientais

A principal característica da era das novas biotecnologias (após 1975) refere-se ao desenvolvimento da tecnologia de recombinação do ADN. A possibilidade de actuação directa no material genético de células microbianas abriu novas perspectivas na área da biologia aplicada. Por introdução de códigos genéticos estranhos, nalguns casos por síntese química de ADN no laboratório, as células dos microorganismos podem ser transformadas de modo a sintetizar os produtos desejados.

Em Portugal a biotecnologia encontra-se, ainda, na era pós-antibiótica, caracterizada pela aplicação das tecnologias convencionais derivadas das indústrias química e alimentar na indústria de fermentação, para obtenção de produtos com interesse essencialmente farmacêuticos (CIPAN, Soc. Prod. Leveduras, PROPAM).

Nalguns países, o avanço tecnológico e o conhecimento crescente do metabolismo microbiano possibilitam a "engenharia metabólica" baseada na exploração das capacidades dos microorganismos para produzir vários metabolitos e enzimas. Em Portugal não se produzem ainda muitos desses metabolitos ², apenas se aplicam, como é o caso de enzimas para uso em detergentes e na transformação de flucoose em frutose em larga escala (HFCS) iniciada na COPAM, por intermédio da glucose isomerase imobilizada.

Com o avanço da cooperação entre a indústria química e as tecnologias biológicas, assumem papel importante no desenvolvimento económico do país os projectos comuns naquelas áreas. Prevê-se que no fim deste século estará já em curso uma revolução bio-industrial, com todas as suas consequências. Além disso o homem ver-se-á em condições técnicas de tomar importantes decisões sobre o futuro das características genéticas nos seres vivos, incluindo a genética humana.

Ao mesmo tempo que oferecem benefícios, as manipulações genéticas podem vir a pôr em risco a sanidade e o bem-estar social se não forem conduzidas com as devidas precauções e se os seus objectivos não forem articulados com o bem público e a segurança social, falando-se até na possibilidade de uma guerra baseada na utilização de armas químico-biológicas ³.

O primeiro alarme contra os perigos da utilização da engenharia genética, a nível mundial, foi lançado em 1971 pela divulgação da intenção de um grupo de investigadores em integrar o ADN do vírus cancerígeno SV40 no cromossoma da *Escherichia coli* (que se multiplica facilmente no homem) ⁴. A partir daí o problema tem sido abordado em várias reuniões internacionais ⁵. A reacção

* Licenciada em Farmácia, LNETI, DTIQ, Serviço de Química Fina.

mais rápida, forte e organizada na Europa teve lugar na Grã-Bretanha, que foi mesmo o primeiro país no mundo onde esta questão acarretou envolvimento governamental e deu origem às normas britânicas para experiências em engenharia genética⁶ e à constituição do "Genetic Manipulation Advisory Group" (GMAG) para tomar decisões sobre casos individuais. Sem dúvida que o acidente ocorrido num laboratório de microbiologia em 1973, com vírus da varíola, na "London School of Hygiene and Tropical Medicine" influenciou decisivamente este destadado pioneirismo britânico no domínio da segurança ligada ao manuseamento de microrganismos.

Entretanto, começaram a constituir-se noutros países comissões nacionais encarregadas de estudar os perigos da engenharia genética e de regulamentar as suas experiências.

A nível europeu três instituições desempenharam papel de relevo na evolução dos acontecimentos: a "European Molecular Biology Organization" (EMBO), a "European Economical Community" (CEE) e a "European Science Foundation" (ESF).

Em Junho de 1976 foi publicado nos E.U.A., pelo "National Institute of Health" (NIH) um conjunto de normas baseadas fundamentalmente nas decisões tomadas numa conferência realizada na Califórnia em Fevereiro de 1975 e em que participaram 134 cientistas de 16 países diferentes. As normas definem quatro categorias distintas de laboratórios (P1, P2, P3 e P4), tendo em consideração os seus níveis de segurança. O grau 4 corresponde a um laboratório especialmente equipado, no qual são exigidas condições de segurança altamente dispendiosas. Os sistemas biológicos utilizados, foram também classificados segundo o tipo de organismos em EK1, EK2, EK3, sendo as garantias de não multiplicação em condições extra laboratoriais crescentes do primeiro ao último.

Longe de constituírem uma questão polémica, as manipulações genéticas estão hoje regulamentadas na maior parte dos países (Portugal?) que as executam, sendo a maioria das determinações em vigor baseadas nas normas publicadas pelo NIH.

Actualmente os "perigos" da engenharia genética foram desdramatizados e foi até publicado um livro⁴ que recolhe cuidadosamente vários documentos sob este tema testemunhando as várias fases do debate mundial e os relatórios dos testes experimentais de risco⁵ realizados em laboratórios da máxima segurança (P4) para testar em que medida os pressupostos hipotéticos de risco eram ou não verdadeiros, Resta apenas, reduzir a questão às suas devidas proporções e aguardar com expectativa os êxitos de futuras experiências.

Quanto ao problemas éticos resultantes da aplicação da engenharia genética ao homem persistem, tal como acontece em tantas outras áreas científicas.

Os problemas éticos mais difíceis de abordar não se referem tanto à possibilidade, cada vez mais próxima, de aplicação da engenharia genética à terapia de genes humanos, mas, sobretudo, aos abusos possíveis no que se refere ao "melhoramento" (?) da espécie humana, à deliberada construção de indivíduos sub-humanos que eventualmente pudessem ser mais docilmente utilizados numa espécie de neo-escravatura ou à recombinação genética para fins militares como seria a infestação de determinada área com vírus possuidores de toxinas letais.

Em Janeiro de 1982 a Assembleia Parlamentar do Conselho da Europa emitiu uma Recomendação em que se

reconhecem as condições que legitimam a modificação genética de seres humanos quando se tratar de verdadeira terapia apesar de implicitamente, se confessar a dificuldade em delimitar claramente, nos casos concretos, até onde vai o conceito de um verdadeira terapia.

Com excepção daquelas situações a Recomendação faz a proposta de que seja explicitamente inscrito na Convenção Europeia dos Direitos Humanos o direito a receber hereditariamente um material genético que não tenha sido artificialmente alterado, Propuseram-se, também, orientações que protejam os indivíduos contra aplicações não terapêuticas da engenharia genética. A Recomendação foi enviada ao Comité de Ministros do Conselho da Europa, aos governos dos países membros e à "European Science Foundation".

Vencido o medo, a engenharia genética avança agora ao ritmo das suas enormes potencialidades e em benefício da bio-industrialização e da melhoria da qualidade de vida. Cerca de uma centena de patentes já foram registadas nesta área científica nos últimos anos. Nalguns países, como a Dinamarca e a Alemanha, a engenharia genética é considerada como a área de primeira prioridade a subsídios na investigação biológica.

Como ciência de ponta, a engenharia genética exige investimentos muito elevados em investigação básica e aplicada e, também na conversão das tecnologias produtivas. Tal como noutras tecnologias de ponta há perigo de novos monopólios tecnológicos e graves desequilíbrios económicos podem ser desencadeados a nível internacional se não forem criadas condições de auto-suficiência tecnológica.

Com a entrada de Portugal na CEE, as indústrias, quer públicas quer privadas, estarão sujeitas às mesmas medidas regulamentares e aos mesmos mercados e terá que *ser bem definida* uma política nesta como noutras áreas de desenvolvimento da indústria nacional.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 — Houwink, E.H., A Realistic View on Biotechnology, European Federation of Biotechnology, Frankfurt an Main, 1984 [ISBN 3-921567-57-2].
 - 2 — Comunicação pessoal do Doutor José Cardoso Duarte, Investigador do Departamento de Tecnologia e Indústrias Químicas do Laboratório Nacional de Engenharia e Tecnologia Industrial.
 - 3 — Ortolí, Sven, Le quatrième cavalier de l'Apocalypse, *Science et Vie*, (1984).
 - 4 — Watson, J.D.; Tooze, J., The DNA story. A Documentary History of Gene Cloning, W.H. Freeman and Company, San Francisco (1981).
 - 5 — Archer, L.J., O Debate Europeu sobre Engenharia Genética, Brotéria-Genética, Lisboa, IV (LXXIX), 9-26 (1983).
 - 6 — Williams, Report of the Working Party on the Practice of Genetic Manipulation, HMSO Cmnd, 6600, London (1976).
 - 7 — Council of Europe, Motion for a Recommendation on Research Concerning DNA Hybrids (Manipulation of Genes), Doc, 4174, 28/4/78.
- Recommendation 934 (1982) on Genetic Engineering from the Parliamentary Assembly, Strasbourg (1982).

Permeabilidade de luvas de látex e de cloreto de polivinilo

Maria do Céu Gonçalves da Costa *

A manipulação de substâncias químicas envolve riscos quando se trata de substâncias tóxicas. Por esse motivo, a utilização de luvas é recomendável sempre que se proceda ao manuseamento de produtos tóxicos de modo a evitar o contacto directo com a pele.

Vários estudos recentes¹⁻¹⁵ têm avaliado a eficácia de diversos tipos de luvas como meio de protecção contra diferentes solventes¹⁶, nitrosaminas em solução¹⁷⁻¹⁹ e agentes citotóxicos^{21,22}. Entre estas publicações assume particular importância a de Matney *et al.*²², revelando que as luvas de látex e de cloreto de polivinilo normalmente utilizadas nos hospitais são permeáveis a agentes anti-tumorais, conforme demonstram os resultados sumariados no Quadro 1.

e compostos inorgânicos; os seus pesos moleculares variam entre 130 e 1415.

São as seguintes as principais conclusões que podem ser tiradas deste trabalho:

— As luvas cirúrgicas de látex são permeáveis a certas drogas, mas possibilitam um grau de protecção mais eficaz do que qualquer dos outros tipos de luvas;

— As luvas deverão ser removidas imediatamente após a contaminação e, por rotina, após pelo menos 30 minutos de preparação e administração de uma droga. Embora duas camadas de material ofereçam maior protecção, as luvas devem ser consideradas apenas como uma barreira temporária à exposição por contacto;

QUADRO I — Permeabilidade de luvas a drogas atóxicas^(a)

DROGA (Nome comercial)	CONCENTRAÇÃO (mg/ml)	MATERIAL CONSTITUINTE DA LUVA			
		LÁTEX (cirúrgica)	PVC (espessa)	LÁTEX (exame médico)	PVC (fina)
Carmustine	3.3	+	+	+	+
Thiotepa	10	+	+	+	+
Cloridrato de Mecloretamina	20	±	+	+	+
Ciclofosfamida	20	—	—	+	+
Cloridrato de Daunorubicina	5	—	+	—	+
Doxorubicina	2	—	±	—	+
Mercaptopurina	10	—	±	—	+
Cisplatina	1	—	—	—	+
Chip ^(c)	5	—	—	—	+
Melphalon	10	—	—	—	+
Ifosfamida	50	—	—	—	+
Diaziquone	1	—	—	—	+
Teniposide	10	—	—	—	+
Etoposide	20	—	—	—	+
Cloridrato de Mitoxantrona	2	—	—	—	+
Dacarbazina	10	—	—	—	+
Sulfato de Bleomicina	3	—	—	—	+
Mitomicina	0.5	—	—	—	+
Fluorouracilo	50	—	—	—	+
Floxuridina	100	—	—	—	+
PCNU ^(d)	20	—	—	—	+

(a) A permeabilidade foi determinada por testes de mutagenicidade ou toxicidade (fluorouracilo e fluoxiridina); + = permeável. ± = permeação marginal; — = impermeável.

(b) Concentração especificada pelo fabricante (excepto para o cloridrato de mecloretamina, que foi utilizado com concentração 20 vezes superior à recomendada, com o objectivo de detectar 1% de permeação).

(c) *cis*-dicloro-*trans*-hidroxi-bis(isopropilamina)platina IV [droga em investigação].

(d) 1-(2-cloroetil)-3-(2,6-dioxo-3-piperidil)-1-nitroso ureia [droga em investigação].

As substâncias estudadas neste trabalho²² representam uma amostragem dos tipos de drogas citotóxicas utilizada na terapia anti-neoplásica, incluindo notrosos ureias, antraciclinas, substâncias azotadas (nitrogen mustards)

* Licenciada em Farmácia, LNETI, DTIQ, Serviço de Química Fina.

— O tempo e a quantidade de substância permeada varia em luvas do mesmo tipo e em diferentes dedos de luvas individuais, parecendo ser a espessura o facto principal. De um modo geral, a permeabilidade aumenta ao longo do tempo de exposição.

BIBLIOGRAFIA

- 1 — Harrison, B.R., Developing Guidelines for Working with Antineoplastic Drugs, *Am. J. Hosp. Pharm.*, **38**, 1686-93 (1981).
- 2 — Society of Hospital Pharmacists of Australia's Speciality Practice Committee on Parenteral Services, Guidelines for Safe Handling of Cytotoxic Drugs in Pharmacy Departments and Hospital Wards, *Hosp. Pharm.*, **16**, 17-20 (1981).
- 3 — Eriksen, I.L., Handling of Cytotoxic Drugs: Governmental Regulations and Practical Solutions, *Pharm. Int.*, **3**, 264-7 (1982).
- 4 — Pharmaceutical Society Working Party Report, Guidelines for the Handling of Cytotoxic Drugs, *Pharm. J.*, **230**, 320-21 (1983).
- 5 — Jones, R.B., Frank, R. e Mass, T., Safe Handling of Chemotherapeutic Agents: A Report from The Mount Sinai Medical Centre, 1983.
- 6 — Hoffman, D.M. The Handling of Antineoplastic Drugs in a Major Cancer Centre, *Hosp. Pharm.*, **15**, 302-4 (1980).
- 7 — Zimmerman, P.F., Larsen, R.K., Barkley, E.W. *et al.*, Recommendations for the Safe Handling of Injectable Antineoplastic Drug Products, *Am. J. Hosp. Pharm.*, **38**, 993-5 (1981).
- 8 — U.S. Department of Health and Human Services, Recommendations for the Safe Handling of Parenteral Antineoplastic Drugs, National Institute of Health, Public Health Service, Bethesda, Maryland, NIH Publication No. 83-2621, 1983.
- 9 — Solimando, D.A., Preparation of Antineoplastic Drugs: A Review, *Am. J. IV Ther. Clin. Nutr.*, **10**, 16-7 (1983).
- 10 — Knowles, R.S., Virden, J.E., Handling of Injectable Antineoplastic Agents, *Br. Med. J.*, **281**, 589-91 (1980).
- 11 — Gross, J., Johnson, B.L., Berting, J.R., Possible Hazards of Working with Cytotoxic Agents, *Oncol. Nurs Forum*, **8**, 10-2 (1981).
- 12 — Wilson, J.P., Solimando, D.A., Antineoplastics: A Safety Hazard?, *Am. J. Hosp. Pharm.*, **38**, 624 (1981).
- 13 — Reich, S.D., Antineoplastic Agents as Potencial Carcinogens: Are Nurses and Pharmacists at Risk?, *Cancer Nurs*, 500-2 (1981).
- 14 — Anderson, R.W., Puckett, W.H., Dana, W.J. *et al.*, Risk of Handling Injectable Antineoplastic Agents, *Am. J. Hosp. Pharm.*, **39**, 1881-7 (1982).
- 15 — Stolar, M.H., Power, L.A., Viele, C.S., Recommendations for Handling Cytotoxic Drugs in Hospitals, *Am. J. Hosp. Pharm.*, **40**, 1163-71 (1983).
- 16 — Sansone, E.B., Tewari, Y.B., The Permeability of Laboratory Gloves to Selected Solvents, *Am. Ind. Hyg. Assoc. J.*, **39**, 169-74 (1978).
- 17 — Walker, E.A., Castegnarò, M., Garren, L. *et al.*, Limitations to the Protective Effect of Rubber Gloves for Handling Nitrosamines, in: Walker, E.A. *et al.* (eds), IARC Scientific Publication No. 19, Environmental Aspects of N-Nitroso Compounds, Lyon, International Agency for Research on Cancer, 535-43, 1978.
- 18 — Sansone, E.B., Tewari, Y.B., The Permeability of Laboratory Gloves to Selected Nitrosamines, *ibid.*, 517-29, 1978.
- 19 — Gough, T.A., Webb, K.S., McPhail, M.F., Diffusion of Nitrosamines Through Protective Gloves, *ibid.*, 531-4, 1978.
- 20 — Thomsen, K., Mikkelsen, H.I., Protective Capacity of Gloves Used for Handling of Nitrogen Mustard, *Contact Dermatitis*, **1**, 268-9 (1975).
- 21 — Slevin, M.L., Ang, L.M., Johnston, A. *et al.*, The Efficiency of Protective Gloves Used in the Handling of Cytotoxic Drugs, *Cancer Chemother. Pharmacol.*, **12**, 151-3 (1984).
- 22 — Laidlaw, J.L., Connor, T.H., Theiss, J.C., Anderson, R.W., e Matney, T.S., Permeability of Latex and Polyvinyl Chloride Gloves to 20 Antineoplastic Drugs, *Am. J. Hosp. Pharm.*, **41**, 2618-2623 (1984).

... a qualidade de uma análise nunca pode ser superior à qualidade da preparação da amostra ...

ALFRED **FRITSCH** é o único fabricante de todo o tipo de MOÍNHOS DE LABORATÓRIO e equipamento para análise de granulometrias que oferece...

... **2 ANOS DE GARANTIA**

REPRESENTANTES EXCLUSIVOS:

VIARA COMERCIAL (MÁQUINAS), LDA
 Porto : 683763 / 671351 / 671352
 Lisboa : 804551 / 804552
 TELEX - 26602 VIARA P

Bhopal: porquê?

João A.A. Lourenço *

A catástrofe

Bhopal, Índia, fábrica de pesticidas da Union Carbide India Ltd (51% do capital da Union Carbide, americana), domingo, 2 de Dezembro de 1984.

Cerca das 11 horas da noite, o pessoal de operação nota um aquecimento anormal num dos três reservatórios subterrâneos contendo 25 toneladas de isocianato de metilo, o MIC-610. O sistema de arrefecimento acoplado ao reservatório estava fora de serviço... como medida de poupança de energia.

Quinze minutos passados da meia-noite. A elevação de pressão no reservatório faz abrir a válvula de segurança. Os vapores encaminham-se para as duas torres de neutralização, operando com uma solução a 20% de soda cáustica. Apenas uma se encontrava em condições de funcionamento. De qualquer modo, a sua capacidade era limitada relativamente à quantidade de isocianato armazenada. Em seguida, os gases dirigem-se para a torre de "flare", que, em condições normais, deveria queimar o excesso de gás não neutralizado. Estava fora de serviço, para reparações, devido a problemas de corrosão.

1,30 h da madrugada. A fuga foi contida. Na atmosfera, as 25 toneladas de isocianato, em nuvem compacta e baixa, a caminho da cidade de Bhopal, e dos seus 800 000 habitantes. Número de vítimas? 2000 oficialmente, 5000 provavelmente. 10 000 pessoas permanentemente afectadas, 200 000 afectadas de algum modo. Os dados conhecidos sobre os efeitos tóxicos do isocianato de metilo eram escassos, especialmente quanto aos efeitos a longo prazo. Crê-se que os melhores dados estariam na posse dos toxicologistas da Union Carbide, sendo tratados, pelo menos até à data de acidente, como informação reservada.

Em 1965, na Alemanha Ocidental, tinham sido levadas a cabo experiências de exposição ao gás com seres humanos, por períodos de 1 a 5 minutos. A 0,4 ppm, o gás não era detectado pelo olfacto, nem se observava efeitos irritantes; a 2,0 ppm, notava-se sintomas de irritação no nariz, garganta e olhos; a 21,0 ppm, os efeitos eram insuportáveis.

Estas experiências contribuíram, em parte, para que a American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH) recomendasse um limite de exposição de 0,02 ppm, em média, para os trabalhadores lidando com esta substância, ao longo de um turno de 8 horas. Como termo de comparação, o limite de exposição ao fósforo, gás tóxico utilizado na 1.ª Guerra Mundial, era de 0,1 ppm.

A maior parte das vítimas pereceu por alteração da função respiratória. Nalgumas pessoas, secreções internas maciças bloquearam o tecido pulmonar. Noutras, con-

tracções espasmódicas dos brônquios levaram à morte por sufocação.

Nos sobreviventes, registaram-se alterações respiratórias, lesões da córnea, e uma longa lista de afecções menores, tais como secreção lacrimal abundante, sensibilidade à luz, tosse, falta de apetite e fadiga extrema. Nas mulheres grávidas temia-se pelo efeito das deficiências de oxigenação em relação aos fetos. E, se em muitos casos havia indicações de que os efeitos eram reversíveis, noutros suspeitava-se de alterações permanentes.

As reacções e os problemas de operação na unidade de Bhopal

Até hoje ignoram-se as razões que comprovadamente estiveram na origem da anormal elevação de temperatura registada no tanque de armazenagem de isocianato de metilo, e que levou ao acidente.

Dir-se-á que existem hipóteses razoáveis.

Os isocianatos são, como é do conhecimento geral, compostos extremamente reactivos, característica favorecida pela presença do sistema de duplas ligações contíguas, de grande importância na formação de produtos intermediários.

São três os isocianatos principais usados industrialmente: o diisocianato de tolueno (TDI), o diisocianato de 4,4'-difenilmetano (MDI) e o isocianato de metilo (MIC). Os dois primeiros são aplicados quase exclusivamente na produção de polímeros de uretano e isocianuratos. O isocianato de metilo é quase totalmente absorvido no fabrico de pesticidas.

Destes isocianatos, todos tóxicos e inflamáveis, o isocianato de metilo é o de manuseamento mais delicado devido à sua maior volatilidade (p.e. 39,1°C, à pressão normal) e densidade cerca de duas vezes superior à do ar. Dado que a água pode reagir com o isocianato de metilo, numa reacção catalisada por vestígios de ácido ou de base, com formação de metilamina e dióxido de carbono, reagindo a metilamina formada com isocianato para dar 1,3-dimetilureia ou 1,3,5-trimetilbiureto (respectivamente na presença de um excesso de água ou de um excesso de isocianato), a água tornou-se um dos principais contaminantes suspeitos de estarem na origem do sucedido (Fig. 1).

Uma vez iniciada a reacção do isocianato de metilo com água, e não sendo removido o calor desenvolvido (cerca de 8600 kJ por kg de H₂O), ter-se-ia acelerado rapidamente, com maior libertação de calor e de dióxido de carbono, levando o conteúdo do tanque à ebulição, enquanto que a sobrepressão fazia abrir as válvulas de segurança. Esta a suspeita inicial, reforçada pela detec-

* Engenheiro Químico, LNETI, DTIQ, Serviço de Química Fina.

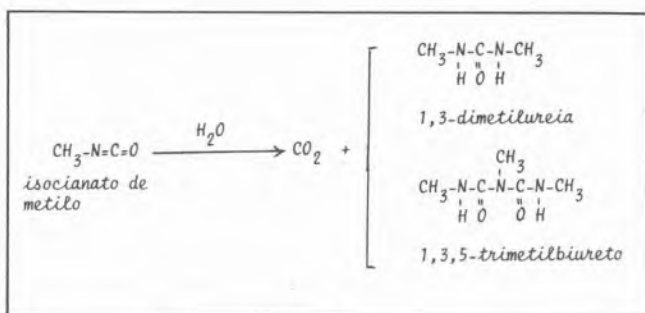


Fig. 1

Reacção do isocianato de metilo com água

ção de água condensada nas tubagens de ventilação dos tanques. A possibilidade de contaminação com água proveniente de fugas com origem nos sistemas de refrigeração estava excluída, porque em Bhopal eram utilizados fluorocarbonetos para efeitos de refrigeração.

Na hipótese admitida pela Union Carbide em conferência de imprensa de 20 de Março de 1985, em Danbury, Connecticut, cerca de 500 litros de água teriam penetrado no reservatório de MIC-160, iniciando a reacção. Esta teria sido catalisada por iões de ferro gerados no tanque devido à presença de uma quantidade anormalmente elevada de clorofórmio (usando no "queching" da reacção de produção do isocianato); o clorofórmio terá produzido iões cloreto por dissociação e estes, atacando o aço inox 304 utilizado na construção do tanque, terão originado os iões de ferro livres.

Como teria tal quantidade de água entrado no tanque? Especulativamente, a Union Carbide sugeria que teria havido um erro de operação numa tentativa de pressurização do tanque, efectuada um pouco antes do acidente, como adiante se verá.

O isocianato de metilo não precisa, porém, de uma espécie diferente para iniciar uma reacção. Desde que suficientemente puro, e na presença de um catalisador adequado, o isocianato de metilo pode polimerizar, conduzindo à formação de um trímero (trametilisocianurato) ou de um polímero resinoso (Fig. 2). A reacção de trimerização é exotérmica, libertando 54 kcal por mole de trímero.

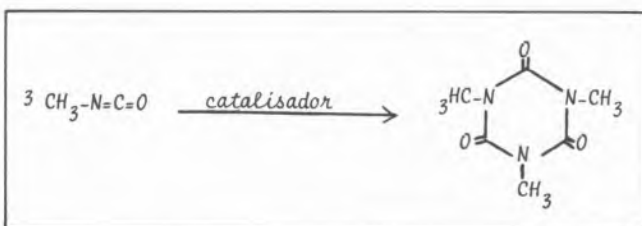


Fig. 2

Trimerização do isocianato de metilo

Quais os catalisadores adequados neste último caso? Bases fortes, como o hidróxido de sódio, o metóxido de sódio, a trifenilarsina, a trifenilfosfina e cloretos metálicos. De notar que a válvula de segurança da tubagem colectora das linhas de "vent" foi detectada a presença de soda.

Nas suas instruções sobre precauções a observar no manuseamento do produto, a Union Carbide recomendava a exclusão do contacto do isocianato com ferro, cobre, zinco e estanho. Estipulava-se a inclusão de filtros nas linhas de azoto destinado a tornar inerte a atmosfera em contacto com o produto, bem como a instalação de válvulas

de retenção nessas linhas para evitar a contaminação dos tanques com materiais arrastados por refluxos provenientes quer das linhas de gases, quer das linhas de descarga dos tanques.

No entanto, desde 30 de Novembro que os manómetros do reservatório do MIC-160 revelavam uma situação anormal de pressurização. A pressão normal de 20 psi tinha baixado para cerca de 3 psi. No próprio dia 2 de Dezembro, e possivelmente relacionada com este facto, não tinha tido êxito uma tentativa de alimentação da unidade de fabrico de pesticidas a partir do tanque, tendo-se feito, em alternativa, a descarga de outro tanque. A válvula de segurança do tanque, isolada deste por um disco de ruptura, com controle de pressão no espaço intermédio, por meio de um manómetro, poderia já ter cedido, situação unicamente detectável no campo visto não haver indicação desta pressão ou alarme com ela relacionado na sala de controle.

Há já bastante tempo que o caminho à entrada de contaminantes poderia estar aberto.

Histórias por detrás da história

A Union Carbide produz o isocianato de metilo como produto intermediário no fabrico de dois pesticidas, o 1-naftil-N-metilcarbamato (carbarilo), com o nome comercial de Sevin, e um pesticida de solos, o Temik. Utiliza-o igualmente na produção de um insecticida, o metomilo, para a Shell Chemical, que o comercializa com o nome de Nudrin.

O isocianato de metilo é produzido por reacção exotérmica entre metilamina e fosgênio, em que se forma também cloreto de hidrogénio (Fig. 3), o qual é separado numa torre de absorção, seguindo o isocianato directamente para a produção de pesticidas ou para armazenagem.

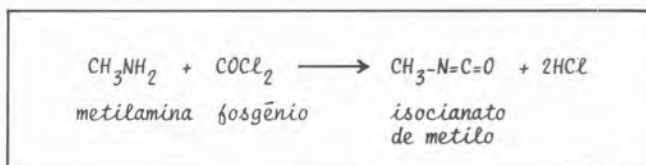


Fig. 3

Produção de isocianato de metilo

O carbarilo provém da reacção de 1-naftol com isocianato de metilo, formando-se com rendimento elevado e sem que haja produção de subprodutos nocivos (Fig. 4).

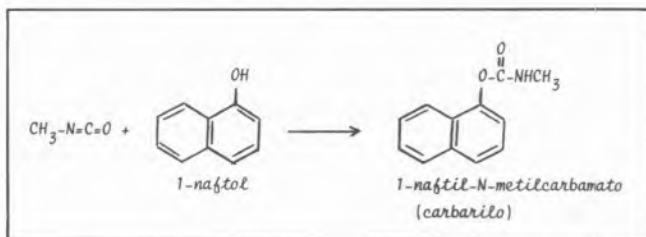


Fig. 4

Produção de carbarilo a partir do isocianato de metilo

No entanto, a própria Union Carbide dispunha de um processo alternativo para a produção de carbarilo, o qual consiste em fazer reagir 1-naftol com fosgênio, para dar clorofornato de 1-naftilo e cloreto de hidrogénio, seguido de reacção do clorofornato com metilamina para originar carbarilo com formação de cloreto de

hidrogénio (Fig. 5). Este processo era utilizado desde 1957 pela Union Carbide, só tendo adoptado o actual processo em 1973.

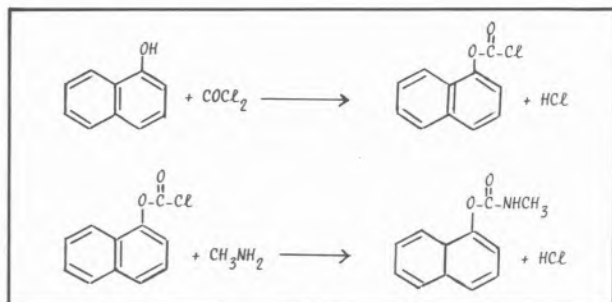


Fig. 5

Via alternativa para produção de carbarilo

Acontece que a Union Carbide é o único fornecedor de isocianato de metilo para as empresas fabricantes de pesticidas de carbamatos. É o caso, entre outros, da DuPont, na produção de Lannate, a sua marca comercial de metomilo, e da FMC que produz o carbofurano com o nome comercial de Furadan. É óbvio que, nestas circunstâncias, a Union Carbide não só teria interesse em passar pela produção de isocianato de metilo, como seria também levada a constituir "stocks" mais elevados do que os ditados pelas necessidades de funcionamento do processo de produção de pesticidas que ela própria comercializa.

Assim, embora a unidade fabril de Bhopal consumisse todo o isocianato produzido, a prática anterior não levantaria grandes objecções à armazenagem de grandes quantidades de isocianato de metilo, ressaltando mais a sua vantagem como "tampão" contra os efeitos de interrupções da produção a montante.

Exemplo de uma atitude tecnológica diferente é a da Bayer, que, embora por processo diferente, produz isocianato de metilo na Alemanha Ocidental e na Bélgica, integrado no processo de obtenção de Propoxur (o-isopropoxifenil-N-metilcarbamato), e que consome praticamente à medida que é produzido.

A Union Carbide encara presentemente a aplicação do mesmo princípio no seu processo, Entretanto anunciou a intenção de dispendir cerca de 5 milhões de dólares em medidas de segurança numa unidade idêntica à de Bhopal, embora com uma capacidade cerca de 10 vezes maior, instalada em Institute, no estado de Virgínia, E.U.A.

Questões

Que distância vai, em termos de segurança, da bancada de laboratório à unidade industrial?

Até que ponto levar o esforço, humano e financeiro, no conhecimento do comportamento dos produtos previamente à sua produção?

Onde acaba a legitimidade económica de um processo? Onde estabelecer os limites aceitáveis para a segurança passiva de trabalhadores e populações?

Como organizar os procedimentos de segurança activa? Qual a fronteira entre operação e operação segura numa unidade industrial?

Qual a responsabilidade das administrações empresariais e industriais no estabelecimento desta fronteira?

Que condições (culturais, de formação, psicológicas sociais) são dadas aos trabalhadores de operação para actuarem com os mais elevados padrões de segurança?

Bhopal é um bom ponto de partida para ajudar a organizar o pensamento em torno destas questões.

AD HOC

Objectivo do Projecto: Determinação experimental de curvas de energia potencial de moléculas diatómicas homonucleares de metais de transição.

Interesse Social do Projecto: O tipo de dados a obter irá claramente favorecer, no imediato, a compreensão de fenómenos cuja origem está intimamente relacionada com os objectivos definidos por estudos recentes no âmbito da biotecnologia e em ligação estreita com resultados essenciais para o entendimento do efeito da radiação solar nas substâncias por ela excitáveis (vide, por exemplo, artigo no jornal Expresso de 5/7/85). As moléculas diatómicas homonucleares, para além de serem espécies essenciais à Vida (veja-se o caso típico do azoto, que, maugrado não ser constituído por elementos de transição, a curva já se encontra quantitativamente descrita), é uma substância fundamental para a actividade hodierna, como matéria-prima por excelência para a produção de fertilizantes. Por outro lado, é bem conhecida a importância industrial dos metais de transição nos domínios da catálise homogénea e heterogénea. Prevê-se, assim, que a aplicação dos resultados do presente projecto nas áreas referidas se possa fazer com relativa facilidade, dependendo embora das infra-estruturas de ligação Universidade-Indústria, cuja implementação se aguarda ansiosamente, para benefício das actividades de I&D (vide jornal Expresso de 12/7/84; suplemento "A Revista").

Classificação do Projecto: Pelas razões apontadas, 80% dos estudos situar-se-ão no domínio da investigação aplicada e 20% na área da investigação fundamental. (...)

O texto acima transcrito foi encontrado no cesto dos papéis de uma pessoa que decidiu pôr termo a uma situação que o aviltava e que, embora consciente dos riscos, procurará, na segunda versão da proposta, traduzir a ideia: "O projecto? Faço-o porque é giro e, sendo giro, dá-me muito gozo".

Correcção de última hora: O texto acima transcrito foi recuperado do cesto dos papéis de uma pessoa que decidiu pôr termo a uma situação que o aviltava, mas que, consciente dos riscos, repensou a decisão.

José de Sousa



TEMOS PARA DAR: QUALIDADE — SERVIÇO COMPETÊNCIA
APRESENTAMOS EM PORTUGAL OS MAIS CONCEITUADOS
INSTRUMENTOS ANALÍTICOS PARA A INDÚSTRIA
E A INVESTIGAÇÃO

IZASA PORTUGAL

DIVISÃO ANALÍTICA



Electroforese vertical e horizontal, Focagem isoelectrica, Cromatografia líquida
H. P. L. C. — CALORIMETRIA



Contadores Gama, Contadores Beta, Luminómetros



Analizadores de Aminoácidos e Péptidos, Espectrofotómetros UV/visível



Picnómetros, Porosímetros, Analizadores de áreas superficiais, Contadores de partículas



SHIMADZU CORPORATION

Espectrofotómetros IR, Espectrofluorímetros, Absorção Atómica



**NICOLET
ANALYTICAL
INSTRUMENTS**

IR-FT, NMR, Difraccção Raios-X



Análise de águas



Centrifugas



Division **PACIFIC
SCIENTIFIC**

Espectrofotómetros infravermelho próximo, colorímetros



Aparelhos de Kjeldahl, Soxhlet, Fibertecs e análises por FIA



Estufas, Muflas, Fornos, PH-meter e outros

AGUARDAMOS A VOSSA SOLICITAÇÃO.

ESTAMOS EM LISBOA:

Av. Ventura Terra, 15, retaguarda, 1.º — Telef. 7 58 77 28 - 7 58 07 40 - Telex 42536 -1600 LISBOA

E NO PORTO: Largo Soares dos Reis, 50 — Telef. 30 66 71 — Telex 26799 — 4400 VILA NOVA DE GAIA

Água. Um bom combustível...?

Fernando Jorge Pina ^a

«... e o que será que o Homem queimará quando não houver carvão? Água! sim meus amigos, eu acredito que um dia a água será utilizada como combustível, que o hidrogénio e o oxigénio que a constituem, utilizados por si só ou juntamente, fornecer-nos-ão uma inesgotável fonte de calor e luz.»

Júlio Verne 1850 — A Ilha Misteriosa

1. Sol, Fotossíntese, Carvão e Petróleo

1.1. Algumas Definições

O Sol emite uma radiação que é semelhante à do corpo negro a 6000 K. A quantidade de radiação Solar é tradicionalmente expressa em "Langley" que equivale a 1 cal cm⁻². A Potência incidente costuma ser expressa em L min⁻¹ ou também em KW min⁻¹. A Potência incidente, num receptor com área unitária e perpendicular à radiação, colocado no espaço livre a uma distância do Sol equivalente à distância média da Terra, é denominada constante solar. O valor aceite para a constante solar é de 1.940 L min⁻¹ = 1.353 KW m⁻² (1).

A intensidade assim como a distribuição espectral da radiação Solar recebida à Superfície da Terra depende da distância que a luz percorreu na atmosfera. Para dar conta deste trajecto utiliza-se o parâmetro $m = 1 / \cos \phi$ (*), onde ϕ é o ângulo entre a direcção vertical e a direcção da radiação incidente. Deste modo $m = 1$ (AM1) corresponde ao Sol no Zénite, $m = 2$ (AM2) significa que o Sol está 30° acima do horizonte. AM0 refere-se às condições fora da atmosfera. A figura 1 representa a Potência da radiação Solar recebida, em função do número de onda (1).

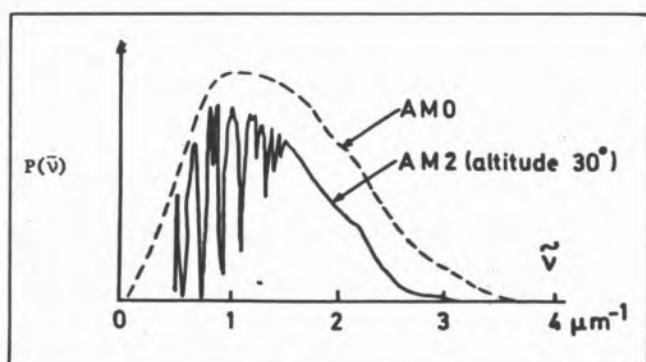


Fig. 1

Energia recebida por unidade de área e de tempo versus número de onda

O número de horas de Sol, assim como a nebulosidade de uma região, causam variações na média anual da radiação Solar incidente; desde 0.27 KW m⁻² no deserto

do Sahara a 0.08 KW m⁻² nos pólos. Em Portugal poderemos aceitar um valor à roda de 0.15 KW m⁻² (2).

1.2. Fotossíntese e Energia disponível

Todo o ciclo de vida na terra está dependente da absorção da luz solar. A fotossíntese é a conversão da energia Solar em energia disponível.



Os produtos da fotossíntese são o oxigénio e energia armazenada sob a forma de material orgânico, e o balanço energético corresponde à conversão — luz solar — energia química. A eficiência deste processo é no entanto somente de 0.5% a 3%.

As duas fontes de energia mais utilizadas pelo Homem têm a sua génese na fotossíntese. A formação do Petróleo supõe-se ter começado há 400 milhões de anos nos mares pré-históricos, e foi o resultado da decomposição de substâncias orgânicas como plâncton e restos de animais e plantas, juntamente com sedimentos orgânicos finamente divididos.

Quanto ao carvão é sobejamente conhecida a sua origem na decomposição de material orgânico.

Tanto o Petróleo como o carvão são formas de energia concentrada, cuja formação levou milénios...

O balanço energético mundial ilustra o valor limitado das reservas fósseis, face ao consumo mundial (2).

Tabela 1

Energia que chega à Terra	3 × 10 ²⁴ J por ano
Estimativa das reservas fósseis	4.3 × 10 ²² J
Consumo Energético	3 × 10 ²⁰ J por ano
Energia fixada pela fotossíntese	3 × 10 ²¹ J por ano
Consumo mundial de alimentos	1.5 × 10 ⁹ J por ano

A quantidade de material energético fotossintetizado é muito grande, apesar de só serem aproveitados 0.1% da radiação total. A humanidade por seu lado consome somente 0.5% da energia fixada pelas plantas.

