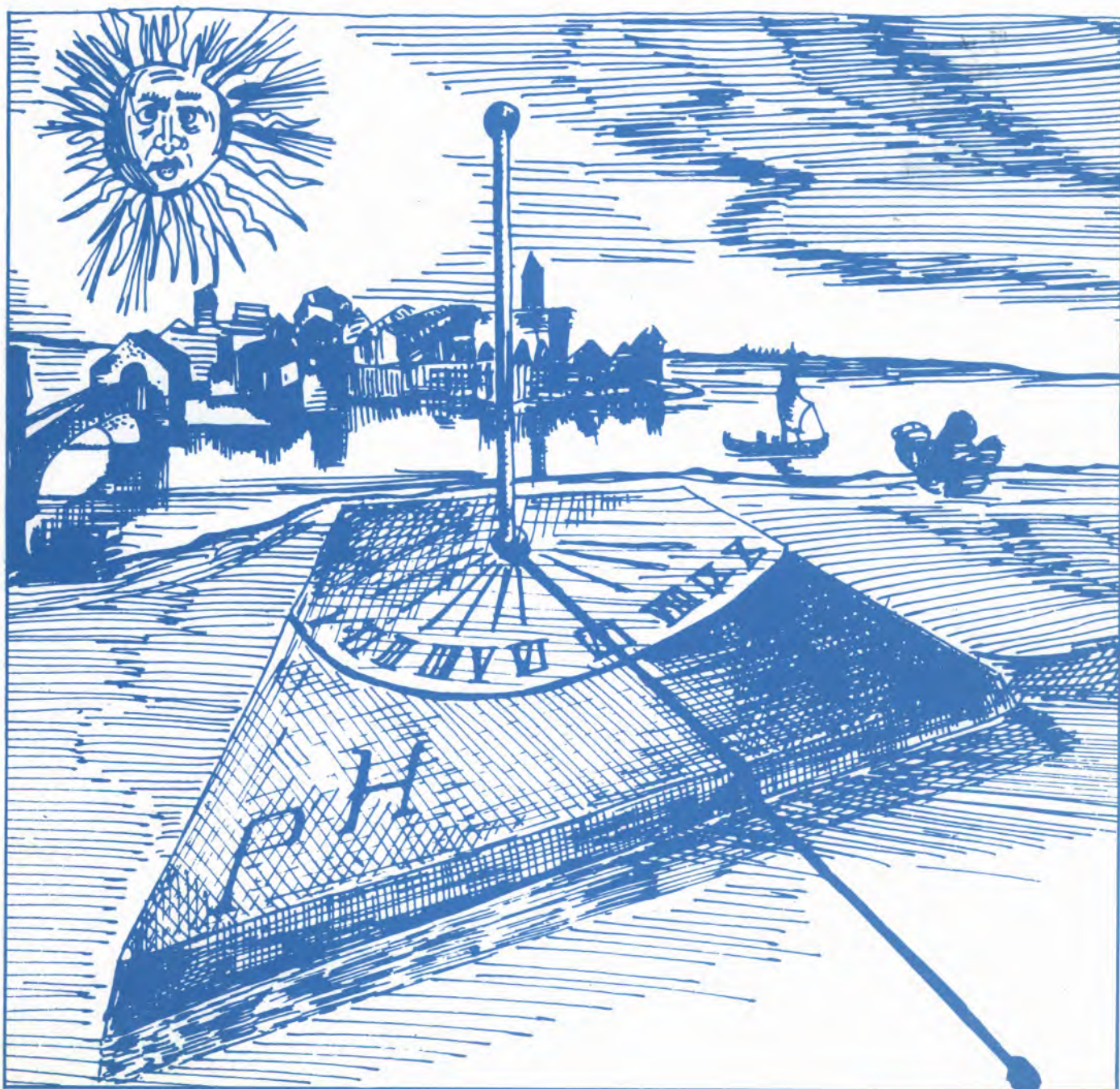


boletim

SOCIEDADE
PORTUGUESA
DE
QUIMICA



Publicação Trimestral • N.º 37 (Série II) • Setembro 1989



SOCIEDADE PORTUGUESA DE QUÍMICA



CORPOS GERENTES

Presidente — **M.A.V. Ribeiro da Silva**
 Vice-Presidente — **A.J. Campos Varandas**
 Secretário-Geral — **C. Nieto Castro**
 Secretários-Gerais Adjuntos
 — **Luísa Maria Abrantes** e **Fernando Jorge Pina**
 Tesoureiro — **Luís Paulo Rebelo**

Conselho Fiscal

Presidente — **Vitor Lobo**
 Vice-Presidente — **Inês Florêncio**
 Relator — **António Palavra**

Mesa da Assembleia Geral

Presidente — **Maria Alzira Ferreira**
 1.º Secretário — **Maria Teresa Barros**
 2.º Secretário — **João Rui Guedes de Carvalho**

ASSEMBLEIAS REGIONAIS

DELEGAÇÃO DO NORTE (Sede no Porto)

Assembleia Regional

Presidente — **João Cabral**
 1.º Secretário — **Raul Barroca**
 2.º Secretário — **José Luís 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 — **Filomena Camões**
 2.º Secretário — **Maria da Graça Correia**

Direcção da Delegação Regional

Presidente — **Romão Dias**
 Secretário — **José Costa Reis**
 Vogal — **Maria Helena Pereira**

boletim

Propriedade e edição da Soc. Port. de Química

Director:

RAQUEL GONÇALVES (FCL)

Directores Adjuntos:

ANA SIMÕES (INIC)
 ANTÓNIO CALADO (FFL)
 LÍDIA ALBUQUERQUE (FCL)
 MANUEL GIL (EDP)

Redacção e Administração

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 9 às 13 e das 14 às 17 horas)

SECÇÕES TEMÁTICAS:

Informações, actualidade

Filomena Martins (FCL)

Educação em Química

Elisa Maia (FCL)
 Isabel Pinheiro Martins (Univ. Aveiro)

Química e Indústria

António Gonçalves da Silva (SONADEL)
 João Moura Bordado (HOECHST)

Evolução Química

Hernâni Maia (Univ. Minho)
 Joaquim Moura Ramos (IST)

Segurança nos Laboratórios

Maria João Marcelo Curto (LNETI)

Química e Saúde

Eduarda Rosa (FFL)

Computadores em Química

Fernando Fernandes (FCL)
 Filomena Freitas (FCL)

História da Química

António Amorim Costa (Univ. Coimbra)
 António Manuel Nunes dos Santos (Univ. Nova Lisboa)

Congressos e Conferências

Maria Regina Tavares (LNETI)

Publicidade

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

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



THE INTERNATIONAL UNION OF PURE AND APPLIED CHEMISTRY (IUPAC)

Become an IUPAC chemist

- Join the IUPAC affiliate membership scheme
- Attend an IUPAC conference
- Learn about IUPAC recommendations

SUPPORT YOUR INTERNATIONAL UNION

What is IUPAC?

Formed in 1919, IUPAC is a voluntary, non-governmental, non-profit association of organizations known as national adhering organizations (NAOs). An NAO represents the chemists of a member country.

IUPAC has over 40 NAOs. Twelve other countries, known as Observer Countries, are also linked to IUPAC.

IUPAC is the recognised world authority on chemical nomenclature, terminology, symbols, units, atomic weights and related topics.

IUPAC provides advice on chemical matters to international agencies such as the World Health Organization (WHO), UN Food and Agricultural Organization (FAO), United Nations Education, Scientific and Cultural Organization (UNESCO), International Organisation for Standardization (ISO) and Organisation Internationale de Métrologie Légale (OIML).

Divisions and commissions

Some 1500 chemists throughout the world are engaged in the scientific work of IUPAC on a voluntary basis. These chemists work on IUPAC's committees and commissions. IUPAC has 32 commissions, which are grouped into the following seven divisions:

I Physical	IV Macromolecular
II Inorganic	V Analytical
III Organic	VI Applied
	VII Clinical

Each division has several commissions. For example, the Physical Chemistry Division has commissions on spectroscopy, electrochemistry and symbols; whilst the Applied Chemistry Division has commissions on food chemistry and atmospheric chemistry etc. The commission members elect a division committee which regulates the affairs of the division. Commission members may be 'titular' or 'associate'. The Union makes payment towards the travel and subsistence costs of titular members, but not associate members, to attend commission meetings or general assemblies. In due course associate members frequently become titular members.

Did you know?

- IUPAC sponsors about 30 **conferences** throughout the world each year. Amongst the most successful are the CHEMRAWN conferences: CHEMICAL Research Applied to World Needs.
- IUPAC is highly active in **chemical education**. For example, it organizes workshops and sponsors symposia on chemical education and publishes the *International Newsletter on Chemical Education*.
- **Chemical industry** throughout the world is closely involved in the work of IUPAC. IUPAC has links with approximately 180 Company Associates in over 20 countries.
- IUPAC has formal links with 30 regional and international organizations — Associated Organizations — concerned with chemistry and its applications.
- IUPAC **publishes** conference proceedings, definitive volumes of chemical data and compendia on nomenclature, quantities, symbols and units (the famous Green, Red, Blue and Orange Books).
- IUPAC publishes the scientific journal *Pure and Applied Chemistry* which cuts across disciplinary boundaries to present major research in all areas of chemistry.
- **News** about IUPAC, its chemists, its affiliate membership scheme, its publications, its recommendations, its conferences and its commission and committee meetings is published regularly in the IUPAC news magazine *Chemistry International*.

ABOVE ALL DID YOU KNOW THAT

- You too can become involved with IUPAC and thus have an opportunity of influencing the affairs of chemistry at an international and interdisciplinary level?

What are IUPAC's objectives?

IUPAC has four major objectives:

- to promote continuing co-operation among the chemists of the member countries;
- to study topics of international importance to pure and applied chemistry which need regulation, standardization, or codification;
- to co-operate with other international organizations which deal with topics of a chemical nature;
- to contribute to the advancement of pure and applied chemistry in all its aspects.

Have you become an IUPAC affiliate yet?

If you would like to learn about IUPAC and what it is doing and also have the chance of becoming involved in its activities, then we recommend that you become an IUPAC affiliate. The affiliate membership scheme was launched in 1986 in order to maximize the participation of chemists throughout the world in the affairs of IUPAC and also to disseminate information about its activities to a much wider audience. At present there are 7500 affiliates from 96 countries. These include 700 chemists from Third World countries, many of whom are sponsored by IUPAC grants.

What are the benefits of affiliation to IUPAC?

As an affiliate member of IUPAC you will:

1. Be visible as a potential recruit for the scientific work of IUPAC. The names and addresses and other details of affiliates who express an interest in the work of a commission are submitted to that commission.
2. Receive six copies per year of the IUPAC news magazine *Chemistry International*.
3. Be entitled to communicate directly on scientific matters with the officers of IUPAC commissions. Affiliates are kept informed of IUPAC's programmes and the names, addresses and telephone numbers of commission officers. Affiliates are thus able to provide an input at the early stages of the work of the commissions.
4. Be entitled to communicate with IUPAC division and commission members and other affiliates through the correspondence column of *Chemistry International*.
5. Be entitled to obtain 25% reduction on the cost of all IUPAC publications except the scientific journal *Pure and Applied Chemistry*.
6. Be entitled to 10% reduction or 'own members' rates on the registration fees of IUPAC-sponsored conferences.
7. Be entitled to wear the IUPAC tie or scarf.
8. Be entitled (where applicable) to reduction of income tax on your affiliate fee, according to existing arrangements made by your national chemical society (NCS) or negotiated by IUPAC.

How can you become an affiliate member of IUPAC?

It is only possible to become an IUPAC affiliate through your NAO or your NCS. All NAOs have been invited to operate the affiliate membership scheme. Those operating the scheme have set up their own mechanisms for registering affiliates. They will inform you how to register.

IF YOU ARE ALREADY AN AFFILIATE YOUR NAO OR NCS WILL INFORM YOU HOW TO RENEW YOUR SUBSCRIPTION.

A number of countries, particularly developing countries, do not yet have formal links with IUPAC. Chemists in these countries who are interested in becoming IUPAC affiliates should write to the Affiliate Affairs Secretary at the address below.

How much does affiliate membership cost?

The affiliate subscription varies slightly from country to country, depending on a number of factors including local handling and mailing costs and currency exchange rates. Your NAO or NCS will inform you about the current affiliate subscription.

Chemists from countries not already operating the scheme may apply for IUPAC affiliate membership directly to:

Affiliate Affairs Secretary
IUPAC Secretariat
Bank Court Chambers
2-3 Pound Way
Cowley Centre
Oxford OX4 3YF
UK

SUMÁRIO

- Informações, actualidade 3
- Pequena Crónica Arqueológica — cristalização e recristalização, *Pierre Laszlo*..... 7
- Sobre a Fusão Nuclear de Deuterões induzida electroquimicamente, *César A. Nunes Viana* 13
- Um Contributo para a Formação de Professores — descrição de um caso em Metodologia da Química (8.º ano), *M. Mercês Sousa Ramos e M. Luz Castro Ribeiro*..... 17
- Informação e Comunicação — relato de uma experiência pedagógica, *Pedro Manuel Saraiva* 23
- O Sol, a Pele e os Protectores Solares, *Fátima Norberto* 27
- ROK: a Modulação Cinética tornada fácil, *Luís Sousa Lobo*..... 29
- A Propósito do Carbonato de Sódio, *C. Ferreira de Miranda*..... 31
- Pensar a Química — Bachelard e o Materialismo Racional, *Raquel M. C. Gonçalves* 37
- O Ensino da Segurança - 1 — Licenciaturas do Departamento de Química da FCL, *Anselmo M. Elias e Maria Elizabeth Elias*..... 43

BIBLIOTECA DE PROGRAMAS

A secção temática **COMPUTADORES EM QUÍMICA** está a organizar uma **BIBLIOTECA DE PROGRAMAS**.

Os programas (em disquetes de 5.25") poderão ser adquiridos mediante o envio de um cheque de 500\$00 (para pagamento da disquete e portes de Correio) dirigidos à Sociedade Portuguesa de Química.

PROGRAMAS DISPONÍVEIS:

- 1 — Simulação de uma Curva de Titulação
Ácido Fraco — Base Forte
(descrição no Bol. Soc. Port. Quím., 1985, 22, 67)
- 2 — Determinação Computacional da Temperatura Crítica Superior de Solução de uma Mistura Líquida Binária
(descrição no Bol. Soc. Port. Quím., 1988, 34, 19)
- 3 — Determinação Computacional de Funções Termodinâmicas de Activação a partir da Equação de Everett e Wynne-Jones
(descrição no Bol. Soc. Port. Quím., 1988, 34, 19)
- 4 — Um Programa de Cálculo do Modelo de Hückel em Microcomputador
(descrição no Bol. Soc. Port. Quím., 1986, 33, 26; dispomos de versões para os micros Apple IIe e Apple IIc e encontra-se já em preparação uma versão destinada a ser utilizada com MS-DOS)

Informações, Actualidade *

Olimpíada de Química — semi-final — Zona Sul

A Olimpíada da Química é uma realização da Sociedade Portuguesa de Química (SPQ) que visa estimular o interesse pela Química entre os alunos do ensino secundário através da sua competição. Simultaneamente procura-se criar uma oportunidade para alunos e professores encontrarem colegas de outras escolas, com quem possam trocar ideias, experiências, materiais de ensino e aprendizagem.

A 8.^a realização da semi-final da Zona Sul teve lugar na Escola Secundária da Parede no dia 13 de Maio de 1989.

Participaram 91 equipas de 48 escolas. Cada equipa era constituída por 4 alunos e um professor acompanhante. Estiveram, assim, envolvidos cerca de 500 pessoas entre participantes e elementos da organização e de apoio. Segundo o Regulamento são considerados 4 níveis de participação, de acordo com o ano de escolaridade dos alunos:

- I — 11.^o ano de Quimicotecnia e/ou 12.^o ano de Química
- II — 10.^o Ano de Quimicotecnia
- III — 10.^o e/ou 11.^o anos (ou 1.^o e 2.^o anos complementares) que não sejam da formação vocacional de Quimicotecnia
- IV — 8.^o e/ou 9.^o anos.

Todas as equipas se submeteram durante a manhã a duas provas classificativas, uma laboratorial e outra de índole interpretativa e criativa. As equipas vencedoras destas provas foram as seguintes:

Nível I

- 1.^o — Estrôncios e Moles — Escola Secundária de Linda-a-Velha
- 2.^o — Ases da Retorta — Escola Secundária n.^o 2 de Abrantes
- 3.^o — Triquilar — Escola Secundária do Monte da Caparica

Nível II

- 1.^o — Os Estrôncios — Escola Secundária Mouzinho da Silveira — Portalegre
- 2.^o — Os Desconhecidos — Colégio Valsassina — Lisboa
- 3.^o — Os Positrões — Escola Secundária de Benfica — Lisboa

Nível III

- 1.^o — Pupilos do Exército — Instituto Militar dos Pupilos do Exército — Lisboa

- 2.^o — Zacatraz — Colégio Militar — Lisboa
- 3.^o — Electrólitos — Escola Secundária da Parede

Nível IV

- 1.^o — Os Orbitais — Escola Secundária Alfredo Silva — Barreiro
- 2.^o — Os Magos da Química — Escola Secundária n.^o 1 de Alverca
- 3.^o — Os Bicarbonatos — Escola Secundária de Benfica — Lisboa

Durante a tarde foram apresentados facultativamente trabalhos realizados por diversas equipas presentes, os quais proporcionaram discussões de grande interesse. Entre os trabalhos de Química apresentados destacamos: Painéis; Experiências espectaculares; Palavras cruzadas; Programas de computador; Videogramas; Jogos; História da Química.

A par destas actividades houve oportunidade de convívio entre os participantes, tanto no almoço como na merenda em que, como tradicionalmente, foi oferecido o «Bolo da Olimpíada».

A Organização regista com agrado o crescente envolvimento das escolas que se tem traduzido, por um lado num aumento significativo do número de equipas participantes e, por outro lado, num maior número, qualidade e originalidade dos trabalhos facultativos apresentados.

Agradecimentos:

A Organização agradece o apoio (financeiro ou logístico) dado pelas Instituições e Empresas que a seguir se indicam, que tornou possível esta realização: Escola Secundária da Parede; Direcção-Geral do Ensino Básico e Secundário (DGEBS); Secretaria de Estado da Reforma Educativa; Fundação Calouste Gulbenkian; Caixa Geral de Depósitos; Câmara Municipal de Cascais; Tecnodidáctica; Gradiva; Livraria Escolar Editora; Soquímica; Barral; Siemens.

1989. Julho. 13

Pel, A Organização: Maria da Visitação Barbosa; Maria Manuela Malhoa Gomes; Mariana P. Pereira; Maria Elisa M. Pestana.

Descafeinado, mas com aroma!

Ernest K.C. Yu, investigador da sociedade de biotecnologia canadiana Allelix Inc. em Ontário, propôs recentemente uma nova técnica para a descafeinação que evita a destruição de aromas e eventuais contaminações pelo solvente — inconvenientes dos métodos actuais.

O novo processo consiste no uso de ciclodextrinas — moléculas cíclicas — que actuam como *atractores* da cafeína.

O café é tratado em solução aquosa. O interior do anel, sendo hidrófobo, possui a cavidade livre de moléculas de água e pode portanto *captar* outras moléculas de tamanho e forma apropriadas.

No decurso do seu trabalho, Ernest K.C. Yu determinou dois tipos de ciclodextrinas (ditas alfa e beta), cuja forma e tamanho são adaptados à cafeína. O investigador demonstrou ainda que se se polimerisar as ciclodextrinas, o rendimento da descafeinação pode atingir, em laboratório, os 90%.

Este número é ainda inferior aos 97% alcançados pelos métodos actuais, que passam ou pelo recurso à corantes — com destruição do aroma original — ou recorrem a extracções por solventes orgânicos — com eventual contaminação do produto descafeinado.