A utilização da fotossíntese como fonte energética tem sido defendida por alguns autores, tendo em conta que o carbono fixado pelas plantas é cerca de dez vezes superior ao consumo energético mundial.

Um aumento da eficiência da fotossíntese, mudando colheitas aumentando a eficiência da produção, evitando a deterioração do produto fotossintético é muito apelador: Tendo no entanto em conta a necessidade de utilizar os melhores terrenos para a produção de alimentos, e sabendo que pelo menos de um ponto de vista teórico é possível aproveitar a energia solar a mais de

^a Faculdade de Ciências e Tecnologia, Univ. Nova de Lisboa.
(* em Inglês air mass ratio.

10%, outras alternativas que não a fotossíntese se colocam. A vantagem dos sistemas artificiais seria a de poderem ser utilizados nos desertos ou em espaços sem interesse agrícola.

1.3. Escala absoluta de energia e potenciais electroquímicos

Na física dos semicondutores a energia do electrão é referida ao vácuo, conforme se mostra na metade esquerda da fig. 2, numa escala de energias designada por absoluta.

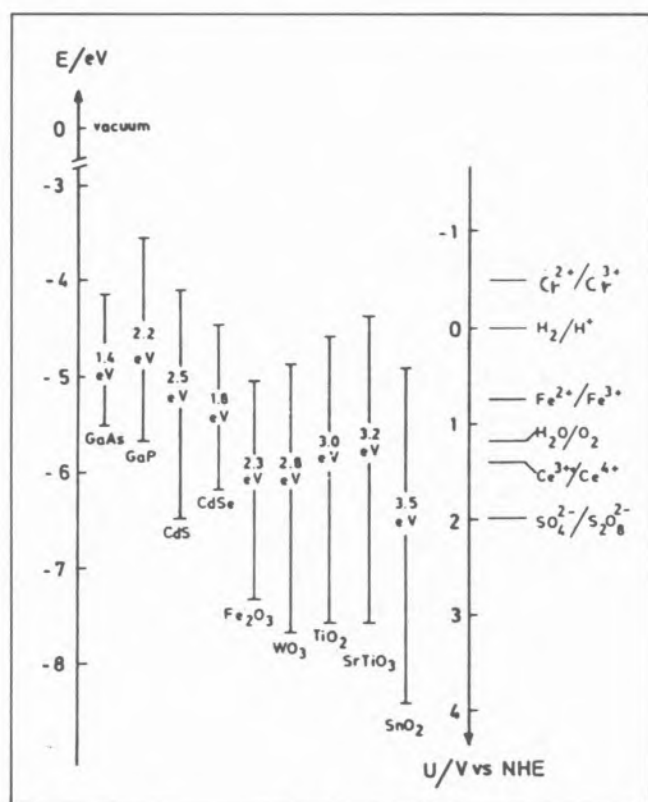


Fig. 2

Escala absoluta versus escala "normal" de potenciais redox

Isto significa que o electrão no vácuo possui uma energia superior à que terá quando ocupar, por exemplo, a banda de valência de um semiconductor. Quanto mais negativa for a energia da banda onde o electrão se encontra tanto menor a energia que ele possui. Numa interpretação simplificada, poderemos concluir que à medida que o potencial da escala absoluta se torna mais negativo, mais estabilizado está o electrão. As transferências electrónicas ocorrem dos potenciais mais elevados (menos negativos) para os potenciais mais baixos (mais negativos).

Uma interpretação semelhante pode ser dada para a noção de potencial electroquímico, metade direita da figura. Por exemplo o Cr^{2+} é um redutor mais forte do que o Fe^{2+} . Queremos com esta afirmação constatar que o Cr^{2+} cede o seu electrão ao Fe^{3+} ,



mas o Fe^{2+} já não tem potencial suficiente para voltar a transferir o electrão para o Cr^{3+} . Nestas condições o $\text{Cr}^{2+}/\text{Cr}^{3+}$ está acima do $\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}^{3+}$ na escala de potenciais.

Em termos práticos significa também que é mais razoável utilizar a escala de potenciais no sentido inverso àquele que os electroquímicos consagram.

Em 1967 Lohmann [3] demonstrou que o potencial do electrodo padrão de hidrogénio H_2/H^+ corresponde a uma energia relativa ao vácuo de -4.5 eV , e a partir daí foi possível correlacionar na mesma tabela potenciais electroquímicos, energias das bandas dos semicondutores e níveis de Fermi.

Estes conceitos são de extrema importância na fotoelectroquímica e nomeadamente na compreensão do esquema em ziguezague da fotossíntese.

1.4. Analogia com as barragens

Um balanço energético da química redox, levar-nos-ia à conclusão que quanto mais reacções levamos a cabo mais depauperamos o património energético da química mundial. Voltando ao exemplo do crómio e do ferro, gastámos um reagente altamente energético Cr^{2+} para produzir outro mais pobre Fe^{2+} . Se quisermos de volta o nosso Cr^{2+} teremos de usar um outro reagente ainda mais energético, e o balanço final é sempre a perder... Tal como nas barragens algo terá de recolocar a água lá no cimo. Neste caso é o Sol que fornece a energia que evapora a água. No nosso exemplo é também o Sol o responsável pela recuperação energética dos compostos... Senão vejamos.

1.5 Algumas Noções sobre a Fotossíntese

Na figura está representado de um modo simplificado o mecanismo através do qual a energia Solar é convertida em energia química. Trata-se do conhecido esquema em ziguezague (esquema em Z).

Na ordenada são representados os potenciais de electrodo de acordo com a convenção da energia absoluta.

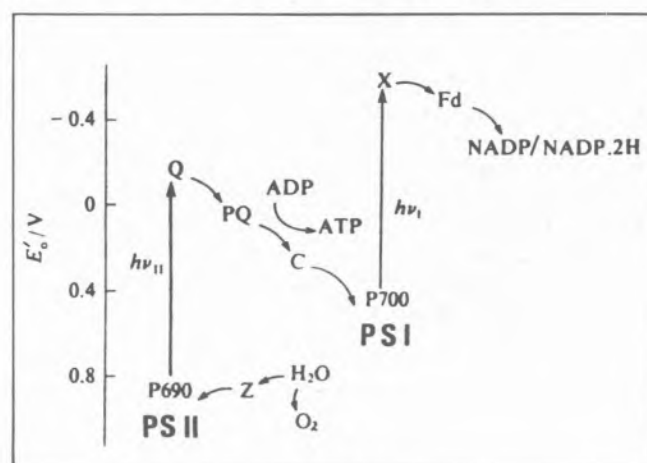


Fig. 3

Esquema em Z simplificado

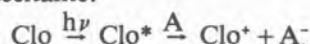
— Dois fotossistemas

O que é conhecido por fotossistema I é excitado pela luz vermelha longínqua ($\sim 700 \text{ nm}$) enquanto o fotossistema II depende da luz vermelha com energia maior ($\sim 650 \text{ nm}$).

Hill [4] demonstrou já em 1937 que agentes oxidantes moderados tais como o $\text{Fe}(\text{CN})_6^{3-}$ e a benzoquinona podiam servir de substratos para a produção de O_2 , enquanto Gaffron [5] mostrou que algumas algas verdes podiam ser adaptadas para produzir H_2 a partir dos protões da água. Em resumo os fotossistemas podem funcionar de um modo independente. Em ambos os sistemas são as moléculas de clorofila que absorvem a luz, mas o centro reaccional é uma estrutura complexa, daí

as propriedades de absorção e redox diferentes para as moléculas de clorofila, consoante se trata do FSI ou FSII.

Está demonstrado que no processo fotoquímico primário a clorofila excitada transfere um electrão para uma molécula de aceitante.



Com efeito o estado excitado de uma molécula é uma entidade química diferente com propriedades físico químicas completamente diferenciadas da molécula no estado fundamental. Desde a estrutura, momento dipolar, pKa, magnetismo, energia, potenciais redox, quase todas as propriedades do estado excitado são diferentes. Como a excitação corresponde à promoção de um electrão do nível de energia fundamental para o nível excitado, o electrão na molécula excitada tem a mais a energia correspondente à diferença entre o estado fundamental e o estado excitado. É este o fenómeno que eleva a energia dos electrões das moléculas e faz de bombeador. Voltando à nossa analogia hidráulica a absorção de energia é o processo que faz voltar a água do cimo das barragens.

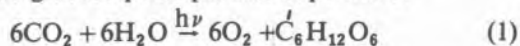
No fotossistema II a clorofila excitada transfere o seu electrão para um outro par de redox (Q) cuja natureza ainda não foi descoberta. Esta substância por seu lado vai transferindo o electrão num processo em cadeia até o vir a integrar no fotossistema I através da plastocianina, fig. 3.

Por seu lado a clorofila oxidada recebe um electrão da água e volta ao estado inicial. O balanço deste processo é a transferência de um electrão da água, que estava a um potencial baixo, para um potencial mais elevado na plastocianina (PC). Mas os electrões irão ser de novo bombeados no fotossistema I. De novo a clorofila é excitada transfere o electrão para o aceitante Z (cuja natureza também não é conhecida). O destino final do electrão vai ser a molécula de NADPH ou ATP, e a clorofila excitada é de novo reoxidada desta vez pela plastocianina.

As moléculas de NADPH e ATP assim formadas irão intervir na conversão do CO₂ a hidratos de carbono. O balanço final deste processo é a libertação de O₂ e a formação de compostos energeticamente ricos. O electrão “viaja” desde a água até aos hidratos de carbono, bombeado pela luz primeiro no fotossistema II e a seguir no fotossistema I.

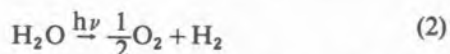
2. A água como combustível

Como já vimos, na fotossíntese é feita a cisão da água para formar O₂ e fornecer o hidrogénio que vai ser integrado no material orgânico, o que pode ser ilustrado na formação de glucose pelas plantas superiores.

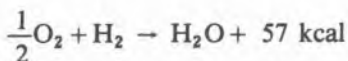


De certo modo a previsão de Júlio Verne encontra confirmação na fotossíntese...

O processo que os fotoquímicos pretendem com a cisão da água a fim de converter a energia solar em energia química, é muito semelhante ao que ocorre na fotossíntese, com a diferença do hidrogénio ser utilizado tal qual.



Se conseguirmos converter uma mole de água de acordo com a reacção (2), poderemos dispor de cerca de 57 kcal, ao voltar a queimar o hidrogénio



Diversos autores se têm referido às vantagens do hidrogénio [6], sendo opinião de muitos que este poderá ser o combustível do futuro.

As vantagens da fotodissociação da água são inúmeras, entre as quais poderemos destacar o elevado conteúdo energético dos produtos obtidos, abundância do reagente, possibilidade de operar em sistema aberto, e pequena perturbação ecológica.

2.1. A Estratégia em meio homogéneo

Se bem que a absorção directa de radiação de alto conteúdo energético, pela água, dê origem à desejada dissociação, é um processo que à partida teremos de pôr de lado, porque não dispomos dessas energias no espectro solar utilizável.

Não nos resta outra estratégia que emitir a natureza... O exemplo mais conhecido de fotodissociação da água foi descrito por Grätzel [7] e embora o seu sucesso seja muito limitado, serve para ilustrar a estratégia que tem sido seguida.

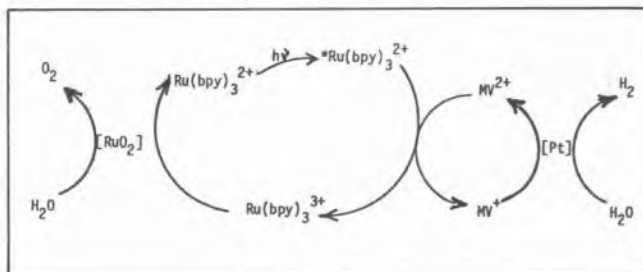


Fig. 4
Esquema para a fotodissociação da água

As duas metades da figura ilustram os aspectos catalítico e energético desta estratégia.

No exemplo destaca-se o ciclo do fotosensibilizador, neste caso o Ruténio(II)trisbipiridil a executar funções análogas à clorofila. O fotosensibilizador absorve a luz, cujo efeito é a promoção de um electrão para um nível energético mais elevado. Como o tempo de vida do estado excitado é muito breve, e de uma maneira análoga à natureza, ocorre uma transferência electrónica para uma outra molécula que se designa por transportador. No nosso exemplo o transportador utilizado é o viologénio de metilo, estando ainda por descobrir qual seja a molécula aceitante na fotossíntese, como já referimos. O transportador é um par redox cujo nível energético se encontra ligeiramente abaixo do nível energético do estado excitado do ruténio bipiridilo.

Fazendo um balanço do processo, verificamos que a absorção de luz bombeou o electrão do nível fundamental do Ru(bpy)₃²⁺ para um nível mais elevado, correspondente ao estado excitado desta molécula. Para evitar que o mesmo electrão tornasse espontaneamente para o estado fundamental, conseguimos que fosse transferido para um nível energético de uma outra molécula, ficando esta última no seu estado fundamental. Deste modo o electrão fica mais “seguro” no viologénio de metilo do que no estado excitado ruténio bipiridilo. Mas como se trata de um electrão no topo da escala energética pode ser transferido para qualquer nível que lhe esteja abaixo (*), e o Ruténio bipiridilo, agora sem o seu electrão está “ávido” de electrões. A maior dificuldade é conseguir que seja a água a dar os electrões ao

$\text{Ru}(\text{bpy})^{3+}$ e não o MV^+ . Sendo a água a fornecer os electrões ao $\text{Ru}(\text{bpy})^{3+}$ iremos obter oxigénio e refazer o $\text{Ru}(\text{bpy})^{2+}$. Resta ao MV^+ transferir o seu electrão à entidade certa. E este é o protão da água, a fim de nesta parte do ciclo produzirmos hidrogénio e recuperarmos o nosso MV^{2+} .

2.2. Dificuldades maiores

As reacções de transferência electrónica entre o fotosensibilizador e o transportador são reacções de um electrão. A oxidação da água necessita de 4 electrões e a

redução de 2. Nestas condições os electrões têm de ser acumulados, porque um só ciclo produz exclusivamente o bombeamento de um electrão.

É aqui que reside o problema principal, e onde muitos fotoquímicos têm investido e irão certamente investir as suas energias. A menos que venha a surgir uma viragem espectacular na estratégia adoptada...

(*) No caso de haver barreiras cinéticas a transição pode ser dificultada.

Impressões duma visita a Portugal:

A Indústria e as Universidades

Robert Ramage *

Em geral a Indústria Química tem operado vantajosamente no Reino Unido desde há bastante tempo e emprega pessoal qualificado de vários domínios além do domínio que é a Química. O emprego e a utilização plena da força de trabalho terão de ser questões de fundo em cada país da Europa Ocidental e a Indústria Química é central numa economia produtiva saudável. A participação da Indústria Química pode variar desde os produtos altamente especializados, como é o caso dos produtos farmacêuticos, que exigem um grande suporte financeiro e técnico, até à refinação de matérias-primas de origem natural para a manufactura de produtos químicos intermediários. Assim, um país que possua as condições climáticas e geográficas correctas poderá produzir intermediários relativamente baratos destinados ao abastecimento de companhias estrangeiras com tecnologia mais avançada. Uma vez que a margem de lucro aumentará muito provavelmente na medida em que os intermediários se aproximem do

produto final comercializado, então é de importância vital para os países menos desenvolvidos, no que se refere à Indústria Química, transformarem matérias-primas em bruto no intermediário de valor o mais elevado possível. Como consequência, o desenvolvimento de especialistas e o lucro permitirão aumentar o desenvolvimento da especialização tecnológica. Se as matérias-primas naturais são exportadas para subseqüente refinação, então o desenvolvimento tecnológico futuro será coarctado. No caso de Portugal, a refinação de óleos essenciais poderá bem ser um caso a considerar sob este ponto de vista, embora não conheça o que se passa com a indústria, mas assumamos que se faz refinação; então existirá uma área bem definida para interacção entre a indústria e os químicos académicos, uma vez que surgirão novas aplicações a partir de novas potencialidades químicas alcançadas pela investigação. Além disso, o treino em investigação científica dado pelas Universidades produzirá mão-de-obra treinada com

as competências e motivação necessárias, dirigidas para a aquisição de excelência em química que em última instância beneficiará a indústria. Este papel das Universidades não poderá ser considerado com superficialidade ou sub-estimado e a Indústria Portuguesa terá de proteger a sua fonte de futuros talentos, suportando a base da investigação académica nas Universidades Portuguesas.

* O autor é professor catedrático de Química Orgânica e director do Departamento de Química da Universidade de Edimburgo. Doutorou-se na Universidade de Liverpool com o falecido Prof. G.W. Kenner, de quem foi colaborador durante vários anos. Transitou depois para o Instituto de Ciência e Tecnologia da Universidade de Manchester (UMIST), de cujo departamento de Química foi director até à sua recente mudança para Edimburgo. É vice-presidente da Divisão de Química Orgânica (Perkin Division) da Royal Society of Chemistry e é um dos químicos ingleses mais conceituados na sua especialidade — química orgânica de produtos naturais.

Quimioterapia do cancro. Os agentes alquilantes

Rui Moreira ^a, Fátima Norberto ^b,
Eduarda Rosa ^a

1. INTRODUÇÃO

1.1. O cancro

Normalmente, os tecidos de um organismo vivo adulto, mantêm um número constante de células. Em alguns tecidos, como por exemplo no fígado, este processo consegue-se sem grande proliferação celular. Contudo, em outros tecidos como a medula óssea, é necessário uma velocidade de divisão celular maior para manter o mesmo número de células.

O cancro é uma doença caracterizada por uma deficiência nos mecanismos que controlam a multiplicação da célula, tendo como consequência uma proliferação celular superior à morte celular e a formação de um tumor, que é um agregado de muitas células cancerosas. Estas podem invadir os tecidos adjacentes, ou mesmo serem transportadas pela corrente sanguínea para outros sítios mais distantes, formando novos tumores. Os tumores em desenvolvimento podem destruir os tecidos circundantes conduzindo à destruição de órgãos insubstituíveis, a hemorragias, à remoção de nutrientes e por fim à morte.

As células de um tumor são todas descendentes de uma célula inicial normal que se transformou numa célula cancerosa. Durante a última década avançou-se significativamente na compreensão do mecanismo molecular desta transformação. Descobriram-se nos cromossomas das células tumorais, genes que são os responsáveis pela transformação da célula normal em célula cancerosa, chamados os oncogenes. Estudos recentes levam a crer que existem nas células normais genes — os proto-oncogenes — que são quase idênticos aos oncogenes e que podem considerar-se seus precursores. Estes proto-oncogenes parecem ter um papel importante no metabolismo normal da célula, e há indicações de que têm a ver com o mecanismo de controle da proliferação celular. Os oncogenes, tal como os outros genes, contêm informação genética para a síntese de proteínas. Estas proteínas funcionam anormalmente e de alguma maneira provocam a transformação da célula normal em cancerosa. O seu papel nesta transformação não é ainda claro.

No corpo humano formam-se por ano muitos triliões de células novas. Porque é que não se formam mais células cancerosas se apenas são necessárias pequenas alterações genéticas para a sua formação? A resposta é a precisão com a qual as cadeias de ADN se replicam em cada célula antes da divisão celular, e os mecanismos de reparação existentes para os casos em que são cometidos erros. Além disso, só uma fracção diminuta das células que sofrem essas alterações podem levar ao cancro. Essas células têm menor capacidade de sobrevivência e também podem ter propriedades imunológicas diferentes da célula normal e em consequência poderem ser destruídas pelo sistema imunitário.

1.2. A quimioterapia do cancro

Para o tratamento do cancro existem vários tipos de terapia, sendo as mais usadas a cirurgia, a radioterapia e a quimioterapia. O objectivo de todas elas seria a erradicação ou a destruição total de todas as células cancerosas, o que é na realidade muito difícil devido à propriedade que elas têm de se escaparem do tumor inicial e de se espalharem pelo corpo. Um agente quimioterápico ideal seria aquele que provocasse a morte das células cancerosas sem destruir as células normais. Infelizmente não foi ainda possível encontrar características únicas das células cancerosas que pudessem ser exploradas para o *design* de um fármaco específico. Os fármacos hoje em uso, ou foram descobertos por acaso, ou desenvolvidos empiricamente a partir de outros conhecidos, e todos eles têm elevada toxicidade.

Embora o mecanismo de acção dos quimioterápicos não seja ainda conhecido com precisão, a maior parte da evidência aponta para a interferência com os mecanismos de síntese dos ácidos nucleicos ou com o processo de divisão celular. Verifica-se em consequência que eles têm maior actividade sobre células que estão a dividir-se. Por isso, os cancros de crescimento rápido são os mais susceptíveis aos citotóxicos. Também os tecidos normais onde há maior proliferação de células (medula óssea, folículos do cabelo, epitélio intestinal) são mais susceptíveis e é neles que se sentem os maiores efeitos secundários destes compostos.

Um outro aspecto do problema é o facto de a morte das células causada pelos agentes quimioterápicos seguir uma cinética de primeira ordem, isto é, morre uma percentagem constante de células e não um número constante de células, por intermédio de um determinado agente. Por exemplo, um doente com uma leucemia avançada pode transportar em si 1 kg de células cancerosas (cerca de 10^{12} células). Um fármaco capaz de matar 99,99% destas células reduziria o seu peso a 100 mg, o que aparentemente seria uma remissão clínica. Contudo ainda lá ficariam 10^8 células cancerosas, cada uma das quais poderia causar o reaparecimento da doença.

Os quimioterápicos em uso clínico podem agrupar-se em quatro grandes grupos, quanto ao seu modo de acção: — (a) os agentes alquilantes, (b) os antimetabólitos, (c) os agentes intercalantes do ADN, e (d) os inibidores da mitose (Quadro 1).

(a) Os agentes alquilantes são compostos quimicamente reactivos, com acção não específica, que podem gerar espécies electrofílicas que vão formar ligações covalen-

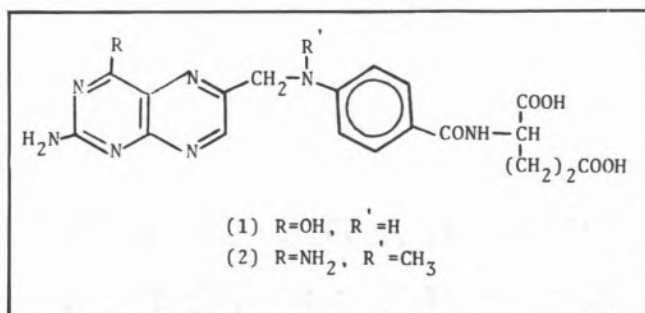
^a Faculdade de Farmácia de Lisboa

^b Faculdade de Ciências de Lisboa

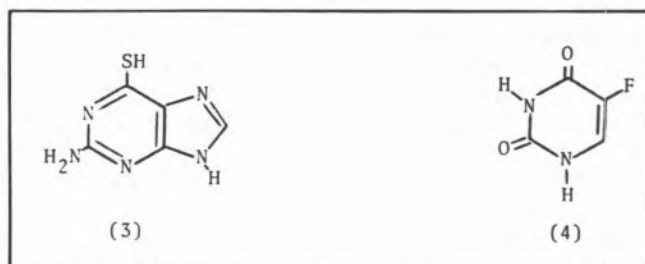
Quadro 1 — Agentes usados na quimioterapia do cancro		
Classe	Tipo	Exemplos
Agentes alquilantes	Mostardas de azoto	mecloretamina clorambucil melfalam ciclofosfamida
	Nitrosoureas	carmustina lomustina semustina
	Triazenos	DTIC
	Derivados da hidrazina	procarbazina
	Ésteres metanosufónicos	busulfan
Antimetabolitos	Análogos do ácido fólico	metotrexato
	Análogos da pirimidina	azapirimidinas fluorpirimidinas
	Análogos da purina	tiopurinas
	Inibidores enzimáticos	<i>N</i> -hidroxiureia
Agentes intercalantes do ADN	Actinomicinas	actinomicina D
	Bleomicinas	bleomicina A ₂ e B ₂ ácido blemicinico
	Antraciclina	daunorubicina adriamicina
Inibidores da mitose	Alcaloides da <i>Vinca</i>	vinblastina vincristina
Outros agentes	Complexos de platina	cisplatina
	Enzimas	<i>L</i> -asparaginase
	Hormonas	corticosteroides progestagénios estrogénios

tes com grupos nucleofílicos biologicamente importantes, como os grupos amino, sulfidrilo, fosfato, hidróxilo, etc., existentes nos ácidos nucleicos e nas proteínas. (b) Os antimetabolitos interferem com a formação ou utilização de um metabolito celular normal. Esta interferência pode resultar da inibição de um enzima, ou enzimas, ou da incorporação de um molécula muito parecida com um metabolito normal e que é confundida com este, levando à formação de proteínas ou ácidos nucleicos anormais e conduzindo, por último, à morte celular.

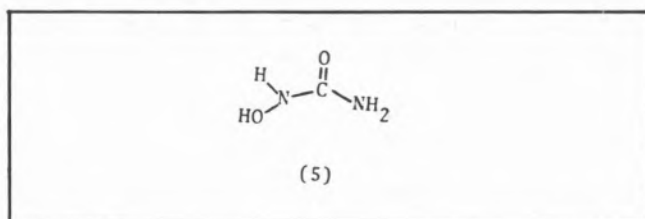
O ácido fólico (1) é um metabolito muito importante biologicamente, que faz parte de vários coenzimas. Alterações na sua molécula conduziram a outras moléculas capazes de competir com ele em processos que levam à produção de nucleótidos da purina e pirimidina, necessários à síntese do ADN. O derivado do ácido fólico mais usado em clínica é o metotrexato (2), composto que cura o coriocarcinoma, um tumor de crescimento rápido associado à gravidez.



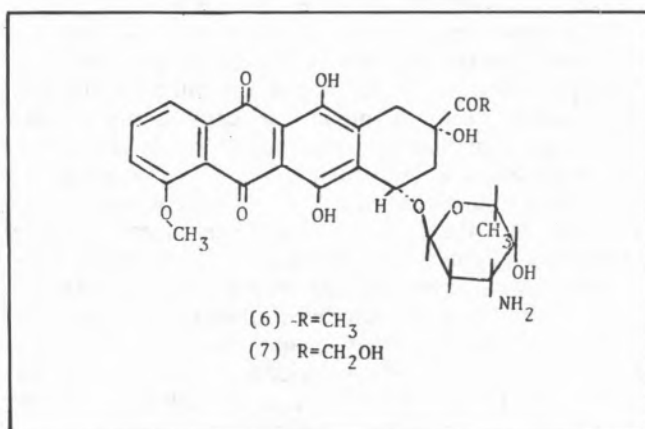
Outros antimetabolitos são certas moléculas parecidas com as bases púricas e pirimidínicas, como por exemplo a 6-mercaptoguanina (3) e o 5-fluoruracilo (4).



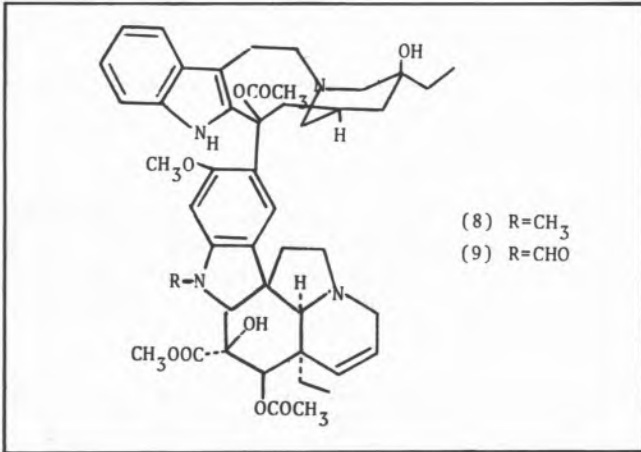
Outro tipo de antimetabolitos são os inibidores enzimáticos como a *N*-hidroxiureia (5), que inactiva a ribonucleotido redutase, enzima que promove a conversão da ribose em desoxiribose, carboidrato necessário à síntese do ADN.



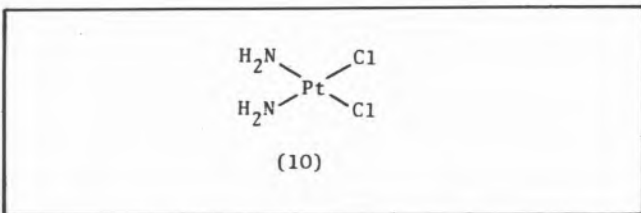
(c) Os compostos incluídos no grupo dos agentes intercalantes do ADN são extraídos de espécies de fungos, geralmente *Streptomyces*, e são antibióticos, isto é têm actividade antimicrobiana. Eles podem intercalar-se entre duas cadeias complementares do ADN, ligando-se por intermédio de ligações fracas, inibindo a síntese do ARN e em consequência a síntese proteica. Os mais usados em clínica são a Daunorubicina (6) e a Adriamicina (7).



(d) Algumas plantas produzem produtos naturais com actividade antitumoral, sendo as mais importantes os alcalóides Vinblastina (8) e Vincristina (9), isolados da *Vinca Rosea*. Estes compostos bloqueiam a mitose, com paragem da metafase, impedindo a divisão celular.



Existem ainda outros compostos usados na quimioterapia do cancro mas cuja inclusão nestes 4 grandes grupos não é possível como por exemplo os complexos de platina, certos enzimas, hormonas, etc. Entre eles salientamos a cis-platina (10), um composto introduzido em clínica recentemente.



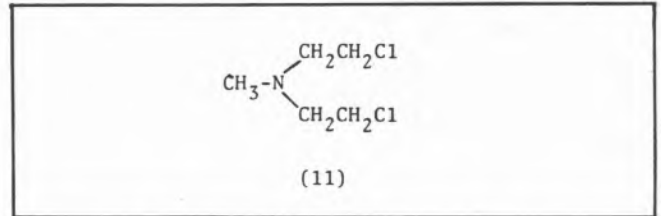
Pensa-se que a cis-platina pode formar quelatos bi-dentados com as bases do ADN, quer pertencendo à mesma cadeia, quer pertencendo a cadeias antiparalelas, assim interferindo com a sua replicação.

Neste artigo vamos examinar com mais detalhe o grupo dos agentes alquilantes, pondo em foco os compostos mais usados em clínica e o seu mecanismo de interferência com os componentes celulares. É importante notar que, embora em muitos casos se saiba a maneira como estes compostos interagem com o ADN ou as proteínas, e o tipo de produtos que se originam, não se sabe qual a relação entre essas interações e o mecanismo de acção antitumoral.

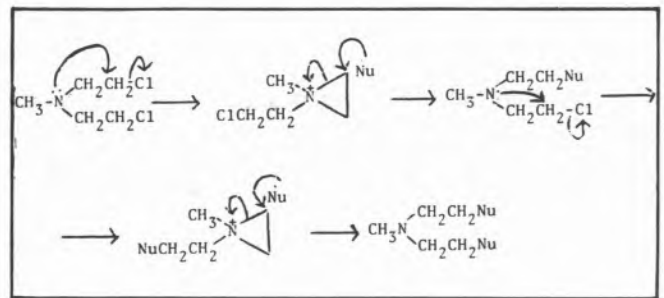
2. OS AGENTES ALQUILANTES.

2.1. Mostardas de azoto

As mostardas de azoto são análogos estruturais do gás de mostarda, S(CH₂CH₂Cl)₂, gás usado durante a primeira guerra mundial como gás de guerra. A actividade biológica destes compostos deve-se à presença de dois grupos 2-cloroetil ligados ao azoto e que lhes confere uma grande reactividade. A mecloretamina (11) foi o primeiro deste grupo de substâncias a ter aplicação clínica, tendo-se depois descoberto outras menos reactivas, mais eficientes e mais fáceis de administrar ao doente.

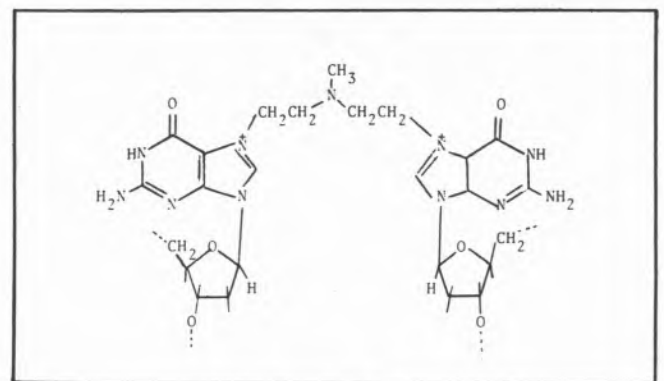


As mostardas de azoto são agentes alquilantes bifuncionais porque possuem dois centros electrofilicos reactivos. A alquilação inicia-se por um processo unimolecular de ciclização, usualmente rápido para formar um ião aziridínio. Este intermediário é um sal quaternário de amónio que apesar de estabilizado por solvatação é extremamente reactivo, podendo alquilar os nucleófilos celulares. O processo repete-se novamente com a segunda cadeia 2-cloroetil (Esquema 1).



Esquema 1

O alvo preferencial deste tipo de compostos parece ser o ADN, especialmente a guanina. Esta base púrica ocorre em todos os ácidos nucleicos e possui uma densidade electrónica elevada no azoto 7, sendo este o local onde é alquilada. Devido à sua dupla reactividade a mecloretamina (11) pode atacar o ADN em dois pontos diferentes, estabelecendo ligações cruzadas entre as duas cadeias antiparalelas (Esquema 2).

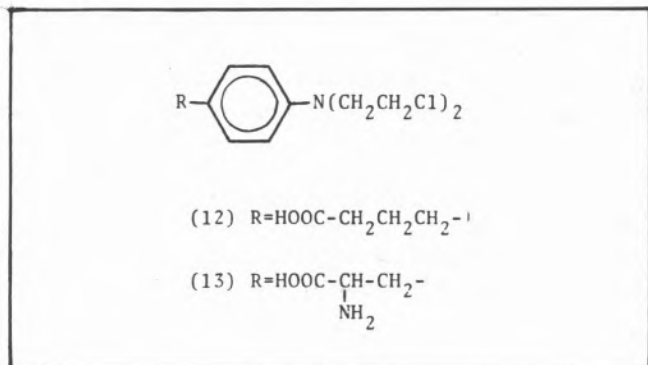


Esquema 2

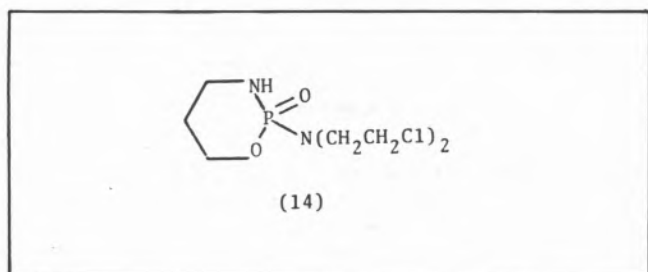
Uma das desvantagens da mecloretamina (11) é a sua grande reactividade que a torna pouco selectiva quanto ao alvo a atingir. Após injeccção intravenosa grande parte daquele fármaco é inactivado por hidrólise ou por reacção com as proteínas existentes no sangue, reduzindo a dose que chega às células malignas. Deste modo tornou-se indispensável a obtenção de novos compostos menos reactivos.

Um dos modos de reduzir a reactividade das mostardas de azoto é tornar o azoto menos básico de modo a que o processo de ciclização seja mais lento. Tal foi conse-

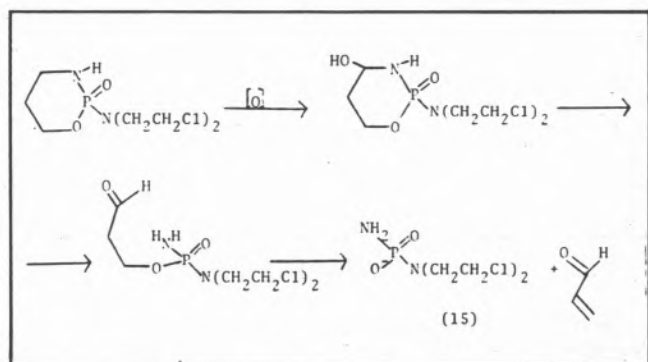
guido substituindo o grupo metil por um anel aromático. Estes compostos, devido à sua maior estabilidade podem ser administrados por via oral; no entanto, o objectivo da maior selectividade não foi conseguido. As mais utilizadas actualmente são o Clorambucilo (12) e o Melfalam (13).



A ciclofosfamida (14), talvez o agente alquilante mais usado no tratamento de neoplasias, constitui outro exemplo de redução da basicidade do azoto. Neste caso a redução é de tal maneira eficiente, devido ao grupo

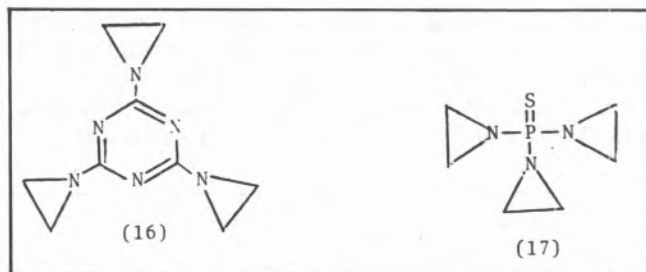


P=O, que o composto é inactivo *in vitro*, isto é, quando incubado com culturas de células tumorais. Para que ele se torne activo *in vivo* é necessário que sofra uma alteração metabólica, geralmente efectuada no fígado. Este processo consiste na oxidação da ciclofosfamida com a consequente formação de um metabolito com actividade alquilante (15) (Esquema 3).



Esquema 3

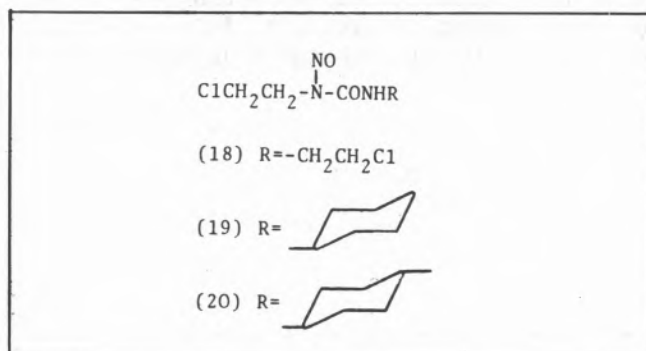
Na sequência do estudo do mecanismo de acção das mostardas de azoto foram sintetizados compostos contendo anéis azidrina na forma neutra, também com o objectivo de obter fármacos mais estáveis. Destes os mais activos são o trietilenomelamina (TEM) (16) e o trietilenotiofosforamida (tio-TEPA) (17)



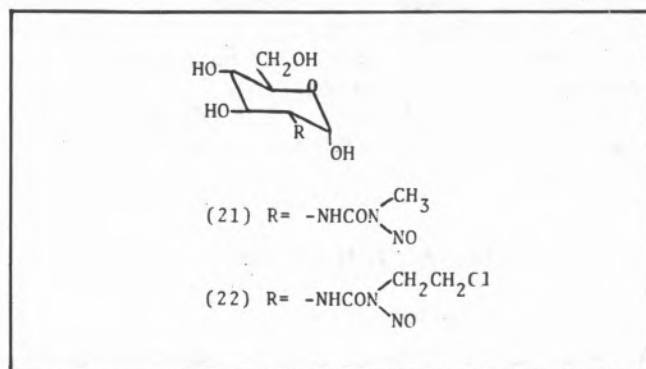
2.2. Nitrosoureias

As nitrosoureias são um grupo de agentes alquilantes que, devido à sua lipossolubilidade, podem penetrar e actuar em tumores do cérebro e fluido cerebrospinal, sítios onde os outros citotóxicos penetram com dificuldade.