O processo agora proposto elimina os inconvenientes da descafeinação e espera-se para breve a sua aplicação para sossego dos apreciadores mais cuidadosos.

Adaptado de «La Recherche», Dezembro 1988

Auxílio aos abutres do jardim zoológico

Os abutres que vivem em liberdade têm o hábito de se banhar em charcos de água com hematite, o que confere às suas penas do peito uma cor castanha-ferrugem. Infelizmente, as aves que vivem em cativeiro não têm a possibilidade de seguir este seu instinto natural, porque nos jardins zoológicos não há charcos de água com hematite. Para solucionar este problema, a direcção do Zoo de Wuppertal teve a ideia de recorrer a um pigmento de óxido de ferro da Bayer para ir ao encontro do ideal de beleza destas aves de rapina.



A febre da supracondutividade

O ritmo a que se multiplicam os artigos e trabalhos sobre supracondutividade é tal, que se tornam *ultrapassados* ao fim de poucas semanas. Esta é a opinião de Theodore H. Geballe, físico da Universidade americana de Stanford.

Ainda segundo Geballe, fala-se demais em materiais supercondutores à temperatura ambiente, o que seria verdadeiramente revolucionário, sem que no entanto ninguém o tenha ainda comprovado. Esta *febre* leva mesmo alguns investigadores a tomarem as suas esperanças por realidades, apresentando-nos desta forma alguns resultados *antecipados*, defende ainda aquele físico americano.

Entretanto, equipas japonesas trabalham afincadamente sobre o cério, abrindo uma nova via: supõem que no cério os electrões passam por *buracos* deixados em aberto nas orbitais electrónicas, quando os electrões mudam de nível.

O fenómeno, recentemente descoberto e eventualmente extensível a outros metais, poderá permitir o desenvolvimento de uma nova teoria para a supracondutividade, levando à criação de toda uma nova gama de materiais.

Adaptado de «Science et Vie», Abril 1989

Em direcção aos detectores universais

Uma equipa do laboratório de física estelar e planetária e do instituto de astrofísica de Paris apresentaram melhoramentos espectaculares no respeitante aos microcalorímetros arrefecidos a muito baixas temperaturas que parecem vir a ter o papel de detectores em física e astrofísica seja para pôr em evidência a misteriosa *matéria negra* do Universo, seja para medir o tempo de vida dos átomos muito estáveis. Para isso são necessárias porém, uma óptima resolução (quantidade mínima de energia mensurável) e uma massa elevada. Quando se provou a possibilidade de detectar as partículas uma por uma com um microcalorímetro arrefecido abaixo de 1 K, a massa deste era apenas de 1 mg. Hoje em dia os investigadores anunciam ter trabalhado com um *enorme* calorímetro de 25 g em safira monocristalina (N. Coron e col. — Actas do colóquio de Estrasburgo sobre os detectores de partículas arrefecidas) o que alimenta grandes esperanças para este tipo de detectores.

Adaptado de «ID», 76, Fevereiro 1989

Um novo modelo para o ADN

Os resultados dos trabalhos de J.M. Lehn e A. Rigault da Universidade L. Pasteur em Estrasburgo, oferecem um novo modelo para a estrutura do ADN.

Analisando soluções de iões cobre (Cu^+), contendo moléculas formadas por 5 unidades de bipyridina em cadeias lineares, observaram que as cadeias se enrolam espontaneamente sobre 5 iões Cu^+ formando um complexo com estrutura em hélice dupla. (Angew. Chem. Int. Ed., Engl. 27, 1095, 1988).

Prevê-se que o estudo deste tipo de complexos ofereça um modelo representativo para os mecanismos de formação e dissolução das moléculas de ADN, portadoras, como se sabe, do nosso património genético.

Adaptado de «La Recherche», Dezembro 1988

IUPAC Affiliate Membership

Os químicos portugueses, através da SPQ, podem agora tornar-se sócios da IUPAC.

Para 1990, a quota é de USD 12.00. Os sócios pagarão um adicional de 750\$00 para despesas de correio referentes ao envio de 6 números da revista da IUPAC «Chemistry International». Ser membro da IUPAC, em 1990, corresponde, pois, a uma quota global de 2500\$00.

O que é a IUPAC, quais os seus objectivos, qual o interesse de ser membro desta união internacional, eis algumas das questões cuja resposta poderá encontrar no folheto amarelo incluído neste número do Boletim.

Carlos Nieto de Castro, Secretário-Geral SPQ

IUPAC - SPQ

A Sociedade Portuguesa de Química passou a constituir um Centro Nacional para a distribuição e comentário das recomendações provisórias da International Union of Pure and Applied Chemistry.

Ao Boletim SPQ caberá a responsabilidade de publicar as sinopses dos relatórios apresentados pela IUPAC, assim como a data limite de recepção de comentários. Cópias dos relatórios completos poderão ser solicitadas pelos sócios da SPQ.

Carlos Nieto de Castro, Secretário-Geral SPQ

NACE — National Association of Corrosion Engineers

A NACE (Houston, Texas) informa que abriu um escritório no Reino Unido, tentando assim expandir as suas actividades e facilitar os contactos a nível europeu.

Quaisquer informações poderão ser solicitadas a:

NACE Europe office
174 High Street, Guildford
Surrey, GU1 3HW
Telephone (0483) 3 77 71
Fax (0483) 57 98 91
Telex 792310

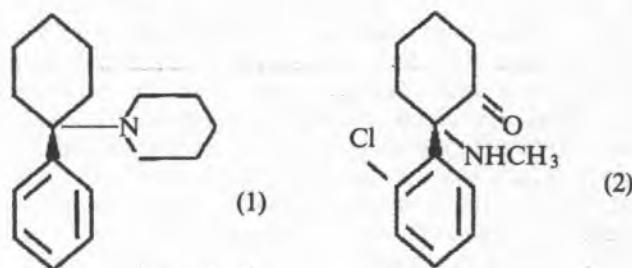
Relatório de Contas da FISIFE

A FISIFE enviou à Sociedade Portuguesa de Química o seu Relatório de Contas referente a 1988 onde se destaca a produção de 27 364 toneladas de fibra que traduz 9.4% de redução relativamente a 1987 e a produção de 947 toneladas de fio totalmente destinado à exportação. Particularmente desfavorável foi a evolução do preço da matéria-prima principal — o acrilonitrilo — que, pressionado pela subida constante do preço do propileno, se comportou no sentido inverso da tendência decrescente dos preços da fibra reduzindo a margem entre o preço da matéria-prima e o preço de venda da fibra para valores incomportáveis e os mais baixos desde 1985. Este factor constituiu uma das razões principais dos maus resultados da indústria produtora de fibras acrílicas em 1988. É ainda de salientar o arranque de uma nova tecnologia de lavagem de fibra capaz de proporcionar aumentos de produtividade nas linhas de fição da ordem dos 33%.

Poderá o «Pó de Anjo» salvar vidas?

É conhecida a história de como um *truque* químico na síntese da heroína conduziu a uma nova compreensão da doença de Parkinson. Um outro exemplo poderá vir a ser em breve grande notícia, em virtude de poder levar a um novo tratamento de salvamento da vida das vítimas de ataques cardíacos e de derrame cerebral.

A fenciclidina (1) — Angel Dust, PieCe Pills, DOA («dead on arrival») três entre os diversos nomes por que é conhecida no *mundo da droga* — começou por ser uma droga respeitável revelando-se como um anestésico geral nos fins dos anos 50. Na época provocou impacto, na medida em que produzia uma pequena depressão respiratória sendo assim mais segura a sua utilização em cirurgia do que muitos outros anestésicos. Surgiram, no entanto, alguns problemas em cerca de um terço dos doentes em que era aplicada essa droga, tais como ausência de sensibilidade em todo o corpo ou convulsões, com muitos dos sintomas de esquizofrenia, o que tornou impraticável o seu uso para fins médicos, tendo sido substituída por um composto com ela relacionada — a cetamina (2) — com actuação mais fraca e menos convulsivo.



O DOA foi redescoberto pelo mundo da droga nos anos 60, tornando-se um problema sério nos anos 70, com numerosas overdoses conduzindo a sintomas de esquizofrenia aguda entre outras situações. A sua utilização foi-se tornando cada vez menor em virtude da sua substituição por outros tipos de droga, seus sucedâneos.

Há poucos anos, o Prof. David Lodge do Colégio Veterinário Real, em Londres, informou que a cetamina reforçava o ácido glutâmico no cérebro. Isto explicou o mecanismo de acção para os seus efeitos anestésicos e sugeriu que no cérebro existem receptores para o DOA natural — com péptidos que controlam a libertação de ácido glutâmico.

Recentemente, em San Francisco, num encontro da Associação Americana para o Avanço da Ciência, Domino disse que o progresso tem sido *inacreditável*. «O ácido glutâmico é o aminoácido excitante mais importante no cérebro; seja ele bloqueado e tem-se todas as espécies de bons e maus efeitos». Os investigadores sabem agora que existem três espécies de receptores de ácido glutâmico. O DOA e substâncias com ele relacionadas operam num dos três bloqueando o canal de ião, impedindo a libertação de cálcio tal como a de ácido glutâmico.

A importância disto, e a razão para todo o entusiasmo, está em que é exactamente aquilo que é necessário se o cérebro tiver sido privado de oxigénio. Não é a privação de oxigénio (anoxia) que danifica o cérebro, mas a reoxigenação (hypoxia), produzindo uma onda maciça de ácido glutâmico e iões de cálcio. Tal como outras coisas, um pouco de cálcio é bom, mas demasiado pode ser perigoso.

Domino está convencido que fornecendo cetamina ou outro análogo do DOA a uma vítima de ataque cardíaco ou de derrame cerebral, antes ou durante a *ressuscitação*, poderia prevenir muito a danificação do cérebro provocada por hypoxia. Poderia, também, ser utilizado para evitar efeitos semelhantes durante as cirurgias cardíacas, ou em bebés prematuros.

Para evitar alguns dos efeitos indesejáveis do próprio DOA ou da cetamina, Domino sugere que se possam usar, por exemplo, benzodiazepinas (Valium, etc.).

Adaptado de «Chemistry in Britain», 234, Março 1989

Valores victorianos nos índices de cancro

Paradoxalmente, a exposição à luz do sol pode não só originar cancro de pele como também, simultaneamente, pode proteger contra esse tipo de cancro e outros. Investigadores na Universidade da Califórnia em San Diego descobriram a relação quando observavam duas populações e estudavam a interacção da luz do sol, vitamina D, e certas formas de cancro.

No primeiro estudo, Edward Gorham e Cedric e Frank Garland mostraram que a mortalidade por cancro de cólon e da mama é significativamente mais elevada do que a média num grupo de 20 cidades canadianas sujeitas a poluição atmosférica contendo SO₂ e sulfato, os quais bloqueiam o UV na luz do sol. Os índices de mortalidade são normais nas cidades mais soalheiras e ou menos poluídas mais a sul nos Estados Unidos.

O factor de ligação parece ser a vitamina D, que é produzida na pele por acção da luz UVB. A vitamina D não é praticamente detectada no soro do sangue dos adultos nas cidades canadianas ao contrário do que acontece com a população mais a sul.

Há alguns anos, o grupo mostrou que uma dieta rica em vitamina D pode proteger contra os cancros do cólon e da mama. Este facto está relacionado, provavelmente, com os índices de morte para aquelas doenças serem mais baixos no Japão, onde os níveis da vitamina na dieta alimentar são cerca de 10 vezes mais elevados do que no Ocidente, possivelmente devido às grandes quantidades de peixe de águas baixas na dieta japonesa.

Gorham disse a Chemistry in Britain «que se começa a encarar os cancros do cólon e da mama como doenças provocadas por deficiência em vitamina D».

O grupo de San Diego estudou a estatística de mortalidade para o pessoal da «U.S.» Navy durante o período de 1974-84. Não só existem bons recordes de saúde para este grupo, como a partir das suas profissões podem ser facilmente divididos em grupos *interior* e *exterior*. Os homens do mar do *interior* (engenheiros de máquinas e o grupo de oficiais) possuíam um maior risco de contrair melanoma maligno do que os seus camaradas do *exterior* tais como os homens do convés.

Esta situação poderá estar relacionada, novamente, com a vitamina D, que na pele protege as células do desenvolvimento de melanoma. Parece que os cancros de células escamosas (a forma superficial de cancro de pele) são mais comuns entre os trabalhadores do *exterior*, sendo menos perigosos. Os trabalhadores do *exterior* terão uma exposição maior do que a média tanto a cancro — originado pela luz UVA — como à vitamina D — sintetizada pela luz UVB. Isto leva a reforçar o conselho médico: as pessoas das latitudes norte ou que trabalham

nos *interiores* são mais propensas a sofrerem de cancro de pele contraídos durante as suas exposições ao sol do que os que trabalham regularmente expostos ao sol.

Adaptado de «Chemistry in Britain», 346, Abril 1989

Mohair: o fim de um monopólio pela aplicação da biotecnologia

A lã Mohair provém de cabras angorá, sendo as de melhor qualidade criadas na África do Sul. A exportação destes animais só é possível mediante autorização de um organismo estatal dado que este negócio representa algo como 200 milhões de dólares e a sua pertença encontra-se quase exclusivamente nas mãos da África do Sul.

Recentemente, um grupo de três australianos que, em 1986 havia recolhido junto dos criadores de gado do seu país cerca de 600 mil dólares, conseguiu numa primeira fase adquirir 269 cabras Angorá e Boer (raça produtora de carne de elevada qualidade). Esperando até à véspera do Natal, altura em que contavam com uma menor diligência por parte das autoridades, carregaram então o gado e partiram para uma viagem de 47 horas até ao Zimbabwé após terem ludibriado as autoridades fronteiriças convencendo-as de que se tratava de ovelhas (em vez de cabras).

No Zimbabwé promoveram a fecundação e conseguiram recolher quase 400 embriões que, uma vez congelados, foram enviados para a estação australiana de quarentena nas Ilhas dos Cocos no oceano Índico. A ideia era implantar os embriões em mães *emprestadas* e manter os cabritos de quarentena mas, tendo sido dissolvida a sociedade, os embriões foram vendidos a uma empresa australiana que já possui uma manada de 74 cabritos Angorá e este número pode agora aumentar rapidamente através da utilização de tecnologias de ovulação múltipla e de transferência embrionária. Depois de 7 anos de quarentena (para garantir a ausência de quaisquer doenças) os animais serão todos vendidos a fazendeiros australianos, dando-lhes assim a oportunidade de participar do lucrativo mercado de lã angorá.

Adaptado de «Nature», 337, Janeiro 1989

Contraceptivo misto para breve?

Uma equipa americana da Universidade de Connecticut testou, com sucesso, uma nova vacina contraceptiva, usando nos seus ensaios o porco da Índia. (P. Primakoff e col., Nature, 335, 543, 1988).

A vacina apresenta uma nova vantagem: controla em simultâneo a fertilidade dos indivíduos masculinos e femininos.

A nova abordagem do grupo de Primakoff, consiste numa intervenção *antecipada* que impede a fecundação (ao contrário da anterior que impedia a implantação no útero do ovo já fecundado).

A vacina induz ainda o desenvolvimento de anticorpos dirigidos contra os espermatozóides, destruindo uma das proteínas da sua constituição — PH20. A acção contraceptiva da vacina é reversível ao fim de alguns meses.

Espera-se para breve a confirmação da eficácia deste novo método contraceptivo quando aplicado à espécie humana.

Adaptado de «La Recherche», Dezembro 1988

Pequena Crónica Arqueológica *

— cristalização e recristalização

Pierre Laszlo ^a

Introdução

Esta crónica ** é consagrada à analogia ancestral entre o pensamento, sobretudo na sua modalidade mais conseguida, mais deliberada, a utilização que dela pode fazer o filósofo ou o escritor, e, os processos como a ebulição, a destilação ou a sublimação, a que o químico recorre para purificar uma substância, submetendo-a a uma mudança de estado.

A palavra *cristalização* não figura na lista anterior. Com efeito, o sentido figurado que Stendhal lhe deu em «*De l'Amour*» [1] *** manteve-se: «Mesmo podendo parecer ininteligível desde as primeiras páginas era necessário levar o público a aceitar a nova palavra cristalização, proposta para exprimir vividamente este conjunto de loucuras estranhas que consideramos verdadeiras e mesmo como indubitáveis a propósito da pessoa amada» [2].

Eis a definição de Stendhal: «Nas minas de sal de Salzburgo lança-se nas profundezas abandonadas da mina um ramo de árvore desfolhado pelo Inverno que, dois ou três meses depois, é retirado coberto de cristalizações brilhantes; os ramos mais pequenos, aqueles que não são mais grossos que as patas de um melharuco, estão guarnecidas por uma infinidade de diamantes, móveis e deslumbrantes; já não é possível reconhecer o ramo primitivo.

Aquilo a que chamo cristalização, é a operação do espírito que em tudo descobre novas perfeições do objecto amado» [3].

Cristalização e matemática

O tom científico de Stendhal num livro sobre o amor, surpreende um pouco, mas recordemos a paixão que Henri Brulard (isto é, Stendhal) nutria pela matemática [4], a propósito da qual emprega os mesmos qualificativos [4] que para a paixão amorosa. Para Henri Brulard, o amor pela matemática *prepara* o amor pelas mulheres: precede-o no tempo mas é também sentido como o meio de deixar Grenoble e de se guindar na sociedade parisiense.

Para Stendhal, o seu tratado «*De l'Amour*», que ele pretende que seja «uma descrição exacta e científica» [5^a], deve ter a força e o rigor de uma demonstração matemática: «o livro que se segue explica simplesmente, equilibradamente, matematicamente, por assim dizer, os diversos sentimentos que se sucedem uns aos outros e a cujo conjunto se chama a paixão do amor» [5^b]. Além disso Stendhal explica-nos esta «paixão do amor» como um figura de geometria: «Imagine-se uma figura de geometria assaz complicada, traçada com lápis branco sobre uma grande ardósia: Pois bem! Vou explicar esta figura de geometria» [5^b].

Não podemos pensar que um cristal, como «esta multidão de formas diferentes e, ao mesmo tempo, regulares e bem pronunciadas», com as suas faces triangulares, pentagonais, etc., é um excelente suporte concreto para uma tal figura geométrica? Para mais, o aspecto brilhante do cristal descoberto na noite subterrânea pode assemelhar-se a um desenho feito com um lápis branco sobre uma ardósia negra, de acordo com a frase que acabo de citar» [5^b].

Algumas passagens em «*De l'Amour*» fazem referência explícita à matemática. Por exemplo, quando Stendhal estende a esta o fenómeno da cristalização: «há cristalização mesmo na matemática (vejam-se os newtonianos em 1740), nas mentes que não conseguem ter presente, em cada momento, todas as partes da demonstração em que crêem» [6], ou quando a terminologia utilizada é a das equações algébricas: «quando não estamos bem com o que amamos dá-se a cristalização com solução imaginária» [7].

O amor tem, com efeito, em comum com a matemática «nesta paixão terrível, *uma coisa imaginada é sempre uma coisa existente*» [8]. A matemática, além disso, é excelente naquilo que parece «uma condição necessária para a felicidade pelo amor» [9]; «por princípio não diz senão coisas certas, verdadeiras e quase toda a verdade» [4], pois «o amor considera que é necessário não só nunca mentir a quem se ama, mas também adoçar e alterar o menos possível a pureza do tratamento da verdade» [9]; «Um homem apaixonado não pode senão abraçar fortemente, como um refúgio na tempestade, o juramento de nunca alterar a verdade e de ler correctamente no seu coração» [10].

Clareza e pureza cristalina

A verdade é clara e pura como um cristal. Estas qualidades do cristal são desde há muito um lugar comum

* Traduzido por Ruben Leitão, com o acordo do Prof. Pierre Laszlo, de «Petite Chronique Archéologique», *Nouv. J. Chim.*, 3, 12, 711 (1979).