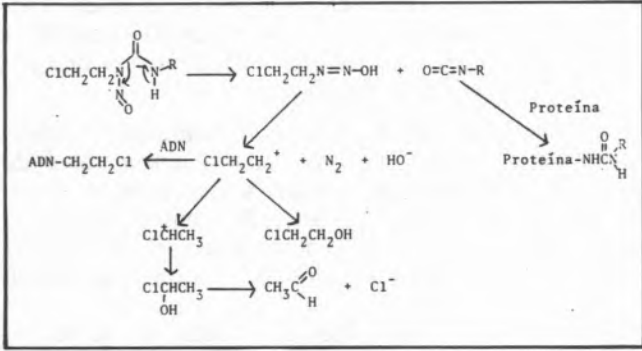
Estudos de relações estrutura-actividade mostraram que as nitrosoureias com maior actividade quimioterápica são aquelas que contêm o grupo 2-cloroetil-*N*-nitrosoureído, entre as quais se encontram a Carmustina (BCNU) (18), a Lomustina (CCNU) (19) e a Semustina (MeCCNU) (20).



A descoberta da actividade citoestática da nitrosoureia natural Estreptozotocina (21), levou à síntese do análogo estrutural Clorozotocina (22) que possui actividade antileucémica.



Estes compostos têm actividade alquilante dos ácidos nucleicos e actividade carbamóilante das proteínas (cedência de um grupo -NHCONHR). Estudos da decomposição das *N*-nitrosoureias disubstituídas em condições semelhantes às fisiológicas (tampão fosfato, pH 7,4) mostram a formação de 2-cloroetanol, etanal e um isocianato (Esquema 4).



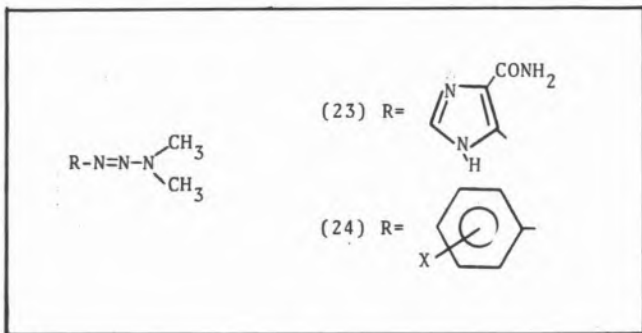
Esquema 4)

O íon carbênio intermediário é provavelmente responsável pela actividade alquilante, enquanto que o isocianato pode ser o responsável pela carbamoilação, e ambas estas actividades estão relacionadas com a sua actividade terapêutica.

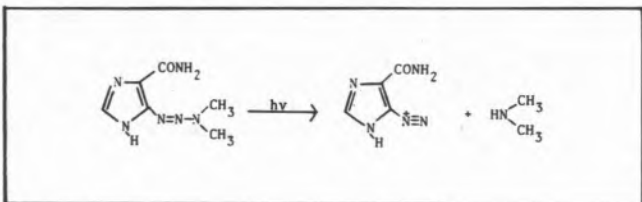
As *N*-(2-cloroetil)-*N*-nitrosoureas também podem formar pontes entre duas cadeias de ADN, possivelmente por um processo em dois passos envolvendo a transferência de um catião 2-cloroetil para um sítio nucleofílico, seguida de uma substituição do íon cloreto por outro sítio nucleofílico na cadeia paralela de ADN.

2.3. Triazenos

Os triazenos possuem um largo espectro de actividade contra vários tumores, alguns dos quais pouco susceptíveis à acção de outros agentes antineoplásicos. A Dacarbazina (DTIC) (23) é no entanto o único utilizado em clínica.



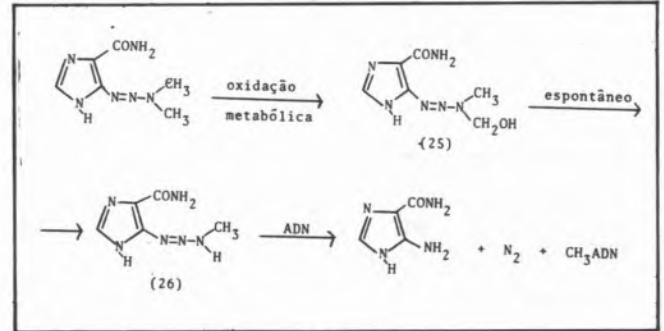
O DTIC é um composto fotossensível que se decompõe rapidamente num sal de diazónio tóxico, e que durante muito tempo se pensou ser o verdadeiro agente antitumoral (Esquema 5).



Esquema 5

Este facto, que torna o seu manuseamento bastante difícil, levou os químicos a debruçarem-se sobre os análogos 1-aril-3,3-dimetiltriazenos (24), os quais demonstra-

ram serem pelo menos tão activos como o DTIC. Os triazenos são activos apenas *in vivo*, sendo muito pouco citotóxicos quando incubados em cultura de células malignas. Isto sugere que estes compostos necessitam de sofrer uma activação metabólica e que eventualmente serão os seus metabolitos as espécies alquilantes. Embora o seu modo de acção não seja ainda conhecido com detalhe, estudos efectuados em animais e com culturas de células adicionadas de um sistema metabólico constituído por oxidases de função mista, indicam que os triazenos são oxidados com remoção de um dos grupos CH₃ ligados ao azoto (Esquema 6).



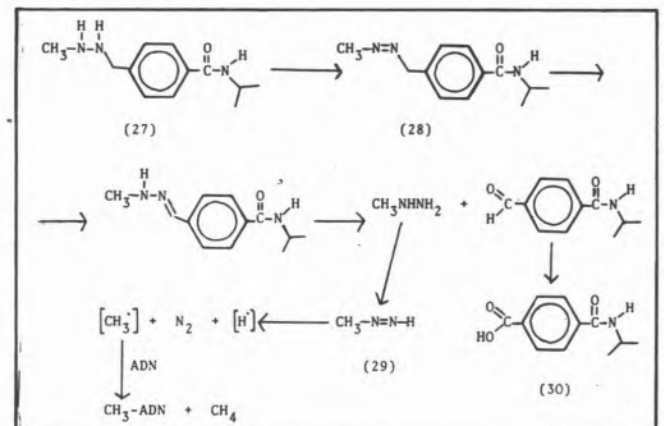
Esquema 6

O primeiro intermediário desta cadeia metabólica é uma carbinolamina, o hidroximetiltriazeno (25) o qual se decompõe espontaneamente em soluções aquosas para gerar um poderoso agente alquilante, o monometiltriazeno (26). Embora o mecanismo de hidrólise deste tipo de composto esteja bem estudado, o mesmo não acontece para as reacções com nucleófilos biológicos. Alguns autores têm sugerido, com base no isolamento da 7-metilguanina da urina de animais tratados com monometiltriazenos, que estes últimos, uma vez no interior das células malignas, libertam o íon carbênio +CH₃.

2.4. Provarbazina

A Procarbazina (27) é uma metilhidrazina que foi originalmente sintetizada como um agente estimulante do sistema nervoso central, tendo a sua actividade citotóxica sido descoberta acidentalmente.

O mecanismo de acção fármaco não está esclarecido, embora seja quase certo que tenha de sofrer uma metabolização para poder exercer a sua actividade antitumoral, já que é inactivo *in vitro*. Foi proposto uma via oxidativa que leva à formação de um agente metilante (Esquema 7).

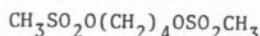


Esquema 7

A azaprocabazina (28) é o produto inicial da oxidação *in vivo*, e o ácido (30) é o metabolito urinário principal. É possível que o metabolito activo seja o metildiazeno (29), que é uma fonte de radicais metil e pode comportar-se como agente alquilante. Também neste caso o local de metilação é o azoto 7 da guanina.

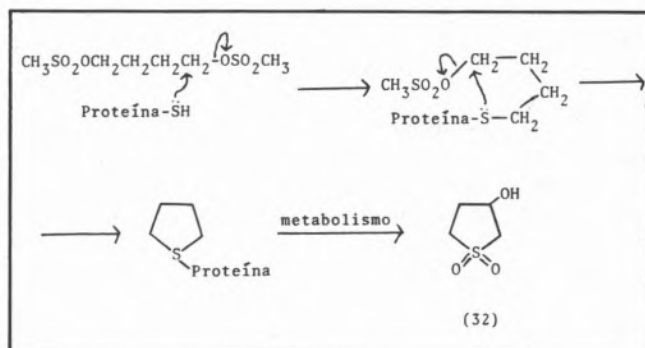
2.5. Esteres metanosulfónicos

O composto mais activo deste grupo e o único com uso clínico importante, é o Busulfan (31). É usado no tratamento de um tipo de leucémia crónica.



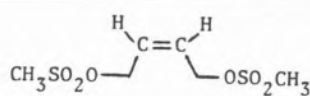
(31)

A identificação, como metabolito urinário principal, do composto (32), sugeriu que o sítio de alquilação é um resíduo cisteína de uma proteína (Esquema 8).

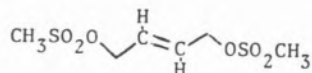


Esquema 8

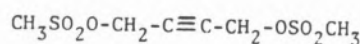
Corroborar esta hipótese o facto de entre os ésteres metanosulfónicos insaturados, só serem activos os compostos *cis* (33), mas não os *trans* (34) nem os com ligações triplas (35).



(33)



(34)



(35)

Recentemente foi identificado, como produto da reacção entre o Busulfan e o ADN, o 1,4-di(7-guanil)butano, sugerindo que o Busulfan também pode actuar como agente alquilante bifuncional.

Vinte anos atrás a quimioterapia era usada apenas como um paliativo. Hoje há um número considerável de doenças neoplásicas que podem ser curadas pela quimioterapia, por si só, ou associada a outras formas de terapia. No entanto, apesar destes avanços, grande parte dos cancros humanos ainda resiste a qualquer forma de tratamento.

O número de compostos úteis em clínica é muito pequeno, comparado com o número de compostos sintetizados e testados quanto à sua actividade farmacológica. Na verdade, a maioria dos compostos com actividade química alquilante, não tem qualquer interesse clínico, pois não apresenta qualquer selectividade face ao tumor. A maior esperança para o desenvolvimento deste campo é a descoberta de diferenças bioquímicas e farmacológicas entre as células tumorais e as células normais, que possam levar à implementação de novos programas sintéticos baseados nessas descobertas. É ainda fundamental a compreensão do mecanismo de acção dos antitumorais conhecidos e eventualmente a compreensão do mecanismo da carcinogénese.

BIBLIOGRAFIA

- Claude Viel, *Les actualités pharmaceutiques*, 190, 1982, 18.
 K.T. Douglas, *Chem. Ind.*, 1984, 738.
 J. Michael Bishop, *Scient. Amer.*, 246(3), 1982, 68.
 R.A. Weinberg, *Scient. Amer.*, 249(5), 1983, 102.
 T. Hunter, *Scient. Amer.*, 251(2), 1984, 60.
 C.M. Croce, George Klein, *Scient. Amer.*, 252(3), 1985, 44.
 J. Smith, H. Williams, «Introduction to the principles of drug design», Ed. Wright PSG, London, 1983.
 Ed. Stephen Neidle, M.J. Waring, «Molecular aspects of anticancer drug action», Verlag Chemie, London, 1983.
 Burger's 'Medicinal Chemistry, Part 1 4th ed. John Wiley, 1980.
 Casarett and Doull's «Toxicology the basic science of poisons», 3rd ed., MacMillan, 1980.

O delírio informático - educacional (ensaio de desmontagem de uma racionalização)

C. M. Novais Madureira ^a

O que segue é o texto de uma intervenção convidada no Painele PE4 do 8.º Encontro da Sociedade Portuguesa de Química, realizado de 8 a 13 de Abril de 1985 nas instalações da Universidade do Minho. Na introdução a essa intervenção, o autor referiu com apreensão o facto de, desde que há cerca de dois anos iniciou um projecto de investigação científica e pedagógica no domínio do Ensino Assistido por Computador, ser esta a sexta vez que era solicitado a intervir publicamente sobre temas como Informática no Ensino, Ensino da Informática, Ensino Assistido por Computador, Papel dos Computadores nas Escolas, etc.; referiu também que o facto estava a provocar-lhe a sensação de que meio mundo começava a encará-lo — a ele que nem informático é — como uma espécie de vaca sagrada destas matérias transcendentais, e que essa sensação andava ultimamente a provocar-lhe pesadelos.

Ilustrou em seguida a natureza desses pesadelos mediante transparências retro-projectadas, sob a forma de caligramas ligeiramente dramatizadas por uma leitura em voz "off".

Desses caligramas, produzidos em microcomputador pessoal dotado de um pequeno traçador de gráficos, mediante software adequado, segue uma versão reduzida e adaptada a uma eventual publicação monocromática.

O PESADELO ou 1984 revisitado

CENÁRIO

IMAGINEMO—NOS:
GESTORES EDUCACIONAIS
*envolvidos na gestão da transição
para uma sociedade informatizada*

IMAGINEMO—NOS:
DOTADOS DE UM SISTEMA EDUCACIONAL
*fisicamente: em ruínas
humanamente: mal pago e
sobre-esforçado*

IMAGINEMO—NOS:
RESPONSÁVEIS PELA DECISÃO
*de introduzir ou não computadores
no sistema educacional*

IMAGINEMO—NOS:
PREOCUPADOS COM A PRODUTIVIDADE
DO SISTEMA EDUCACIONAL,
*tal como é monitorizada
em termos de outputs educacionais
por meio de testes standard
de desempenho escolar*

IMAGINEMO—NOS:
LIGEIRAMENTE DISTRÁIDOS
*da qualidade,
adequação e flexibilidade
do produto educacional*

ACÇÃO

ENTRA
UMA EQUIPA DE INFORMÁTICOS—PEDAGOGOS
*de uma universidade e/ou
de uma empresa informática*
RECHEADA
*das maiores competências
e/ou das melhores intenções*

E APRESENTA UMA PROPOSTA PARA
MELHORAR A PRODUTIVIDADE DO SISTEMA
por meio de
Ensino Assistido por Computador

EXPLICANDO QUE,
após um investimento adequado,
O SISTEMA SE TORNARÁ ALTAMENTE RENTÁVEL
PORQUE, EM VEZ DE FORMAR E PAGAR
professores competentes
O SISTEMA PODE CONTRATAR
*gestores de recursos (fiéis de armazém)
monitores de sistemas (vigilantes ou gorilas)*

E DIZER ADEUS AOS PROFESSORES
E À ESPIRAL DE AUMENTO DE CUSTOS
*enquanto a universidade/empresa fornece
todo o apoio técnico, planos de aulas,
materiais curriculares, testes e exames*

^a Coordenador do projecto EAC do Centro de Informática da Universidade do Porto, Rua das Taipas, 135, 4000 Porto.

EPÍLOGO

SUPONHAMOS QUE

DESLUMBRADOS

EMBARCAMOS NA AVENTURA

RESULTADO ?

ASNEIRA !

EXEMPLOS ?

A INTRODUÇÃO DA
TÉCNICA DE DEFINIÇÃO DE
OBJECTIVOS PEDAGÓGICOS

*sem introdução
da metodologia do
ensino por objectivos*

O PROJECTO DAS
ESCOLAS SUPERIORES DE EDUCAÇÃO

*sem definição prévia de
objectivos nem integração
no sistema educativo*

A SUBSTITUIÇÃO DA
PROFISSIONALIZAÇÃO EM EXERCÍCIO

por ...?...

Regressando a modos um pouco mais sérios, referiu em seguida o autor que, depois de nas primeiras dessas intervenções públicas (por exemplo a lição plenária no 7.º Encontro, em Queluz) se ter comportado muito educadamente no papel de tecnocrata que dele parecia esperar-se, tinha acabado por envergonhar-se desse tipo de actuação cómoda e irresponsável e decidira assumir-se no papel incómodo de cidadão, procurando desmistificar um pouco a confusão que parece reinar nestes domínios informático-educacionais.

A apresentação verbal do texto preparado, muito dinamizada por constantes intervenções por parte de outros participantes no espectáculo, foi apoiada por outros caligramas, desta vez silenciosos, destinados a dar, de um discurso necessariamente complexo, uma visão sintética.

(...)

O DELÍRIO INFORMÁTICO— —EDUCACIONAL

*(ensaio de desmontagem
de uma racionalização)*

UM BELO EXEMPLO DE SILOGISMO ENCADEADO

A SOCIEDADE ESTÁ A INFORMATIZAR—SE

logo INFO—CULTURA GARANTE BOM EMPREGO

logo TODA A GENTE DEVE SER INFO—CULTA

ora nunca cultura garantiu nada a ninguém
(os professores que o digam ...)

MICROCOMPUTADORES = INFORMÁTICA

logo DOMINAR MICROS = DOMINAR INFORMÁTICA

ora micros = filhos putativos da informática
porque filhos naturais da economia de mercado

CONVERSAR COM MICROS = PROGRAMAR

(subentendido: EM BASIC)

logo INFO—CULTURA = SABER PROGRAMAR

ora a informática não é só técnica, mas
metodologia que favorece a aquisição
de processos cognitivos poderosos

LINGUAGEM DE PROGRAMAÇÃO = LINGUAGEM

logo QUANTO MAIS CEDO SE APRENDER, MELHOR

logo ENSINEMOS PROGRAMAÇÃO DESDE O INFANTIL

logo EQUIPEMOS TODAS AS ESCOLAS COM MICROS

quod erat demonstrandum

ora linguagem de programação = código
e código não veicula cultura

logo PROGRAMAÇÃO = MATEMÁTICAS MODERNAS ?

Mas OS COMPUTADORES JÁ ENTRARAM NAS ESCOLAS PELA MÃO DOS ALUNOS e está demonstrado que ESTES APRENDEM PROGRAMAÇÃO MAIS FACILMENTE QUE OS ADULTOS

ora as crianças aprendem tudo "mais facilmente" e não sentem a informática como ameaça *logo* não têm inibições na aprendizagem informática *logo* aprendem melhor,

o que explica tudo e não demonstra nada

Porém,

QUE OUTRAS APRENDIZAGENS PODE ESTA PREJUDICAR ? e QUE DEFEITOS PEDAGÓGICOS A INFORMÁTICA ACENTUA ?

Por outro lado,

AS LINGUAGENS NÃO-ESTRUTURADAS NÃO VEICULAM OS PRINCÍPIOS METODOLÓGICOS DA INFORMÁTICA E INCULCAM PROCESSOS COGNITIVOS DEFEITUOSOS

(construção ascendente, definitivamente provisória)

logo BASIC = ABERRAÇÃO INFORMÁTICA

ora o mesmo pode dizer-se do código-máquina sem o qual não haveria computadores

logo PROVISORIAMENTE, NÃO É GRAVE APRENDER BASIC

mas NÃO FICA DEMONSTRADA VANTAGEM ESPECIAL NISSO e NÃO FICA DEMONSTRADA A VIABILIDADE PEDAGÓGICA DE DAR VERDADEIRA INFO-CULTURA ÀS CRIANÇAS

Porém, dir-se-ia que

INFORMATIZAR AS ESCOLAS É IGUALIZAR OPORTUNIDADES seria se os reais factores de desigualização fossem previamente removidos ...

Tudo isto aponta para A INFORMATIZAÇÃO DO ENSINO COMO UM MAL ENTENDIDO Ora, com o sistema educativo em ruínas, A INFORMATIZAÇÃO PODE SER

- O ELEMENTO FINAL DA INSTABILIZAÇÃO
- UMA MANOBRA DE DIVERSÃO OCULTADORA DOS PROBLEMAS DE FUNDO DO SISTEMA

Que fazer ?

ANTES DE MAIS, COMPREENDER:

- NOS FORNECEDORES: a mira do lucro
- NOS ALUNOS: a alternativa ao vazio
- NOS PAIS: a esperança desesperada
- NOS PROFESSORES:
 - a ameaça dos alunos info-competentes
 - o prestígio que a carreira não dá

E depois ?

INVESTIGAR RÁPIDA E EFICAZMENTE:

- OS CONCEITOS E MÉTODOS RELEVANTES
- AS LINGUAGENS MAIS EFICAZES
- OS NÍVEIS ETÁRIOS MAIS PROMISSORES
- OS CURRÍCULA INTEGRADOS, distinguindo
 - a Informática do cidadão
 - a Informática das profissões
 - a Informática dos informáticos
 - a Informática dos formadores
- AS VIRTUALIDADES DO E.A.C.

ATÉ LÁ, como medida de emergência,

- FORMAR ÁLGUNS PROFESSORES EM BASIC
- NÃO CAIR NA TENTACÃO DE FAZER ASNEIRA

Uma observação minimamente atenta do nosso sistema educacional tão espantosamente carente em tantas áreas fundamentais revelar-nos-á um fenómeno curioso: o de se encontrar em plena vivência de um delírio colectivo cujo tema, extremamente avançado em contraste com o carácter elementar das carências ainda por resolver, é o da educação em matéria de, e por meio de, computadores.

Esse delírio é, porém, muito envergonhado: em vez de saudavelmente se assumir como aquilo que efectivamente é (uma fuga aos impasses de uma profissão dependente de um sistema em quase total bloqueio), ele procura uma racionalização na crença pseudo-progressista de que é urgente equipar todas as escolas com computadores.

Como racionalização que é, essa crença pretende basear-se em premissas convincentemente razoáveis; dessas premissas, muito numerosas como convém à sua função mistificadora, apenas conseguimos identificar duas como fundamentalmente verdadeiras, sendo todas as outras sofismas ou paralogismos, falácias intencionais ou motivadas subconscientemente pelo desejo de justificar uma crença tão irracional como o próprio delírio a que procura dar cobertura; por outro lado, de modo não menos característico, a racionalização exprime-se sob a forma de silogismo encadeado de tipo críptico, isto é, em que certas premissas supostamente óbvias, nem sequer são explicitadas.

A primeira dessas premissas verdadeiras é a de que *a sociedade está a ser invadida pela Informática*

Desta premissa verdadeira deduzimos imediatamente, através da observação lateral (primeira premissa críptica) de que *o actual mercado de emprego tende a privilegiar as competências informáticas*, conclusões parcialmente falsas, como a de que *uma boa cultura informá-*

tica assegura um bom emprego, uma boa remuneração, uma boa posição social e que, reciprocamente, *a falta de uma cultura informática condena ao limbo de uma vida à margem da sociedade informatizada*, concluindo, finalmente, portanto, que *em uma sociedade informatizada, toda a gente deve ser info-culta e info-competente*.

A ingenuidade do argumento é óbvia: uma competência profissional só é bem paga enquanto for escassa; a partir do momento em que tivermos massificado a competência informática teremos apenas proletariado mais uma profissão.

Por exemplo, com o aparecimento da Metalurgia, três mil anos antes de Cristo, não foram nunca os indivíduos metalo-cultos e/ou metalo-competentes que formaram a classe dominante; pelo contrário, dois mil anos mais tarde, os metalurgistas não passavam de escravos na época do "milagre grego", a da "terceira vaga" da antiguidade; e, reciprocamente, as classes possidentes não foram nunca metalo-cultas nem, muito menos, metalo-competentes: o que os sábios gregos escreveram sobre os metais mostra uma ignorância que provocaria o riso de qualquer metalurgista-escravo, se soubesse ler.

Por outro lado, tudo parece apontar para o facto assustador de os professores, como grupo, aceitarem com grande facilidade este tipo de premissas, esquecendo que eles próprios, como classe culta e supostamente competente, eram escravos no século de Péricles e que hoje só formalmente o não são; a esta aceitação acrítica de uma condição fundamentalmente injusta não pode negar-se como fundamento um condicionamento sub-consciente, condicionamento que teria algum interesse esclarecer, quanto mais não seja como elemento de luta contra as armadilhas de um sistema que procu-

ra fazer de cada classe profissional o instrumento da sua própria degradação.

Uma premissa lateral, notoriamente falsa, que costuma introduzir-se táctica ou sub-repticiamente no desenvolvimento do argumento; é a de que *os microcomputadores são a informática* e essa premissa falsa conduz com grande naturalidade à conclusão igualmente falsa e tendencialmente enganadora de que *quem domina os microcomputadores domina a Informática*.

Ora, nas suas utilizações mais correntes — video-jogos promotores da forma de alienação conhecida por vidiotia —, os microcomputadores pessoais são apenas a face mais visível da Informática de consumo, filha putativa da Informática autêntica, porque filha legítima da Economia de Mercado; mesmo nas suas aplicações mais sofisticadas, os microcomputadores pessoais de preço realmente acessível pouco passam em geral de pálidas imitações das aplicações informáticas verdadeiramente enriquecedoras.

As bases ocultas do iceberg informático são, por um lado, as aplicações que correm nos grandes sistemas informáticos das empresas e instituições, com os seus bancos de dados, as suas redes de comunicações, as suas facilidades de gestão, projecto e fabrico assistidos-por-computador, e, por outro lado, o comando e o controlo de processos complexos pelos microprocessadores programáveis ou pré-programados embutidos nos automóveis, nos electrodomésticos, nos telefones e nos autómatos de produção; por outras palavras, a componente realmente formativa da Informática é a Informática-Ciência, ramo especializado da ainda embrionária ciência que é a Cibernética, e não a simples Informática-Tecnologia que, mais ainda que as tecnologias mais comuns, é efêmera.

Desta premissa falsa deduzimos, mais falsamente ainda, que *a infocultura é a capacidade de comunicar com os microcomputadores, programando-os e interpretando os seus outputs*. Deduzimos, então, que *infocultura é saber manipular um teclado e conhecer uma ou duas linguagens de programação*

Nisto consiste a tipicamente americana redução da infocultura à alfabetização computacional (“computer literacy”), veículo linguístico da confusão, ideologicamente não neutra, entre cultura e mera competência ou capacidade produtiva.

Esta redução assenta em ignorar, subconsciente ou deliberada mas por certo não acidentalmente, o facto básico de que, *antes e para além de ser uma tecnologia, a Informática é uma metodologia, um instrumento de domínio do mundo físico e mental*; na realidade, é a expressão, na linguagem técnica dos nossos dias, da própria metodologia científica.

Por outras palavras, são conceitos-força como sistema, comunicação, controlo, comando, caixa negra, estímulo-resposta, informação, organização, equivalência entre dados e programas, estruturas de dados e programas, aquilo que conta, e não a sua expressão visível nas implementações.

A esta premissa falsa junta-se habitualmente uma outra, mais falsa ainda embora eventualmente menos mal intencionada, a de que *uma linguagem de programação é uma linguagem como qualquer outra*, logo, *aprender uma linguagem de programação é como aprender outra linguagem qualquer*; logo (há aqui uma outra premissa críptica, que o leitor não terá, por certo, dificuldade em identificar), *quanto mais cedo se aprender uma linguagem de programação, melhor*; logo, *há que ensinar*

linguagens de programação a toda a gente, no superior, no secundário, no primário, no jardim infantil; de onde, finalmente, a conclusão anunciada de que *é urgente equipar todas as escolas com microcomputadores*.

Ora, na realidade, uma “linguagem” de programação quase nada tem que ver com uma linguagem natural; neste sentido, deveria chamar-se-lhe código ou notação de programação, porque está muito mais próxima das notações matemáticas que desse segundo sistema de sinalização que é uma linguagem natural.

Desta qualidade de notação críptica, quase-matemática, de um subconjunto mínimo de uma linguagem natural que é o carácter dominante das “linguagens” de programação, resultam duas consequências interessantes: por um lado, as “linguagens” de programação não transportam consigo importantes cargas culturais, ao contrário do que sucede com as linguagens naturais: e, por outro lado, e por isso mesmo, a aprendizagem de uma linguagem de programação é favorecida por uma elevada maturidade intelectual e cultural; dada essa maturidade, é possível aprendê-la depressa e facilmente; na falta de maturidade, a aprendizagem arrisca tornar-se um esforço inglório, semelhante à experiência, hoje demonstravelmente falhada mas ainda não abandonada, do ensino das matemáticas “modernas” no secundário.

Esta curiosa coincidência entre um encadeamento de erros lógicos e a obtenção de uma conclusão que, objectivamente, serve os interesses mercantis do aparelho produtivo presta-se, obviamente, a uma natural suspeição. Sugerimos que se tome este tipo de atitude de elementar prudência, não porque consideremos o aparelho produtivo, em si, como uma coisa má, mas porque os seus critérios mercantis de sucesso, demonstradamente, não foram construídos para servir a sociedade no seu todo, mas apenas uma classe limitada de interesses especiais que, claramente, nada têm a ver com os interesses do sistema educacional.

Há, por outro lado, que notar que neste tipo de discussões é habitual deixar-se de lado, não de todo inocentemente, todo um conjunto de questões verdadeiramente básicas para a decisão de incluir ou não a informática nos planos de estudos do básico e do secundário:

— por um lado, a questão de quais as outras aprendizagens que a aprendizagem da informática pode vir a prejudicar,

— por outro lado, naturalmente, a questão, que sempre se deixa por analisar, de saber quais, de entre essas aprendizagens eventualmente prejudicadas, aquelas de que se pode realmente prescindir em nome de um desejável progresso educacional cujos custos nem sempre estamos dispostos a encarar de frente;

— finalmente, a questão ainda mais espinhosa de saber, de entre os aspectos negativos de uma pedagogia praticada ainda de modo inteiramente empírico, quais aqueles que os meios informáticos usados como auxiliares didácticos podem vir a acentuar e amplificar.

Contra-argumentar-se-á, talvez, com a segunda das premissas verdadeiras, a de que *os microcomputadores entraram já nas escolas pela via dos próprios alunos* e que a experiência mostra que *as crianças aprendem a programar com espantosa facilidade, muito mais facilmente que os adultos*.

Ora, mesmo uma premissa correcta exige uma interpretação e uma colocação contextual. Com efeito, o abuso habitual no uso desta premissa consiste em ignorar que:

1.º — as crianças aprendem tudo o que aprendem mais “facilmente” que os adultos;

2.º — ao contrário dos adultos, as crianças não têm razão para sentir a informática como uma ameaça a um estilo de vida que ainda não definiram, não exibindo, portanto, os bloqueios e inibições na sua aprendizagem que são tão característicos dos adultos;

3.º — o que fica demonstrado é que as crianças aprendem espontânea e rapidamente códigos como o Basic, o assembler e o código-máquina, não ficando esclarecido quais as outras aprendizagens que essa aprendizagem impede, dificulta ou simplesmente adia ou atrasa;

4.º — tal como, por exemplo, as matemáticas modernas ao nível da teoria dos conjuntos, essas “linguagens”, ditas não-estruturantes, não veiculam consigo grandes princípios conceptuais e metodológicos; veiculam apenas noções lógicas muito elementares e naturais na criança, quando não sucede mesmo tenderem a inculcar processos cognitivos defeituosos, como o da concepção de algoritmos por via sistematicamente ascendente (“bottom-up”) e o da construção improvisada e definitivamente provisória, apoiada no uso da detecção-correcção (“debugging”) sistemática de erros das etapas anteriores (neste caso, o erro não se encontra no conceito de “debugging” em si, mas no seu uso sistemático como extensão/substituto/perversão da validação experimental do esquema conceptual).

Desenvolvendo esta última observação muito para além do razoável, certos investigadores da Informática pensam mesmo que *códigos como o Basic constituem verdadeiras aberrações informáticas que nunca deveriam ter existido*. Como tantas outras atitudes radicais, também esta é estúpida: os mesmos argumentos podem, a rigor, ser alinhados contra os códigos-máquina, sem os quais não haveria computadores no sentido actual do termo.

Não iremos, portanto, tão longe, até porque não desejamos ignorar ou marginalizar o facto socialmente importante de, conjuntamente com o preço acessível dos microcomputadores de consumo, ter sido a facilidade de aprendizagem do Basic a grande responsável pela popularização da Informática.

Diremos apenas que *não há à vista inconveniente maior em que as crianças aprendam a programar mais ou menos espontânea e informalmente via Basic, mas que não fica demonstrado que não haja outros meios, eventualmente mais económicos e/ou eficazes, de inculcar ou veicular as mesmas capacidades lógicas*.

Obviamente, fica também por resolver toda a questão fundamental de como inculcar os grandes princípios metodológicos da Informática aos jovens e/ou às crianças: a abordagem mais convencional parte do pressuposto de que a info-competência ao nível da alfabetização informática (que não é ainda info-cultura) proporciona um meio de acesso a uma aprendizagem social ou osmótica da info-cultura. Ora, uma tal abordagem, que funcionava correctamente quando se tratava de formar pequenos números de adultos em uma perspectiva de profissionalização, perde todo o sentido quando se trata de ensino de massas de adolescentes ou jovens: com efeito, neste contexto não é já possível garantir aos alunos o necessário contacto com a minoria info-culta que supostamente estaria em condições de lhes transmitir informal ou osmoticamente a sua info-cultura.

Por outro lado, do esclarecimento (que esperamos ter deixado bem nítido, acima) da confusão corrente entre linguagem natural e “linguagem” de programação

não-estruturante, resulta que esta última não veicula consigo uma carga ou modelo cultural, nem inculca processos cognitivos definidos, ao contrário do que sucede com uma linguagem natural, que foi fundida no cadinho da selecção natural orientada pela satisfação de necessidades colectivas. Assim, das premissas correctas acima indicadas *não resulta ficar demonstrada a viabilidade e/ou a vantagem de inculcar os conceitos realmente importantes da Informática nos muito jovens*.

Finalmente, é comum ouvir-se invocar a facilidade de aprendizagem de linguagens como o Basic para fundamentar o conceito altamente demagógico segundo o qual *devemos generalizar, dentro do sistema escolar, o acesso das crianças aos microcomputadores, como meio de levar à prática a igualização das oportunidades no contexto de uma sociedade informatizada* (um exercício eventualmente interessante para o leitor seria o de identificar nesta afirmação as premissas crípticas: o autor identifica pelo menos seis).

Ora, a conclusão só seria correcta se outros factores de desigualização mais fundamentalmente condicionantes tivessem previamente sido removidos, o que ainda não ocorreu; de onde o carácter mistificador e demagógico do argumento.

Todo este conjunto de considerações aponta claramente para a conclusão final a que, por nosso lado, desejávamos chegar: *todos os projectos actualmente existentes relativos à introdução por via institucional dos computadores nas escolas, nos moldes em que actualmente se pretendem promover, são, basicamente, mal-entendidos assentes em premissas falsas*; esta afirmação categórica não pode, porém, ser tomada no sentido de coartar o direito-dever de experimentação por cada pedagogo tomado individualmente, devendo entender-se como referida apenas a experiências de carácter institucional ou institucionalizado; com efeito, a tendência para confundir o grau de responsabilidade destes dois níveis de experimentação (ou, encarado o problema sob outro ângulo, a mania que parece possuir os nossos pedagogos de proporem a passagem directa ao nível institucional de toda e qualquer experiência pedagógica ou didáctica que lhes apetece fazer) tem sido, estamos em crer, o mais progressista dos factores de degradação do nosso sistema de ensino).

Ora, o nosso sistema educacional encontra-se já em estado quase comatoso, de modo que *a introdução nele, por via institucional, dos computadores é, na melhor das hipóteses, uma manobra de diversão, inconsciente ou deliberada mas certamente não acidental, e, não menos certamente, muito perigosa, porque pode com facilidade ser usada para escamotear os problemas fundamentais do sistema, mediante a ilusão de que estão a ser atacados com vigor e modernidade*.

Se o Joãozinho não sabe ler e alguém escreveu uma peça de software que melhora, mesmo que marginalmente, a sua capacidade de leitura, então a solução óbvia e cómoda é meter-lhe um computador na mão. Isto tem a grande vantagem de evitar a pergunta incómoda de porque é que o Joãozinho não consegue aprender a ler; por outras palavras, torna desnecessário reformar o sistema educacional e repensar a própria sociedade que tolera (ou deseja?) que o seu sistema escolar esteja a cair aos pedaços, ao mesmo tempo que coloca o gestor educacional de bem com os mecanismos de mercado. Que valor devemos então dar ao clamor surdo, que se ouve um pouco por toda a parte, no sentido de que o sistema educacional assuma as suas responsabilidades

quanto à actualização tecnológica no domínio da Informática?

Antes de mais, devemos, como é evidente, *distinguir nesse clamor as suas várias componentes heterogéneas: a dos interessados* que são movidos por alguns dos multiformes interesses mercantis que orientam a nossa sociedade; *a dos alunos*, que vêem na atracção da componente vídeo do microcomputador uma alternativa à pasmaceira e à sensaboria das aulas; *a dos pais*, que esperam da Informática o milagre de tornar eficaz um sistema educacional que já quase não funciona; finalmente, *a dos próprios professores*.

Pondo de parte as três primeiras componentes, obviamente assentes em equívoco e/ou má-fé, que valor devemos dar as reivindicações dos professores?

Em primeiro lugar, *devemos tomá-las profundamente a sério, procurando compreendê-las no contexto concreto em que se geram*; esse contexto é o de uma constante tripla ameaça de degradação: do seu nível de vida, do seu estatuto socioprofissional, das condições objectivas do exercício da sua profissão, de modo que a reivindicação assume o carácter de expressão simbólica da angústia existencial da classe.

Em segundo lugar, devemos distinguir que, por um lado, *alguns desses professores, face à presença na aula de uns tantos garotinhos inquisitivos e provocadores, dotados de uma competência informática que eles próprios não possuem nem sabem como adquirir, se sentem ameaçados na sua autoridade científica e, por via desta, no seu prestígio pessoal e, finalmente, no seu próprio estatuto*; que, por outro lado, *outros professores, encostando-se ao brilho da nova tecnologia, procuram desesperadamente uma promoção profissional em termos de prestígio*, dispondo-se tacitamente a, em troca, esquecer os problemas de fundo do sistema educacional.

Deveremos, então, pura e simplesmente, *ignorar os insistentes pedidos dos professores que reclamam a implantação de equipamentos informáticos nas escolas*? Para isso teríamos o bom exemplo do que já fizemos (isto é, não fizemos...) quando apareceram as máquinas de calcular, mais ou menos programáveis, de bolso; com efeito, a experiência sugere que, ao tomar esta opção, o maior risco que corremos é o de, dentro de alguns anos, termos de estar de novo aqui a discutir, mas dessa vez apenas sobre se os professores podem, ou devem, proibir os alunos (nas aulas e/ou nos exames?) de utilizar microcomputadores portáteis na resolução de problemas de Química, de Física ou de Matemática...

Ou, pelo contrário, deveremos, fazendo com isso o jogo dos ávidos mecanismos de mercado, *desatar a equipar todas as escolas com microcomputadores mais ou menos sofisticados*? Ao fazê-lo estaríamos, na realidade, a cumprir aquilo que, nos países mais experientes que o nosso é já conhecido como "a receita segura para o desastre certo": primeiro, comprar o hardware, em seguida escolher software de entre o disponível; depois treinar uns tantos professores no uso dos novos sistemas, em seguida promover um largo debate para definir objectivos interessantes para a utilização do equipamento; finalmente, concluir que, infelizmente, ele não satisfaz a esses objectivos e arrumá-lo no vão da escada; no último acto, começar a pensar em formar um museu dos meios informáticos da escola.

Na nossa maneira de ver, ambas as alternativas seriam profundamente erradas, porque, em ambas, perderíamos o acesso a um processo que está em marcha e cujo

impacto não pode ser menosprezado, sob pena de sérios riscos de novas, e provavelmente irreversíveis, ultrapassagens.

O que sugerimos, tentativa e esquematicamente porque o problema é demasiado recente para se compadecer com abordagens categóricas e pormenorizadas, é uma via intermédia, prudente e metodologicamente fundamentável.

Em primeiro lugar, *lançar um plano de investigação curto e intensivo mas profundo*, cuidadosamente baliçado no tempo e nos meios, para identificar e definir aquilo que no problema ainda está por identificar e definir, entre nós e em todo o mundo; agindo deste modo poderíamos, nós portugueses, adquirir com facilidade, no panorama do desenvolvimento informático-educacional, uma posição interessante, a espécie de "nicho ecológico" de que, como nação, temos andado, mais ou menos subconscientemente, à procura.