** Crónicas precedentes: *Nouv. J. Chim.*, 3, 5, 141, 209, 353, 567 (1979).

*** Stendhal, «*Do Amor*», Editorial Presença, Lisboa, 1962; Portugal Press, Lisboa, 1978.

^a Laboratoire de Chimie, École Polytechnique, 91128, Palaiseau Cedex, França.

poético, em particular para descrever uma água muito límpida. Théophile de Vieue, por exemplo, evoca-os no seu poema «*La solitude*» (1621) [11]:

«Desta fonte uma Náíade
todas as noites abre o portal
da sua morada de *crystal*
e canta-nos uma serenata (...)
Se molhares teus dedos de marfim
no *crystal* deste regato

o Deus que habita nestas águas
amará, se a ousar beber».

Martial de Brives, na sua «*Paraphrase du Cantique des trois Enfants*», descreve-as [12]:

«Fontes onde o sol nada
claros espelhos de *crystal* fluido».

Scudéry alude à pureza da água de «*La Fontaine de Vaucluse*» [14]:

«Aqui o verde, o branco e o azul confundem-se;
aqui os bosques estão pintados de um *crystal*
tão puro».

A metáfora da água «líquido cristal» [14,15] invade até «*Pluies*» [16] de Saint-John Perse:

«Irmãos dos guerreiros de Assur foram as grandes
chuvas em marcha sobre a terra,
Com capacetes de plumas bem torneados, e esporas
de prata e *crystal*».

Mas é também de longa data a fascinação dos poetas pelas cristalizações subterrâneas, Scudéry escreve [13]:

«Ali encontra uma gruta de admirável beleza,
numa mistura de sombra e clareza
cem rochedos de *crystal* com pontas desiguais
entre os rochedos de opalas e rubis».

Porquê a cristalização?

Stendhal precisa de uma «nova palavra» [2], mas tem que evocar um fenómeno que seja não apenas conhecido dos seus leitores e, por isso, verdadeiro e indubitável, mas que também lhes pareça singular e misterioso. É este o caso da cristalização em torno de objectos mergulhados num ambiente salino.

No tempo de Stendhal, o fenómeno era bem conhecido de todos, os livros de viajantes mencionavam-no sistematicamente, e encontravam-se-lhe alusões um pouco por toda a parte [17].

Fizemos sobressair de forma especial a adequação das formas cristalinas geométricas à vontade stendhaliana de uma explicação lógica e rigorosa. Mas porque terá Stendhal escolhido a palavra *cristalização* em vez de *sublimação*?

Os dois termos eram, porém, relativamente próximos. O seu contemporâneo Victor Hugo utiliza, em passagens de «*Notre Dame de Paris*» e de «*L'Homme qui rit*» (ver abaixo), termos derivados de *sublimação* para significar uma cristalização mais prolongada, mais acabada, que se faz em profundidade: a terra é uma matriz onde se elabora muito lentamente o processo misterioso de transmutação de uma substância vulgar — água ou chumbo — numa gema cristalina. Victor Hugo evoca a sublimação para qualificar esta transformação; Vê-a como uma progressão na hierarquia dos minerais: hierarquia na qual o gelo é inferior ao cristal, e o cristal inferior ao diamante. Ora, o fenómeno descrito por Stendhal na paixão amorosa é também um movimento vertical do mesmo tipo: a imaginação exalta as qualidades da pessoa amada, favorece-a relativamente à realidade comum. Trata-se realmente de uma sublimação na acepção psicológica do termo.

Por certo que a sublimação permite recolher cristais; mas o substantivo que designa, não apenas o processo de formação dos cristais mas também o resultado desse processo, um agregado especial de cristais, tem o nome de cristalização. Era pois quase inevitável que Stendhal, com os pressupostos em que se baseou, escolhesse o termo *cristalização* para qualificar a idealização do objecto amado.

Meio século mais tarde, a psicanálise retoma este fenómeno, mas sem adoptar a palavra *cristalização*; para o nomear usa, no entanto, vocábulos igualmente tomados de empréstimo às ciências, tais como *projectão* e, sobretudo, *condensação*, que traduzem o termo alemão *Verdichtung*: «uma representação única representa só por si várias cadeias associativas em cuja intersecção ela se encontra (...) é um dos elementos essenciais da linha do espírito, do lapso, etc. (...). A condensação é para Freud um processo que encontra o seu fundamento na hipótese económica; à representação-encruzilhada vêm adicionar-se as energias que foram deslocadas ao longo de diferentes cadeias associativas» [18]. Para Freud, esta *condensação* drena a energia psíquica que jorra por diversas vias, o que é afinal o «trabalho das cristalizações» referido por Stendhal [19].

Stendhal questionava-se também acerca do mecanismo da cristalização que via do seguinte modo: «este fenómeno, que me permito designar por *cristalização*, provém da natureza que nos ordena que tenhamos prazer e que nos envia o sangue ao cérebro, do sentimento que os prazeres aumentam com as perfeições do objecto amado, e da ideia ela é minha» [20]. Temos portanto sucessivamente, uma ascensão, uma inflação e uma apropriação. O processo começa por um movimento generalizado em prol da satisfação dos desejos; sucede-se uma aspiração quantificada relativa à procura do prazer máximo; por fim, a ideia de possessão toma conta de nós. Como se pode ver, há uma grande proximidade, senão continguidade, entre a hipótese económica freudiana e a análise stendhaliana.

Cristalização e vegetação

A cristalização «faz-se nas profundezas» [3]. É a imagem de um ramo que se cobre de cristais de sal no local mais fundo da mina de Salzburgo. O vegetal, nas entranhas da terra, transforma-se em mineral ou, pelo menos,

recobre-se de um manto mineral, mas esta agregação na qual «não podemos já reconhecer o ramo primitivo» [3], conserva do vegetal a hábil audácia de irradiar: ramificações da ramagem que se desdobram no espaço em segmentos e curvas.

Ora, esta aliança do vegetal e do mineral encontra-se também frequentemente sob a pluma dos alquimistas, contemporâneos de Stendhal, ao descrever ou analisar o fenómeno da cristalização. Chaptal, depois de Petit e Rouelle, refere a «vegetação dos sais», esta «capacidade que têm de trepar pelas paredes dos recipientes que contém a solução; e que se apelida de *vegetação salina*» [21a]. Atribuo também a Chaptal a descrição da *eflorescência* de certos sais «que (...) deixam dissipar (a água de cristalização) quando expostos ao ar, como a soda, o sulfato de sódio, etc. que perdem então a sua transparência, desfazem-se em pó e se denominam *sais eflorescidos*» [21b].

O vegetal e o mineral têm organizações aparentadas radiais e regulares. É talvez esta a razão pela qual um químico do século XVII, Guillaume Davison «estende o princípio da cristalização não somente aos sais e subs-

tâncias minerais, mas também aos alvéolos das colmeias e a certas partes dos vegetais, tais como as folhas e as pétalas das flores» [22]. Pelo contrário, Kepler na sua «*Strena*» faz apelo aos alvéolos das abelhas, à simetria das flores, e ao carácter poliédrico das grânhas de romã, para explicar a forma hexagonal dos flocos de neve [24]. Mais tarde, na época de Stendhal, o abade Haüy reitera esta confrontação do vegetal e do mineral, a fim de precisar bem aquilo que os diferencia: «Todos (os indivíduos de uma mesma espécie vegetal) têm as suas flores compostas por partes em igual número, e semelhantes pela sua forma e disposição; as mesmas relações existem nas posições respectivas das folhas, nos seus contornos arredondados ou angulosos, unidos ou dentados (...). quem viu um indivíduo, viu a espécie inteira.

Mas um mineral é apenas um conjunto de moléculas similares reunidas por afinidades; o seu crescimento faz-se pela justaposição de novas moléculas, que se adaptam à sua superfície, e a sua configuração, que depende unicamente da disposição das moléculas, pode variar por efeito de diferentes circunstâncias. Daí o grande número de formas diferentes, e ao mesmo tempo regulares e bem pronunciadas, em que ocorrem os cristais de uma mesma substância» [25].

Não é portanto um acaso o uso que Stendhal faz, por seu turno, desta aliança entre o vegetal e o mineral, que ocorre em condições misteriosas e inverniais. Certamente, o sentido literal é que devemos libertar o ramo das folhas e flores, para evitar que elas sejam mortas e murchem devido à salmoura ambiente. A cristalização do sal enfeita então os ramos com uma guarnição sumptuosa, um pouco como as pérolas brilhantes enfiadas em finas hastes metálicas com as quais se confeccionam coroas para os cemitérios. O sentido simbólico acumula várias mensagens: a morte e o renascimento, pois é no Inverno que a vegetação tem o seu tempo de latência, que a germinação se inicia e prepara a verdadeira explosão verde da Primavera. Há, pois, adequação recíproca no pensamento simbólico — não pré-cinetífico mas pré-científico —, entre o ramo vegetal e as concreções salinas, que vêm de alguma forma substituir-se às folhas e flores desaparecidas.

Para voltar a dados mais factuais, é provável que a imagem utilizada por Stendhal se enriqueça também com a observação invernal das árvores cobertas pelo gelo: as suas ramagens recobrem-se de uma fina camada de gelo que canaliza e reflecte a luz em todas as direcções; a floresta torna-se então apenas numa vasta cintilação doce de luz inclusa e dispersa por estes estreitos sedimentos transparentes.

Poder-me-iam objectar que, para além da conjugação do vegetal com o mineral, se vem enxertar uma presença animal, pois Stendhal esclarece, também, que «os ramos mais pequenos, os que não são mais grossos que a patas de um melharuco são guarnecidos por uma infinidade de diamantes, móveis e deslumbrantes» [3]. Esta comparação serve unicamente para indicar a extrema *pequenez* dos ramos: o melharuco [26] é um pássaro muito pequeno, com patas filiformes; o anglicista Stendhal conhecia provavelmente o seu nome inglês, que fazia igualmente referência à sua pequenez [27]. Assim esta passagem indica que são os ramitos infinitamente pequenos que se recobrem de cristais esplendurosos; e talvez também que, para descobrir este esplendor deslumbrante, é necessário estar atento e olhar de perto. Tal como o enamorado se focaliza exclusivamente sobre

o ser amado e se consciencializa da «descoberta de que o objecto amado tem novas perfeições» [3].

O tempo do repouso

Existe ainda outra convergência entre a descrição stendhaliana da cristalização e a dos químicos contemporâneos: era bem conhecido desde o *Traité des Sels* de Stahl, que «para que a forma do cristal seja regular, é necessário reunir três condições: o tempo, o espaço e o repouso» [21c,28].

O texto de Stendhal precisa estes mesmos pontos com uma grande concisão: o tempo necessário à cristalização em torno de uma ramagem é «dois ou três meses» [3] nas «profundezas abandonadas da mina» [3] de Salzburgo. A ideia da transmutação dos metais no interior da terra, do chumbo em prata e desta em ouro, reinou pelo menos até à Renascença, e baseava-se na observação frequente da presença de prata nos minérios de chumbo, ou do ouro nos de prata. Esta ideia de uma maturação progressiva dos metais em ouro fortificava-se igualmente pelo aspecto floral de alguns agregados minerais, e pela convicção de que os «grãos» metálicos provinham de emanções dos astros correspondentes: Mercúrio (Hg), Vénus (Cu), Lua (Ag), Sol (Au), Saturno (Pb), Júpiter (Sn) e Marte (Fe). Em Kepler ainda se mantém esta convicção [24,30].

Stendhal redescobre esse mito antigo da germinação escondida dos cristais, das pedras preciosas. «Encontraríamos numerosos textos nos séculos XVI e XVII onde ainda se afirma que o cristal de rocha é uma água congelada (cf. Séneca, *Questions Naturelles*, edições Garnier, p. 356 [...]). Em *L'Homme qui Rit* (tomo 11, p. 42), Victor Hugo escreve: «O cristal é vidro sublimado e o diamante é cristal sublimado; sabe-se que o vidro se transforma em cristal ao fim de 1000 anos, e que o cristal se transforma em diamante após 1000 séculos» [23]. Em *Notre Dame de Paris*, cuja redacção é muito anterior à de *L'Homme qui Rit*, Victor Hugo dizia através da personagem Claude Frollo: «a alquimia tem as suas descobertas. Contestais vós estes resultados? — O vidro encerrado debaixo de terra durante 1000 anos transforma-se em cristal de rocha — O chumbo é o antepassado de todos os metais (pois o ouro não é um metal, o ouro é a luz). São necessários apenas quatro períodos de 200 anos para passar sucessivamente do estado de chumbo ao estado de arsénico vermelho, deste ao estanho, e do estanho à prata — Serão isto factos?» [31].

Quanto à cristalização no sentido figurado, a cristalização amorosa, Stendhal afirma que «a solidão e o lazer (são) indispensáveis para o trabalho das cristalizações» [19].

Conclusão

O objectivo de textos como este, «de arqueologia química», é colocar lado a lado conceitos científicos seleccionados, da química e das grandes ideias, literárias ou filosóficas, da mesma época. Pensamos ajudar assim à sua elucidação mútua, mas ficamos cientes do aspecto um pouco insólito, para não dizer arbitrário, do nosso projecto.

Pode, com efeito, parecer artificial procurar entender melhor o vocábulo «cristalização», na sua acepção stendhaliana, socorrendo-nos da leitura de manuais de química contemporâneos de Stendhal. Afinal, Stendhal

reivindica de forma repetida a paternidade deste neologismo: porque não atribuir-lha? Ele baseia esta denominação de uma das fases da paixão amorosa numa imagem das mais simples de apreender: porque iríamos nós adensar uma interpretação límpida com referências científicas supérfluas?

O químico, pelo contrário, sabe bem o que é uma cristalização. Sabe sobretudo que, na prática habitual e quotidiana dos laboratórios, é a recristalização que constitui o processo mais importante, pois é assim que se purificam numerosas substâncias. Após uma primeira cristalização, acrescenta-se novamente solvente para dissolver o sólido, e obter depois da recristalização um corpo líbeto das suas impurezas. Pois bem, talvez a melhor prova de que Stendhal estava atento ao discurso científico do seu tempo, e de que dele estava impregnado quando escrevia *De l'Amour*, seja que também ele incorpora no seu tratado uma segunda cristalização, que intervém após um ensaio de dissolução, da qual o resultado é bastante mais seguro que o da primeira cristalização.

Ele enumera sete etapas no amor «a admiração (simples); a admiração terna; a esperança; o nascimento do amor; a primeira cristalização; o nascimento da dúvida; e, por fim, a segunda cristalização» [3]. A fase intermédia do nascimento da dúvida, entre a primeira e a segunda cristalização dá-se quando o amante «quer desenvolver a sua felicidade.

Opõe-se-lhe a indiferença, a frieza ou mesmo a cólera se se mostra demasiado seguro de si (...).

O amante chega a dividir da felicidade que prometera a si próprio; torna-se severo acerca das razões para esperar no que pensou ver.

Quer rebaixar os outros prazeres da vida, *acha-os destrutivos*. O temor de uma horrível desgraça domina-o, e com ele a atenção profunda» [3].

Pouco depois, consegue tranquilizar-se. «Começa então a segunda cristalização produzindo como diamantes confirmações a esta ideia: ela ama-me» [3]. «É a evidência desta verdade, é este caminho à beira de um abismo pavoroso, e simultaneamente o raiar da felicidade perfeita, que confere tanta superioridade à segunda cristalização relativamente à primeira» [3,32-33].

O período de dúvida que precede a segunda cristalização é como a dissolução que precede a recristalização: sendo a dissolução um «dos meios que o químico emprega para quebrar a adesão ou afinidade que existe entre as moléculas do corpo» [34a]; tal como o sólido desaparece no solvente e as moléculas se afastam umas das outras, e «a dissolução de um corpo sólido produz constantemente frio» [34b], a dúvida dissolvente separa os amantes entre a primeira e a segunda cristalização.

Referências

[1] Stendhal, «*De l'Amour*», H. Martineau, ed. Le Divan, Paris, 1927.

[2] Referência 1, pág. 21: «*Dernière préface*» (1842).

[3] Referência 1, Cap. 11.

[4] H.B. Stendhal, «*Vie de Henry Brulard*», H. Martineau, ed. Le Divan, Paris, 1927, vol. 1, pág. 7, nota 1; vol. 2, pág. 129: «o meu amor pela matemática começava a ser um caso sério»; pág. 153: «a minha queda pela matemática (...) amava tanto a matemática quanto desprezava os meus mestres»; pág. 156: «o meu entusiasmo pela matemática tinha talvez por base fundamental o meu horror pela hipocrisia»; pág. 159: «A matemática considera apenas um aspecto dos objectos (a sua quantidade), mas sobre esse assunto tem a qualidade de só dizer coisas seguras, a verdade, e quase toda a verdade»; pág. 171: «a paixão pela matemática absorvia tanto o meu tempo».

[5] Referência 1: «*Premier essai de préface*» (1826); (a) pág. 3; (b) pág. 9.



STENDHAL, de seu verdadeiro nome Henry Beyle, nasceu em 1783, em Grenoble. Pertencia a uma próspera família burguesa, que logo desde a juventude começou a detestar, reagindo contra todas as suas crenças e sentimentos: ela era pela tradição, e ele pela aventura; pela realeza, e ele foi jacobino; pelo catolicismo, e ele repudiou-o. Frequentou as aulas da Escola Superior de Grenoble, onde aprendeu matemática e desenho; foi ali que travou conhecimento com a obra de Shakespeare, que viria a ser um dos seus deuses. Mas Stendhal deve pouco aos seus professores, e muito às suas infinitas leituras.

Em Paris, entrou para o Ministério da Guerra, donde foi enviado à Itália, em 1799. Por não se sentir feito para a vida militar, demite-se em 1802 e vive em Paris, onde frequenta os salões e os bastidores. Faz depois diversas viagens (Alemanha, Rússia) e torna à Itália. Em 1830 é nomeado consul em Trieste, lugar que não chega a desempenhar por razões políticas. É então nomeado consul em Civita-Vecchio, nos Estados Pontificais. Tem uma vida melancólica, que procura compensar com numerosas idas a Roma e frequentes estadas em Paris, onde morre em 1842.

Inspirado nas desventuras amorosas com Métilde Dembowska, escreveu a sua primeira obra importante, *Do Amor*, 1822, na qual expõe as suas teorias sobre o amor.

Da sua extensa bibliografia, citam-se ainda: *Armance*, 1827; *O Vermelho e o Negro*, 1830; *A Cartuxa de Parma*, 1839, além de numerosas obras publicadas postumamente, como *Lamiel* (1889), *A Vida de Henri Brulard* (1890), *Lucien Leuwen* (1894), etc.

[6] Referência 1, vol. 1, pág. 47.

[7] Referência 1, vol. 1, pág. 45.

[8] Referência 1, vol. 1, pág. 170.

[9] Referência 1, vol. 1, págs. 164-165.

[10] Referência 1, vol. 1, págs. 166-167.

[11] Théophile de Viau, em «*Oeuvres choisies*», Stock, Delamain et Boutelleau, Paris, 1949, págs. 67-74 (2.^a e 27.^a estrofes).

[12] Martial de Brives, «*Oeuvres poétiques et saintes*», Lion, 1653, pág. 24 [13].

[13] Citado por J. Rousset, em «*Anthologie de la Poésie baroque française*», Biblioteca de Cluny, Armand Colin, Paris, 1961, vol. 1.

[14] Scudéry, «*Poésies Diverses*», Paris, 1649, pág. 2 [13].

[15] La Fontaine, «*Le Songe de Vaux*», em «*Poèmes*», Garnier, Paris [13].

[16] Saint-John Perse, «*Exil, Suivi de Poème à l'Etrangère, Pluies, Neiges*», Coleção Métamorphoses, Gallimard, Paris, 1945, pág. 46.

[17] Por exemplo, em 1836, na época em que Stendhal escreveu «*De l'Amour*», Washington Irving fala dos *Salt Springs* (...) forming beautiful crystallizations», em «*Astoria, or entreprise beyond the Rocky Mountains*», III, pág. 93.