Ao fazê-lo, estaríamos a substituir a posse de um bom sistema educacional (que, de qualquer modo, não teremos tão cedo) pela posse de uma boa teoria da educação (que, apesar de tudo, não estamos tão longe de possuir como parece habitual pensar-se); dada a enorme reprodutividade de uma boa teoria poderíamos mesmo, deste modo, estar a contribuir, para uma eventual aquisição, a prazo, de um bom sistema educacional.

Um tal programa deveria procurar definir, nomeadamente:

1.º — *as técnicas e metodologias informáticas* (e, mais geralmente, científicas) que são *efectivamente relevantes* do ponto de vista da criação de novos, ou da potenciação de antigos, processos cognitivos e culturais;

2.º — *os níveis etários e escolares* em que é viável e necessário proceder à introdução dessas técnicas e metodologias no sistema escolar, na perspectiva estrita da optimização deste como um todo, sem concessões a modas ou a acções de prestígio;

3.º — *os esquemas curriculares integrados* mais convenientes à implementação daqueles objectivos, distinguindo e articulando cuidadosamente a satisfação de quatro planos distintos de necessidades individuais/sociais;

• a *Informática do cidadão*, considerada como info-cultura de base por contraposição à mera alfabetização computacional;

• a *Informática das profissões* consumidoras de Informática (engenharia, medicina, economia, documentalística, comunicação social, etc.);

• a *Informática dos informáticos*, como objecto de si mesma;

• a *Informática dos formadores* que, sendo profissionais como os outros, têm particular responsabilidade na correcção da sua divulgação;

4.º — *a localização óptima nestes esquemas* daquilo que se chama *Ensino Assistido por Computador* (quando considerado como uma automação, necessariamente parcial, do ensino) ou *Aprendizagem por Interação com Computador* (quando encarado como uso formal e sistemático da propriocepção instrumentada, ou bio-feedback); esta identificação será feita prestando particular atenção ao desenvolvimento, e eventuais limitações, dos meios de combate a epi-fenómenos perniciosos como os encadeamentos mediático e lúcido conducentes à desobjectivação dos conhecimentos adquiridos, a desmatização e hiper-simplificação de realidades complexas, a incompetência linguística e a pobreza judicativa do medium;

flectiu então sobre aquela; e, considerando as letras A e B puramente arbitrárias, propôs uma forma que era basicamente a de Deming mas em que as letras A e B nos Grupos de III a IV apareciam precisamente ao contrário. Note-se, no entanto, que os elementos dos três primeiros Períodos não eram assinalados com as letras A e B neste modelo proposto (1). No fim dos anos 70 pelo menos duas das companhias impressoras da T.P. imprimiram T.P. em que as letras A e B apareciam no topo de cada coluna, implicando que se aplicavam também a todos os elementos daqueles três Períodos (1) (Fig. 2).

IA												IIA		IIIB					IVB	VB	VIB	VIIIB	2					
1	1											4	5	6	7	8	9	10	2									
	H											Be	B	C	N	O	F	Ne	He									
2	3											4	5	6	7	8	9	10										
	Li											Be	B	C	N	O	F	Ne										
3	11											12	13	14	15	16	17	18										
	Na											Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar										
4	19											20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
	K											Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr

Fig. 2

Tabela de acordo com as regras de nomenclatura inorgânica da IUPAC 1970, mas com as letras A e B aplicando-se a todos os elementos do respectivo Grupo

Assim em 1981 o American Chemical (ACS) Committee on Nomenclature pronunciou-se pela primeira vez sobre o assunto, tendo abolido pura e simplesmente as letras A e B para designação dos Grupos da T.P. (2).

Dos comentários e sugestões recolhidos num simpósio realizado em Seattle, Washington, sob o tema «The Periodic Table in Chemical Education», em 24 de Março de 1983, e das sugestões e opiniões de vários outros grupos surgiram vários formatos para a T.P. que se agruparam em dois tipos básicos: os que distinguem os elementos representativos e os que dão ênfase à estrutura electrónica (2).

O Nomenclature Committee of the ACS Division of Inorganic Chemistry recomendou um formato que exige o mínimo de requisitos para a designação dos Grupos, dentre as dezoito colunas da T.P., distinguindo os elementos do “bloco-d” e identifica os elementos do “bloco-f” (2). Além disso tem uma notação relacionada com os Grupos de Mendeleev; por exemplo os Grupos 3A e 3B são agora 3d e 13, respectivamente, mantendo-se o dígito correspondente à unidade.

Em 14/11/83 o ACS Committee on Nomenclature concordou com o Nomenclature Committee of the ACS Division of Inorganic Chemistry aprovando um formato para a T.P. que é também a posição Actual da IUPAC (Fig. 3).

1	2	3d	4d	5d	6d	7d	8d	9d	10d	11d	12d	13	14	15	16	17	18	
H	Be											B	C	N	O	F	Ne	
Li	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar	
Na	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe	
Cs	Ba	La*	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn	
Fr	Ra	Ac**																
3f	Ce		Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu			
	Th		Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr			

Fig. 3

Formato recomendado para a T.P. dos Elementos

BIBLIOGRAFIA:

- (1) W.C. Fernelius and W.H. Powell, Journal of Chemical Education, vol. 59, n.º 6 June 1982.
- (2) K.L. Loening, Journal of Chemical Education, vol. 61, n.º 2, February, 1984.

Tradução e adaptação dos artigos mencionados por:

Maria Fernanda Pereira da Silva Pinto Gomes
 Professora Efectiva da Escola Secundária de Porto de Mós
 Destacada na Direcção Geral do Ensino Secundário, Delegação Regional da Zona Centro
 Escola Secundária Infanta D. Maria
 3000 Coimbra.

Sobre os problemas da aprendizagem da Química no último ano de ensino secundário e no 1.º ano do ensino superior

Victor M. S. Gil ^a

Um dos painéis de discussão no último Encontro da Sociedade Portuguesa de Química, realizado em Braga, tinha por tema "Interface do ensino da Química entre os níveis secundário e terciário". Tomando o vocábulo "interface", não como "interfície", sem espessura e, quiçá, sem campo para discussão, mas como "interfase" constituída pelo actual último ano de ensino secundário (12.º ano de escolaridade) e pelo 1.º ano do ensino superior, preparei, para esse painel, uma lista que sistematizava defeitos associados ao ensino-aprendizagem da Química naqueles anos, reunia as razões próximas subjacentes e alinhava propostas de medidas correctivas a tomar.

É este tema que aqui se retoma, numa análise que se deseja serena e completa, pois é altura de redimensionar e integrar as críticas, mais ou menos apaixonadas e parciais, úteis numa certa fase.

Desde logo deve reconhecer-se que, se alguns dos problemas são específicos da Química, outros são comuns a várias disciplinas. E, também, que algumas das críticas feitas, designadamente ao 12.º ano, não podem ignorar os defeitos aliados ao ensino-aprendizagem da Química e de outras áreas do conhecimento, incluindo a Matemática e a Língua Portuguesa (compreensão e expressão) nos anos a montante no ensino secundário. Começando por reconhecer a quase inexistência de cursos secundários profissionalizantes em que a Química intervenha, em face da urgência em desenvolver os incipientes cursos técnicos secundários e lançar outros em condições que permitam, pelo menos, uma razoável qualidade à partida (e uma constante melhoria no futuro), passa-se à consideração do ensino da Química no 12.º ano — via do ensino superior.

Química no 12.º ano

As principais críticas feitas, porventura unanimemente, ao actual ensino da Química no 12.º ano podem reunir-se em duas categorias:

A. No plano dos conteúdos e métodos

O corpo de conhecimentos efectivamente ministrado é desequilibrado, com manifesto prejuízo para certos aspectos fundamentais das transformações da matéria (reações de compostos orgânicos, introdução à termodinâmica química, cinética química, transformações nucleares), e, muito importante, não motivado nem apoiado por qualquer trabalho laboratorial realizado pelo aluno, nem sequer, em via de regra, por demonstração experimental feita pelo professor.

O desenvolvimento das capacidades de aplicação de conhecimento e informação dada em situações novas e em exercícios numéricos é insuficiente, assim como o é o desenvolvimento da capacidade do aluno aprender

por si próprio, das atitudes perante o saber e dos seus métodos de estudo.

B. No plano da avaliação do aproveitamento escolar do aluno

A intervenção da informação do professor na determinação da classificação final, em princípio uma medida correcta, tem, infelizmente, conduzido a várias situações de escândalo e, no mínimo, a uma demasiada disparidade de critérios classificativos. Escândalo igualmente se tem verificado com a realização das provas finais em escolas não-idóneas ou com professores-vigilantes não-idóneos para o efeito.

Acrescem casos de insuficiente competência na correcção e classificação das provas nacionais e uma ausência quase total de coordenação no processo classificativo. Daí o anormalmente elevado número de recursos bem sucedidos.

Múltiplos são os factores próximos que determinam esta situação e que se consideram implícitos em algumas das medidas correctivas que a seguir se propõem:

A. No plano dos conteúdos e métodos

1. Aumentar de 4 para 5 ou 6 horas o tempo lectivo semanal, se não no prazo de 1, ao menos de 2 anos, a fim de incluir prática laboratorial e o cumprimento de um conjunto mais equilibrado de matérias.
2. Reformular o programa original, em conformidade, e em vista da experiência entretanto acumulada.
3. Entretanto, fazer aplicar um programa mínimo mais equilibrado (e não por eliminação de matéria a partir de certo capítulo num programa inicial equilibrado no seu todo*) e que inclua, pelo menos, algumas demonstrações experimentais exequíveis em qualquer escola.
4. Actuar urgentemente ao nível do ensino-aprendizagem da Química nos anos anteriores, desde o 8.º, e da Língua Portuguesa e da Matemática, desde o início da escolaridade**.
5. Intensificar acções de aperfeiçoamento de professores do 12.º ano, em articulação com o ensino superior.
6. Requerer dos professores apelo ao crescente trabalho individual dos alunos, não obstante a maior escolaridade semanal prevista acima, em vista do ensino superior que esperam.
7. Início oportuno das aulas e compensação dos efeitos das eventuais faltas de professores, com orientação do trabalho dos alunos por outros professores da mesma escola (adequadamente compensados por isso).

^a Departamento de Química, Universidade de Coimbra

* Que é o que sucede neste momento.

** Em particular, ponderar seriamente a reposição das C. Físico-Químicas no 7.º ano e disciplinar a repartição do tempo a devotar à Física e à Química em cada ano do 8.º ao 11.º.

B. No plano da avaliação do aproveitamento escolar dos alunos

8. Redução, para cerca de 15%, da contribuição da informação do professor para a nota final do 12.º ano (medida que acaba de ser tomada pelo Ministério da Educação).

9. Intervenção da Universidade no processo relativo ao exame final, de modo a que o exame terminal no ensino secundário seja também decisório (juntamente com a informação referida em 8.) sobre o ingresso no ensino superior, sem necessidade de novas provas (como as de admissão de que se tem falado).

10. Cuidada elaboração dos pontos por uma equipa constituída por 2 professores do ensino superior e 2 professores do ensino secundário, todos de reconhecida competência para o efeito, com mais vasta correspondência com os objectivos do programa (incluindo questões que procurem averiguar sobre a realização do trabalho experimental) e, quiçá, maior exigência.

11. Maior cuidado na selecção das escolas onde se realizam as provas e dos professores vigilantes, com eventual redução do número daquelas, e realização das provas, sempre que possível, em estabelecimentos de ensino superior.

12. Optimizar o processo de correcção e classificação das provas, por exemplo nos moldes seguintes:

a. Convidar os professores a enviarem, por escrito, críticas e comentários a cada ponto, até 5 dias após a realização deste.

b. Reunir 20 professores (15 do ensino secundário e 5 do ensino superior) previamente seleccionados (ou indicados pelas escolas, em regime rotativo) e os 4 responsáveis pela elaboração do ponto, como coordenadores do processo de correcção, para ajuste de critérios (tendo em vista as críticas e comentários referidos em a.) e atribuindo a cada professor apenas uma questão a classificar.

c. Proceder à correcção e classificação por cada um dos 20 professores, em contacto frequente com os coordenadores, de preferência reunidos durante alguns dias (estimado em $n = n.º$ de provas/500) num mesmo local.

13. Com um processo como este também as razões para recursos se reduzirão grandemente, de tal modo que, a admitirem-se, deveriam ser fortemente desencorajados (por exemplo por depósito de caução não reembolsável em caso de insucesso).

Química no 1.º ano do ensino superior

Aqui, uma das principais *insatisfações* dos professores parece decorrer da presença de alunos sem o 12.º ano de Química em cursos em que a Química é uma das áreas, por vezes a fundamental, e isto em turmas com outros alunos do mesmo curso e que frequentaram esse ano. E queixam-se também de uma generalizada má preparação trazida pelos alunos, quer em conhecimentos quer em atitudes.

Por parte dos alunos, as *críticas* parecem ir sobretudo para a velocidade, que consideram excessiva, com que as matérias são leccionadas, insuficiente apoio dos professores em certos casos, deficiência (se não mesmo ausência) de coordenação de programas das várias disciplinas e de coordenação de horários e calendários de provas de avaliação respectivas.

À análise exterior não pode, enfim, furtar-se o facto de o rendimento escolar ser muito reduzido.

Esta situação não é, evidentemente, exclusiva da Química, *Que fazer?*

1. A heterogeneidade de preparação dos alunos no mesmo curso resulta da versatilidade na escolha do curso superior, quase independente das disciplinas frequentadas no 12.º ano, imposta por um excessivo desajustamento entre a procura e a oferta de vagas no ensino superior. Parece, porém, possível manter esta versatilidade e ajustar melhor o elenco de disciplinas do 12.º ano aos vários cursos. Trata-se de definir, para cada curso, uma disciplina nuclear (Química para cursos de Química e Engenharia Química), uma sub-nuclear a escolher pelo aluno de um leque de 2 ou 3 (Física, Matemática, Biologia, no caso de Química) e uma de opção, de um outro leque que inclua as que restam do leque anterior depois de escolhida a sub-nuclear. Isto permitiria, ainda, que o mesmo elenco de disciplinas desse acesso a vários cursos, pois sub-nuclear para uma seria nuclear para outro, etc. (e proporcionaria critérios de desempate mais racionais, recorrendo-se, para uma mesma média, sucessivamente à nota da nuclear e da sub-nuclear).

2. Para os (assim, já menos) alunos numa cadeira de Química de 1.º ano que não tenham frequentado esta disciplina no 12.º ano, dever-se-ia organizar um curso intensivo de homogeneização antes do início do ano lectivo e/ou manter aulas tutorais específicas ao longo do ano.

3. Enquanto se aguarda que as melhorias introduzidas no ensino secundário tenham reflexo no aproveitamento no ensino superior e que se diminua o desencontro entre o curso prioritariamente desejado e aquele em que o aluno é muitas vezes colocado, as instituições de ensino superior têm muito a corrigir no capítulo pedagógico. Assim,

a. São necessárias acções de coordenação curricular e, também, de coordenação da avaliação do aproveitamento escolar dos alunos, de forma a que, sem prejuízo dos objectivos classificadores e de incentivo ao trabalho metódico que a avaliação tem, ela não perturbe negativamente a própria aprendizagem firme e serena em cada disciplina;

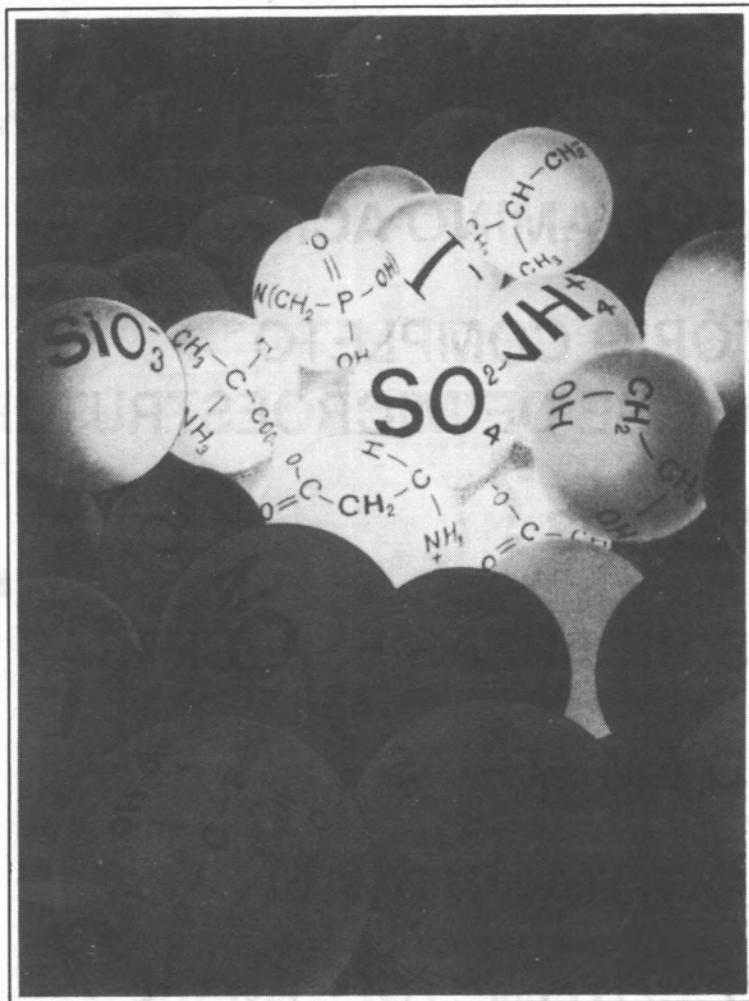
b. Considerando que parte dos males decorre de uma excessiva dispersão escolar em cada semestre, não sempre em termos de áreas mas de disciplinas autónomas, com seus métodos e esquemas de avaliação próprios, há que actuar no sentido de se reorganizar o currículo geral de cada semestre em 3 áreas disciplinares, num total de 21-24 horas por semana, com avaliação única em cada área, intensificando-se simultaneamente a real aprendizagem individual pelo aluno;

c. Com vista a facilitar a adaptação dos alunos ao ensino superior e assim contribuir para a melhoria do rendimento escolar, há que estabelecer apoios pedagógicos no 1.º ano, em regime tutorial ou equivalente. É minha convicção que estas medidas são exequíveis a curto prazo, e que teriam imediatos benefícios. É certo que supõem algumas mudanças e um esforço adicional por parte dos docentes do ensino superior; mas os benefícios previstos justificam-nos plenamente.

Entretanto, as alterações à situação do 12.º ano, acima propostas, também seriam determinantes.

A médio prazo, aposta-se em melhorias do ensino-aprendizagem da Química a partir do 8.º ano (o projecto "Química para Ti", do Departamento de Química da Universidade de Coimbra com os livros do 8.º e 9.º anos e Guia do Professor já publicados, procura contribuir para isso).

DIONEX ION CHROMATOGRAPHY



**PARA ANÁLISES CROMATOGRÁFICAS ALTAMENTE
EFICIENTES DE TODAS AS CLASSES DE COMPOSTOS
____ POLARES E IÓNICOS**

**PEÇA A NOSSA
DOCUMENTAÇÃO**

DIONEX

Distribuidor exclusivo em Portugal:



DIAS DE SOUSA LDA

Quinta da Piedade, Lote 12, 1.º D • 2625 PÓVOA STA. IRIA • Tel.: 2594615 • TELEX: 43926 DISO-P

CROMATOGRAFIA (G. C.) ?

(Capilar, do Ambiente, "Process", etc.)

ANÁLISES ELEMENTARES (CHN-S-O) ?

ANÁLISES DE AMINO-ÁCIDOS ?

**LABORATÓRIO COMPLETO
PARA ANÁLISE DE MICROESTRUTURAS ?**

POROSÍMETROS ?

ANÁLISES DE ÁREAS ESPECÍFICAS ?

CARBONO EM ÁGUAS ?

CARBONO TOTAL NO AR ?

ESPECTROFOTOMETRIA UV-VIS ?

ANÁLISES CLÍNICAS (DENSITÓMETRO) ?


ANÁLISES DE AZOTO ?

ANÁLISES EM FLUXO CONTÍNUO ?

(Colorimetria)

CONTACTE-NOS:

**CARLO ERBA
STRUMENTAZIONE**

FARMITALIA CARLO ERBA SUBSIDIARY  MONTEISON GROUP



Química Nuffield na Grã-Bretanha no período 1961 a 1984 *

R. B. Ingle ^a

Parte 1

• *Desenvolvimento e receptividade das publicações do nível-O pelos professores*

1.1. INTRODUÇÃO

O projecto de ensino de ciência Nuffield foi estabelecido em 1961 com o objectivo de dar uma maior contribuição para a melhoria do currículo de ciência nas escolas em Inglaterra (Nuffield Chemistry 1966, capítulo 9). Warring (1979 a&b, 1980) discutiu factores históricos, políticos, sociais e educacionais que foram importantes na altura. É notório que tanto o modo como se desenvolveu o currículo, como a forma dos materiais resultantes diferiu consideravelmente do que se verificou em muitos outros países. Foi diferente do que aconteceu em países nos quais o desenvolvimento curricular foi iniciado por especialistas de currículo e por organismos oficiais e em que os professores foram envolvidos posteriormente. Um dos factores mais significativos em Inglaterra foi, sem dúvida, o entusiasmo profissional de professores de ciência em exercício em escolas secundárias, que proporcionaram o impulso que motivou a reforma. De facto, o trabalho Nuffield pode ser encarado como o prosseguimento e o completar de esforços levados a cabo por membros de associações de professores de ciência num período de vários anos. Na primeira parte da conferência descreve-se o modo como foi feito o trabalho de inovação curricular em química para alunos de 11 a 16 anos por um grupo de professores de Química e o modo como as publicações resultantes foram recebidas e utilizadas por um grupo muito maior e mais representativo da profissão. Na segunda parte, descreve-se o modo como as publicações foram primeiramente avaliadas e posteriormente revistas pelo autor durante os anos 70.

Em 1960, era óbvio que um processo de reforma do currículo das ciências nas escolas secundárias necessitaria uma considerável quantia monetária. Em princípio pensou-se que o governo providenciaria os fundos necessários (Tickle 1981); quando isso não se verificou a Fundação Nuffield tomou uma decisão aberta e imaginativa ao dar 250 mil libras para a primeira fase do desenvolvimento da inovação curricular em ciência. Esta quantia foi dada como um auxílio inicial de modo a poder iniciar-se de imediato o desenvolvimento curricular, mas contava-se que, posteriormente, houvesse alguma verba oficial que permitisse continuar o trabalho. Esperava-se que o material a ser produzido não competisse com materiais existentes mas que os influenciasse, ao mostrar o potencial de um processo novo. Pensou-se que os cursos Nuffield viessem a ter fases à medida que houvesse alterações noutros cursos. A

Fundação indicou algumas linhas gerais para o trabalho de desenvolvimento curricular, em que as principais referiam que os produtos finais deveriam ter as seguintes características:

- (i) ser um conjunto coordenado de materiais de utilidade para os professores de qualquer modo que eles os quisessem utilizar;
- (ii) proporcionar alguma indicação sobre o pensamento e o método científicos;
- (iii) ser apropriado tanto para futuros especialistas em ciência como para os que deixassem os estudos escolares mais cedo e não seguissem carreiras académicas.

O verdadeiro trabalho de desenvolvimento começou em 1962 com três projectos curriculares em Biologia, Química e Física para os alunos intelectualmente superiores na faixa etária de 11 a 16 anos, que se apresentariam a um exame nacional conhecido por "General Certificate of Education at Ordinary Level, GCE O-level"; posteriormente iniciou-se um trabalho para outros alunos, incluindo um esquema mais avançado em Química (*) para alunos na faixa etária de 16 a 18 anos (Ingle & Jennings 1981, capítulo 2).

A tarefa de traduzir as linhas gerais indicadas pela Fundação para os materiais curriculares foi feita por equipas de professores em exercício. Cada equipa realizou o seu trabalho de um modo individual. O processo de constituição da equipa de Química é particularmente interessante, envolvendo uma selecção de delegados que foi descrita pelo organizador, H. F. Halliwell, do seguinte modo:

«Propuseram-me ser o organizador; aceitei sob a condição de ser assistido por esse homem que, durante tantos anos, tinha sido muito activo na associação profissional dos professores de ciência. Os dois procurámos uma pessoa com experiência que concordasse com as nossas intenções mas que pusesse em questão as nossas propostas para as realizar. Neste campo, recebe-

* Conferência plenária proferida no 7.º Encontro anual da S.P.Q. (sector de Educação), Lisboa, 1984. Tradução de Margarida Pereira-Müller; revisão de Mariana P. B. A. Pereira.

^a Institute of Education, University of London.

* É conhecido por "Nuffield Advanced Science Chemistry", publicado por Longman, Harmondsworth, England. Os leitores interessados podem consultar *Education in Chemistry*, vol. 6, n.º 6, Nov. 1969, que discutiu amplamente o projecto, e E. H. Coulson, "Nuffield Advanced Science: Chemistry — An Account of Stewardship", *School Science Review*, 1970, (179), 261-271. "Nuffield Advanced Chemistry" está a ser revista actualmente.

mos muitas críticas complacentes. Por fim, reunimos um grupo de sete pessoas a que chamámos "equipa principal". Demos-lhe este nome porque trabalharam juntos num determinado lugar de Londres. Uma característica desta equipa principal foi a seguinte: todos os seus membros trabalhavam em part-time, excepto o organizador e um dos editores — os outros continuaram ligados ao ensino enquanto o material estava a ser produzido. Assim que a equipa principal se estabeleceu contactámos os secretários das associações de professores de ciência em todo o país para que nos sugerissem nomes de professores que nos quisessem ajudar *apesar de continuarem no ensino a tempo inteiro*. Deste modo, obtivemos uns 12 a 14 "chefes de zona", dos quais um ou dois eram ou meus conhecidos ou dos meus colegas da equipa principal mas cuja maioria não era conhecida de nenhum de nós. Finalmente pedi aos chefes de zona que pedissem a colaboração a mais ou menos quatro outros professores de Química. Assim, nasceu a equipa de produção da Química Nuffield, envolvendo aproximadamente 50 professores e 2000 alunos.»

Não há dúvidas que este método de formar uma equipa tem as suas vantagens e desvantagens. Mas o modo como os professores foram envolvidos mostra que o projecto poderia vir a ganhar raízes, apesar de não aderir totalmente ao modelo clássico do desenvolvimento curricular centro → periferia. Além disso, a equipa principal serviu-se dos conhecimentos de docentes de ciência, usando muitas ideias que, no passado, tinham sido experimentadas por professores. Personalidades dos departamentos de ciência das universidades e da indústria tiveram um papel válido como consultores, mas *não lhes foi permitido ditarem o que se deveria fazer*. As escolas envolvidas era predominantemente da Inglaterra, do País de Gales e da Irlanda. A Escócia, por ter um sistema educacional um tanto diferente do resto do Reino Unido, tem os seus desenvolvimentos curriculares próprios.

O método de recolha e análise dos dados foi outro exemplo de um procedimento invulgar, se não único que pode ter interesse para o desenvolvimento curricular em Portugal. Poder-lhe-emos chamar "recolha de dados por revisão de provas". A equipa principal redigiu as suas propostas de curriculum conforme achou que se deveria publicar. Foram, então, mandadas duas cópias de cada página a cada um dos 50 professores da equipa de produção com as seguintes instruções:

Não escreva só os seus comentários. Através do seu chefe de área, devolva uma das cópias, onde riscou ou apagou tudo o que não lhe agrada, tendo redigido de novo como gostaria de ver publicado. Escreva os comentários à parte.

Na sua reunião semanal, os chefes de área das mais variadas partes do país recolheram e coligiram um consenso dessas modificações. Devolveram, então, à equipa principal uma cópia modificada como achavam necessário. Este procedimento teve três efeitos:

- (1) O trabalho editorial da equipa principal foi simplificado; somente cerca de 12 conjuntos de páginas revistas foram devolvidas dum total de aproximadamente 50 colaboradores.
- (2) Ainda mais importante foi o facto de quase todos

os colaboradores envolvidos reconhecerem na redacção final uma frase, um parágrafo ou uma experiência para a qual contribuíram — isto fez com que se fortalecesse o sentimento de grupo e de empenhamento.

- (3) As respostas foram criativas e não somente rotineiras, mas também tiveram de ser disciplinadas.

Este método de recolha de dados foi complementado por visitas dos membros da equipa principal às escolas. O número de escolas participantes foi aumentando à medida que o tempo passava e fez com que não só o trabalho Nuffield se espalhasse, mas também que o projecto tivesse tido melhor aceitação aquando da publicação do material. Muitas das escolas-pilotos do projecto continuaram a ensinar a Química Nuffield, embora outras decidissem não o fazer.

1.2. OBJECTIVOS E IDEAIS

Embora cada uma das equipas do nível O tivesse interpretado a missiva da Fundação Nuffield à sua maneira, todas concordaram com a noção de que o ensino da ciência deveria ser "moderno na concepção científica, relacionar-se de perto com experiências quotidianas, estimular professores e alunos, ser atraente e adaptável às diferentes capacidades e interesses" (Coulson & Nyholm, 1966). Também estavam de acordo de que seria melhor:

- (1) Reduzir as facetas teóricas dos temas e actualizá-los.
- (2) Desenvolver um trabalho prático como base para uma reflexão sobre a ciência.
- (3) Dar ênfase a princípios e fórmulas importantes do pensamento científico.

A equipa de Química verificou que, no passado, a mera aquisição e memorização de material teórico se tornaram um fim em si. O objectivo da Química Nuffield (Halliwell & van Praagh, 1967) deveria ser *o ensino através da Química*. Para Halliwell (1966), a Química Nuffield baseava-se "naquilo que significa ser científico para um cientista, ou seja, a diligência e o empenhamento pessoal, a sensação de investigação e a necessidade de dar saltos aparentemente injustificados se souber comprovar a sua validade". Nas palavras de Kekulé, citadas no prólogo de "Introduction and Guide" (Nuffield Chemistry, 1966):

«Meus senhores, aprendamos a sonhar e talvez possamos encontrar a verdade. Mas tomemos cuidado com a publicação dos nossos sonhos antes de terem sido controlados por um espírito perspicaz que tenha os pés bem assentes na terra.»

Se os alunos devem aprender a avaliar o que significa "ser científico", têm de se empenhar no trabalho de laboratório; esta atitude tem um fim bem à vista e encoraja o pensamento especulativo e imaginativo. Mas admitiu-se que este trabalho de laboratório teria de ser complementado por três outros pontos:

- (1) Os alunos deveriam conhecer o trabalho dos maiores cientistas. Boas descrições das suas vidas e do seu trabalho permitiriam aos alunos conhecer estes espíritos emocionantes com os seus relâmpagos de génio, ao mesmo tempo que iam fazendo as suas pesquisas no laboratório.
- (2) Uma vez que o trabalho no laboratório só permite adquirir um determinado número de conhecimentos,

sempre muito limitado, há que levar os alunos a avaliar o trabalho de outros através de obras de consulta e tabelas de dados.

(3) Dever-se-á consciencializar os alunos para as aplicações da Química na vida quotidiana — na moderna química industrial (por exemplo, fibras, plásticos, elastómeros, detergentes, remédios e insecticidas) assim como para as fontes de energia disponíveis para a produção de novos materiais.

1.3. O PROGRAMA E A SUA AVALIAÇÃO

O programa da Química Nuffield ocupou um pequeno capítulo de três páginas em "Introduction and Guide" (Nuffield Chemistry, 1966, p. 17-19). Foi escrito em termos de actividades exploratórias a desenvolver pelos alunos e consistia de quatro secções:

- (1) produção de novos materiais a partir dos disponíveis;
- (2) procura de uma matriz para o comportamento das substâncias;
- (3) uso de conceitos explicativos e conhecimento de como comprovar a teoria a partir da observação;
- (4) associar mudanças energéticas a mudanças na matéria.

Depois de redigido foi possível enunciar as "qualidades" que a equipa de produção e a junta consultiva acharam que deveriam ser encorajadas na Química Nuffield (tabela 1).

Tabela 1

QUALIDADES A SER ENCORAJADAS E AVALIADAS NA QUÍMICA NUFFIELD

1. Facilidade em lembrar informações e experiência.
2. Aptidão para trabalhar com os materiais, manipular aparelhos, levar a cabo instruções para as experiências e fazer observações pertinentes.
3. Aptidão para trabalhar e classificar informações recebidas (incluindo representações gráficas e resultados quantitativos).
4. Aptidão para idealizar um esquema e um instrumento apropriados para a resolução de um problema prático.
5. Capacidade para interpretar informações com depoimentos críticos e avaliativos.
6. Capacidade para aplicar conhecimentos anteriores a novas situações e para mostrar pensamento criativo.
7. Competência para relatar, comentar e discutir assuntos de interesse químico.
8. Conhecimento do lugar que a Química ocupa entre outras disciplinas escolares e no mundo em geral.

Fonte: *Nuffield Chemistry* (1966, p. 124)

Esta foi a matriz dupla em que se baseou a Química Nuffield: um programa escrito em termos de *actividades* exploratórias e uma lista complementar das *qualidades* a encorajar e avaliar. Foi um processo original de reforma curricular.

1.4. O ESQUEMA-TIPO

O programa de três páginas (Nuffield Chemistry, 1966, pp. 17-19) foi um documento notável onde não vinha mencionado o nome de um único produto químico. É óbvio que haveria um número ilimitado de interpreta-

ções que os professores poderiam fazer. Era diferente dos programas explícitos e dos compêndios da época ou mesmo dos actuais. Mas embora os professores tenham respondido positivamente, pediram e exigiram um guia mais detalhado. Os professores disseram: "Dêem-nos liberdade mas digam-nos o que fazer", como parece ter dito Sir Ronald Nyholm, já desaparecido.

O método escolhido para resolver este problema foi redigir um esquema-tipo para ilustrar o programa. Halliwell e a sua equipa não queriam produzir um novo compêndio, decisão que estava bem explícita nas seguintes palavras (Nuffield Chemistry, 1966, p. 23): «Como temos vindo a realçar, queremos que os professores tenham a maior liberdade possível na maneira como tratam os assuntos. Não queremos de modo algum substituir um esquema de ensino por outro. Propomos uma "aproximação a Nuffield", um esquema-tipo que ilustra a aproximação.»

Não há dúvida que Halliwell acreditava apaixonadamente neste princípio da liberdade do professor. Não só via o esquema publicado como um exemplo, mas esperava que os professores também o vissem deste modo. Neste ponto, era um pouco super-optimista. O esquema-tipo que surgiu era um curso de cinco anos para alunos entre os 11 e 16 anos. Estava dividido em três fases, sendo as duas primeiras o Curso Básico e a terceira o Curso de Opções.

1.ª fase (idades 11-13)

Dois exemplos alternativos foram apresentados, tratando ambos a exploração dos materiais (tabela 2).

Tabela 2

O ESQUEMA-TIPO DA QUÍMICA NUFFIELD, CURSO BÁSICO, 1.ª FASE

Alternativa A

1. Arranjar substâncias simples do mundo à nossa volta.
2. Aquecer substâncias; quais as consequências.
3. Descobrir algo mais sobre o ar.
4. Os problemas da combustão.
5. Os elementos.
6. Competição entre os elementos.
7. A água como produto da combustão.
8. Os efeitos da electricidade nas substâncias.
9. Produtos químicos provenientes das rochas.
10. Produtos químicos provenientes do mar.

Alternativa B

1. Separar as substâncias simples dos materiais comuns.
2. Acidez e o seu tratamento.
3. Destilação fraccionada como uma medida de separar misturas.
4. Os gases mais importantes do ar.
5. Descobrir algo mais sobre as substâncias aquecendo-as.
6. Usar electricidade para decompor substâncias.
7. Os elementos.
8. Mais reacções entre os elementos.
9. Investigação de alguns processos comuns envolvendo o ar:

- a) combustão e respiração
 - b) oxidação
10. Competição entre os elementos.

Fonte: *Nuffield Chemistry* (1966, p. 25)

Ambas as alternativas foram redigidas por membros da equipa Nuffield. A alternativa A é da responsabilidade do Dr. G. van Praagh e a alternativa B de E. H. Coulson. Podem ser consideradas como acréscimos pessoais ao modo como a Química pode ser ensinada. Ambas as alternativas preconizaram um estudo interrogativo e cobriram mais ou menos a mesma área, diferindo na sequência pela qual os temas estão ordenados assim como no tratamento. Ambas dão excelentes oportunidades aos alunos de descobrir um grande número de substâncias no laboratório, de as separar e de avaliar o papel principal dos elementos na Química. Mas nenhuma entrou deliberadamente no campo das ideias teóricas; a teoria própria da matéria, por exemplo, não foi introduzida.

2.^a fase (idades: 13-16 anos)

Só foi elaborado um esquema-tipo para as noções e aplicações da Química (tabela 3).

Tabela 3

O ESQUEMA-TIPO DA QUÍMICA NUFFIELD, CURSO BÁSICO, 2.^a FASE

As noções usadas pelos químicos

11. Átomos na Química.
12. Investigar o sal e o "gás do sal".
13. Os elementos sob o ponto de vista da Tabela Periódica.
14. Descobrir de que maneira os átomos se harmonizam com os elementos.
15. Sólidos, líquidos e gases.
16. Explicar o comportamento dos electrólitos.
17. Encontrar os números relativos de partículas envolvidas nas reacções.
18. Com que rapidez? Velocidades e catálise.
19. Até aonde? A noção de equilíbrio dinâmico.
20. Investigar as substâncias denominadas "ácidos".

Obter o domínio sobre os produtos químicos

21. Destruir e construir grandes moléculas.
22. A Química e o problema mundial da alimentação.
23. Produtos químicos e a energia.
24. Radioquímica.

Fonte: *Nuffield Chemistry* (1966, p. 26)

Durante esta fase, a maioria dos trabalhos dos alunos continuaria a ser baseada na prática mas ter-se-ia agora que aprofundar a teoria.

Para além da teoria atómica (que teve sempre um lugar de relevo na Química escolar nesta fase) foram introduzidas muitas novas áreas teóricas, incluindo a estrutura química, a energética, a cinética e a radioquímica. O conceito de molécula ocupa um lugar central na 2.^a fase, embora tenham sido recomendadas as noções de átomo-grama e molécula-grama. Infelizmente, a ênfase dada à parte teórica da Química contribuiu para tornar

pouco claras as aplicações da Química nas nossas vidas; esta parte da Química surgiu nalguns Livros Básicos e, detalhadamente, nos últimos quatro tópicos da 2.^a fase.

3.^a fase (idades: 16 anos)

Sugeriu-se que os alunos deveriam concluir este curso de cinco anos com duas opções (tabela 4), ocupando cada uma meio período. Seriam o ponto alto do curso e proporcionariam aos alunos oportunidades de adquirir uma competência viva em destreza manual e intelectual. Algumas das opções são nitidamente teóricas (ex.: *Periodicidade e Estrutura Atómica*) enquanto outras (ex.: *Água*) servem para os alunos se consciencializarem das aplicações e dos aspectos sociais da Química.

Tabela 4

O ESQUEMA-TIPO DA QUÍMICA NUFFIELD, CURSO DE OPÇÕES, 3.^a FASE

Os alunos terão de escolher DUAS das seguintes opções:

1. Água.
2. Cristais e a sua disposição ordenada.
3. Colóides.
4. Metais e ligas.
5. Transformações químicas e a produção de energia eléctrica.
6. Uma investigação da estrutura de alguns compostos.
7. Moléculas gigantes.
8. A indústria química.
9. Tópicos históricos.
10. Acidez — alcalinidade.
11. Análise com uma finalidade.
12. "Átomos em iões".
13. Periodicidade e estrutura atómica.