[18] J. Laplanche e J.B. Pontalis, «*Vocabulaire de la Psychanalyse*», Presses Universitaires de France, Paris, 1967 (artigo «condensation»).

[19] Referência 1, vol. 1, pág. 68.

[20] Referência 1, vol. 1, pág. 34.

[21] J.A. Chaptal, «*Eléments de Chimie*», 4.^a ed., Deterville, Paris, 1803; (a) pág. 37; (b) pág. 34; (c) pág. 33.

[22] Hoefler, «*Histoire de la Chimie*», t. 2, pág. 235; citado por Bachelard [23].

[23] G. Bachelard, «*La terre et les rêveries de la volonté*», J. Corti, Paris, 1948, Cap. X.

[24] J. Képler, «*L'Étrenne ou la Neige Sexangulaire*», R. Halleux, trad. J. Vrin, Paris, 1975.

[25] Haüy, «*Traité élémentaire de Physique*», Courcier, Paris, 2.^a ed., 1806, vol. 1, pág. 57-58.

[26] Pequena ave da ordem dos pássaros, no «*Dictionnaire de Littérature*», F. Bouvet e P. Andler, coleção Referências 10/18, Union Générale d'Éditions, Paris, 1964.

[27] Titmouse: pequeno animal cujos movimentos se assemelham aos de um rato. Ver «*The Compact Edition of the Oxford English Dictionary*», Oxford University Press, 1971.

[28] «Se o arrefecimento é lento e em repouso, as moléculas agrupam-se regularmente, e então dá-se a cristalização propriamente dita», M. Lavoisier, «*Traité élémentaire de Chimie*», 2.^a ed., Paris, 1793, pág. 115.

[29] B. Dibner, «*Agricola on Metals*», Burndy Library, Norwalk, Connecticut, 1958.

[30] G. Simon, «*Képler Astronome Astrologue*», Gallimard, Paris, 1979.

[31] V. Hugo, «*Notre Dame de Paris*», V-1, Coleção 10/18. Union Générale d'Éditions, Paris, 1962, págs. 147-148. Esta passagem é parodiada por A. Jarry em «*Gestes et Opinions du Docteur Faustroll*», Fasquelle, Paris, 1955, págs. 139-140: «(...) sei que o quartzo está longe, no país da dureza, e é menos importante do que o rubi; e o rubi do que o diamante; e o diamante do que as calosidades posteriores (do cinocéfalos) *Bosse-de Nage*; e as suas trinta e duas rugas, mais numerosas do que os seus dentes, se contarmos os da sabedoria, do que a prosa do «*Latente Obscure*»!

[32] Quando Stendhal escreveu estas linhas, a operação cristalização era bem conhecida. Veja-se, por exemplo, como Lavoisier descreve a purificação do salitre, o nitrato de potássio («*Traité élémentaire de Chimie*», 2.^a ed., Cuchet, Paris, 1793, vol. 1, pág. 118): O salitre que assim se obtém (após uma primeira cristalização) está um pouco impregnado de sais estranhos, porque cristalizou numa água que os continha; mas libertamo-lo deles completamente com uma nova dissolução a quente, com pouca água, e uma nova cristalização.

[33] As palavras *recrystalizar* e *recrystalização* são da mesma data, fim do século XVIII - princípios do século XIX. Em língua inglesa: «In marine acid they would redissolve and might be recrystallized» [Wollaston, *Phil. Trans.*, LXXXVII, 397 (1797)]; «The crystals of chromate... are purified by recrystallisation» [Brande, *Chemistry*, 5.^a ed., 911 (1836-1841)].

[34] Referência 21; (a) pág. 38; (b) pág. 40.

ENCONTRO

COMPUTADORES NO ENSINO DA FÍSICA E DA QUÍMICA

A Sociedade Portuguesa de Física, a Sociedade Portuguesa de Química e o Projecto Minerva organizam um encontro sobre Computadores no Ensino da Física e da Química, na Universidade de Coimbra, de 22 a 24 de Fevereiro de 1990.

13
Al
26,982

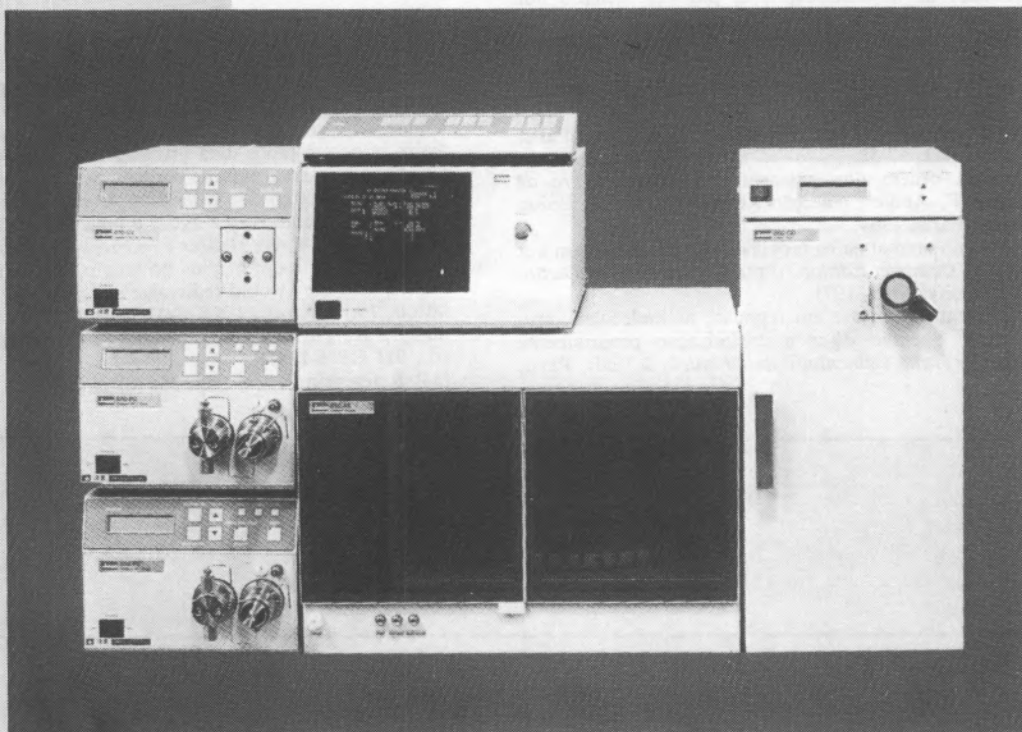
ALUMÍNIO, de *alumen*; descoberto em 1827. É o metal mais abundante e o seu uso vai desde tubos para pastas de dentes até asas de aeroplanos. O alumínio substitui largamente o uso do cobre em material de cozinha pois, embora menos atractivo, é mais barato, leve e não decompõe as vitaminas durante a confecção dos alimentos.

14
Si
28,086

SILÍCIO, de *silex*, ou pedreireira; descoberto em 1823; é o segundo mais abundante elemento, constituindo um quarto da crosta terrestre. A areia é em grande parte dióxido de silício e usa-se no fabrico de vidro e cimento. O silício puro é usado em aparelhos micro-electrónicos, como sejam baterias solares para instrumentos de satélites.

JASCO®

O HPLC INTELIGENTE



O ÚNICO SISTEMA MODULAR DE CROMATOGRAFIA LÍQUIDA DE ALTA EFICÁCIA QUE LHE PODE OFERECER:

- Bomba controlada a microprocessador, totalmente programável, com possibilidade de formação de sistemas de baixa e alta pressão, da adaptação a técnicas analíticas e preparativas.
- Grande variedade de detectores (UV-VIS, Fluorimétrico, Índice de Refracção, Electroquímico).
- Possibilidade de automatização total com controlador e injector automático.

O SISTEMA QUE CRESCE COM AS SUAS NECESSIDADES!

REPRESENTANTES EXCLUSIVOS

R. Camões, 835 • 4000 PORTO
☎ 40 25 05 • Telex 22177 ELNOR P
R. Sarmento de Beires, 38-B • 1000 LISBOA
☎ 80 54 45 • Fax 80 59 48

ELNOR

EQUIPAMENTOS TÉCNICOS E DE LABORATÓRIO S.A.

Sobre a Fusão Nuclear de Deuterões induzida electroquimicamente

César A. Nunes Viana ^a

Introdução

Na sequência de importante e sensacional conferência de imprensa, o prestigiado diário inglês «Financial Times» publicava uma notícia na primeira página, no passado 23 de Março, que rapidamente tirou do anonimato, do público em geral, dois ilustres electroquímicos. Foram eles Martin Fleishmann, checoslovaco naturalizado inglês da Universidade de Southampton, e Stanley Pous, americano da Universidade de Utah. Anunciaram, por estes meios, os resultados das suas experiências sobre a electrólise de uma solução de hidróxido de lítio deuterado em água pesada, sendo utilizados, no cálculo e no ânodo, paládio e platina, respectivamente. Da experiência resultava a produção de energia, sob a forma de calor, em quantidade muito superior àquela que era consumida, além naturalmente da libertação de deutério no cátodo e oxigénio no ânodo [1].

Atribuíram, os cientistas, tal fenómeno a reacções de fusão nuclear a frio que decorriam nos interstícios da estrutura do paládio a partir dos iões deutério, provenientes da solução, que para aí migravam sob a pressão galvanostática [1].

A notícia provocou e continua a provocar vasta polémica no mundo da ciência, uma vez que a experiência total ou parcial tem sido tentativamente reproduzida em diferentes locais sem que os resultados pareçam confirmar o optimismo inicial. De qualquer modo, a corrida aos laboratórios, mesmo em Portugal, continua, e químicos, físicos e especialistas de materiais tentam interpretar ou repetir aquilo que foi observado pelos dois referidos cientistas.

O caso não é para menos e a verdade é que, a confirmarem-se estas experiências, a humanidade passaria a dispor de um combustível barato, pois com relativa facilidade o deutério poderia ser concentrado a partir da água do mar e, na essência, os seus problemas energéticos estariam resolvidos. Estar-se-ia, porventura, perante o feito científico de maior impacto, depois da 2.ª Guerra Mundial, ultrapassando mesmo as descobertas da penicilina, da descodificação genética com o conhecimento do modelo estrutural do DNA e da sua síntese e do conjunto de investigações que têm permitido avanços espectaculares no conhecimento do universo aero-espacial.