Fonte: *Nuffield Chemistry* (1966, p. 27)

1.4. O "PACOTE" DE PUBLICAÇÕES

Dado que, no passado, exames e manuais foram factores dominantes para influenciar o que se ensinou e o que se aprendeu, houve um grande desejo de evitar essa orientação. A equipa da Química Nuffield tomou a decisão corajosa e rara de não publicar um manual, mas de produzir (Rogers, 1966; Nuffield Chemistry, 1966, cap. 3) um "pacote" constituído por:

(1) Folhas para a *investigação no laboratório* destinadas a orientar os alunos nos seus trabalhos de laboratório e que seriam a base dos diários pessoais dos alunos que substituiriam as notas ditadas.

(2) Uma série produzida com imaginação de 38 Livros Básicos tratando especialmente aplicações, aspectos históricos e sociais da Química (Anderson, 1966). Esperou-se que estes livros fossem distribuídos largamente e a um preço módico, possibilitando aos alunos elaborarem a sua própria *coleção*. Alguns títulos estão apresentados na tabela 5.

(3) *Um livro de dados*: esperou-se que estes materiais encorajassem os professores a dar ênfase diferente ao trabalho dos seus alunos:

DE →	PARA
Manual	Diário pessoal dos alunos contendo relatórios sobre as pesquisas no laboratório
Notas das aulas (muitas vezes ditadas)	Biblioteca de Livros Básicos organizada por cada um dos alunos (selecção pessoal)
Notas do laboratório (muitas vezes estereotipadas)	Livro de Dados (que os alunos utilizariam como referência)

Assim, o professor seria acima de tudo um “guia” e não uma “autoridade”. A natureza fundamental desta modificação não foi possivelmente compreendida na

sua grande extensão; caso o tivesse sido, as publicações para os professores teriam dado mais orientação nesta matéria.

Como complemento, foram publicados muitos guias para professores e um conjunto de 38 pequenos filmes de 8mm mudos e a cores.

1.5. OS EXAMES NUFFIELD

As perguntas dos exames da época avaliavam principalmente as capacidades de *memorização* e de *descrição* (Mathews, 1967 a & b), normalmente através de perguntas do tipo “preparação e propriedades”. Face

Tabela 5
TÍTULOS DE ALGUNS LIVROS BÁSICOS

Fase	Título	Tradução do Título	Ênfase principal
1. ^a	Growing Crystals Chemicals and where they come from Burning The Discovery of the Electric Current	Crescimento de cristais Produtos químicos e sua proveniência Combustão A descoberta da corrente eléctrica	Química em casa Geologia História
2. ^a	Dalton and the Atomic Theory The Periodic Table Coal Making Diamonds Inside the Atom Structure Catalysis Detergents Man-made Fibres The Nitrogen Problem Fertilisers and Farm Chemicals Radioactive Chemicals	Dalton e a teoria atômica A tabela periódica Carvão Produção de diamantes Por dentro da estrutura do átomo Catálise Detergentes Fibras artificiais O problema de fertilizantes com azoto e produtos químicos da quinta Produtos químicos radioactivos	História, Teoria História, Teoria Química aplicada Química aplicada História, Teoria Teoria História, Teoria Teoria, Química aplicada Teoria, Química aplicada História, Química Aplicada História, Química Aplicada, Implicações sociais História, Química Aplicada
13. ^a	Water Colloids Metals and Alloys What is an Acid? Colour Pictures in Silver Corrosion Drugs and Medicine	Água Colóides Metais e ligas O que é um ácido? Cor Pinturas em prata Corrosão Drogas e medicina	Química aplicada, Implicações sociais Química aplicada Química aplicada Teoria, Química aplicada História História Química aplicada História, Implicações sociais

A lista completa dos títulos pode ser consultada em Nuffield Chemistry, *Introduction and Guide*, Longmans Green, 1966.

ao lugar central que os exames ocupavam e ainda ocupam na Grã-Bretanha, compreendeu-se que seria necessário arranjar um novo tipo de exame que correspondesse aos objectivos que estavam por detrás do projecto. J. C. Mathews, então professor de Química no Norte de Inglaterra, foi integrado numa equipa que deveria esboçar um esquema de exame, tendo de seguida trabalhado como examinador principal do exame da Química Nuffield, GEE — nível O. Um livro para os professores explicava a forma do exame e os seus princípios (University of London, 1967).

O esquema de exame que surgiu utilizou uma grande variedade de métodos de avaliação da Grã-Bretanha e

da América. Empregaram-se perguntas descritivas, perguntas de escolha múltipla de vários tipos e perguntas estruturadas. Tomaram-se disposições especiais para algumas das Opções da 3.^a fase que seriam avaliadas “internamente” pelos professores nas suas escolas, um método desconhecido até à data na Grã-Bretanha. As notas das diferentes escolas foram analisadas por inspecções de alguns trabalhos. Sabia-se que todos os métodos de avaliação tinham os seus méritos e as suas limitações e que seria melhor usar um vasto espectro de técnicas em vez de se ficar por uma ou duas. O estilo de exames escritos que se estabeleceu e que tem sido usado desde então é apresentado na tabela 6.

Tabela 6

O EXAME DE QUÍMICA NUFFIELD, NÍVEL O

Número do exame	Tempo autorizado	Tipo de perguntas	Número de perguntas	Peso
1	1 ¼ h	Escolha múltipla	No início 70; agora 60	40%
2	2 h	Parte A Perguntas estruturadas	No início 3 em 5; agora 4 (sem escolha)	40%
		Parte B Perguntas descritivas das Opções de 3.ª fase	1 de cada Opção	20%

O princípio orientador do exame foi o de encorajar e avaliar os objectivos da Química Nuffield (tabela 1). Mas a escolha do tema para o exame criou uma espécie de dilema, uma vez que não havia nenhum programa Nuffield no sentido *convencional* de uma lista de noções e substâncias. Decidiu-se, por fim, basear o exame numa matéria do esquema-tipo, tendo o exame n.º 1 de cobrir o espectro de *capacidades* e *actividades* apresentadas na tabela 7.

Tabela 7

CAPACIDADES E ACTIVIDADES DO EXAME DA QUÍMICA NUFFIELD

Capacidades *

1. Conhecimentos, 25%
2. Compreensão, 40%
3. Aplicação, 20%
4. Análise/avaliação, 15% } **

Actividades *

- A. Composição e alteração dos materiais, 30%
- B. Técnicas práticas, 15%
- C. Esquemas do comportamento dos materiais, 15%
- D. Cálculos essenciais, 25%
- E. O emprego dos conceitos, 15%

* O exame é feito de acordo com a importância (%) indicada.

** Estes pontos estão agora juntos com um peso total de 35%.

As *capacidades* têm uma certa parecença com a taxonomia de Bloom, enquanto as *actividades* representam divisões largas do tema que se considerou ser útil em revisões futuras do esquema-tipo. O leitor pode ficar surpreendido com duas omissões nos exames. Em primeiro lugar, não há exame prático, embora um número de perguntas projectadas para avaliar situações de laboratório tenham sido incluídas na parte das perguntas de escolha múltipla. E em segundo lugar, não se tentou avaliar sistematicamente o que os alunos aprenderam ao ler os Livros Básicos, um ponto que é comentado mais adiante na 2.ª parte deste trabalho.

A redacção e a selecção das perguntas para o novo exame foram feitas por professores em exercício, enquanto os examinadores principais — sob a orientação geral de um moderador, um professor universitário — reuniram as propostas e redigiram a versão final do exame. Isto significa que os professores tiveram de ser preparados para o trabalho especializado em causa. A Unidade de Investigação do Departamento de Exames Escolares da Universidade de Londres deu uma grande colaboração na preparação do novo exame e no tratamento das estatísticas necessárias.

1.6. O ENSINO DA QUÍMICA NUFFIELD

Os que desenvolveram a Química Nuffield deram mais importância à maneira como esta deveria ser ensinada do que ao seu conteúdo. O processo Nuffield de ensino da Química nunca foi bem definido mas continha um grande espectro de objectivos educacionais e utilizava um método predominantemente prático e baseado na pesquisa. Para exemplificar o processo, foram feitos planos ambiciosos para “re-ensinar” os professores, planos estes que deveriam coincidir com a publicação do material (Warning, 1979 a, p. 200). Cerca de 70 futuros orientadores de Química frequentaram “aulas de mestrado” em Janeiro de 1966; por sua vez, estes orientadores prepararam outros professores durante o Verão em diversas partes do país. Foi uma acção considerável, embora só tivesse atingido aqueles professores que estavam realmente interessados na Química Nuffield.

Como complemento a estes cursos, foram empregues dois outros métodos para ilustrar a Química Nuffield em acção:

(1) Foram feitos filmes sobre os vários aspectos da Química Nuffield. A indústria química contribuiu bastante patrocinando estes filmes.

(2) Foram publicadas descrições detalhadas de 2 lições-tipo ilustrando o processo Nuffield (Nuffield Chemistry, “The Sample Scheme Stages I and II”, 1966, Longmans Green and Penguin, pp. 215-218).

É difícil avaliar qual a influência que estes esforços exerceram na melhoria do ensino da Química. O autor é da opinião que ajudaram a tornar o ensino mais baseada na *prática*, não se podendo, no entanto, saber até que ponto os métodos de investigação foram estimulados.

1.7. RECEPÇÃO DA QUÍMICA NUFFIELD

A publicação da maioria do material Nuffield do nível O em 1966 possibilitou uma recepção muito maior, podendo-se avaliar os novos esquemas, do que teria sido possível durante o período de ensaio. Sociedades científicas como a Sociedade Real de Química ¹ (então denominada Sociedade de Química ²) e a Associação para a Educação em Ciência ³ viram com bons olhos os novos materiais; não se esqueceu, no entanto, que as verdadeiras apreciações viriam nas respostas dos professores de ciência das escolas de todo o país.

A reacção dos professores não foi uniforme. Alguns ficaram extremamente entusiasmados com a Química Nuffield, enquanto outros mostraram cepticismo e até resistência. Houve uma diminuição relativamente rápida na recepção em relação a outros cursos anteriores. A responsabilidade de organizar outros cursos de formação passou para as autoridades educacionais locais;

algumas encorajaram bastante a Química Nuffield, orientando cursos para professores e dando participações para equipamento às escolas que queriam começar a usar o esquema. Por outro lado, outras autoridades mostraram-se desinteressadas e pouco fizeram para a promover. Sabe-se agora que a polarização das opiniões “a favor” e “contra” os esquemas Nuffield já começara antes da sua publicação. Alguns professores, especialmente esses que eram inovativos e optimistas — alguns dos quais tinham participado no projecto-piloto — abraçaram com entusiasmo a Química Nuffield, pois acreditavam que era um grande passo em frente na educação em ciência. Outros mostraram, muitas vezes justificando-o, que há muitos anos ensinavam segundo métodos de pesquisa. Alguns dos que não tinham estado ao corrente durante a fase de desenvolvimento, sentiram-se inseguros e até assustados com o que teriam de ensinar. Convocatórias para professores “Nuffield” poderão ter afastado alguns que estavam a fazer um bom trabalho mas que não se associavam completamente aos novos projectos. Do aparecimento desta infeliz polarização de opinião houve certamente lições importantes a reter. Uma foi a importância em manter todos os professores de ciência bem informados acerca do progresso de um projecto de inovação curricular, distribuindo regularmente, por exemplo, folhas informativas.

1.8. EXECUÇÃO DA QUÍMICA NUFFIELD

De um modo geral, os professores de Química reagiram à publicação da Química Nuffield de uma de três maneiras seguintes:

- (1) Alguns decidiram adoptá-la, utilizando largamente as publicações e levando os seus alunos a fazer o exame Nuffield.
- (2) Outros preferiram adaptar o material para uso próprio e continuar a levar os seus alunos a fazer o exame não-Nuffield com o qual estavam familiarizados. O modo com que os professores deste grupo utilizaram o material foi muito diverso.
- (3) Os restantes não prestaram atenção ou rejeitaram os novos materiais.

O número de alunos que fizeram o exame da Química Nuffield desde 1970 é apresentado na Figura 1. Como

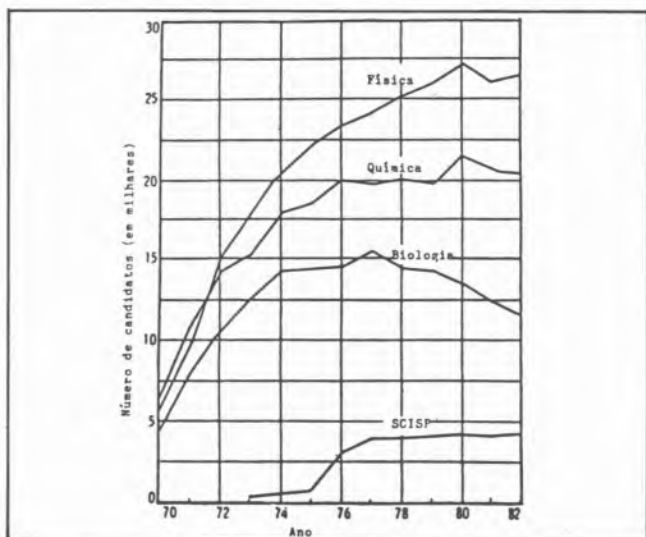


Figura 1

Número de candidatos ao exame de Química Nuffield comparado com o dos outros temas Nuffield e o do Schools Council Integrated Science Project (SCISP)

se pode ver, os candidatos ao exame aumentaram consideravelmente nos anos 70, embora tenham diminuído nos últimos anos.

Como complemento, a maioria dos corpos examinadores modificaram os seus programas e o estilo de exames como resposta às ideias Nuffield durante os últimos 12 anos, podendo dizer-se que a influência de Nuffield é agora grande. Uma outra indicação do grande emprego da Química Nuffield é dada num estudo recente dos Inspectores Escolares de Sua Majestade ¹⁾ (Departamento de Educação e Ciência, 1979, p. 205) apresentado na Figura 2.

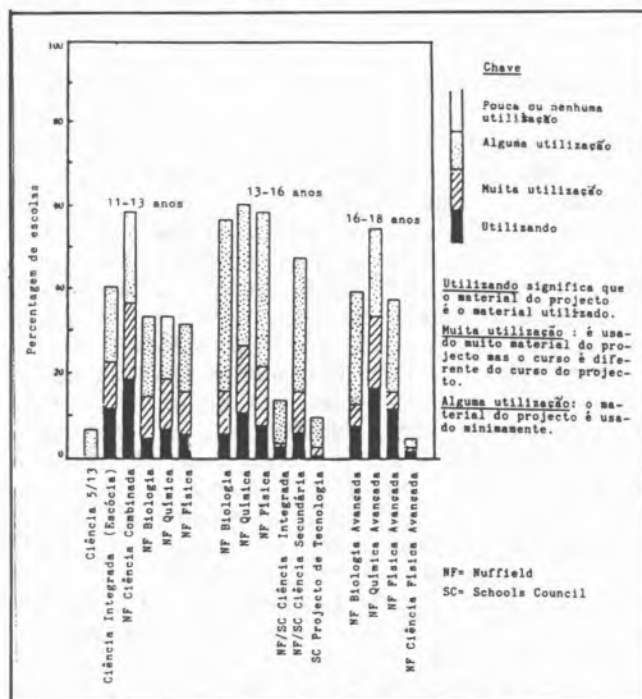


Figura 2

Percentagem das escolas que utilizaram a Química Nuffield e outros projectos de ciência no fim dos anos 70. (Reproduzido por gentileza do University of London Institute of Education Science in Scholls: Which way now? Studies in Education 8)

Poder-se-á perguntar por que razão alguns professores adoptaram a Química Nuffield e outros não. Nos anos 70, o Projecto de Investigação da Difusão Curricular investigou a familiaridade e o uso de 16 projectos curriculares em educação em ciência (Nicodemus, 1977). Um grande número de factores que podem facilitar ou inibir a adopção da Química Nuffield foram identificados por Nicodemus, Jenkins & Ingle (1976) mas provou-se ser extraordinariamente difícil estabelecer uma ligação entre estes e o grau de emprego que fora dado aos materiais. Porém, o estudo mostrou a importância de criar um meio escolar que “facilite” a adopção e levantou questões importantes sobre o modo como pode ser criado numa escola; a estas questões ainda se terá de dar uma resposta.

1.9. PUBLICAÇÃO DA QUÍMICA NUFFIELD

Este relatório estaria incompleto se não se mencionasse o método invulgar de publicação. Um grupo — o Grupo de Publicações Nuffield — ligado ao Chelsea Colle-

- 1) Royal Society of Chemistry.
- 2) Society of Chemistry.
- 3) Association for Science Education.

1) HMIS — Her Majesty's Inspectors of Schools.

ge, Universidade de Londres, foi criado para este fim. W. A. Anderson e os seus colaboradores levaram a cabo o trabalho de recolha necessário antes de entregar o documento final a um editor para impressão e distribuição. Este método assegurou que as publicações de alguns dos maiores 20 projectos de Ciência Nuffield tenham um "estilo interno" idêntico embora tenham sido publicados por diferentes editores.

Mas muito mais importante foi o facto do grupo ter ajudado a formular o plano de acção e a dar forma a um número considerável de considerações educacionais, práticas e comerciais, sendo todas importantes para um desenvolvimento curricular bem sucedido.

1.10. A QUÍMICA NUFFIELD ALÉM FRONTEIRAS

A Química Nuffield tem tido uma influência considerável fora do país de origem. Muitos países — França (somente a 1.^a fase), a República Federal da Alemanha, o Japão, Espanha e o Brasil — publicaram traduções das publicações da Química Nuffield; estas traduções serviram mais para possibilitar que os professores de Química as estudassem do que para seu emprego nas escolas. Alguns dos Livros Básicos foram traduzidos para polaco e farsi ¹. O ensino da Química em algumas escolas australianas tem sido muito influenciado pelo projecto da Química Nuffield, que tem sido adoptado e adaptado. A sua influência tem sido pequena nos Estados Unidos da América, mas a Fundação Nacional para a Ciência ² mostrou recentemente grande interesse pelas publicações revistas da ciência Nuffield. A Química Nuffield também tem tido um impacto significativo nos currículos de Química em muitos dos países do terceiro-mundo pertencentes ao Commonwealth. Voltando à Grã-Bretanha: por volta de 1970, tornou-se claro que a Química Nuffield estava a ter um enorme impacto na educação em Química. A questão que então se pôs foi a seguinte: "Até que ponto é que os materiais publicados estão a cobrir as necessidades dos alunos e das escolas e estão a precisar de revisão?". Esta questão vai ser detalhadamente tratada na 2.^a parte deste trabalho*.

BIBLIOGRAFIA

- Anderson, W. (1966) 'Nuffield Chemistry Background Books', *Education in Chemistry*, 3, 299-301.
- Coulson, E. H. & Nyholm, R. S. (1966). 'Aims and Ideals of the Nuffield Chemistry Project', *Education in Chemistry*, 3, 299-232.
- Department of Education and Science. (1979). *Aspects of Secondary Education in England*, London, England: Her Majesty's Stationery Office.
- Halliwell, H. F. (1966). 'Aims and Action in the Classroom', *Education in Chemistry*, 3, 242-245.
- Halliwell, H. F. (1981). Personal communication to the author.
- Halliwell, H. F. & Van Praagh, G. (1967). 'The Nuffield Foundation Science Teaching Project II: Chemistry 11-16', *School Science Review*. (1967), 48-(165), 332-336.
- Ingle, R. B. & Jennings, A. (1981)). *Science in Schools: which way now?* London: The London Institute of Education and Heinemann Educational.
- Mathews, J. C. (1967a). 'The Nuffield Foundation Science Teaching Project VII: O-level chemistry examinations', *School Science Review*, 49 (167), 21-30.
- Mathews, J. C. (1967b). 'The Nuffield 'O'-level Chemistry Examinations', *Education in Chemistry*, 4, 2-10.
- Nicodemus, R. B. (1977). 'Myths in Educational Research', *International Review of Education*, 23, 119-128.
- Nicodemus, R. B., Jenkins, E. W. & Ingle, R. B. (1976). 'Adopting Nuffield O and A-level Chemistry', *Educational in Chemistry*, 13, 46-48.
- Nuffield Chemistry. (1966). *Introduction and Guide*, London and Harmondsworth, England. Longmans Green and Penguin.
- Rogers, M. (1966). 'The Published Material', *Education in Chemistry*, 3, 289-291.
- Tickle, P. (1981). *The Nyholm Network? Notes towards an understanding of the role of individuals in curriculum change*. Leicester: Occasional paper by the University of Leicester.
- University of London (In association with all the GCE examining boards), Nuffield Science Teaching Projects: Chemistry Ordinary Level. Teachers' book 1967. Revised 1970. School Examination Department, University of London, 66-72 Gower Street, London WC1E 6EE.
- Waring M. (1979a). *Social Pressures and Curriculum Innovation: a study of the Nuffield Foundation Science Teaching Project*. London, England: Methuen.
- Waring, M. (1979b). 'Background to Nuffield Science', *History of Education*, 8 (3), 223-237.
- Waring, M. (1980). 'Nuffield O-level Chemistry', Chapter 4 in L. Stenhouse, *Curriculum Research and Development in Action*. London, England: Heinemann Educational.

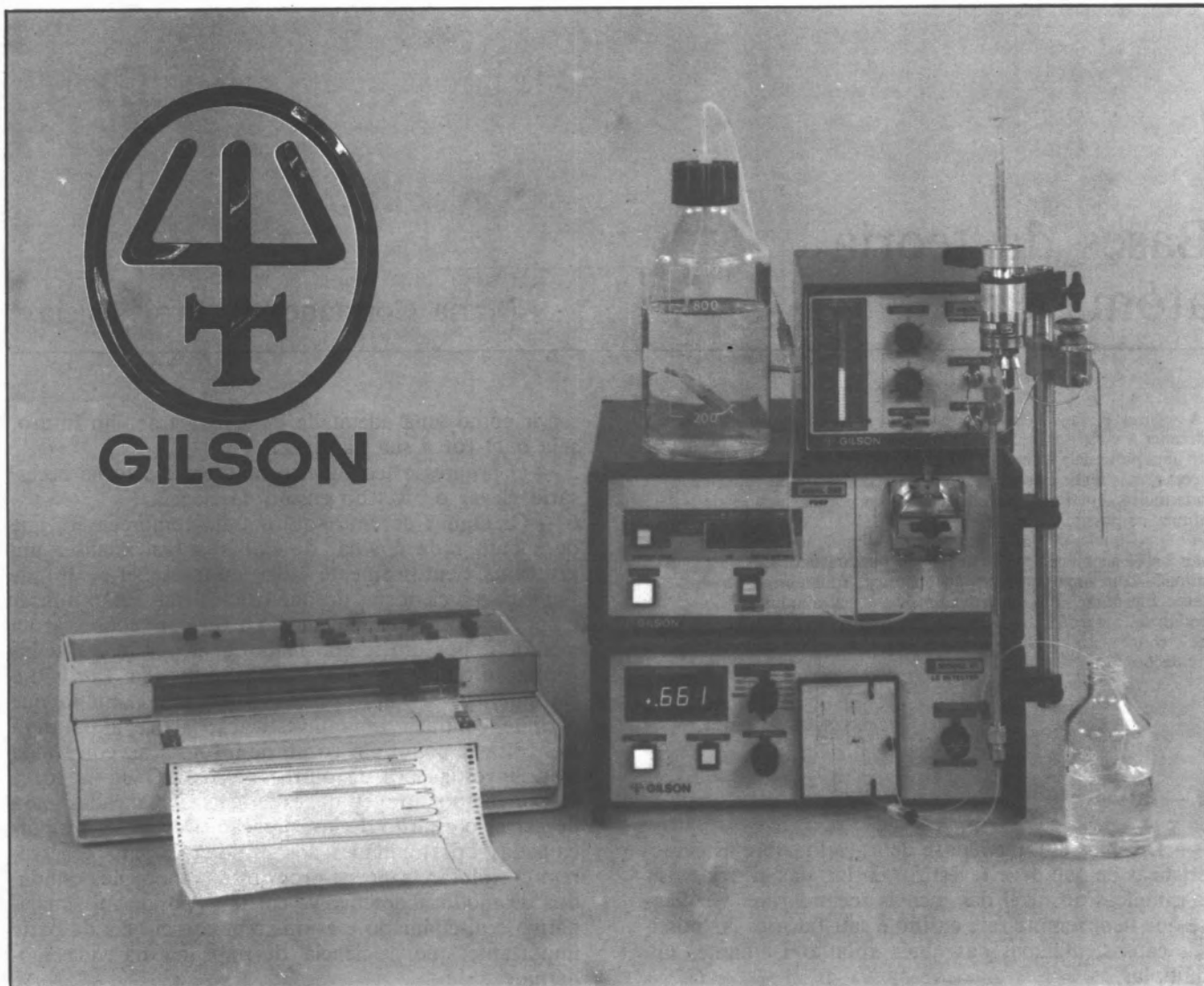
1) Uma das línguas da Índia.

2) National Science Foundation.

*) A publicar no próximo número do Boletim.



GILSON



SISTEMA DE HPLC ISOCRÁTICO ANALÍTICO

COMPRE O SISTEMA DE HPLC À MEDIDA DAS SUAS NECESSIDADES.

COMECE COM UM SISTEMA BÁSICO ISOCRÁTICO E VÁ-LHE ACRESCENTANDO OUTROS MÓDULOS ATÉ AO MAIS COMPLETO E SOFISTICADO SISTEMA AUTOMÁTICO DE GRADIENTE TERNÁRIO.

REAGENTE 5

QUÍMICA E ELECTRÓNICA, LDA.

RUA DAMIÃO DE GÓIS, 358
APARTADO 710 - 4012 PORTO CODEX - PORTUGAL
TELEFONES: 486185-486698 - TELEX 28167 REQUEL
RUA SOARES DOS REIS, 26 - TELEF. 691627 - 1100 LISBOA

Bases da teoria atômica *

Maria Constança B. Providência ^a

"A ciência é uma aventura de toda a raça humana para aprender a viver e talvez a amar o universo onde se encontra. Ser uma parte dele é compreender, é conhecer-se a si próprio, é começar a sentir que existe dentro do homem uma capacidade muito superior à que ele pensava ter e uma quantidade infinita de possibilidades humanas.

Proponho que a ciência seja ensinada a qualquer nível, do mais baixo ao mais alto, de um modo humanístico. Deve ser ensinada com uma compreensão histórica, com um entendimento filosófico, com um entendimento social e humano, no sentido da biografia, da natureza das pessoas que fizeram a sua construção dos triunfos, das tentativas e das tribulações."

I. I. Rabi
Prémio Nobel da Física

A — Introdução

1 — Diversos autores têm-se debruçado sobre as características de que deve revestir o ensino das ciências físico-químicas ao nível das escolas secundárias. Verifica-se que nem sempre este ensino é satisfatório. As possíveis causas, algumas das quais apontarei adiante, são múltiplas.

2 — Por vezes, a ciência era apresentada ao nível do ensino secundário como uma construção abstracta do espírito, desligada da realidade experimental, cuja justificação era exclusivamente a sua coesão lógica intrínseca. Ora esta concepção é profundamente errada pois as formulações teóricas devem estar estreitamente ligadas às respectivas fontes experimentais. Além disso este método pedagógico, que visava apenas preparar o aluno para dar respostas a certos tipos de perguntas mais ou menos estandardizadas, era árido e não era educativo, visto que não estimulava o desenvolvimento das capacidades de imaginação e o espírito crítico.

3 — Explorando de uma maneira sensata a interligação entre a experiência e a teoria, penso que o ensino de uma ciência poderá não ser só mais educativo, propiciando o desenvolvimento das capacidades do aluno, como também será menos árido e mais aliciente e atraente.

4 — De acordo com a filosofia do Projecto Nuffield a elaboração dos currículos científicos e até dos próprios conteúdos deve ter em conta dois factores importantes:

a) Um grande número de alunos não continuará os seus estudos depois do 9.º ou 11.º anos de escolaridade, pelo que as matérias do curso devem ser seleccionadas de modo a constituírem um conjunto tanto quanto possível completo, harmonioso e formativo, susceptível de fornecer uma cultura geral satisfatória.

b) Deve também atender-se aos interesses dos alunos que vão optar por química industrial, metalurgia, engenharia ou estudos académicos mais avançados, porque, para esta importante minoria, o curso deve também

servir como uma adequada base para trabalho futuro, seja qual for a sua natureza.

5 — O progresso tecnológico hoje em dia torna necessário elevar o nível do ensino da ciência.

6 — Os alunos devem adquirir uma compreensão, que dure para toda a vida, do que significa analisar um problema cientificamente e devem aperceber-se do que significa ser cientista, do que os cientistas estão a fazer e podem fazer. Isto tem pouco a ver com conservar na memória, por um tempo mais ou menos longo, a informação ditada ou lida, estática, sem vida. Por isso a ciência deve ser apresentada como um caminho que permite conduzir uma investigação sobre a natureza das coisas e como um corpo de informação construída pelas investigações de outras pessoas. O ensino deve ser orientado através de experiências planeadas para despertar o espírito de investigação. Devem ser proporcionadas oportunidades aos estudantes para observarem e explorarem por si próprios os fenómenos estudados de modo a desenvolverem um pensamento imaginativo e disciplinado e a tomarem consciência da parte importante que a ciência desempenha na vida moderna.

7 — Os estudantes devem aprender a distinguir entre os fenómenos observados e as explicações apresentadas pelo pensamento criativo do homem e a aperceber-se que a interdependência entre estes dois aspectos complementares está na origem de todo o progresso científico. Os alunos deviam ter oportunidade de tomarem consciência desta inter-relação por experiência própria. Desde o princípio devem ser encorajados a pensar com imaginação acerca dos problemas que confrontam e a sugerir novas experiências e explicações. É da maior importância que a sala de aula ofereça oportunidades para experimentação e observação.

8 — Julgo poder afirmar que os princípios pedagógicos propostos sucintamente nos parágrafos anteriores são geralmente aceites, não oferecendo contestação. Referi-os porque reconheço a sua relevância, mas não é deles que vou ocupar-me predominantemente neste trabalho. Defendo, sim, a necessidade de alargar o espectro das técnicas utilizadas na transmissão dos conhecimentos científicos. Entendo que este processo de transmissão dos conhecimentos se não esgota ao nível das faculdades intelectuais. Com efeito, a eficiência pedagógica exige o recurso a técnicas que, para além de não violentarem a razão, tirem partido de todos os aspectos capazes de despertarem a curiosidade e de atraírem a atenção. Tudo aquilo que causa aversão não é susceptível de ser conhecido e compreendido, isto é, aceite in-

* Trabalho apresentado durante o Estágio Pedagógico de 1983/84.

^a Ladeira das Alpenduradas, 38, Coimbra.

telectualmente. Para aprender os princípios de uma ciência é indispensável começar por gostar dessa ciência. É lamentável que a aventura do espírito humano que é a descoberta científica, por mais empolgante que seja, surja frequentemente apresentada de forma árida que completamente neutraliza a possibilidade de despertar o mais ténue simulacro de emoção. É essencial desenvolver materiais que auxiliem os professores a apresentar a ciência de uma forma viva, interessante e compreensível, como por exemplo folhetos educacionais, questionários, painéis, teatro, filmes, gravações, etc. Pretendo que o trabalho apresentado na secção E sob a forma de um folheto educacional possa contribuir para a resolução do problema equacionado.

B — Objectivos do presente trabalho

- 1 — Objectivos gerais
 - investigar um problema de educação em Química
 - escolher técnicas para a solução do problema de educação em Química
 - aplicar as técnicas escolhidas
- 2 — Objectivos específicos
 - apresentar os conceitos básicos relativos à Teoria Atómica
 - identificar algumas das principais dificuldades dos alunos, na aprendizagem das bases da Teoria Atómica
 - sensibilizar para a importância do método experimental
 - propor métodos para facilitar a apreensão dos conceitos
 - realçar a interdependência da actividade experimental e teórica de alguns dos primeiros químicos de modo a estimular o gosto pela ciência

C — Método

Os métodos pedagógicos clássicos não parecem adequados a propiciarem a apreensão de conceitos mais abstractos e estranhos à experiência do dia a dia por não explorarem plenamente as técnicas existentes para despertar o interesse e cativar a atenção. É desejável recorrer a métodos pedagógicos novos que permitam ao aluno viver, e em certa medida experimentar, a participação nos acontecimentos emocionantes que acompanham as descobertas científicas e o progresso resultante das contradições entre as observações experimentais e as consequências lógicas das formulações teóricas aceites. O recurso ao relato de factos históricos é um expediente útil para o fim em vista. Assim, importa que não só sejam mencionados os nomes dos cientistas que contribuíram preponderantemente para o desenvolvimento de uma ciência como também que sejam apresentados episódios da vida desses cientistas relacionados com o avanço dos conhecimentos e que sejam referidas as etapas mais significativas do seu trabalho de investigação. Penso que a abordagem histórica de qualquer assunto científico é de grande interesse pedagógico por várias razões:

— Introduz o aluno no método científico. Este apercebe-se que todas as teorias não são simples afirmações lógicas, mas que estão alicerçadas em inúmeras observações e dados experimentais, sendo necessário um salto intelectual aqui para a teoria.

— Retira a aridez que por vezes cai sobre as diferentes teorias científicas e confere-lhes um carácter humano,

isto é, com base em algo palpável ligado à vida dos seres humanos, com êxitos e fracassos.

— Introduz as leis pelo método indutivo (seguido pelos cientistas ao longo dos tempos) levando os alunos a ter um papel activo e não passivo.

Encontramos frequentemente jovens que sabem de cor os nomes de todos os jogadores das principais equipas de futebol. Este milagre da memória é facilmente explicado pelo facto de esses jovens viverem intensamente o desenrolar das lides desportivas. Quando formos capazes de lhes proporcionarmos também a sensação de estarem a participar, ou pelo menos a presenciar o desenrolar das lides científicas, conseguiremos certamente um assinalável progresso pedagógico. Pretendo que este trabalho seja um contributo para a resolução do problema exposto.

O recurso a um folheto educacional ou a uma dramatização teatral surge naturalmente, como auxiliar pedagógico apropriado ao objectivo pretendido. Embora a dramatização seja possivelmente mais motivadora, recorri ao folheto educacional porque neste os diálogos entre as personagens podem ser suplementados pelas respectivas biografias e por explicações que ajudem a clarificar o texto.

Além disso, o folheto, destinado aos alunos do 8.º ao 11.º anos de escolaridade, tem as características de história ilustrada que pode ser lida em casa, com economia de tempo lectivo, e comentada depois na aula, onde serve de tema de reflexão.

Eventualmente este folheto poderá ser facilmente adaptado a uma dramatização teatral.

“Isto é de facto um mistério”, (observou Watson) “O que pensa que isto quer dizer?” “Eu não tenho ainda dados. É um erro crasso teorizar enquanto se não têm dados. Sem dar por isso torcem-se os factos para os adaptar às teorias, em vez de adaptar as teorias aos factos.”

“Sherlock Holmes”, A. Conan Doyle

D — Bases da Teoria Atómica

1 — Proponho-me apresentar, numa perspectiva histórica e de forma adequada aos níveis etários do 8.º ao 11.º anos de escolaridade, a Teoria Atómica.

Este tema foi escolhido por constituir um dos principais fundamentos da Química Moderna e servir para ilustrar de forma exemplar a interligação do desenvolvimento teórico e do correspondente progresso experimental. A partir de factos concretos da História da Química vou procurar sensibilizar o aluno para o facto de em ciência, as formulações teóricas assentarem numa base experimental adequada e estarem na origem de novas experiências cujos resultados ou constituem confirmação, ou conduzem ao aperfeiçoamento ou até rejeição das teorias iniciais.

2 — Passo a resumir as bases da Teoria Atómica.

a) Muitos filósofos tinham-se debruçado sobre a natureza da matéria e os Gregos discutiram mesmo se a matéria seria infinitamente divisível, ou seria feita de um grande número de pequenas partículas que já não podiam ser divididas a partir de certa altura. A teoria que defende a existência de partículas esteve especialmente na moda entre os anos 430 e 280 a.C. Os seus adeptos chamaram-se atomistas sendo os mais famosos Leucipo, Demócrito e mais tarde Epicuro. Às partículas cuja existência foi postulada por estes filósofos chamamos átomos (átomo, em grego significa indivisível). O poeta romano Lucrecio, que viveu talvez entre os

anos 98 e 55 a.C., admirador de Demócrito, no seu poema "De Rerum Natura", trabalho esse que não pode ser considerado primariamente como um texto de ciência, defende a existência de átomos invocando explicitamente a experiência do dia a dia, para mostrar que a Natureza recorre frequentemente a agentes invisíveis para efectuar as suas obras e que, portanto, os átomos podem existir apesar de invisíveis. Diz Lucrécio no seu poema:

"Se estenderes as tuas roupas na margem onde as ondas vêm bater, verás como ficam húmidas; se as pendurares ao sol, ficarão secas. Entretanto ninguém vê como é que a água entrou nelas nem como saiu delas, e isso só foi possível desde que a água se tivesse dividido em partículas que os nossos olhos não distinguem de maneira nenhuma. O anel que trazemos no dedo vai-se, com o tempo, adelgaçando pelo lado de dentro... E que partículas são estas que se perdem constantemente?... É assim por intermédio de corpos invisíveis, que a Natureza realiza a sua obra."

É claro que, para Lucrécio, a água que se evapora e os objectos que se gastam com o uso constituem evidência da estrutura corpuscular da matéria.

b) Robert Boyle (1627-1691) considera que a sua Lei da Variação do Volume dos Gases com a Pressão, verificada experimentalmente, constitui prova da existência de átomos separados por intervalos que se tornam maiores ou menores consoante os valores da pressão.

c) Robert Boyle, entre outros, contribuiu experimentalmente para a noção de substância elementar (para ele "elemento") e de composto. Para este cientista uma substância é um "elemento" se não pode ser decomposta quimicamente.

d) John Dalton (1760-1844) constata experimentalmente que nos compostos diferentes, formados pelos mesmos elementos, há uma relação numérica simples entre as massas diferentes dum desses elementos que se combinam com uma mesma massa do outro elemento. Por exemplo, Dalton verificou que no metano e no etileno a proporção de hidrogénio para carbono é, no primeiro composto, dupla da do segundo, o que sugere claramente a existência de unidades elementares constituintes da matéria.

3 — A formulação teórica construída por Dalton para interpretar os resultados dos seus trabalhos experimentais é a seguinte:

- A matéria é constituída por átomos indivisíveis.
- Os átomos são imutáveis.
- Os compostos são constituídos por moléculas ("átomos compostos").
- Os átomos ou as moléculas em cada substância pura são idênticos.
- Os átomos de elementos diferentes possuem massas diferentes e os do mesmo elemento a mesma massa.
- Nas reacções químicas os átomos apenas se reorganizam, não se criam nem se destroem.

4 — A importância da teoria de Dalton é evidenciada pela abundância de consequências científicas de relevo, tais como:

- Capacidade de sistematizar factos e leis conhecidas — por exemplo: harmonizar a Lei das Proporções Definidas de Proust com a Lei da Conservação da Massa de Lavoisier.
- Esquema conceptual maneável — a própria Lei das Proporções Múltiplas que sugere a introdução de fórmulas químicas.
- Capacidade de sugerir novas relações e estimular novas investigações — determinação de massas atómicas.

5 — A Teoria de Dalton confrontada com novos resultados experimentais.

Gay-Lussac (1778-1850) efectuou uma série de experiências de grande interesse, verificando, por exemplo, que um volume de oxigénio se combina com dois volumes de hidrogénio para formar dois volumes de vapor de água; um volume de azoto reage com um volume de oxigénio para formar dois volumes de óxido de azoto, etc. Após ter efectuado outras medidas experimentais análogas, Gay-Lussac encontrou que, na reacção-entre gases à mesma temperatura e pressão, os volumes dos gases estavam sempre numa relação de números inteiros — isto é, um, dois ou três, etc. volumes de gases mas nunca fracções.

Da mesma maneira que a teoria científica nos ajuda a descobrir regularidades insuspeitas dos fenómenos naturais, os preconceitos podem ter o efeito oposto — ocultam a realidade. Assim Dalton recusou-se a atribuir significado aos resultados de Gay-Lussac relativos à combinação de oxigénio e hidrogénio, por não se enquadrarem no seu esquema teórico sendo induzido em erro, apesar da sua intuição genial. É que se se admitir que volumes iguais de gases (à mesma pressão e temperatura) contêm o mesmo número de partículas, os resultados de Gay-Lussac significam que átomos de hidrogénio se combinam com átomos de oxigénio (sendo o número dos primeiros duplo do dos segundos) para formarem tantas moléculas de água quantos os átomos de hidrogénio disponíveis, mas, então, os átomos de oxigénio teriam de se dividir, o que era contrário à hipótese de indivisibilidade dos átomos.

6 — A ciência progride quando se conciliam resultados experimentais aparentemente contraditórios no contexto da teoria ou teorias existentes.

Avogadro (1776-1856) sugeriu que as substâncias elementares não são em geral formadas por átomos livres mas por agregados de pequenos números de átomos chamados moléculas e defendeu que volumes iguais de gases, à mesma pressão e temperatura, contêm números iguais de moléculas (e não de átomos como se pensava previamente). Conseguiu assim harmonizar a Lei das Proporções Múltiplas de Dalton com a Lei da Combinação de Volumes de Gay-Lussac, abrindo deste modo caminho para avanços da máxima importância tais como a determinação rigorosa de massas atómicas e o estabelecimento definitivo de fórmulas químicas.

E — Folheto Educacional



BASES DA TEORIA ATÓMICA



Hoje todos sabemos que a matéria é constituída por átomos.

Qual é a história misteriosa e fascinante que a palavra átomo encerra? Quem se terá lembrado, e porquê, de dizer que a matéria é constituída por átomos?

Esta palavra provém do vocábulo grego "átomos" que significa indivisível. Por volta do ano 500 a.C. os filósofos gregos discutiam se seria possível dividir a matéria indefinidamente ou, se este processo teria necessariamente um fim quando se chegasse a uma partícula última que não pudesse ser dividida. Esta discussão prolongou-se durante séculos devido a não ser possível apresentar argumentos conclusivos a favor ou contra a hipótese atomística por esta se referir a partículas extremamente pequenas e inacessíveis aos sentidos.

LUCRECIO

Poeta e filósofo romano. Viveu de 98 a 55 a.C..

Escreveu o poema "De rerum natura" no qual retoma as ideias de Demócrito relativas à estrutura atomística da matéria.

Enfimaste, ó Demócrito, que a matéria é formada por átomos. Como estes são invisíveis, os visensatos não acreditam na sua existência. Esqueçam-se, no entanto, que a Natureza recorre frequentemente a agentes invisíveis para efectuar as suas obras. Se estenderes as tuas roupas na margem onde as ondas vêm bater, verás como ficam húmidas. Se as pendurares ao sol, ficarão secas. Ninguém vê como é que a água entrou nelas nem como é que saiu delas. Porém, isso só foi possível porque a água se dividiu em partículas que os nossos olhos não enxergam. Estou, portanto plenamente de acordo contigo!

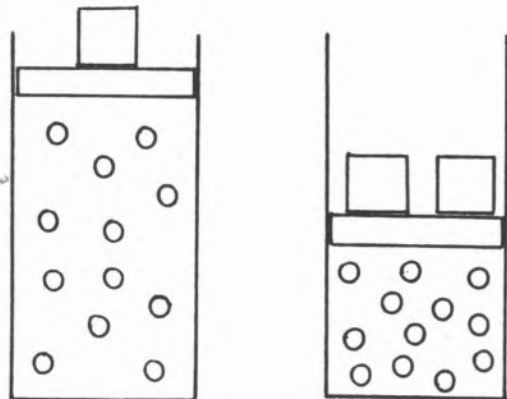


DEMOCRITO

Filósofo grego, discípulo de Leucipo. Viveu de 460 a 370 a.C..

Defendeu que a matéria é constituída por partículas indivisíveis.

A matéria não pode ser dividida indefinidamente pois é constituída por pequenas partículas indivisíveis e indivisíveis, os átomos, que, sem conta, se agitam no espaço vazio e se combinam para formarem o universo, as plantas, os animais e os seres humanos. Assim, por exemplo, quando uma árvore nasce, estes átomos, em números cada vez maiores, vão-se combinando entre si para formarem essa árvore. E quando a árvore morre e se decompõe, os átomos não são destruídos, mas combinam-se novamente para formarem outras coisas.



Esquema de interpretação atomística da variação do volume de um gás com a pressão

ROBERT BOYLE

Químico e físico irlandês. Viveu de 1627 a 1691. Estudou a compressão e a expansão do ar e de outros gases.

Observou que o volume de um gás a temperatura constante varia inversamente com a pressão.

Insistiu na importância de fundamentar experimentalmente as teorias científicas.

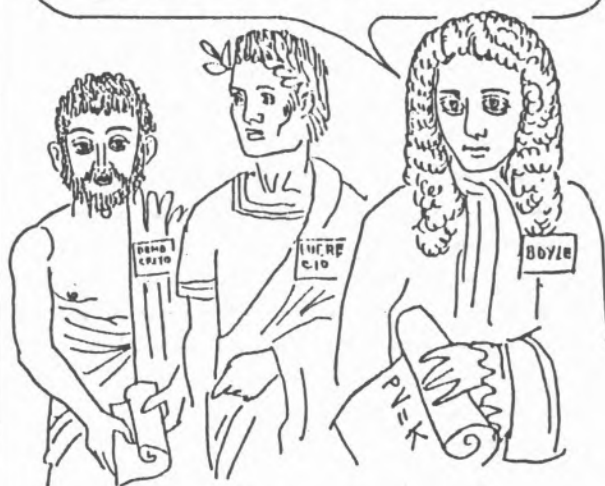
Meus amigos, os vossos argumentos não convêm com! Não são insensatos os que os rejeitam! Provas seguras são só aquelas que se baseiam em factos indiscutíveis da experiência.

Notaram já que qualquer gás pode ser forçado a ocupar um volume menor, aumentando então a sua pressão na razão em que o volume decresce? Este facto, sim, poderá ser uma prova clara da existência de átomos separados por intervalos, os quais, se tornam maiores ou menores consoante os valores da pressão.



Aproveito para vos transmitir algo mais. Quais são os "elementos" da Natureza? Serão o fogo, o ar, a água e a terra como alguns pensam? É muito simples a resposta. "Elementos" não são essas substâncias, mas todas aquelas que por processos físicos e químicos se não decompõem noutras.

Quando os "elementos" se combinam entre si formam compostos.



Meus ilustres predecessores: Deixo revelar-vos uma importante descoberta que fiz, estudando diversos compostos formados pelos mesmos elementos. Verifiquei precisamente que estes se combinam segundo proporções múltiplas simples, isto é, verifiquei que existem relações numéricas pequenas entre os diferentes massas de um desses elementos que se combinam com a mesma massa do outro elemento. Esta propriedade constitui a prova mais clara que conheço da existência dos átomos. Como, de outro modo, se poderia compreender que a proporção de hidrogénio para carbono fosse, no metano, precisamente o dobro da correspondente proporção

JOHN DALTON

Mestre escola e químico inglês. Viveu de 1760 a 1844.

Propôs em 1803 a Teoria Atómica a qual constitui o fundamento da química moderna.

Deduziu da sua teoria a Lei das Proporções Múltiplas e fórmulas químicas mostrando a composição das moléculas.

Apresentou a primeira tabela de massas atómicas.



no etileno? Há apenas, uma explicação para este facto. O "átomo composto" (que mais tarde se designará molécula) de metano é constituído por dois átomos de hidrogénio e um átomo de carbono, enquanto que o "átomo composto" de etileno é constituído por um átomo de hidrogénio e um átomo de carbono.

Resumidamente posso ajuntar-vos o seguinte:

- 1 - A matéria é constituída por átomos indivisíveis.
- 2 - Os átomos dum elemento são idênticos e possuem a mesma massa.
- 3 - Os átomos de elementos distintos possuem massas diferentes.
- 4 - As reacções químicas entre substâncias elementares para formarem compostos podem ser explicadas pela combinação de átomos.



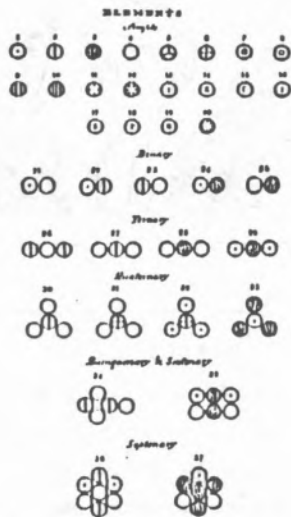
5 - Nas reacções químicas, os átomos não se criam nem se destroem apenas se agrupam de maneiras diferentes.

ELEMENTS	
Hydrogen 1	Strontian 86
Azote 5	Barytes 68
Carbon 5	Iron 56
Oxygen 7	Zinc 68
Phosphorus 9	Copper 64
Sulphur 16	Lead 207
Magnesia 24	Silver 197
Lime 24	Gold 197
Soda 28	Platina 197
Potash 56	Mercury 167

Lista dos "elementos químicos" segundo Dalton. Alguns destes não são efectivamente elementos.

Os números indicados a seguir aos nomes dos "elementos" representam o cálculo das respectivas massas atómicas em relação ao hidrogénio.

Posteriormente a simbologia de Dalton foi substituída pelo sistema de letras proposto por BERZELIUS em 1814. Por exemplo, oxigénio - O, hidrogénio - H.



Símbolos de Dalton para os "átomos simples" e "átomos compostos", extraídos da sua obra, "A New System of Chemical Philosophy", Part I.

Escreveu Dalton, "Esta gravura contém os símbolos arbitrários ou sinais escolhidos para representar os diversos "elementos químicos" ou partículas últimas"



JOHN DALTON (1766-1844)

As contribuições fundamentais de Dalton para a Química foram a ideia que os átomos de elementos diferentes têm massas distintas e a concepção de que as reacções químicas ocorrem através da combinação dos átomos.

Desejo comunicar-vos os resultados curiosíssimos de algumas observações que tenho vindo a fazer. Efectivamente, constatei que nas reacções entre gases à mesma temperatura e pressão, os volumes dos gases estão sempre numa relação de números inteiros simples. Com efeito, verifiquei, cuidadosamente, que um volume de oxigénio se combina com dois volumes de hidrogénio para formarem dois volumes de água, e que um volume de azoto se combina com um volume de oxigénio para formarem dois volumes de óxido de azoto. Realizei ainda, além destas, muitas outras experiências que confirmam a lei que enunciei.



JOSEPH-LOUIS GAY-LUSSAC

Químico e físico francês. Viveu de 1778 a 1850.

Descobriu a Lei que descreve a variação do volume dos gases com a temperatura.

Observou que no estado gasoso as substâncias elementares se combinam entre si para formarem compostos segundo relações volumétricas simples.

Senhor Gay-Lussac, parecem-me muito estranhos os seus resultados experimentais. Permito-me questioná-los com base num argumento elementar. Como tive oportunidade de de referir, verifiquei que os elementos se combinam segundo proporções múltiplas simples, quanto às massas. Por outro lado há quem admita que volumes iguais de gases contêm números iguais de partículas. Mas para que um volume de oxigénio se combinasse, com dois volumes de hidrogénio para formarem dois volumes de vapor de água, como afirma o Senhor



Gay-Lussac, seria necessário que cada um dos átomos de oxigénio se dividisse ao meio e que meio átomo de oxigénio se combinasse com um átomo de hidrogénio para formarem um "átomo composto" de água. Porém, os átomos de oxigénio não podem dividir-se. Visto que os átomos são indivisíveis, não há alternativa: o "átomo composto" de água resulta da combinação de um átomo de oxigénio com um átomo de hidrogénio.

As suas afirmações, Senhor Gay-Lussac, são portanto falsas.



AMEDEO AVOGADRO

Químico e físico italiano. Viveu de 1776 a 1856.

Sugeriu que as substâncias elementares não existem necessariamente na forma de átomos simples mas como combinações de pequenos números de átomos denominadas moléculas e que em geral os gases são constituídos por moléculas formadas por mais dum átomo.

Afirmou que volumes iguais de gases nas mesmas condições de pressão e temperatura contêm igual número de moléculas. As suas ideias permitiram corrigir as fórmulas químicas propostas por Dalton.

Prezado Senhor Dalton, tenho o maior apreço pelo seu brilhante contributo para o avanço do conhecimento científico. No entanto, devo dizer-lhe que as suas ideias não estão inteiramente correctas. Aliás, o Senhor não tem o direito de ignorar factos que se apresentam com uma sólida base experimental, só porque estes se não adaptam ao seu esquema teórico, como é o caso das experiências do Senhor Gay-Lussac. O que é preciso é rever a sua teoria e adaptá-la aos factos da experiência.

Na verdade, volumes iguais de gases, nas mesmas condições de pressão e temperatura, contêm números iguais de moléculas, ou "átomos compostos" segundo a sua designação.



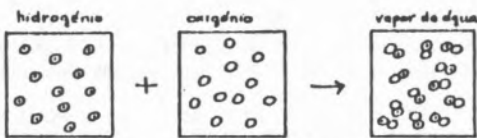
Tal é o caso do oxigénio e do hidrogénio, cujas moléculas são formadas por dois átomos podendo, portanto, dividir-se em duas partes iguais. Ao contrário do que o Senhor afirma, a molécula de água é constituída por dois átomos de hidrogénio e um de oxigénio, pois resulta da combinação de uma molécula de hidrogénio com meia molécula de oxigénio.

É assim que a sua Lei das proporções múltiplas e a Lei da combinação dos volumes do Senhor Gay-Lussac, não só não estão em contradição, mas até se harmonizam perfeitamente e se completam, permitindo a determinação rigorosa de massas atómicas e o estabelecimento de fórmulas químicas.



Podemos sintetizar do seguinte modo o diálogo entre Dalton, Gay-Lussac e Avogadro:

Dalton constatou que o oxigénio e o hidrogénio se combinam para produzir vapor de água e interpretou este facto admitindo que os "átomos compostos" do vapor de água resultam da combinação de um átomo de oxigénio com um átomo de hidrogénio.

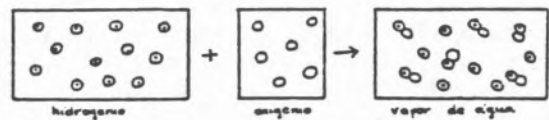


Esquema teórico imaginado por Dalton mas hoje abandonado

As observações de Gay-Lussac podem esquematizar-se do seguinte modo:

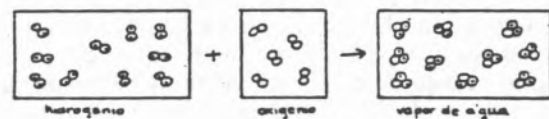


É flagrante a incompatibilidade entre este esquema e a concepção de Dalton, a qual conduziria ao esquema seguinte:



Em um volume de oxigénio não há átomos em número suficiente para se combinarem com os átomos de dois volumes de hidrogénio.

Avogadro resolve o dilema propondo o seguinte esquema.



Para Avogadro volumes iguais de gases contêm números iguais de moléculas, hipótese de Avogadro, e não de átomos, como se pensava, pois segundo este cientista, as substâncias elementares não são sempre formadas por átomos livres, mas por moléculas constituídas por pequenas números de átomos. Por exemplo, cada molécula de oxigénio é constituída por dois átomos, sucedendo o mesmo com cada molécula de hidrogénio. Assim se explica a formação de moléculas de água, cada uma constituída por um átomo de oxigénio e dois átomos de hidrogénio.

CONCLUSÃO

A hipótese de Avogadro estabelece a distinção entre átomos e moléculas, quer se trate de substâncias elementares quer de substâncias compostas. Esta hipótese permitiu resolver o dilema que se estabeleceu após as descobertas experimentais de Dalton e Gay-Lussac tendo em conta o pressuposto de que o átomo é uma partícula indivisível. Depois de Avogadro já muito mais se aprendeu acerca do átomo... mas isso é outra história.

Talvez os trabalhos destes pioneiros nos pareçam agora simples e simples, contudo eles são o fundamento de descobertas que continuam ainda nos nossos dias.

F — Conclusões

Propus-me apresentar, numa perspectiva histórica e de forma adequada aos níveis etários do 8.º ao 11.º anos de escolaridade, os conceitos básicos relativos à Teoria Atómica e a interligação do desenvolvimento teórico e do correspondente progresso experimental e, a partir de episódios concretos da História da Química, motivar o aluno e sensibilizá-lo para o significado do método científico, dando realce à actividade de alguns pioneiros.

Na minha opinião estes objectivos foram plenamente atingidos com a elaboração do folheto educacional referido na secção E. Com efeito, este trabalho contém informação útil, apresentada num estilo simples e coloquial, acessível aos alunos do 8.º ao 11.º anos de escolaridade, sendo o texto ilustrado de forma atraente. Talvez pareça demasiado elementar para o 10.º e 11.º anos mas neste caso poderá servir de base para trabalho mais aprofundado dos alunos, como tema de debate sobre a evolução dos conceitos científicos, etc. O tema é desenvolvido de maneira encadeada e evolutiva, susceptível de prender a atenção, despertar o interesse, sendo mantida uma certa atmosfera de expectativa em relação ao desenrolar dos acontecimentos, por forma a dar ao aluno a impressão de tomar parte neles. Relata o próprio avanço da ciência oferecendo uma panorâmica geral da evolução das ideias, com referência progressiva aos dados colhidos da experiência.

Não referi os contributos importantes de muitos pioneiros da Química, porque um folheto deste género se tornaria fastidioso, se fosse alongado excessivamente, acabando por obscurecer os aspectos mais relevantes da evolução da Teoria Atómica e correndo o risco de

perder virtualidades pedagógicas. Eventualmente, o trabalho poderá vir a ser melhorado através do alargamento do seu âmbito e da adaptação a diferentes idades. No entanto, tal alargamento deverá sempre ser condicionado pelas características de simplicidade e acessibilidade e controlado por experiências pedagógicas.

Gostaria de ter podido experimentá-lo e de estudar as reacções dos alunos. Teria sido uma oportunidade de verificar em que medida os objectivos eram atingidos e quais as correcções que deveriam ser introduzidas quer no modo de apresentar quer no aprofundamento que dei ao tema. Possivelmente poderia ser aconselhável esclarecer outros pontos para melhor compreensão dos diálogos. É minha intenção ensaiar este folheto nos próximos anos, já que não me foi possível fazê-lo no decurso do presente ano lectivo. Estou convencida de que o ensino das matérias nele consideradas será muito facilitado pelo seu uso.

Agradecimentos:

Desejo deixar expresso o meu afectuoso agradecimento ao João pelas ilustrações do folheto educacional e à Constança por ter dactilografado o trabalho.

G — Bibliografia

- 1 CANE, B. e SELLWOOD, J., *Certificate Chemistry 3*, Schofield & Sims Ltd, Huddersfield, 1973.
- 2 CARVALHO, R., *História do Átomo*, Atlântida Editora, Coimbra, 1975.
- 3 CORREIA, C., NUNES, A., *Química — 10.º ano de escolaridade*, Porto Editora, Porto, 1983.
- 4 CRUZ, M. N., MARTINS, I. P. e MARTINS, A., *A descoberta da Química — 8.º ano de escolaridade*, Porto Editora, Porto, 1983.
- 5 DAVIES, L., DENIAL, M. J., LOCKE, A. W. e REAY, M. E., *Investigating Chemistry*, Heinemann Educational Books, London, 1978.
- 6 FABER, E. (Editor), *Great Chemists*, Interscience Publishers, New York, 1961.
- 7 FARIA, A. M., VALADARES, J. A., SILVA, L. G. e TEODORO, V. D., *FQ8 — 2.º volume Química*, Didáctica Editora, Lisboa, 1982.
- 8 FORMOSINHO, S. J., GIL, V. M. S., DIAS, J. T. e CARDOSO, A. C., *Química para ti — 8.º ano*, Departamento de Química, Universidade de Coimbra, Coimbra, 1984.
- 9 GONÇALVES, M. C. M., PEREIRA, M. H. J., *Química — 10.º ano*, Edições Nave, Lisboa, 1982.
- 10 HOLTON, G., *Introduction to Concepts and Theories in Physical Science*, Addison-Wesley Publishing Company, Reading, Massachusetts, 1973.
- 11 NUFFIELD CHEMISTRY, *Introduction and Guide*, Longmans/Penguin Books, London, 1966.
- 12 PURI, O. P., *Concepts in Physical Science*, Addison-Wesley Publishing Company, Reading, Massachusetts, 1970.
- 13 ROGERS, M. J. W., *Dalton and the Atomic Theory*, Nuffield Foundation, Longmans/Penguin Books, London, 1966.
- 14 RUTHERFORD, F. J., HOLTON, G. e WATSON, F. G., *Projecto Física*, Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa, 1978.
- 15 SHONLAND, Sir B., *The Atomists 1805/1933*, Oxford University Press, 1968.
- 16 SOUSA, M. H. C., *O Mundo dos Átomos — Química 10.º ano*, Livraria Almedina Editora, Coimbra, 1982.

A Química no I Colóquio sobre a História e Desenvolvimento da Ciência em Portugal

I — A Iatroquímica portuguesa

A. M. Amorim Costa ^a

Promovido pela Academia das Ciências, realizou-se em Lisboa, de 15 a 19 de Abril de 1985, o I Colóquio sobre a História e Desenvolvimento da Ciência em Portugal. Com a presença do Prof. W. Shea, em representação da União Internacional de História e Filosofia da Ciência, de que é Secretário-Geral, este Colóquio foi saudado como feito notável, quer pela iniciativa empreendida, quer pelo êxito alcançado.

Confinadas à história da Ciência em Portugal até inícios do séc. XX, as lições nele produzidas, logo que publicadas, serão preciosas, senão obrigatórias, ponto de partida para quantos desejem explorar e beneficiar da preciosa riqueza que deste domínio é possível recolher. Reportando-nos às lições votadas à história da química em Portugal, delas daremos aqui notícia, tomando a Reforma Pombalina da Universidade de Coimbra (1772) como ponto de referência. Falaremos então da química em Portugal antes, ao tempo e depois dessa Reforma.

Falar da química em Portugal antes da Reforma Pombalina da Universidade é falar do que podemos chamar "a iatroquímica portuguesa". No Colóquio a que nos reportamos, dela se ocuparam o Prof. A. J. Andrade de Gouveia, da Universidade de Coimbra, e o Prof. A. G. Debus, da Universidade de Chicago (1,2).

O estudo da natureza baseado na matemática, quantificação e observação que caracterizou a Revolução Científica das últimas décadas do séc. XV até ao séc. XVII, foi vigorosamente informado por uma "nova filosofia" cujos marcos fundamentais são, por um lado, a mais rotunda rejeição de toda a tradição escolástica, veiculada pela Idade Média; e, por outro, a metodologia científica de Bacon (1561-1626) e Descartes (1596-1656), onde a investigação experimental é apregoada como ponto de partida obrigatório de toda a ciência.

No domínio da química, foi Paracelso (1493-1541) quem primeiro e mais radicalmente se fez arauto dessa "nova filosofia". Com verdor de linguagem inusitado, apodou de inútil a filosofia de Aristóteles e insurgiu-se contra o sistema científico de Galeno e Avicena, base de todo o ensino de então, queimando publicamente as obras de ambos. Veementemente contestado por uns e idolatrado por outros, médico e alquimista, considerando "o chefe dos Químicos" (3,pg.318) ele bateu-se com denodo pela substituição da farmácia galénica por uma farmácia *espagrítica* onde se buscassem os remédios do mais elevado grau de pureza. Van Helmont (1577-1644) e Francisco Sylvius (1614-1672) retomaram o seu pensamento e formularam novos conceitos que se tornariam a base sólida de uma química aplicada à preparação de remédios e explicação dos processos que ocorrem nos organismos vivos, isto é, uma química essencialmente ao serviço da medicina, a chamada *iatro-*

química. Esta é essencialmente a química dos séculos XVI e XVII, considerada como anatomia dos corpos naturais, em função de uma farmácia química. A ela caberia ensinar e dar os fundamentos necessários para se "conhecer e especular de que partes ou substâncias se compõem os corpos naturais, a separação e resolução das partes puras das impuras, e crassas e fazer medicamentos mais exaltados e essenciaes" (4,pg.3).

Só na segunda metade do séc. XVII, R. Boyle (1627-1691) fez notar que à ciência química assistem méritos suficientes para ser estudada por si mesma e não apenas como mero auxiliar da medicina. À *Química Farmacêutica* contrapõe-se então, uma *Química Filosófica*, que mutuamente se reconhecem como partes de um mesmo saber global, ambas com incidência importante no campo da medicina: "a chimica he a Arte de separar os corpos naturais huns dos outros, e as suas partes; de purificallas, compollas, e fazellas proprias para os usos da Medicina, e das necessidades da vida. Ella ou he *Filosófica* ou *Farmacêutica*" (3,pg.317).

Em pleno séc. XVIII, os Manuais mais usados no ensino da Química, professavam ainda aquela orientação básica. Tal é o caso, por exemplo, dos clássicos e célebres *Elementa Chemiae* de Boerhave ou as *Observationum Physica Chemicarum* de Hoffmann.

Com toda a naturalidade, é neste contexto que se situa a iatroquímica portuguesa.

No séc. XVI, Tomé Pires, boticário régio e botânico, autor de *Suma Oriental*; Duarte Barbosa com seu *Livro em que dá relação do que viu no Oriente*; Garcia d'Orta e Amato Lusitano tornaram-se famosos em toda a Europa por seu contributo para o estudo da "matéria médica", ramo do conhecimento que compreendia os elementos de química de produtos naturais aplicados à medicina.

Antes de se afirmar como um dos mais celebrados anatomistas e patologistas do seu tempo, com a pormenorizada história clínica de setecentos casos de doença e sua interpretação, observações e dissecações anatómicas com resultados importantes, corpo das suas sete *Curationum Medicinalium Centuria*, Amato Lusitano (1511-1568) notabilizou-se por seus comentários a Dioscórides, corrigindo, identificando e fazendo importantes aditamentos aos estudos de simples e drogas então usados para fins terapêuticos (1).

Por sua vez, Garcia d'Orta (ca.1499-1568) foi o primeiro que deu a conhecer à Europa as drogas e simplices do Oriente. Os seus *Colóquios dos Simples e Drogas he Cousas Mediciniais da India*, publicados em 1563, em Goa, ocupam posição cimeira no progresso do estudo de simples e drogas nos séculos XVI-XVIII, quer

^a Departamento de Química, Universidade de Coimbra, 3000 Coimbra

pelo acréscimo extremamente rico de novas substâncias e materiais que contém, quer pelo rigor científico, crítico e inovador da sua apresentação (1).

Ao tempo em que a fama destes eminentes médicos-químicos portugueses corria célere pela Europa, na pátria em que haviam nascido e longe da qual morriam, o ensino encontrava-se fortemente dominado pelos Jesuítas. Em Évora, tinham por sua inteira conta os Estudos Gerais que aí funcionavam; e em Coimbra, tinham, desde a primeira hora, o Colégio de Jesus, e, em 1555, na sequência de um pedido que vinha já de 1542, D. João III havia-lhes entregado o Colégio Real das Artes “em que toda a Primeira Nobreza de Portugal recebia a mais útil, e louvável Educação” (3,pg.7). Em 1560, era-lhes concedido que depois de terem sido examinados nos seus Colégios, “fossem admitidos a tomar Grao na Universidade gratis” (3); e em 1561, o Colégio das Artes era incorporado na Universidade, com a disposição de que o Conservador da Universidade fosse também o desse Colégio.

Sob a soberania espanhola, em 1592, foram elaborados novos Estatutos para a Universidade, que todo o corpo docente jurava guardar e fazer inteiramente guardar (5). Neles estava bem impressa a marca da acção jesuíta.

O Compêndio Histórico do Estado da Universidade em 1771, no qual a Junta de Providência Literária constituída por D. José I, sob a Inspeção do Cardeal Cunha e do Marquês de Pombal, para proceder à Reforma da Universidade, enumera os “estragos feitos (pelos Jesuítas) nas sciencias e nos Professores e Directores que as regiam”, defende que esses Estatutos mais não fizeram que arruinar cada huma das Sciencias no seu particular: “antes dos referidos Estatutos eram os feitos illustres e os heróicos progressos dos Portugueses...”; depois, “huma Officina perniciosa, cujas máquinas ficaram sinistramente laborando, para dellas sahir a má obra de huma ignorância artificial, que obstruisse todas as luzes naturaes dos felices Engenhos Portugueses” (3,pp.94-95).

A manifesta parcialidade da análise expressa em tal Compêndio, onde toda a acção dos Jesuítas é conotada com puro *idiotismo e superstição*, retira-lhe boa parte de credibilidade. De tão vil que é, o ataque é em muitas partes inverosímil e incongruente.

De acordo com os referidos Estatutos, objecto de Reforma pública em 1612, a Universidade estava organizada em cinco Faculdades: Teologia, Cânones, Leis, Medicina e Matemática. A orientação dos Cursos nelas ministrados tinha certamente uma orientação nítida e confessadamente pro-aristotélico-tomista. A “nova filosofia” que informara a Revolução Científica, com o repúdio das estruturas básicas em que se enquadrava o feudalismo, a filosofia escolástica, a vida contemplativa e o misticismo característicos da Idade Média, servia particularmente bem a causa da Reforma Protestante. Paracelso fora mesmo considerado o *Lutero da Medicina*; na vizinha Espanha, em 1585 e em 1632, as suas obras foram repetidamente colocadas no *Index* das obras proibidas de serem editadas e lidas, em condenação de primeira classe. Chamados a terçar armas pela sua dama, na sua fidelidade ao Papa, não surpreenderá que os Jesuítas portugueses tenham optado por Aristóteles contra Descartes e Newton. Daí a dizer, todavia, que nem sequer conheciam minimamente Bacon, Newton, Descartes, Gassendi, Galileu, Boyle, Leibniz, Locke, Malebranche, etc., como se afirmou

dos Jesuítas que ensinavam em Évora (6,pg.373), vai um passo muito grande que tem contra si toda uma série de factos que apontam em sentido contrário.

De acordo com os Estatutos de 1592, o estudo da química fazia-se no sexto ano do Curso de Medicina, votado inteiramente às matérias dos três Livros *De Simplicibus* (Dos Simples).

Sobre a natureza deste estudo, expressamente refere o Compêndio Histórico: “lançavam mão daquelles autores práticos, que no seu tempo eram mais recebidos, como *Riverio, Mercado, Curvo, Villa Corta, Heredia, Bravo* e outros; os quaes todos fundados nos princípios Aristotélico-Galénicos, deduziam delles as suas razões; e quando os omittiram, não deram outra razão mais, do que a da simples, e nua experiência” (3,pg.342).

Riverio é Francisco Suarez de Ribera (ca.1680-1754). Formado em Salamanca, ensinou em Sevilha e tornou-se médico da Côrte, em Madrid. Na sua vasta obra, com mais de quinze mil páginas, refere, com orgulho, que era membro da Real Academia Medica-Porto-Politana Portuguesa, e que as suas obras haviam sido todas traduzidas para português. Defendeu com clareza a necessidade de todos os médicos estudarem a obra de Paracelso, não obstante estar condenada pela Inquisição: “devem aproveitar-se da Doutrina Paracelsistica, considerando-a útil para a saúde pública” (7,pg.22). Ele próprio, em toda a sua obra, defende os três princípios da filosofia de Paracelso, o mercúrio, o enxofre e o sal. Impossível terá sido ser-se discípulo de Suarez de Ribera no total desprezo e ignorância da “nova filosofia experimental” na qual ele pôs grande ênfase, fazendo notar, em particular, que “são quatro as partes necessárias para fazer com acerto a investigação Physica; convém saber Matemática, Mecânica, Hydraulica e Química” (8,pg.19). Para ele, a química “é a anatomia das coisas naturais, feita pelo fogo, por cujo meio se tem a virtude de dissolver e coagular os corpos naturais, para compor medicamentos gratos e seguros” (9,pg.128).

Discípulo devotado dele foi Curvo de Semedo (1635-1719) a quem o próprio mestre chamou de *ilustre Português*. A sua obra *Polyanthea Medicinal. Noticias Galenicis e Chymicas*, publicada em 1697, foi traduzida de imediato em espanhol, francês e italiano, dando-lhe reputação internacional. Nela defende que ao médico deve ser dada a mais vasta formação em todos os assuntos, da poesia à matemática, e faz notar, tal como Suarez de Ribera, que todo o médico deve ser tão perito na anatomia do corpo humano como na anatomia química ou anatomia pelo fogo.

Vencido o periodo de conflitos com a Espanha, após a Restauração de 1640, não obstante a manutenção do domínio educacional dos Jesuítas, as obras de Joam Vigier: *Thesouro Apollineo, Galenico, Chimico, Chirico, Pharmaceutico* (1714); *Pharmacopea Ulissiponense, Galenica e Chymica* (1716); e *Historia das Plantas da Europa e das mais Uzadas que vem de Asia, de Africa, & da America* (1718), bem como a *Pharmacopea Tubalense Chemico-Galenica* (1735) de Manoel Rodrigues Coelho, são prova evidente que nessa altura os médicos portugueses conheciam e praticavam a química então reinante no resto da Europa, particularmente em França, veiculada, por exemplo, pelos Manuais de N. Lemery.

E quando o Rei D. João V “mandou convidar, com a promessa de uma larga pensão, o famoso Médico *Boerhave* que ensinava em *Leiden* com grandes aplau-

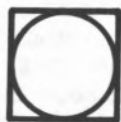
sos" para ensinar Medicina na Universidade de Coimbra, o régio convite não foi aceite por tão ilustre mestre por não achar condições de ensino no nosso país, mas tão somente "por preferir, a exemplo de Hippócrates, a utilidade pública dos seus Nacionaes aos seus interesses particulares" (3,pg.345).

Concluindo, julgamos poder e dever afirmar que embora dominado por Jesuítas pro-aristotélicos e galénicos, porventura com aversão confessada à "nova filosofia experimental", o ensino ministrado na Universidade de Coimbra desde os meados do séc. XVI aos meados do séc. XVIII nem por isso deixava de reflectir as ideias então desenvolvidas no resto da Europa. Em particular, no domínio da química, não se alheou dos conhecimentos iatroquímicos da ciência de então. A existência nas Bibliotecas da Universidade de Coimbra de obras de química (Libavius, R. Fludd, Crolius, Mayow, Boyle, etc.) representativas dos progressos e desvios realizados, nessa altura, por esta ciência, é disso claro testemunho. Se o carácter experimental não era seu apanágio, não se pode esquecer que também o não era fora de Portugal, antes da geração de químicos a

que pertenceram, entre muitos outros, Priestley, Cavendish e Lavoisier.

BIBLIOGRAFIA:

- 1 — A. J. Andrade de Gouveia, *Posições de Garcia d'Orta e de Amato Lusitano na Ciência do seu Tempo*, Sessão de 17 de Abril de 1985.
- 2 — A. G. Debus, *Chemistry and iatrochemistry in early eighteenth-century Portugal: a spanish connection*, Sessão de 19 de Abril de 1985.
- 3 — *Compêndio Histórico do Estado da Universidade de Coimbra*, Lisboa, Regia Officina Typografica, 1771.
- 4 — Manoel Rodrigues Coelho, *Pharmacopea Tubalense Chimico-Galenica*, Lisboa Ocidental, Officina de António de Sousa da Sylva, 1735.
- 5 — *Estatutos Filipinos da Universidade de Coimbra*, Liv. II, Tit. X, 1.
- 6 — H. V. Livermore, *A History of Portugal*, Cambridge, University Press, 1947.
- 7 — Suarez de Ribera, *Anatomica Chymica, Inviolable, y Memorable*, Madrid, Manuel de Moya, 1743.
- 8 — Suarez de Ribera, *Clavicula Regulina*, Madrid, Diego Martinez Abad, 1718.
- 9 — Suarez de Ribera, *Cirurgia Methodica e Chymica Reformada*, Lisboa Ocidental, Officina Ferreyrenciana, 1721.



SOFOEQUIP

PRODUTOS E EQUIPAMENTOS PARA A INDÚSTRIA E LABORATÓRIOS LDA

DINAMISMO - QUALIDADE - SERVIÇO

ESCOLHA - EFICIÊNCIA

PEÇA-NOS A LISTA DAS NOSSAS REPRESENTADAS
ALGUMA LHE INTERESSARÁ!

Estamos à distância do seu telefone...

QUINTA DA PIEDADE, LOTE 12-1.º
TEL. 259 44 62

2625 PÓVOA ST.ª IRIA
TELEX 43926 DISO-P

Os estudos de química na reforma pombalina da Universidade *

Carla M. B. Oliveira, Paula M. J. Marcos ^a

INTRODUÇÃO

A obra realizada pelo Marquês de Pombal foi muito vasta e caracterizada pela sua polivalência; reorganização das estruturas do Estado, fomento económico, remodelação dos métodos e das instituições de ensino — é concretamente este último ponto aquele que está em causa no presente trabalho.

1) Durante os dois séculos que precederam a reforma pombalina, o ensino em Portugal apresentava uma panorâmica peculiar:

— até meados do século XVI reinava a ideia de que “a cultura nasce lá fora” e em consequência o ensino como pressuposto de uma elaboração cultural pautava-se e absorvia o que no estrangeiro dominava. Na época do Renascimento, a Europa após um período de “mergulho” sobre si própria volta-se para as raízes procurando na Antiguidade clássica, nomeadamente no brilho da cultura romana, o seu sustentáculo; é também uma época em que se sente particularmente a formação da tessitura da própria tradição judaico-cristã. Assim, tentando acompanhar o movimento de renovação cultural além fronteiras Portugal traz para as suas Universidades professores de outros países e envia estudantes portugueses aos centros literários estrangeiros. Nesta época o ensino universitário resumia-se ao estudo das Humanidades e do Latim, estando ausentes as ciências experimentais e de observação.

— em meados do século XVI os Jesuítas passam a dominar o ensino em Portugal; são eles que irão fomentar quase toda a actividade cultural no país, cuidadosamente balizados pela Inquisição (criada para deter o movimento reformista que se havia gerado na Europa na sequência do Renascimento) e que detêm o monopólio de facto do ensino em Portugal — pela primeira vez o território nacional é coberto por uma organização de ensino do nível secundário, cuja estruturação irá influenciar as Universidades. Os livros de estudo foram cuidadosamente preparados, tendo em atenção aspectos pedagógicos: reuniam todo o saber ortodoxo, isto é, o saber que no ambiente da Contra Reforma se considerava harmónico com as verdades da fé. Redigidos em Latim, esses livros foram até ao tempo do Marquês de Pombal a base do ensino — eram uma espécie de livro único, e foram-no durante cerca de século e meio, constituindo por isso factor de impermeabilidade e atraso; o ensino ministrado era um ensino comprometido no sentido de não ser um alicerce para pensar (a Reforma nascera da liberdade mental, do direito que cada um se arrogara de pensar por si próprio), mas um enraizamento de dogmas, era uma estrutura estática, que no seu termo já se encontrava anquilosada. Característica a apontar no campo do que aqui

se debate é o do desconhecimento das ciências novas e das línguas vivas — estudava-se apenas Latim, Gramática, Retórica e Filosofia, os novos ramos do conhecimento que nos finais do século XVII já despontavam na Europa eram ignorados, mantendo-se uma fidelidade absoluta à tradição clássica.

2) O reinado de D. José e o governo do Marquês de Pombal encontraram o país adormecido e exausto, dominado por um clero ambicioso, e com o desalento a minar as principais fontes da prosperidade pública. Há muito que na Europa tinha surgido o despotismo iluminado ou absolutismo esclarecido; Frederico I da Prússia e Catarina da Rússia tinham não apenas influenciado a prática política (através de um fortalecimento do poder real apoiado num eficiente poder militar e de uma pragmática actuação económica) mas tinham criado um novo estilo político: o monarca rodeava-se de uma corte de intelectuais e filósofos, apoiava a elaboração cultural, incentivava e fomentava o ensino, não numa perspectiva clássica, mas tendo em conta as próprias necessidades do Estado (que é encarado e assumido como autoridade política e fonte do poder — é aliás nesta altura que começam a surgir doutrinas mais ou menos dotadas de complexidade acerca do Estado e do Poder).

Tendo estado por diversas vezes no estrangeiro, o futuro Conde de Oeiras e Marquês de Pombal consciente do atraso de Portugal em relação à Europa, vai dirigir a sua actuação política exactamente no sentido do que tinha constatado além fronteiras: libertar o Rei de todas as dependências que possam enfraquecer o seu real poder e fomentar por intermédio do Estado o desenvolvimento económico e cultural — toda a perspectiva é feita em função do Estado intrinsecamente ligado ao poder do monarca. Visão política ousada, baseada na autoridade, e que acarretará uma prática política frequentemente tirânica e por isso tão controversa e criticada mesmo no seu tempo.

Ao nível do ensino um dos primeiros passos dados pelo Marquês de Pombal foi a expulsão dos Jesuítas culpando-os do atraso reinante nas Letras portuguesas, ilibando voluntariamente de responsabilidades a Inquisição. Logo em 1759, na mesma lei em que se declaram extintas as escolas da Companhia de Jesus “e abolida até a memória das mesmas como se nunca houvesse existido”, foram criadas classes para o ensino da Gramática Latina e da Retórica, em todas as vilas cabeças de comarca e o ensino foi proibido a quem não estivesse oficialmente autorizado a exercê-lo. Em 1761 foi

* Trabalho realizado no contexto da cadeira de Sociologia das Ciências (F.C.L.), sob a orientação da Doutora Ana Luísa Janeiro.

^a Estudantes da Fac. de Ciências de Lisboa.

criado em Lisboa o Colégio dos Nobres, em cujo programa se prestava maior atenção às disciplinas científicas. Passados poucos anos, reconheceu-se que essa exigência era desproporcionada à idade dos estudantes e o ensino restringiu-se às matérias literárias.

Em 1772 foi publicada a lei que instituía os mestres de ler e escrever. Aí se define pela primeira vez no nosso país a política educativa no seu conjunto. As ideias fundamentais são as que a cultura deve ser ministrada de acordo com a função social que cada um virá a exercer. Para os que se irão ocupar de agricultura e das artes fabris, não é necessária a escolaridade; bastam as instruções dos párocos. Nos que exercerão funções mais elevadas, distinguem-se dois grupos: aqueles para quem é suficiente ler, escrever e contar, e aqueles que devem prosseguir os estudos e frequentar a Universidade. Esta concepção pombalina de ensino ficaria como traçado básico do aparelho educativo nacional até quase aos nossos dias.

Também em 1772 foram promulgados os novos estatutos da Universidade, que se regia ainda pela reforma do tempo de D. João III. O atraso dos estudos era grande: desconheciam-se todo o movimento de renovação da filosofia e das ciências dos últimos dois séculos, sendo Newton, Descartes e outros, desconhecidos em Coimbra. O ensino baseava-se na análise de comentários aristotélicos aprendidos de cor e era, além de obsoleto, elementar. A reforma pombalina foi radical tanto pelo que respeita ao planeamento dos cursos como na alteração dos métodos do ensino e da filosofia que lhe deviam presidir. Foram criadas duas novas faculdades, a de Matemática e a de Filosofia. A frequência de algumas cadeiras da primeira era exigida como matéria preparatória de qualquer dos outros cursos. A Faculdade de Filosofia corresponde às actuais Faculdades de Ciências e incluía cursos de Ciências-Naturais, de Física Experimental, e de Química. A preocupação racionalista e experimentalista dominava. Proibiu-se o velho hábito do estudo por sebatas, foram traduzidos alguns manuais estrangeiros e tornou-se obrigatório o uso dos livros. Foram especialmente importantes as modificações introduzidas no estudo do Direito e da Medicina. No primeiro, abandonou-se o comentário das glosas e adaptou-se o método histórico. Isto teve por consequência o desenvolvimento dos estudos de história portuguesa. Na segunda, impôs-se o ensino prático e o contacto dos estudantes com os doentes do hospital público, que foi integrado na Universidade. Foram criados um laboratório, um jardim botânico, um teatro anatómico, um observatório astronómico e a imprensa universitária. Contrataram-se (apenas em cinco casos) professores estrangeiros, para as cadeiras que de todo em todo não tinham quem as pudesse reger. Os velhos Lentes foram mantidos nas novas cátedras, onde conseguiram manter o antigo ensino. No seu conjunto, a reforma pombalina da Universidade é efectivamente audaz e progressiva; mesmo em relação às demais universidades europeias do seu tempo.

DOCUMENTOS RELATIVOS À QUÍMICA

De entre a vastíssima documentação que integra a Reforma Pombalina apresentam-se apenas alguns dos que directamente respeitam à história e administração da Química, incorporada na Faculdade de Filosofia, sendo esta apresentação feita por ordem cronológica.

27 de Setembro de 1771

Ordem para a suspensão dos estatutos da Universidade antes da Reforma

“ElRey Meu Senhor Tendo Resoluto, que os Estatutos dessa Universidade sejam regulados no Anno que se acha próximo a principiar pelos Novos Estatutos, e Cursos Scientificos, que tem estabelecido: He Servido, que não obstante os outros Estatutos antigos cujo effeito há o mesmo Senhor por suspenso, se não proceda a abertura, Juramentos, e Matrículas que athe agora se fez, e se prestaram no Primeiro dia do Mez de Outubro, e por todo o dito Mez, athe nova Ordem de Sua Majestade; que assim o Manda avizar a V. Pc. para que participando o referido aos Lentes, e Claustro da mesma Universidade, se execute esta Real Ordem na sobredita forma.

Deos guarde a V.Pc. Palácio de Nossa Senhora da Ajuda em 25 de Setembro de 1771.

Marquez de Pombal”

28 de Agosto de 1772

Carta Régia cometendo ao Marquês de Pombal plenos poderes para a fundação da Universidade

“Honrado Marquez de Pombal: Amigo. Eu ElRey vos envio muito saudar como aquelle que prézo. Havendo-me sido presente por consulta da Junta de Providencia Literaria de vinte e oito de Agosto do Anno proximo passado; e pelo Compendio Historico do estado da Universidade de Coimbra, a total ruina que se achavam as Letras da dita Universidade, por effeitos da destruição dos bons, e louváveis Estatutos antigos; e da cavilozza, e sinistra Legislação, com que depois delles foram regulados os Estudos Publicos da mesma Universidade: Houve por bem Ordenar à sobredita Junta, que prosseguindo as suas sessões a formar na conformidade da referida consulta, e do compendio, que com ella subio, huma nova, e depurada Legislação, a qual não só arrancasse, e extirpasse as raizes de tantos defeitos, vicios, e maquinações de ignorancia artificial, quantas eram as que na antiga Legislação se continham; mas tão bem que por meyo de Regras, e Methodos uteis, e luminosos; segurasse para sempre, e pertuasse na mesma Universidade em estado florescente as Artes, e Sciências. Ao que tendo dado inteiro cumprimento a mesma Junta; pondo na Minha Real presença, os Novos Estatutos para os Cursos da Faculdades Theologia, e Juridica, e para os das Sciencias Naturaes, e Filosoficas: Fuy servido pela carta de Roboração da mesma data desta, dar lhes Authoridade, e força de Leys: Mandando que fossem publicados na dita Universidade de Coimbra, para que nella, e em todas as partes a que pertencer fossem dados à sua inteira, e devida execução. E por que na practica do estabelecimento dos mesmos Estatutos, e no mais concernente às regulaçoens, e boa ordem da mesma Universidade, poderão occorrer alguns incidentes, que não deveriam esperar pelas decizoens dos Recursos dirigidos à Minha Real Pessoa, sem demoras prejudiciaes ao prompto estabelecimento, que requer a urgencia de huma tão util, e necessária fundação: confiando do zelo, prestimo; e fidelidade com que vos empregais no meu Real serviço; e do muito que Vostendes interessado no

mesmo estabelecimento; promovendo-o desde o seu principio na Minha Real Presença; dirigindo debaixo das Minhas Reaes Ordens o trabalho da Junta, de Providencia Literaria; animando-o com infatigavel desvelho; e guiando-o com os Vossos claros conhecimentos, e com a Vossa experimentada prudência: E tendo por certo, que nos cazos occorrentes da reis todas as providencias, que necessarias foram os ditos importantissimos fins; removendo todos e quaesquer impedimentos, que de algum modo possam embaraçar, ou retardar a prompta e indispensável execução das Minhas Ordens, e das mais em que vos tenho verbalmente declarado as Minhas Reaes Intensoens ao dito respeito: Hey por bem Ordenarvos, como por esta vos Ordeno, que passando logo à sobredita Universidade façais nella restituir, e restabelecer as Artes, e as Sciencias contra as ruinas em que se acham sepultadas: Fazendo publicar os Novos Estatutos: Removendo todos os impedimentos, e incidentes, que ocorreram contra a prompta e fiel execução delles. A estes fins uzareis não só de todos os Poderes que foram concedidos a vosso Quinto Avo Balthazar de Faria, Primeiro Reformador vezitador da dita universidade, pelo Alvará da sua Comissão expedido em onze de Outubro de mil e quinhentos sincoenta e sinco, que servio de norma aos outros Reformadores vezitadores, que depois foram mandados à mesma Universidade pelos Senhores Reys Meus Predecessores; mas tão bem de todos os mais poderes, que os ditos Senhores Reys costumavam reservar para si: Delegando-vos os para os sobreditos fins me pertencem como Protector da mesma Universidade, e como Rey, e Senhor soberano: E concedendo-vos, como concedo sem reserva, todos aquelles que considerareis necessários segundo a occorrença dos cazos, assim em beneficio do dito estabelecimento, como a respeito do Governo Literário, e Economico da mesma Universidade em todas as suas partes: Obrando em tudo como Meu Lugar Tenente, com Jurisdição privativa, excluida e illimitada para todos os sobreditos effeitos. E Mando ao Reitor, Lentes, Deputados, Conselheiros, Officiaes, e mais Pessoas da Universidade, e a quaesquer a quem o conhecimento desta pertencer, a todos em geral, e a cada hum em particular, que cumpram, e guardem, o que vos lhes for ordenado aos ditos respeitos sem duvida alguma, por que assim o quero, me praz, e he minha vontade na fundação da Nova Universidade, que estabeleço: Derogando com ja tenho derogado na sobredita Carta de Reboração tudo a que athe agora se podia considerar em contrario. E para constar a todo o tempo Ordeno, que esta se registre na sobredita Universidade no Livro a que tocam, entre os que de novo se devem estabelecer para nelle se registrar esta, e as mais Resolucoens, que Eu daqui em diante lhe mandar expedir. Escripita no Palacio de Nossa Senhora da Ajuda em vinte e outo de Agosto de mil sette centos settenta e dous.

Rey

Para o Honrado Marquêz de Pombal"

11 de Setembro de 1772

Decreto dos Despachos da Faculdade de Filosofia

"Attendendo ás Letras de Antonio Soares, e de Domingos Vandelli: Hey por bem nomear ao primeiro para Lente da cadeira de Logica, Methafisica, e Ethica: E ao segundo para Lente da Cadeira de História Natural,

e Chimica, que mandei novamente criar na Universidade de Coimbra. O Marquêz de Pombal do Meu Conselho de Estado, e Meu Lugar Tenente na Fundação da Universidade de Coimbra o tenha assim entendido, e lhes mande passar os despachos necessários. Palacio de Nossa Senhora da Ajuda em onze de Setembro de mil setecentos settenta e dous.

Rey"

3 de Outubro de 1772

Portaria do Marquêz sobre o exercício das cadeiras que deviam reger os Lentes de Matemática, Medicina, e Filosofia

"Em observancia das Ordens, que tenho de ElRey Meu Senhor: Hey por serviço de Sua Majestade, que, tomando os Lentes abbaixo declarados os Grãos, que lhes competem conforme a Disposição dos Estatutos do Livro Terceiro, Parte segunda, Titulo Primeiro, capítulo segundo, Paragrafo Quarto, Quinto, e Sexto; Exercitem neste Primeiro Anno os seus respectivos Majisterios; a saber: (...) o Doutor Domingos Vandelli, em quanto se não estabelecerem, o Musêo, o Horto Botanico, e o Laboratorio Chymico, se exercitará em dar aos Discipulos as Instituições da referidas Faculdades. Na secretaria se expêçam nesta conformidade as Ordens Necessárias. Coimbra em 3 de Outubro de 1772.

Marquêz Visitador"

ESTATUTOS DO CURSO FILOSÓFICO DA UNIVERSIDADE DE COIMBRA

Expõem-se aqui os aspectos mais importantes referentes à cadeira de Química.

"Da idade que devem ter os Estudantes, que quizerem ser matriculados em Filosofia:

Em consequência da idade, que tenho estabelecido para as mais Faculdades: a fim de que os Estudantes não precipitem os primeiros Estudos para se adiantarem no tempo em prejuizo do seu aproveitamento: Sou servido ordenar, que ninguém seja admitido à primeira matricula de Filosofia, antes de ter quatorze annos completos de idade. Para prova della apresentarão ao Reitor certidão do Batismo, legalizado na forma, que tenho disposto a respeito dos Estudantes Juristas no Livro segundo destes Estatutos, Titulo Primeiro, Capitulo Primeiro, o qual em tudo Hei por expresso, e declarado."

Das disciplinas Filosóficas:

(...)

"Portanto constará o Curso Filosofico de seis Disciplinas principaes a saber: Logica: Metafisica: Ethica: História Natural: Fysica Experimental: e Chymica. Cujas Lições se farão sempre pelos melhores Authores, que tiverem escrito sobre ellas de hum modo elementar, e abreviado; mas de sorte que sejam cheios de Doutrina; guardando-se na eleição delles, o que tenho disposto a respeito dos Livros de Medicina na Primeira Parte deste Livro, Titulo segundo, Capitulo segundo, Paragrafo decimo segundo e seguinte."

Das cadeiras da Faculdade, e horas das Lições:

“Para as Lições das sobreditas cadeiras regidas por outros tantos Lentes, Proprietários dellas. A primeira será de Filosofia Racional, e Moral: A Segunda de História Natural: A Terceira de Fysica Experimental: E a Quarta de Chymica Teorica, e Pratica. Entre ellas não haverá differença na Gradação, e Predicamento; mas precederão os Lentes entre si pela ordem retrogada dos Annos, conforme Tenho estabelecido na Segunda Parte a respeito dos Lentes de Mathematica.

Haverá também dous Lentes substitutos; hum destinado a servir nos impedimentos dos Lentes de Filosofia Racional, e de Historia Natural; e outro nos impedimentos dos Lentes de Chymica, e Fysica Experimental. Sucedidos, o Reitor com conselho da Faculdade, nomeará substitutos interinos, na fôrma do que Fui servido dispôr no Livro Primeiro, Título Quinto, Capítulo Primeiro, Paragrafo Segundo; havendo sempre grande attenção, a que de nenhum sorte se interrompam as Leituras das referidas Cadeiras.

Os estudantes ouvirão as Lições de todas ellas no quadriennio Filosofico pela ordem seguinte. No Primeiro Anno ouvirão as Lições da Filosofia Racional, e Moral. No Segundo, estudarão a História Natural; e juntamente ouvirão a Geometria na Aula de Mathematica, para com ella se prepararem para as Lições do Anno seguinte. No Terceiro estudarão a Fysica Experimental. E no quarto finalmente a Chymica. Em todos elles farão os Exercícios regulares que serão determinados.

Cada hum dos referidos Lentes terá hora e meia de Leitura cada dia. Para o que partindo-se o tempo Lectivo de tres horas de manhã, e outras tantas de tarde (que principiãrão sempre às horas já estabelecidas para as outras Faculdades) em dous espaços iguaes; satisfarão os Lentes ao tempo das suas obrigações pela ordem seguinte: (...) E o Lente de chymica no segundo espaço de manhã, na Aula, ou no Laboratório, conforme pedirem as circunstâncias das Lições, cuja Theorica será explicada sempre no geral, e a Prática nos respectivos lugares, que ficam declarados.”

Das Lições Do Quarto Anno:

“Tendo no Anno precedente aprendido os Estudantes Filosofos as verdades de facto, que o Magistério da Experiência tem mostrado nos corpos, considerados como massas homogeneas; e applicados mecanicamente a obrar huns sobre os outros; Passarão no quarto Anno a Estudar as verdades que a mesma Experiência tem mostrado sobre as partes de que se compõem os mesmos corpos, e sobre os Fenômenos, que resultam da applicação intima, e contacto das mesmas partes; Fenômenos que se não podem explicar pelas Leis ordinarias da Mecanica; mas que dependem de hum Mecanismo particular; e que constituem uma Sciencia á parte. Esta Sciencia tem o nome de Chymica, e he a Terceira Parte da Filosofia Natural. Nella se ensina a separar as diferentes substâncias, que entram na composição de hum corpo; a examinar cada huma das suas partes; a indagar as propriedades, e analogias dellas; a compará-las, combiná-las com outras substâncias; e a produzir por misturas differentemente combinadas novos compostos, de que na mesma Natureza se não acha modelo, nem exemplo.

Porém, antes de entrar nas Lições desta Sciencia, dará o Lente hum Resumo abbreviado da História della: Mostrando a origem que teve; os progressos que fez;

as revoluções; os sucessos; a decadência; e o descredito em que esteve pelos mysterios escuros dos ALCHYMISTAS, e pelas pertensões frivolas da PEDRA FILOSOFAL, e outros segredos, cuja invenção se propunham homens de maior temeridade, que prudencia: E expondo mais circunstanciadamente a restauração desta Sciencia nestes últimos tempos; e as utilidades, que tem produzido nas Artes, que della dependem.

Como a da Analyse, e da Composição dos corpos he limitada; e se não pode promover, senão até certo ponto; parando-se finalmente nas barreiras de certas substancias inalteráveis a todas as forças do Artificio Chymico; estas relativamente ao nosso uso se podem, e devem tomar como Principios, e elementos dos corpos. E sobre estes explicará o Professor tudo o que tem resultado da combinação das Experiencias Chymicas; sem pretender com tudo averiguar a natureza de cada hum dos elementos simplicis, de que os corpos se compõem; substituindo as imaginações, onde faltam as Experiências.

Depois disto dará huma ideia geral das propriedades relativas das substâncias, que entram na composição dos corpos, e pertencem ao objecto particular da chymica: Porque assim como na Fysica se explicam os factos, que resultam da attracção, e impulsão dos corpos, considerados huns fóra dos outros; do mesmo modo na Chymica se consideram factos que resultam da intima união dos mesmos corpos, à qual em termos da Arte se tem dado o nome de AFFINIDADE.

Com effeito todas as Experiências concorrem a provar que entre os diferentes corpos, tanto simplicis, como compostos ha huma certa conveniencia, relação, ou afinidade, em razão da qual algumas das ditas substancias se unem intimamente entre si; ao mesmo tempo, se repugnam a contrahir união com outras. Este effeito geral (seja qual for a sua causa) he o que se chama AFFINIDADE; e tem o mesmo lugar na Chymica, que a Gravitação Universal no Macanismo do Universo; servindo não somente de dar razão de todos os Fenômenos particulares, mas de os ligar em hum Systema de Doutrina.

Pelo que mostrará o Lente em primeiro lugar as verdades fundamentaes, que se tem provado decisivamente á cerca da Affinidade dos corpos; como por exemplo: Que se a hum composto de duas substancias se applica hum Terceiro corpo, que não tenha afinidade com huma dellas; e que a Tenha com a outra, maior do que ellas ambas entre si; resulta necessariamente huma de composição, e huma nova união; isto he, que o terceiro corpo separa as duas substâncias huma da outra; e se une com aquella, com a qual tem afinidade; formando com ella hum novo composto; e deixando a outra livre, e desembaraçada, como ella era antes de haver contrahido a união. Semelhantes a estes são outros factos geraes, que se devem explicar, antes de entrar no exame dos particulares.

Tendo explicado os Principios geraes, ou os factos generalizados, pela combinação das Experiências; entrará no exame das substâncias, que constituem especies particulares, começando sempre pelas mais simplicis, e passando dellas às mais compostas. Assim principiãrã pelas substâncias salinas em geral, e particular; mostrando as propriedades, e affinidades dos ácidos com as Terras absorventes, com a Água, e com o Flogistico; e explicando as particulares observações dos Alklis fixos, e volateis; dos saes neutros; dos ácidos vitriolicos, nitrosos, etc.

Dahí passará às substâncias metalicas em geral, e parti-

cular; mostrando o resultado das experiências, que se tem feito sobre ouro, prata, cobre, ferro, estanho, chumbo, mercurio, regulo de antimónio, etc.; sobre o que se não esquecerá dos factos mais importantes, que dizem relação ao uso das Artes, que trabalham na manipulação das ditas substâncias metálicas; como são os meios de procurar-lhes facilmente a fusão, dissolução, separação, a malagmação, etc.

Depois disto passará ás substâncias oleosas em geral, e particular; tratando dos oleos mineraes; vegetaes, e animaes; das preparações, e dos usos delles. Donde se encaminhará para a fermentação em geral, e para as especies particulares della: Examinando as diferentes propriedades, e Fenomenos das fermentações espirituosas, acidas e putridas: Ajudando as reflexões necessárias sobre os meios, e operações que se empregam na analyse das substâncias animaes, vegetaes e mineraes, como são as distillações, emulsões, dissoluções, etc.

E acabará a parte Theorica desta Sciencia, explicando a Taboa das Affinidades, em que se acham artificialmente recapituladas as verdades fundamentaes da Arte, que no Curso das Lições se mostram pelo resultado das Experiências. Não dissimilará porám os defeitos, e imperfeições, que nella se acham até o presente. Antes mostrará (se possível for) os meios de a fazer cada vez mais perfeita, e completa.

Com as Lições Theoreticas nesta Sciencia não podem ser bem comprehendidas, sem a pratica dellas; deverá o Professor mostrar aos seus Discipulos todos os Processos Chymicos, que são conhecidos na Arte: tratando da Analyse, e das operações sobre as diferentes productos dos tres Reinos na Natureza: Não se limitando á escolha dos processos relativos ao uso de alguma Arte particular: E extendendo a vista sobre todas as que dependem da chymica geral, e Filosofia.

Para isso dará as Lições competentes de Prática no Laboratório; mas sim os obrigará a trabalhar nas mesmas Experiências, para se formarem no gosto de observar a Natureza; e de contribuirem por si mesmos aos adiantos, e progresso desta Sciencia. Aqual não se enriquece com Systemas vãos, e especulações ociosas, mas com descobrimentos reaes, que não se acham de outro modo, senão observando, experimentando, e trabalhando.

O Lente será por isso obrigado a dar por si mesmo aos seus Discipulos exemplo do trabalho, e constancia, que se requerem no Observatorio da Natureza: Desabusando-se das idéas insensatas dos Escoláctivos que punham a sua gloria em fabricar Mundos quimericos no vasio das suas imaginações; e em ignorar o nome, e as propriedades uteis, reaes, e verdadeiras de tantos productos, e riquezas do Mundo actual, que Deos creou para uso, e contepações do Homem. E faltando a esta parte essencial da sua obrigação (o que Espero) ficará sujeito ao que Tenho disposto a respeito dos Medicos na Primeira Parte deste Livro, Titulo Terceiro, Capitulo Primeiro, Paragrafo Trinta e hum, e Trinta e Dous. Disposição, que igualmente se entenderá a respeito dos outros Lentes, se faltarem do mesmo modo, no que pertencer á prática nas suas respectivas Lições."

Do Laboratório Chymico:

"Sendo a chymica huma Parte da Fysica Prática, que serve não somente para demonstrar por via de Experiencias particulares as propriedades dos corpos, mas tambem para produzir pela mistura de diferentes substancias, novos compostos de grande uso nas Artes;

pede o Estabelecimento do Curso Filosofico, que haja na Universidade hum Laboratorio. No qual alem de fazerem Experiencias relativas ao curso das Lições, se trabalhe assiduamente em fazer as preparações, que pertencem ao uso das Artes em geral, e da Medicina em particular.

O Reitor cuidará em estabelecer sem perda de tempo esta Officina no lugar, que com parecer das Faculdades Medicas, e Filosoficas se julgar mais conveniente. Nelle haverá todos os Aparelhos necessários para as operações da chymica; e será provido dos materiais, sobre que ellas se hão de fazer à custa da Arca da Universidade, para a qual tambem se recolherá o producto do seu rendimento, deduzido as despesas.

A Intendencia desta Officina será commethida ao mesmo Professor da chymica debaixo da Inspeção do Reitor da fôrma, que Tenho disposto a respeito de outros Estabelecimentos da Faculdade, nos Capitulos precedentes; e terá hum Official subalterno com o nome de Operario Chymico, o qual será provido pelo Reitor com o Conselho das Faculdades Medica e Filosoficas; e trabalhará na Demonstração das Experiências relativas ao Curso das Lições ás ordens do Professor. E tomará entrega dos moveis, simplicios, que estiverem nos Armazens do Laboratorio, por Inventário assinado pelo Reitor e pelos Directores das Faculdades Medica, e Filosofica, pelo qual dará conta de tudo de tres em tres mezes, quando o Laboratório for visitado pelo mesmo Reitor com as congregações das duas sobreditas Faculdades.

O Mesmo operário será o Mestre desta Officina pelo que respeita ao trabalho das Preparações chymicas, que se hão de fazer para o uso das Artes, e em particular da Medicina: Governando-se pelo que respeita a estas pelas Direcções da congregação da Medicina, e pelo que respeita aquelas pela congregação da Filosofia, as quaes respectivamente tomarão deliberação sobre as preparações, de que houver maior necessidade, e que puderem redundar em maior conveniência.

Também terá a seu cargo instruir na Prática das Operações Chymicas aos Praticantes, que no Laboratório se hão de exercitar por espaço de dous Anos, para effeito de serem admittidos á prática do Dispensatorio Farmaceutico, e obterem a Approvação de Boticarios. Entre estes haverá sinco Partidistas, os quaes serão providos na forma, que tenho estabelecido nos Estatutos de Medicina Titulo Sexto, Capitulo Quarto, Paragrafo Decimo. E os Partidistas serão obrigados a mostrar-se mais diligentes no Exercício, e trabalho do Laboratório, pelos quaes o Operario repartirá em diferentes tarefas as Preparações, cuja execução for necessária."

BIBLIOGRAFIA

- CARVALHO, Joaquim Augusto Simões de — *Memória histórica da Faculdade de Filosofia*, Coimbra, Imprensa da Universidade, 1872.
- CARVALHO, Rómulo de — *História do Gabinete de Fysica Experimental da Universidade de Coimbra*, Universidade de Coimbra, Biblioteca geral, 1978.
- SARAIVA, José Hermano — *História concisa de Portugal*, 2.^a edição Lisboa, Publicação Europa-América, 1978.
- *Estatuto a Universidade de Coimbra (1772)* — Livro III, Coimbra, por ordem da Universidade, 1972.
- *Documentos de reforma Pombalina* — Publicada por M. Lopes d'Almeida — volume I (1771-1782), Coimbra, Por ordem da universidade de Coimbra, 1937.

Agradecemos a amável colaboração do Dr. José Luis Carneiro Capela e Silva

Tabela de pesos atômicos com quatro algarismos significativos *

A pedido do Comité para o Ensino da Química da IUPAC e em ligação com a comissão de Pesos Atômicos e Abundâncias Isotópicas da IUPAC, N.N. Greenwood e H.S. Peiser prepararam esta Tabela de Pesos Atômicos com quatro algarismos significativos.

“Peso atômico” é o termo preferido por muitos químicos mas “massa média atômica relativa” é equivalente e preferida por outros. Desde 1961 que os valores aceites internacionalmente foram referenciados ao isótopo de ^{12}C para o qual o peso atômico é igual a exactamente 12. Os pesos atômicos são, pois, números, adimensionais, numericamente iguais às massas molares dos elementos expressas em grama por mole. Os valores tabelados de pesos atômicos aplicam-se aos elementos químicos na sua composição isotópica terrestre.

Vinte elementos têm um só isótopo que aparece na Natureza e os seus pesos atômicos foram determinados com muita precisão, sempre superior a uma parte por milhão. Contudo, muitos elementos têm mais do que um isótopo natural. As dificuldades experimentadas ao determinar a abundância relativa destes isótopos, bem como a sua variação natural limitam a precisão com que se pode citar a precisão do peso atômico de um elemento. Para elementos com composição isotópica variável, o peso atômico não é uma constante da Natureza mas deve ser visto como uma propriedade da amostra particular do elemento em estudo. Para a precisão de quatro algarismos indicada nesta tabela, os pesos atômicos podem ser vistos com segurança como constantes, embora sejam conhecidos geologicamente espécimens altamente excepcionais para pelo menos 31 elementos nos quais a composição isotópica determina um peso atômico que difere do valor tabelado em mais do que a incerteza indicada.

É possível separar isótopos artificialmente. Por exemplo, amostras de hidrogénio que têm dois isótopos estáveis de massa atômica relativa 1,007 825 e 2,014 102 podem variar entre estes dois extremos, o hidrogénio que existe na Natureza tem sempre valores próximos de 1,008 0. Os valores de pesos atômicos dados na tabela não se aplicam a isótopos separados artificialmente e a outras amostras que tenham sido submetidas a processos que alterem apreciavelmente a composição isotópica dos elementos.

Muitos elementos, incluindo todos os de número atômico superior ao do bismuto, são radioactivos com isótopos que se transformam em outros elementos no decurso do tempo. O peso atômico de uma dada amostra de um tal elemento depende da velocidade relativa com a qual se decompõem os seus vários isótopos e, algumas vezes também, depende da origem radiogénica dessa amostra particular. Muitas amostras contêm um só radioisótopo de um dado elemento. Sem a identificação dos radioisótopos envolvidos e, sem o conhecimento das

suas abundâncias relativas, se mais do que um está presente na amostra, não é possível citar um peso atômico aproximado mesmo com quatro algarismos significativos. Consequentemente, nesta tabela, a massa atômica relativa de um dos isótopos é citada e identificada pelo seu número de massa em índice superior, precedido pelo seu símbolo químico. Esta espécie de listagem também se usa para vários elementos radioactivos conhecidos artificialmente de número atômico superior ao do urânio.

Os pesos atômicos dos elementos são revistos e apreciados pela Comissão de Pesos Atômicos e Abundâncias Isotópicas da IUPAC de dois em dois anos. Os seus relatórios bienais devem ser consultados para mais detalhes e elaboração. O relatório mais recente sobre “pesos atômicos dos elementos 1981” foi publicado em *Pure and Applied Chemistry* (1983), 55, 1101. É altamente improvável que os valores citados com quatro algarismos significativos sejam alterados em revisões subsequentes em mais do que as incertezas indicadas. As pequenas revisões feitas pela comissão em 1983 estão incorporadas nesta tabela com quatro algarismos significativos, embora o relatório global da comissão para 1983 não esteja disponível antes de 1984 ou 1985.

TABELA DE PESOS ATÔMICOS COM QUATRO ALGARISMOS SIGNIFICATIVOS*

(referenciados à massa atômica relativa de ^{12}C igual a exactamente 12)

Os valores citados nesta tabela têm precisão de ± 1 , pelo menos, no quarto algarismo significativo, excepto para os cinco elementos para os quais estão indicadas incertezas maiores. Cada elemento que não tem um isótopo estável nem uma composição isotópica característica está representado nesta tabela por um dos radioisótopos do elemento habitualmente conhecidos identificado pelo seu número de massa (em índice superior precedendo o símbolo químico) e pela sua massa atômica relativa

N.º atômico	Nome	Símbolo	A_r
1	hidrogénio	H	1,008
2	hélio	He	4,003
3	lítio	Li	6,941 \pm 2
4	berílio	Be	9,012
5	boro	B	10,81
6	carbono	C	12,01
7	azoto (1)	N	14,01
8	oxigénio	O	16,00
9	fluor	F	19,00
10	néon	Ne	20,18

* Folha distribuída na reunião do Comité para o Ensino da Química da IUPAC realizada em Londres em Julho de 1984. Tradução de Mariana P.B.A. Pereira.

N.º Atómico	Nome	Símbolo	Ar
11	sódio	Na	22,99
12	magnésio	Mg	24,31
13	alumínio	Al	26,98
14	silício	Si	28,09
15	fósforo	P	30,97
16	enxofre	S	32,07
17	cloro	Cl	35,45
18	árgon	Ar	39,95
19	potássio	K	39,10
19	cálcio	Ca	40,08
21	escândio	Sc	44,96
22	titânio	Ti	47,88±3
23	vanádio	V	50,94
24	crómio	Cr	52,00
25	manganês (2)	Mn	54,94
26	ferro	Fe	55,85
27	cobalto	Co	58,93
28	níquel	Ni	58,69
29	cobre	Cu	63,55
30	zinco	Zn	65,39±2
31	gálio	Ga	69,72
32	germânio	Ge	72,59±3
33	arsénio	As	74,92
34	selénio	Se	78,96±3
35	bromo	Br	79,90
36	cripton	Kr	83,80
37	rubídio	Rb	85,47
38	estrôncio	Sr	87,62
39	ítrio	Y	88,91
40	zircónio	Zr	91,22
41	nióbio	Nb	92,21
42	molibdénio	Mo	95,94
43	tecnécio	⁹⁹ Tc	98,91
44	ruténio	Ru	101,1
45	ródio	Rh	102,9
46	paládio	Pd	106,4
47	prata	Ag	107,9
48	cádmio	Cd	112,4
49	índio	In	114,8
50	estanho	Sn	118,7
51	antimónio	Sb	121,8
52	telúrio	Te	126,6
53	iodo	I	126,9
54	xénon	Xe	131,3
55	césio	Cs	132,9
56	bário	Ba	137,3
57	lantânio	La	138,9
58	cério	Ce	140,1
59	praseodímio	Pr	140,9
60	neodímio	Nd	144,2
61	promécio	⁴⁵ Pm	144,9
62	samário	Sm	150,4
63	europio	Eu	152,0
64	gadolínio	Gd	157,3
65	térbio	Tb	158,9
66	disprósio	Dy	162,5
67	hólmio	Ho	164,9
68	érbio	Er	167,3
69	túlio	Tm	168,9
70	itérbio	Yb	173,0
71	lutécio	Lu	175,0
72	hafnio	Hf	178,5
73	tântalo	Ta	180,9
74	volfrâmio (3)	W	183,9
75	rénio	Re	186,2
76	ósio	Os	190,2
77	irídio	Ir	192,2
78	platina	Pt	195,1
79	ouro	Au	197,0
80	mercúrio	Hg	200,6
81	tálio	Tl	204,4
82	chumbo	Pb	207,2

N.º Atómico	Nome	Símbolo	Ar
83	bismuto	Bi	209,0
84	polónio	²¹⁰ Po	210,0
85	astato (4)	²¹⁰ At	210,0
86	rádon	²²² Rn	222,0
87	frâncio	²²³ Fr	223,0
88	rádio	²²⁶ Ra	226,0
89	actínio	²²⁷ Ac	227,0
90	tório	Th	232,0
91	protactínio	²³¹ Pa	231,0
92	urânio	U	238,0
93	neptúnio	²³⁷ Np	237,0
94	plutónio	²³⁹ Pu	239,1
95	amerício	²⁴³ Am	243,1
96	cúrio	²⁴⁷ Cm	247,1
97	berquélío	²⁴⁷ Bk	247,1
98	califórnio	²⁵² Cf	252,1
99	einsteinio	²⁵² Es	252,1
100	férmio	²⁵⁷ Fm	257,1
101	mendelévio	²⁵⁶ Md	256,1
102	nobélio	²⁵⁹ No	259,1
103	lawrêncio	²⁶⁰ Lr	260,1

(1) ou nitrogénio; (2) ou manganésio; (3) ou tungsténio; (4) ou astatínio.

* Preparada por N.N. Greenwood e H.S. Peiser, a pedido do Comité para o Ensino da Química da União Internacional de Química Pura e Aplicada (IUPAC) em colaboração com a Comissão de Pesos Atómicos e Abundâncias Isotópicas da IUPAC.

NOTAS:

1 — esta tabela foi distribuída, em inglês, a editores e livreiros em Julho de 1984.

2 — a tradução desta tabela, precedida de uma introdução simples, foi posta à venda durante o 7.º Encontro Anual de química, sector de Educação, em Setembro de 1984.

Nomenclatura de grandezas derivadas *

J.C. Rigg, B.F. Visser, H.P. Lehmann

1. Introdução

Apresentam-se de seguida algumas propostas para discussão no âmbito da IUPAC e a sua publicação é feita com a finalidade de solicitar comentários; não implica que tenha sido dada ou venha a ser dada aprovação oficial da IUPAC.

2. Nomes de grandezas para indicar o seu significado lógico

2.1. As recomendações são baseadas na premissa que os nomes sistemáticos devem indicar as grandezas no numerador e no denominador na definição da grandeza derivada.

2.2. A grandeza no numerador é designada por uma palavra derivada do nome da grandeza, como está indicado nos seguintes exemplos (com o equivalente em inglês, francês, alemão e espanhol, respectivamente).

2.2.1. NÚMERO DE ENTIDADES (number of entities, nombre d'entités, Anzahl von Einzelheiten, número de entes).

2.2.2. COMPRIMENTO (length, longueur, Länge, longitud).

2.2.3. ÁREA ou SUPERFÍCIE (area, superficie ou surface, Fläche, superficie).

2.2.4. VOLUME (volume, volume, Volumen, volumen).

2.2.5. MASSA (mass, masse, Masse, masa).

2.2.6. TEMPO (time, temps, Zeit, tiempo).

2.2.7. QUANTIDADE DE SUBSTÂNCIA (amount of substance, quantité de matière, Stoffmenge, cantidad de substancia).

2.2.8. TEMPERATURA (temperature, chaleur, Wärme, calor).

2.2.9. ENERGIA (energy, énergie, Energie, energia).

2.3. O nome sistemático de uma grandeza (x) derivado do quociente (a relação entre grandezas obtidas por divisão) de duas grandezas (y) da mesma espécie (i.e. $x = y_1/y_2$) inclui:

— uma palavra do nome da grandeza definidora y (exemplo: massa ou volume);

— uma palavra de denote a natureza do quociente (exemplo: fracção).

As palavras recomendadas são de uso constante e as definições estão intimamente ligadas a esse uso.

2.3.1. RELATIVO (relative, relatif, relativ, relativo): O quociente de grandezas tendo a mesma espécie de grandeza e, preferencialmente o mesmo componente, em diferentes sistemas. A grandeza do denominador é muitas vezes chamada a grandeza de referência. Nota: A variação relativa numa grandeza é escrita como $\Delta x/x$ ou dx/x .

2.3.2. RAZÃO (ratio, rapport, Verhältnis, relacion): O

quociente de grandezas da mesma espécie, para diferentes componentes no mesmo sistema.

2.3.3. FRACÇÃO (fraction, fraction, Anteil, fraction): Um quociente em que a grandeza no numerador se refere a um componente enquanto que o denominador é uma grandeza da mesma espécie do sistema global. A partir da definição, segue-se que uma fracção tem um valor entre zero e um.

2.4. O nome sistemático de uma grandeza derivada do quociente de duas grandezas de espécies diferentes (i.e. $x = y/z$) inclui:

— uma palavra ou palavras de cada grandeza definidora no numerador (i.e. y);

— uma palavra para cada espécie de grandeza no denominador (i.e. z).

Excepto para volúmico e molar as palavras propostas, significando "dividido por" são novas na linguagem, devido aos nomes das espécies de grandeza que são usadas em termos de numerador (exemplo: comprimento, área, calor). Por exemplo, a palavra área deve ser usada no nome de uma grandeza com área no numerador (y) mas não no denominador (z). Podem obter-se palavras com os adjetivos a terminar em -ico para indicar a espécie de grandeza definidora. isto não foi possível para número, ângulo e temperatura, para as quais foram introduzidas outras palavras com associação clara.

2.4.1. ENTÍTICO (entitic, entitique, zahlenbezogen, entésico). Dividido pelo número de entidades.

2.4.2. LINEICO (lineic, linéique, längenbezogen, lineico). Dividido por comprimento.

2.4.3. AREICO (areic, surfacique, flächenbezogen, areico). Dividido por área.

2.4.4. VOLÚMICO (volumic, volumique, volumen bezogen, volúmico). Dividido por volume do sistema. O numerador da definição deve referir-se ao sistema total. Usa-se concentração se o numerador se refere a uma componente do sistema.

2.4.5. MÁSSICO (massic, massique, massenbezogen, mássico). Dividido por massa do sistema. O numerador da definição deve referir-se ao mesmo sistema total.

Usa-se conteúdo se o numerador se refere a um componente do sistema.

2.4.6. TEMPÓRICO (rate, vitesse, Geschwindigkeit, rapidez). Talvez se possa usar velocidade devido ao seu emprego generalizado.

2.4.7. MOLAR (molar, molaire, molar, molar). Dividido por quantidade de substância.

2.4.8. KÉLVICO (kelvic, kelvique, temperaturbezogen, termico). Dividido por temperatura termodinâmica.

* Extraído de *Chemistry International* 7(3), 29-33 (1985). Tradução e adaptação de Mariana P.B.A. Pereira

2.4.9. Por analogia, propõem-se palavras para dividir por pressão, ângulo plano e ângulo sólido.

2.4.9.1. BÁRICO (baric, barique, drückbezogen, bari-co). Dividido por pressão.

2.4.9.2. RÁDICO (radic, radique, winkelbezogen, radiânico). Dividido por ângulo plano.

2.4.9.3. ESTEREORÁDICO (steradic, stéradique, raumwinkel bezogen, esteradiânico). Dividido por ângulo sólido.

Apêndice: exemplos de nomes sistemáticos e convencionais

	<i>nomes sistemáticos</i>	<i>nome convencional</i>
N_B/N_1	fracção do número de entidades (do componente B no sistema 1)	percentagem de B/100
n_B/n_1	fracção de quantidade de substância (do componente B no sistema 1)	fracção molar (de B)
m_B/m_1	fracção da massa (do componente B no sistema 1)	percentagem de B/100
m_B/m_C	razão de massa (do componente B para o componente C)	razão (B:C)
n_B/n_C	razão de quantidade de substância (do componente B para o componente C)	razão (B:C)
l_B/l_C	razão de comprimento (do componente B para o componente C)	comprimento relativo/ /distância relativa
t_B/t_C	razão de tempo (do componente B para o componente C)	rapidez relativa
$t_{B(O)}/t_{B(O)}$	tempo relativo	rapidez relativa
m_B/N_B	massa entítica (da substância B)	massa molecular (atômica)
V_B/N_B	volume entítico (do componente B)	volume molecular (atômico)
m_B/n_B	massa molar (da substância B)	
m_1/V_1	massa volúmica (do sistema 1)	massa volúmica
$m_1 V_2/m_2 V_1$	massa volúmica relativa	densidade ou densidade relativa
V/m_1	volume mássico (do sistema 1)	volume específico
m_B/V_1	concentração mássica (do componente B no sistema 1)	concentração mássica
$m_B V_1/m_C V_1$	razão da concentração mássica	concentração mássica relativa
n_B/V_1	concentração (do componente B no sistema 1)	concentração ou concentração molar
N_B/V_1	concentração do número de entidades (do componente B no sistema 1)	contagem
n_B/m_1	conteúdo de substância (do componente B no sistema 1)	
n_B/t	quantidade de substância tempórica	velocidade de reacção, velocidade de transferência, actividade
m_B/t	massa tempórica	velocidade de reacção, velocidade de transferência
V/t	volume tempórico	velocidade de fluxo

Os livros

“Segurança em Laboratórios Químicos”, Maria João Baptista, Ed. da Universidade Nova de Lisboa, 1979, 111 págs., 180\$00.

Escrever um livro sobre este tema num País em que o “desenrasca”, aliás superiormente assistido pela “falta de verbas”, é um estado de espírito pode parecer um “clamor no deserto”.

Na realidade poucos assuntos assumiram menos importância nas mentes planeadoras das unidades laboratoriais escolares e de investigação deste País (daqui saúde as excepções) do que a Segurança.

O “rosário de azares” vindos a público têm no entanto resultado num aumento da consciencialização dos utentes dos laboratórios químicos para os problemas de Segurança, passo fundamental para se conseguir a modificação do actual estado de coisas. É neste contexto que julgo muito oportuna a divulgação deste livro junto de todos os que no, ou em torno do, laboratório desenvolvem a sua actividade (Professores, Estudantes, Investigadores) e que não assumam de modo irresponsável o slogan “o perigo é a minha profissão”.

Dos diversos problemas tratados ao longo do texto, 111 páginas muito concisas e claras, cabe salientar a atenção dada às infra-estruturas de segurança, i.e., o conjunto de estruturas, pessoas e meios cujo funcionamento assegura a diminuição permanente do nível de risco no trabalho. São disso exemplos entre outros os capítulos sobre Responsabilidade e Planeamento de Segurança, Armazenagem de Reagentes, Regras Gerais de Segurança, cursos sobre Segurança e Laboratórios Químicos, Prevenção de Incêndios. Trata-se do tipo de assuntos sobre os quais as pessoas “têm ideias” mas cuja passagem à prática, de forma *metódica*, *coerente* e *organizada* não é geralmente feita. É ideia patente da autora, que subscrevo inteiramente, que é numa política de “Profílixia do acidente” que se baseará o sucesso de qualquer esquema de segurança.

Para além destes aspectos oferecem-se vários capítulos com informação detalhada sobre questões concretas e usuais nos laboratórios, funcionando a nível de manual em assuntos como Técnicas Laboratoriais, Primeiros Socorros, Armazenamento e Cuidados com Reagentes Especiais (explosivos, inflamáveis, corrosivos, incompatíveis, etc.), Combate a Incêndios, etc. Uma divulgação destes capítulos aos estudantes, quando devidamente integrada nos seus trabalhos práticos, será extremamente útil para a sua formação ajudando-os a ajuizar do *porquê* e da *importância* de certos procedimentos de segurança que lhes são (ou deveriam ser) exigidos.

De facto, tanto o destemor irresponsável como o temor paralisante são atitudes a evitar na prática laboratorial.

O livro dispõe ainda de uma secção (impressa em folhas azuis para mais rápida identificação) com informações sobre perigos e cuidados a ter com cerca de 90 compostos e/ou tipos de compostos mais comuns nos laboratórios, ordenados por ordem alfabética.

É um tipo de informação extremamente útil especialmente em laboratórios ou escolas cujas bibliotecas não dispõem dos manuais muito completos (normalmente caros) sobre propriedades de compostos, em particular, as referentes a questões de segurança (inflamabilidade, toxicidade, etc.).

Cumpre destacar ainda a abundante bibliografia (101 referências) de muita utilidade para o leitor mais interessado e/ou envolvido em problemas mais específicos.

Carlos Romão
Dep. de Engenharia Química, IST

“Hazards in the Chemical Laboratory”, editor L. Bretherick, Royal Society of Chemistry (3.^a edição), 1981, 592 págs., £ 15.00.

Hazards in the Chemical Laboratory é uma das mais autorizadas e completas fontes de informação no campo da segurança em laboratórios químicos. Trata-se da 3.^a edição, editada por L. Bretherick — um dos maiores especialistas mundiais em normas e critérios de segurança — e é um livro essencial em qualquer laboratório onde se manuseie equipamento e produtos químicos.

Em relação à 2.^a edição (1977), inclui uma nova secção intitulada Cuidados de Saúde e Primeiros Socorros que trata de produtos químicos carcinogénicos e mutagénicos, controles biológicos para produtos químicos específicos, medidas preventivas, primeiros socorros, produtos químicos associados com a indução do cancro e ainda indicações sobre centros europeus de informação sobre venenos e inspecção de trabalho e autoridades de saúde ocupacional na Europa.

As duas secções sobre os perigos associados aos produtos químicos foram amplamente revistas e aumentadas de modo a incluírem o crescente conhecimento sobre o assunto — em 1974 a lista de substâncias tóxicas incluía 13 000 compostos e em 1978 esse número passou para 34 000. Assim, a secção sobre produtos químicos reactivos aborda entre outras aspectos os efeitos de temperatura e pressão, factores físico-químicos, estrutura e reactividade, compostos redox, pirofosfóricos, peróxidos e que reagem com a água, misturas reactivas perigosas, produtos químicos incompatíveis e riscos potenciais de armazenagem; o capítulo Produtos Químicos Perigosos inclui uma secção organizada alfabeticamente

e constituída por monografias sobre os produtos químicos mais comuns (propriedades, advertências da CEE, recomendações, efeitos tóxicos, reacções perigosas, primeiros socorros e tratamento, riscos de incêndio, processos de eliminação em caso de derrame) e ainda notas curtas sobre os perigos e reacções de algumas centenas de outros produtos menos comuns.

As outras secções do livro cobrem aspectos de política e planeamento da segurança (serviços e equipamento, instalações, iluminação, ventilação e chaminés, mobiliário e bancadas, equipamento de vácuo e de pressão, material de laboratório — manuseamento, armazenagem e eliminação — cilindros de gases, remoção de lixo, etc.); protecção contra o fogo (natureza e origem dos riscos, acções de emergência, tipo de fogo e agentes de extinção mais apropriados); precauções contra as radiações (tipos de radiação, efeitos, dose limite, precauções no manuseamento de fontes radioactivas, aparelhos de medida, precauções contra radiações não ionizantes, ultravioleta, infravermelha, laser, ultra-sons e microondas) e ainda aspectos toxicológicos dos produtos químicos (leis básicas da toxicologia, cinética e metabolismo: absorção e distribuição, metabolismo, excreção, dose e efeito, limites permissíveis de exposição, exposição e forma de absorção, consequências da exposição a matérias tóxicas — trato respiratório e pulmões, pele e olhos, trato gastrointestinal e fígado, sistema cardiovascular, ossos e músculos). Contém ainda uma secção sobre legislação que embora não aplicável poderá servir como orientação neste capítulo.

Os membros da Royal Society of Chemistry têm um desconto na aquisição deste livro; cada cópia contém um vale de 5£ que pode ser usado como parte do pagamento da assinatura do "Laboratory Hazards Bulletin" publicado mensalmente pela R.S.C.

"Health and Safety in the Chemical Laboratory — Where Do We Go From Here?" Publicação especial n.º 15 da Royal Society of Chemistry, 198 págs., £ 16.50, (1984).

O livro de viii + 198 páginas compreende um compilação de um simpósio internacional, organizado pela Royal Society of Chemistry sob os auspícios do Grupo de Trabalhos Profissionais da Federação Europeia de Sociedades de Química que decorreu na Universidade de Lancaster, Reino Unido, de 12 a 13 de Abril de 1983. A maior parte do volume consta de 14 comunicações apresentadas e da discussão subsequente, mas nas páginas finais estão as recomendações saídas do simpósio, a saber:

1. Há uma necessidade imediata e contínua de que as sociedades de Química:

— façam com que o grande público fique mais a par de que os químicos profissionais estão activamente envolvidos em fazer com que a segurança na química aumente;

— contraponham e desencoragem comentários de meios de comunicação adversos relativos à saúde e segurança em Química.

2. Há uma necessidade a longo prazo de que as sociedades de Química participem no desenvolvimento de:

— harmonização internacional de indicações voluntárias sobre saúde e segurança;

— padronização internacional de definições de aciden-

tes e de estatísticas de acidentes juntamente com uma tendência coordenada para obter estatísticas detalhadas sobre acidentes e ocorrências perigosas;

— padronização nacional (pelos governos de base mandatária ou por organizações independentes de base consultiva) da avaliação da eficácia do custo de medidas de controlo relativas a saúde e segurança;

— procedimentos comuns e padrões mínimos (possivelmente através de comités especiais de protocolo) para saúde e segurança no local de trabalho;

— procedimentos comuns para a identificação, relato e incidência de problemas de saúde derivados de doenças relacionadas com o trabalho;

— programas, com parte prática, em saúde e segurança (possivelmente levados a cabo por organismos profissionais) que possam ser utilizados em pequenos negócios.

3. Há uma necessidade a longo prazo de:

— uma definição aceite internacionalmente de carcinógeno, a ser estabelecida;

— estudos de morbidade e mortalidade a serem conduzidos por trabalhadores profissionais que não sejam químicos e entre trabalhadores técnicos e manuais; e para sindicatos conduzirem esses estudos entre os seus membros;

— prémios reduzidos a serem cobrados por companhias de seguro a organizações com bons registos de saúde e segurança;

— maior colaboração em saúde e segurança entre organismos profissionais nos campos da química e toxicologia;

— maior tomada de consciência da toxicologia a ser incluída no treino de químicos.

Traduzido de
Chemistry Internacional 7(3), 23 (1985)
por Mariana Pereira

"Fontes de Informação em Ciência e Tecnologia: Química e Tecnologia Química", Ana Maria R. Correia, Maria João M. Curto, Edição do Cedintec, Lisboa (1985), 400\$00.

Uma obra como a que nos é agora apresentada é extremamente útil por dois motivos diferentes: por um lado, porque lista e descreve as principais fontes de informação para a Química e a Tecnologia Química; por outro lado porque ajuda o leitor a delinear uma estratégia de utilização dessas mesmas fontes, imprescindível, mais do que nunca, na pesquisa automatizada de bases de dados.

A oportunidade da obra, produto de autoras com larga e variada experiência no campo, está bem patente pois traduz, ela própria, uma nova dinâmica da investigação química e da exploração industrial que ora se regista. Daí que pensemos que ela se tornará num elemento indispensável não só de qualquer biblioteca, mas também uma valiosa obra de consulta do investigador ou do técnico, do professor de química e do próprio aluno.

Do prefácio à obra por
A. M. Lobo
Rodrigues de Magalhães

“Primórdios da Ciência Química em Portugal”, A.M. Amorim da Costa, Lisboa, Instituto de Cultura e Língua Portuguesa (1984), 200\$00

A obra *Primórdios da Ciência Química em Portugal* de Amorim da Costa, publicada ultimamente pela Biblioteca Breve, se outros méritos não tivesse, valeria pela chamada de atenção que constitui, no que respeita à quase inexistência de obras recentes sobre a História da Química em Portugal.

O trabalho já mencionado, de cunho essencialmente divulgador, encontra-se estruturado, após breve apontamento sobre a Iatroquímica, de modo a dar-nos conta da importância da Reforma Pombalina da Universidade de Coimbra em favor da institucionalização de uma prática química mais ou menos sistemática e, posteriormente, do seu estatuto como ciência experimental.

Não obstante, a grande qualidade do trabalho apresentado pelo Prof. Doutor Amorim da Costa, a sua enorme utilidade e as pistas fornecidas para posteriores investigações, atrever-me-ei, mesmo assim, a levantar algumas questões suscitadas aquando da sua leitura.

Estas questões, longe de pretenderem constituir uma crítica, deverão ser entendidas como problemas de ordem marcadamente metodológica que se colocaram a quem ensaia os primeiros passos no ofício.

Assim, e como ponto de partida citarei, por exemplo, o que é dito acerca de Thomé Rodrigues Sobral, nomeado, em 1791, lente de Química e Metalurgia da Universidade de Coimbra.

“Como refere o Prof. Simões de Carvalho, os serviços prestados por Rodrigues Sobral ao ensino da Química e ao seu País em épocas memoráveis foram de tal ordem que lhe valeram a honrosa denominação de *Chaptal Português*. Fizeram-lhe essa justiça os sábios escritores Link e Balbi, por comparação com Jean Baptiste Chaptal (1756-1832), o médico francês que se notabilizou na química industrial, e cujo *Ensaio sobre o aperfeiçoamento das Artes Químicas em França* (editado em 1800) é das mais importantes marcas no desenvolvimento da química aplicada. Todavia a denominação de *Guiton Português* ficar-lhe-ia de igual modo bem. Como o químico de Dijon, barão de Morveau, que tantas vezes cita com grande admiração e de cujo Tratado das Afinidades Químicas é tradutor para português, como referimos já, Rodrigues Sobral foi o grande impulsor em Portugal, dos métodos da desinfecção pública...” (pág. 75).

Se acrescentar a este trecho a citação que o autor faz de Andrade de Gouveia (cfr., ANDRADE DE GOUVEIA, A. J., *Químico esclarecido: Vicente de Seabra (1764-1804)*, in Memórias da Academia das Ciências de Lisboa, vol. XXI (976/77)) a propósito dos *Elementos de Chimica* (1788-1790) de Vicente Coelho de Seabra: “adopta a Química do oxigénio com considerações críticas, mas sem restrições de fundo. Apresenta conhecimento exacto e fundamentado, às vezes por experiências próprias, de problemas químicos da época: composição do ar, reconhecimento de substâncias elementares e suas propriedades...” (pág. 62) poderemos constatar o seguinte: o sentido marcadamente eclético da sua actividade científica e a forma como ambos veicularam teorias e práticas importadas do estrangeiro. Nota-se assim, a preocupação em ensinar, aplicar e di-

vulgar a novidade vinda do exterior, havendo uma enorme permeabilidade que encerra em si, frequentemente, ambivalências por vezes, contraditórias. A ilustrá-las veja-se o que é afirmado na página 76: “É pois possível que em 1798 ele (Thomé Rodrigues Sobral) fosse ainda defensor de se não ensinar química por outro compêndio que não fosse o de Scopoli^(*), pelo muito que estimava esse manual embora, certamente o adoptasse com várias reservas pois só assim se compreende o testemunho de Link que se refere exactamente a essa época: *il enseigne la Chimie d’après les nouveaux principes antiphlogistiques*.”

Pese embora o facto de, nesta altura, ainda não existir um compêndio de Química de autoria portuguesa e, Thomé Rodrigues Sobral ter um em preparação, esta situação enquadra-se num contexto geral permeável ao aparecimento de casos que, muito genericamente, se poderão de algum modo tipificar da seguinte maneira: — inexistência de correntes de pensamento científico com contornos bem definidos, com uma real e significativa correspondência na prática científica; — emergência, por vezes meteórica, de “grandes figuras” isoladas que, frequentemente, emigram ou são a isso forçadas, desinserindo-se assim do contexto português; — personalidades vindas do exterior tidas por detentoras da novidade que se pretende implantar; — aparecimento de figuras que, sem apresentarem trabalhos originais ou inovadores, no sentido de protagonizarem revoluções científicas, atingem projecção internamente quer como difusoras do novo, quer porque aplicam a sua ciência em sectores que beneficiam a comunidade incarnando, por vezes, ideais e aspirações. Porque a História das Ciências tem um objectivo concreto que é a ciência que se faz com todas as suas condicionantes e particularidades, a justa medida daquilo que se analisa não pode ser escamoteada.

No entanto, o que é mais comum é historiar-se a ciência, em Portugal, caindo em exageros de análise com destaque para: — valorização das personalidades científicas a tal ponto que se transforma a História das Ciências numa saga de “grandes vultos” atribuindo-lhes muitas vezes características de antecipação científica, nem sempre exactas; — descrição das personalidades por meio de comparações, havendo injustiça para ambas as partes, sendo disso exemplo epítetos como os já mencionados do tipo “Chantal Português” ou “Guiton (sic) Português; — completa demissão de se fazer a História da Ciência portuguesa, por considerá-la incharacterística e desinteressante do ponto de vista da inovação conceptual.

Posto isto, qual será o lugar da investigação histórica sobre a produção científica portuguesa? Qual a metodologia mais adequada às características que ela apresenta? Dever-se-á apontar para uma história assente em “figuras” ou fundada em estratos pluridisciplinares?

Sem ter a pretensão de querer dar uma resposta termino por dizer que a História das Ciências em Portugal representa, na verdade, um desafio.

Este desafio coloca-se a dois níveis distintos: o primeiro implica uma procura metodológica capaz de determinar, com justeza, o lugar das ciências nos diversos contextos históricos da cultura portuguesa, sem preconceitos de qualquer espécie; o segundo, consiste numa busca daquilo em que, de facto, a ciência portuguesa poderá ser original e que eventualmente, terá que

(*) Scopoli, Químico defensor da Teoria do Flogisto.

passar pelo levantamento do papel das ciências face aos problemas postos pelo mundo dos trópicos que, mercê talvez dum passado colonizador recente suscita naturalmente, certos receios de conservadorismo e problemas de consciência.

Porque muito pouco está feito e porque muito há para fazer, é de saudar o aparecimento da obra *Primórdios da Ciência Química em Portugal* cuja leitura é indispensável, pois representa um importante ponto de partida.

Ana Maria Carneiro
Departamento de Química, FCUL

“O Universo Inteligente”, Fred Hoyle, Editorial Presença (1985), 1.600\$00

Grande foi a nossa estupefacção ao lermos, há alguns anos, o título duma comunicação de F. Hoyle e C. Wickramasinghe em que era anunciada a obtenção de evidência, por espectroscopia de infra-vermelhos, da presença de proteínas (ou péptidos) algures no espaço sideral. Depois de lermos o texto concluímos que os autores tinham afinal cometido o erro que nós procuramos que os nossos estudantes não cometam e que nos fazem dizer: “a ausência dum pico espectral poderá ser prova da ausência dum dado composto, mas a presença dum pico por si só nada prova quanto à presença seja do que for”. Depois de termos lido este livro de Hoyle, ficámos com a impressão de que se tivesse alguma vez argumentado, com a mesma ingenuidade, que encontrara, por infra-vermelhos, evidência de que existem vírus já feitos e prontos para nos atacarem de gripe no próximo inverno, o erro científico talvez fosse da mesma ordem de grandeza, mas por certo o efeito sobre o leitor leigo nestes assuntos, esse valeria a pena.

No primeiro capítulo deste seu livro, Hoyle rejeita liminarmente todo o trabalho de algumas centenas de químicos que durante os últimos trinta anos têm vindo a demonstrar que existe realmente uma evolução química prebiótica que é de resto evidente nos meteoritos e outros corpos celestes que têm sido observados durante os últimos anos. Mas para isso usa dados da própria Química que, mais uma vez, estão infelizmente errados. É o exemplo sonante mas ingénuo da banheira cheia de produtos químicos à espera de que se forme um dos 2000 enzimas conhecidos (sem banheira e com muito menos produtos químicos obtêm-se hoje, com toda a facilidade, de entre os milhões de compostos orgânicos conhecidos, essencialmente e quase apenas os monómeros, ou os seus precursores, dos polímeros biológicos). É o exemplo de grande efeito da comparação da probabilidade de resolução do cubo de Rubik com a probabilidade da produção de péptidos bio-activos (o autor parece ignorar que os aminoácidos não se comportam quimicamente todos da mesma maneira e ignora que em experiências de simulação prebióticas os aminoácidos de Miller originam proteinóides com actividade pré-enzimática); este é um exemplo da aplicação do cálculo de probabilidades a dados viciados. Mas Hoyle não gasta muito tempo com a Química.

No segundo capítulo comenta Darwin e rejeita liminarmente a evolução biológica neo-Darwinista (micro-evolução), usando argumentos da Genética Molecular. Certamente estes argumentos são de peso, mas não acreditamos que qualquer geneticista molecular, mesmo prémio Nobel, como Crick, interprete os seus re-

sultados com a mesma ligeireza com que Hoyle o faz — de resto esquece que também há um prémio Nobel a estudar a evolução química para a vida. Depois entra rapidamente no terceiro capítulo para nos transmitir a grande mensagem do seu livro: a vida veio do Espaço. Quando os canais de Marte foram descobertos na primeira década deste século, começou a falar-se de marcianos e de vida fora da Terra; foi então que Arrhenius propôs a hipótese da panspermia que Hoyle retomou substituindo esporos por vírus (também aqui o autor não é original, pois já nos anos vinte se pensou que a vida surgiu dos cristais, os vírus cristalinos). No entanto, ensinaram-nos que os vírus só podem reproduzir-se e dar origem a nova vida parasitando outras espécies; assim, não entendemos como poderão ter germinado e produzido vida na Terra antes de cá haver vida. À medida que avançamos na leitura, a nossa curiosidade foi crescendo, pois gostaríamos de saber como teriam surgido no Universo os primeiros vírus, mas afinal chegámos ao fim sem que o autor desvendasse este mistério que continua de pé. Mas começamos a afastar-nos da Química e não quereríamos seguir o caminho de Hoyle, argumentando em terrenos que não são da nossa especialidade.

Há quase vinte anos deliciamo-nos a ler os livros de Erich Von Daniken em que o autor re-interpretava dados arqueológicos para consubstanciar a sua teoria de que a Terra foi visitada por extra-terrestres em tempos pré-históricos. Von Daniken criava a imagem dum fanático utilizando a ciência para construir uma anti-ciência servindo a sua religião de extra-terrestres. Depois surgiram outros autores ainda mais fanáticos (ou menos escrupulosos) e este tipo de literatura, que se tinha popularizado, caiu em descrédito. Ler Hoyle deliciou-nos tanto como ler Von Daniken, pelas suas ideias igualmente originais e até pela sua própria anti-ciência. Admiramos Hoyle pela sua coragem e perseverança e respeitámo-lo pelo reconhecimento científico que a sua actividade como astrónomo tem recebido; além disso diverte-nos com as suas diabruras no domínio da Química, que de resto é bem evidente ser ciência de que não gosta (pois se gostasse da Química talvez fosse um fanático da teoria da evolução química para a vida). Assim recomendamos vivamente a leitura de “O Universo Inteligente” nas suas férias; leve também alguns dos livros heréticos de Von Daniken ou seus sucessores, alguns romances policiais e também alguns livros de ovniologia ou ficção científica; os últimos poderão ser do próprio Sir Fred Hoyle de que também é autor conhecido.

Hernani Maia
Universidade do Minho

“A Criação”, P. W. Atkins, Editorial Presença (1985), 850\$00

«Remontamos agora para lá do momento da criação, quando não havia tempo e onde não havia espaço. Deste nada nasceu o espaço-tempo, e com o espaço-tempo nasceram as coisas. Na devida altura surgiu também a consciência, e o universo, inicialmente inexistente, cresceu ciente e si próprio».

A obra de Peter Atkins que é objecto deste comentário é muito diferente, no seu conteúdo, das outras obras do autor. Essas outras obras (1) impuseram-se pelo seu rigor científico e por uma forte preocupação didáctica, e por isso se tornaram obras amplamente utilizadas no ensino universitário. A presente obra confirma e em certo sentido reforça essas qualidades do autor.

A *Criação* é uma tentativa de “descrição da natureza e da origem do universo, mas não se trata de mais um livro sobre astronomia ou partículas elementares”. O objectivo central do autor consiste em mostrar que por detrás da complexidade aparente do universo se esconde a extrema simplicidade: “... o caminho para o entendimento consiste em eliminar as aparências de forma a pôr a nu a essência. Essa essência é sempre de uma extrema simplicidade”. Ao reduzir a complexidade à simplicidade extrema, o autor elimina o Criador como personagem da cena da Criação; na falta de papel para desempenhar, o Criador não pode actuar e transforma-se num mito.

A obra apresenta aspectos muito interessantes no domínio da explicação do mundo físico como por exemplo a explicação da dimensionalidade do espaço-tempo e a explicação de porquê não podemos ver (mas podemos ouvir) para além das esquinas... Estes e outros aspectos fazem do livro uma leitura recomendável para estudantes de ciências de nível universitário, e também para um público mais vasto de posse de uma formação científica elementar.

Peter Atkins não teme a incursão frequente em comentários de natureza especulativa: “Podemos agora reunir estas ideias e deixar a imaginação pairar sobre esta meia eternidade. Começaremos antes do começo, permitiremos a especulação sem limites e prosseguiremos o voo do universo para além do seu futuro”. Esta metodologia é extremamente fecunda na medida em que permite ao leitor libertar-se das amarras intelectuais em que determinado tipo de discurso científico invariavelmente o coloca. Para além disso essas “especulações” são credíveis na medida em que são apoiadas por referências apropriadas e tratadas com as necessárias cautelas.

Outro aspecto que importa sublinhar é o carácter conscientemente *reducionista* da obra: “Este é um ensaio de reducionismo extremo e de racionalismo militante” ou, noutra passagem, “a tendência da energia para o caos transforma-se em amor ou em guerra através da mediação de reacções químicas”. Este carácter *reducionista*, que poderá constituir razão de sobra para uma investida destrutiva por parte de certos “epistemólogos”, é para mim um dos aspectos mais sedutores desta obra de Peter Atkins. Ela é uma boa demonstração de que o reducionismo não é em si um bicho mau a abater do ponto de vista epistemológico. Com efeito, só em casos muito particulares é que as diferentes abordagens *reducionistas* são contraditórias ou incompatíveis. Quem poderá hoje negar a importância da obra de Claude Lévi-Strauss para a antropologia pelo facto de ser estruturalista, ou da de Malinowski ou Robert Merton no campo da sociologia por serem funcionalistas, ou da obra filosófica de Husserl por ser fenomenologista? É certo que a realidade física, social ou individual é complexa e que a sua análise exige a consideração dos seus diferentes níveis e da sua articulação. Mas também é certo que o conhecimento global é uma utopia, uma meta a atingir, e que as diferentes abordagens “*reducionistas*” abrem geralmente perspectivas de conhecimento, evidenciam relações e oferecem explicações que em princípio se completam. Não se pretende com isto defender um ecletismo epistemológico, mas sim uma certa forma de pragmatismo: são as interrogações bem formuladas que devem determinar os meios epistemológicos e metodológicos a utilizar para produzir respostas pertinentes. Neste contexto *A Criação* é um livro exemplar. Viva o reducionismo!

Entretanto, a metodologia *reducionista* revela as suas fraquezas, por exemplo, à medida que o texto se desenvolve na procura do “extremamente simples”. Tentemos ilustrar. Para compreender a criação de qualquer coisa a partir do nada, o autor sugere que pensemos no processo inverso da colisão matéria-antimatéria: “A colisão entre uma partícula e uma anti-partícula conduz a essencialmente nada — uma gota de energia”. Não estou certo de que o argumento seja convincente para toda a gente. Quando há colisão entre uma partícula e uma anti-partícula, a aniquilação da massa implica o aparecimento de radiação (a gota de energia). Mas essa radiação é o equivalente da massa aniquilada e não há aparentemente razão para considerar que a energia está mais próxima da categoria de “essencialmente nada” do que a massa de que proveio. Poderiam citar-se outros exemplos que parecem todos remeter para limitações próprias da linguagem (e do intelecto de que ela é um reflexo) na exploração desta problemática tão fugidia como é a da Criação. É aliás interessante notar que nestes domínios difíceis a linguagem do autor se modifica, de uma forma claramente voluntária, para assumir um estilo mais afirmativo que demonstrativo, fazendo por vezes lembrar o estilo dos textos bíblicos: “No princípio há o começo. No começo não havia nada. O vazio absoluto e não apenas o espaço vazio. Não havia espaço; nem havia tempo porque isso era antes do tempo. O universo era destituído de forma e vazio”.

Se a metodologia *reducionista* se defronta com dificuldades na fronteira da “simplicidade derradeira”, algo de semelhante se verifica na fronteira oposta, a da complexidade, a da análise do biológico, do humano e do social. Neste domínio o reducionismo conduz o autor a uma posição que não é nova, que foi claramente formulada por Francis Crick: “o objectivo último das tendências modernas da biologia é de facto o de explicar *toda* a biologia em termos de física e de química” (2). Também neste domínio o autor recorre a “extravagâncias” de linguagem que evitam a queda do discurso no cientismo estreito: “É inegável (mas não necessariamente previsível) que uma vez que as moléculas se encontrem face à possibilidade de se reproduzirem elas unir-se-ão, aqui ou ali (aí onde isso acontecer), em combinações que assumirão a forma e terão as funções dos homens e que esses homens serão um dia encontrados a deambular na natureza. A sua função especial, mas não significativa, consiste em serem capazes de agir como comentadores sobre a natureza, conteúdo, estrutura e origem do universo e, secundariamente, em poderem imaginar e retirar prazer de fantasias comunicáveis”.

Esta obra de Peter Atkins tem uma frescura que faz dela como que um poema em prosa que desenvolve um naturalismo visionário. E tem o grande mérito de proporcionar, através de múltiplas considerações e especulações interessantes, um florescer de pensamentos fecundos e excitantes.

REFERÊNCIAS:

- [1] a) P. W. Atkins, *Quanta: a handbook of concepts*, Clarendon Press, Oxford (1974); b) P. W. Atkins, *Molecular Quantum Mechanics*, Clarendon Press (1970); c) P. W. Atkins, *Physical Chemistry*, Oxford University Press (1978); d) P. W. Atkins, *The Second Law*, Freeman (1983).
- [2] Francis Crick, *Of Molecules and Men*, University of Washington Press, Seattle (1966).

J. J. Moura Ramos
Departamento de Engenharia Química, IST

ESTAMOS PRESENTES NO MUNDO COM A QUALIDADE DOS NOSSOS PRODUTOS

QUIMIGAL

Empresa internacionalmente prestigiada.
Os nossos produtos dignificam a indústria
de Portugal contribuindo fortemente
para a expansão da sua economia.

Fornecemos qualidade
na nossa experiência.

Na nossa tecnologia.

Nos bens e serviços produzidos.

Adubos, Pesticidas e Sementes.

Produtos de Química Inorgânica, Gases Industriais,
Metais Não-Ferrosos e Preciosos,
Peletes de Óxido de Ferro e Não-Metais.

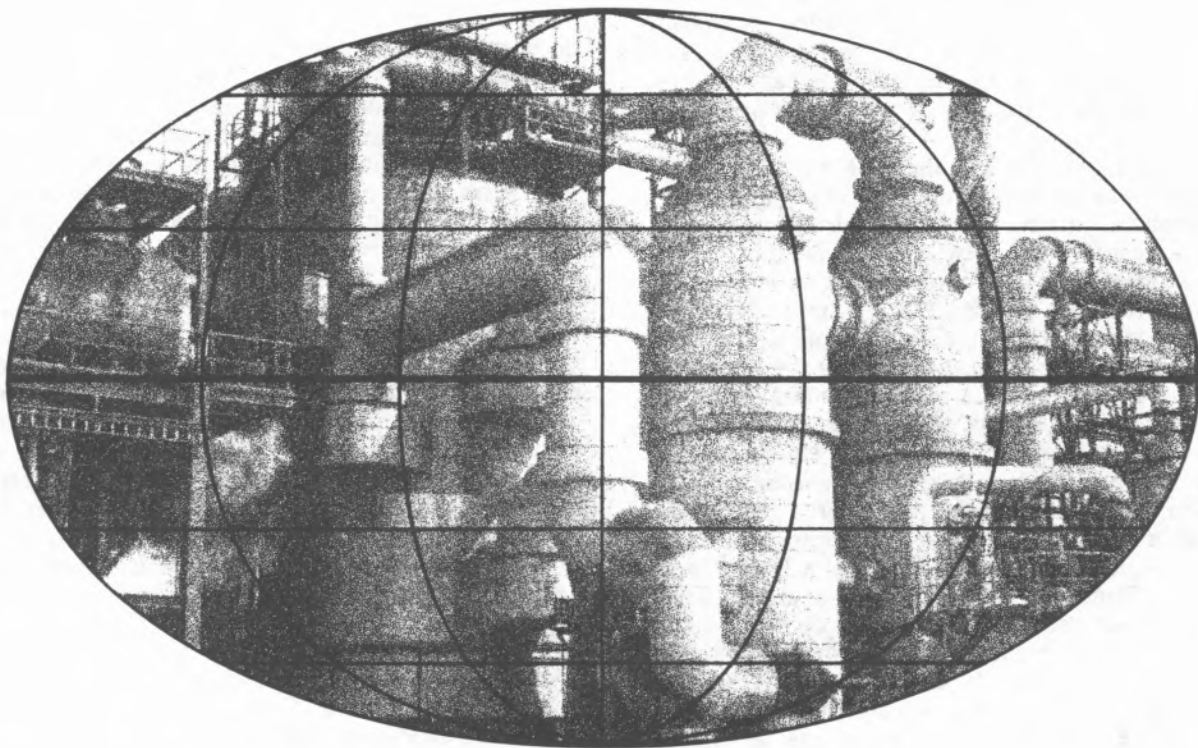
Produtos de Química Orgânica.

Plásticos e Derivados, Fibras e Derivados,
Fibra de Vidro e Especialidades Químicas.

Margarinas, Óleos Comestíveis, Sabões e Glicerinas.

Produtos para a Pecuária.

Têxteis para o lar.



HIPER-C-82



QUIMIGAL QUÍMICA DE PORTUGAL, E.P.
Av. Infante Santo, 2 — 1399 LISBOA CODEX

boletim

SOCIEDADE
PORTUGUESA
DE
QUÍMICA



O Boletim da Sociedade Portuguesa de Química é o melhor suporte para tomar contacto com os químicos e engenheiros químicos portugueses e com as instituições e firmas que os empregam

Para as suas inserções publicitárias escreva para a Sociedade Portuguesa de Química, Av. da República, 37, 4.º 1000 LISBOA, ou telefone para 57 26 16 ext 266 (Eng.ª Matilde Marques)

NORMAS PARA A PUBLICAÇÃO DE ORIGINAIS NO BOLETIM

1. Os originais devem ser enviados em 3 exemplares (dactilografados) em envelope dirigido ao director do Boletim da Sociedade Portuguesa de Química, Av. da República, 37, 4.º, 1000 LISBOA.
2. Os originais não devem exceder, na generalidade, 15 páginas dactilografadas a 2 espaços.
3. As gravuras, desenhos, esquemas e outras figuras que acompanhem os originais devem estar numeradas e acompanhadas das legendas correspondentes. A qualidade das ilustrações deve permitir uma boa reprodução. As fórmulas complexas devem ser preparadas como ilustrações.
4. Os artigos publicados são da exclusiva responsabilidade dos seus autores.
5. As regras de nomenclatura a utilizar devem ser exclusivamente as regras recomendadas pela IUPAC.
6. Compete à Direcção do Boletim a aceitação da publicação de qualquer original que lhe seja submetido. Em caso de dúvida sobre o interesse desta, o original será submetido a apreciação por, pelo menos, dois especialistas sócios da SPQ designados pela Direcção do Boletim.

PREÇO DA PUBLICIDADE POR NÚMERO DO «BOLETIM»

Página interior (só preto)

1/8 de página.....	5 000\$00
1/4 de página.....	7 000\$00
1/2 página.....	10 000\$00
1 página.....	15 000\$00

Capas 2/3 (a duas cores)

1/8 de página.....	7 000\$00
1/4 de página.....	10 000\$00
1/2 página.....	15 000\$00
1 página.....	25 000\$00

Capa 4 (a duas cores) 35 000\$00

FALECEU
JOSÉ MENDES MOURÃO
PRESIDENTE DA JNICT

No dia 8 de Setembro faleceu, com 41 anos, José Caetano Mendes Mourão, Presidente da Junta Nacional de Investigação Científica e Tecnológica. Licenciado em Medicina Veterinária e doutorado em Bioquímica pela Universidade de Bristol, Mendes Mourão tinha há já alguns anos inflectido a sua actividade para a gestão da política científica e tecnológica.

A Sociedade Portuguesa de Química manifesta publicamente o seu pezar pela morte prematura de um membro da comunidade científica nacional que muito lutou e contribuiu para melhorar as condições de investigação dos cientistas portugueses.

S.P.Q.

PRÉMIO
FERREIRA DA SILVA

Lembramos aos Sócios da S.P.Q. que as propostas de candidatura para o Prémio Ferreira da Silva, 1986, devem ser enviadas à Direcção da Sociedade até 31 de Dezembro de 1985.

Pela Direcção
A. Romão Dias
Secretário-Geral