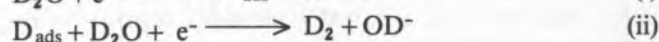
Algumas características do trabalho de Fleishmann, Pous e Hawkins

No aspecto tecnológico a investigação é de simplicidade relativamente grande, embora os mecanismos reaccionais, influenciados entre outros factores pela natureza dos eléctrodos metálicos mergulhados na solução, não

estejam, ainda hoje, completamente resolvidos apesar de, desde há cerca de 190 anos, depois de Nicholson e Carlisle, muitos cientistas se terem ocupado com a interpretação da electrólise da água e suas soluções [2].

O primeiro artigo apresentado, como nota preliminar, por Fleishmann e Pous conjuntamente com Hawkins no Journal of Electroanalytical Chemistry e intitulado «Electrochemically induced nuclear fusion of deuterium» [1] vem naquela linha, sobretudo da dos mais recentes, em que se estuda a evolução do deutério e do trítio provenientes da electrólise, usando paládio como material catódico.

Esta reacção segue, de acordo com os pontos de vista mais gerais, os seguintes passos mecanísticos:



A estes dois passos está associada a evolução de deutério, D_2 , por forma que o potencial químico do ião D^+ dissolvido, seja, normalmente, determinado pelas suas velocidades relativas.

A estas reacções parciais, seguindo a argumentação de Fleishmann e Pous, seguem-se mais duas, uma das quais está directamente relacionada com a forma como o deutério iónico migra com grande mobilidade na fase β da estrutura metálica, maior aliás do que na fase α , mais simétrica e menos distorcida.

Esquemáticamente, tem-se, então:



e/ou recombinação de dois átomos de deutério:



O estabelecimento de sobretensões negativas na interface de saída do eléctrodo de paládio para a descarga do hidrogénio na interface de entrada, determinada pelo balanço de todos os passos (i) a (iv), justifica que o potencial químico possa atingir valores bastante elevados. Referem Fleishmann e Pous que, trabalhando com tubos de difusão de paládio, estes potenciais poderão chegar a 0,8 eV e, em alguns casos, até a 2,0 eV.

Estes valores são de tal forma astronómicos que, para tal, seriam, no passo (iv), necessárias compressões de deutério que, no mínimo, requereriam pressões de 10^{26} atmosferas. Pois, apesar desta elevada compressão, não

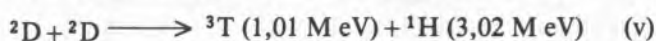
^a Centro de Electroquímica e Cinética da Universidade de Lisboa — Faculdade de Ciências, Instituto Bento da Rocha Cabral, Calçada Bento Rocha Cabral, 14, 1200 Lisboa.

é formado deutério, D_2 , e a razão de tal pode residir em factores mecânicos-quânticos associados ao muito baixo carácter s dos electrões em volta dos núcleos e estes encontrarem-se bastante deslocalizados.

Não deixa de ser interessante e importante, nesta investigação, o valor bastante elevado do factor de separação H/D para o hidrogénio e o deutério absorvido, no caso do paládio [3]. Este aspecto é tanto mais de acentuar quanto tal factor é, geralmente, obtido com grande rigor experimental e resulta das velocidades relativas da evolução de hidrogénio e deutério, sendo a do último isótopo naturalmente muito menor.

Em face disto e da muita elevada compressão e mobilidade das espécies dissolvidas, concluem os autores que deve haver um número significativo de colisões próximas, o que permite pôr a questão:

Será realizável a fusão nuclear de D^+ , tal como:

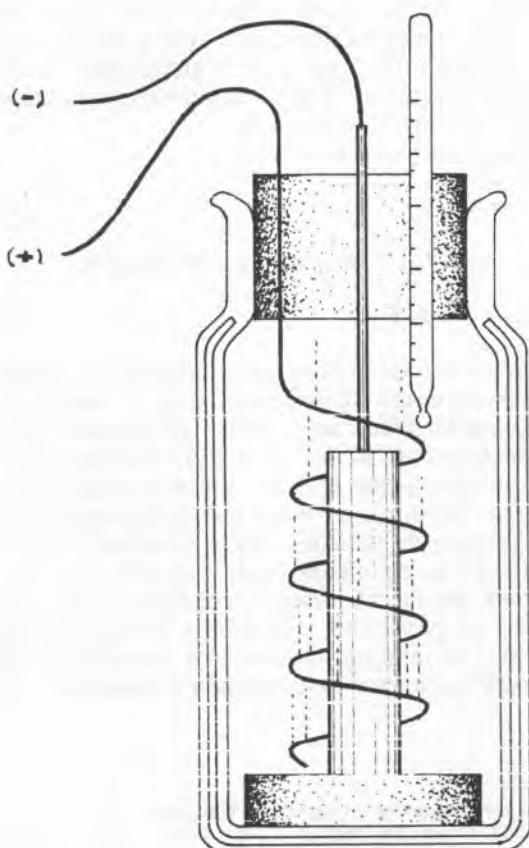


ou

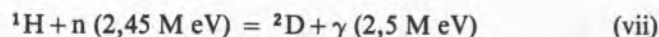


sob estas condições?

Neste trabalho, o ião D^+ foi, como atrás se refere, comprimido galvanostaticamente em amostras de paládio de diferentes formas e dimensões e os potenciais de eléctrodo foram medidos em relação a um eléctrodo de referência Pd-D carregado para o equilíbrio de fases α - β . Para determinar a produção de calor realizaram-se medidas calorimétricas a baixas e elevadas densidades de corrente e os resultados expressos em excesso de entalpia mostraram que os cátodos de forma cilíndrica envolvidos por hélices de fio de platina eram os mais apropriados, sendo o rendimento fortemente dependente, do diâmetro do cilindro de paládio.



No sentido de estimar a produção neutrónica foi feita espectrometria γ , tendo em conta, para o fundo, a reacção (n, γ) do banho de água.



Afirma-se que os resultados daqui derivados confirmam a existência de neutrões de 2,45 M eV gerados nos eléctrodos pela reacção (vi).

O facto experimental mais surpreendente para Fleishmann e Pous foi, acaso, a observação de se gerarem neutrões e trítio a partir de D^+ comprimido electroliticamente em eléctrodo de paládio e que as reacções (v) e (vi) sejam só uma pequena parte do esquema global das reacções, sendo a totalidade da energia libertada devida a um processo ou processos nucleares desconhecidos, presumivelmente devidos a deuterões.

De notar, a este propósito, que, recentemente, J. Salgado e P. Matos do Laboratório Nacional de Engenharia e Tecnologia Industrial, dispendo de todo o material necessário, nomeadamente, detectores de raios γ , de neutrões e outro de trítio (único no país), montaram a experiência e, até agora, não observaram a libertação de qualquer das três espécies, raios γ , neutrões e/ou trítio, o que seria uma indicação da eventual ocorrência de fusão [4].

Este é um exemplo de uma prova negativa de uma experiência que a ter-se realizado positivamente constituiria uma técnica prática para se obter uma fonte de energia, virtualmente, ilimitada. Além disso, o processo não geraria poluentes — nem mesmo dióxido de carbono que tanto se teme pelo aquecimento do globo, resultante de um efeito de estufa — na medida em que os perigos de contaminação numa fusão são nulos, quando comparados com as cisões nucleares, que se observam nos geradores termo-nucleares.

É uma ideia que pelo menos fica; é algo que provocou, como disse, grande frenesi entre os cientistas, revisão de conceitos e aperfeiçoamento de experiências.

Alguns aspectos sobre a polémica relativa à experiência de Fleishmann e Pous

A polémica deu-se; a polémica continua.

Muitos cientistas zombaram dos químicos que tinham causado que iões deutério fundissem para formarem hélio, libertando grandes quantidades de calor.

No entanto, quatro dias depois da apresentação do trabalho de Fleishmann e Pous, Steven Jones, físico nuclear da Universidade de Brigham Young, que há cerca de dois anos vinha investigando sobre o efeito catalítico muónico, sobre a fusão nuclear, apresenta um trabalho na Nature [5], com largo número de colaboradores, onde se trata da observação de fusão nuclear fria em matéria condensada, e onde se procura mostrar que quando uma corrente passa através de eléctrodos de paládio ou de titânio imersos num electrolito de água deuterada e diferentes sais, é detectado um pequeno, mas significativo, fluxo de neutrões. A fusão de deuterões no interior da rede metálica pode ser a explicação. Observa e mede este grupo a produção de neutrões; no entanto, não detectou, com o seu sistema, a produção de calor.

De notar que nenhum dos grandes laboratórios nacionais americanos obtiveram resultados positivos dentro dos parâmetros definidos por Fleishmann e Pous, e cientistas do Japão e da Suíça anunciaram que os testes

por eles realizados, os levaram a concluir que se tinha chegado a uma conclusão apressada baseada numa investigação apressada [6].

Um dos mais completos conjuntos de experiências resultou de uma colaboração entre laboratórios Nacionais de Brookhaven e a Universidade de Yale e os resultados apresentados no Encontro da Primavera da Sociedade Americana de Física não mostram evidência para o que foi afirmado por Pous e Fleishmann.

O físico de Brookhaven, Kelvin Lynn, especula que, possivelmente, o calor produzido pode ser o resultado de alguma mais convencional, embora inesperada, reação química. Diz «É bastante interessante saber como a natureza pode ter conspirado para fazê-los acreditar que eles tinham fusão».

A conclusões análogas chega o laboratório britânico de Harwell [6].

John Maddox, editor da Nature, que publicou os resultados de Jones e não os de Fleishmann e Pous, escreve: «é literalmente desapoiado pela experiência, pode ser um artefacto (um resultado espúrio não relacionado com o fenómeno sob investigação) e, dada a sua improbabilidade, é mais natural sê-lo». Maddox notava, ainda, que o «team» anunciou os seus resultados mesmo antes de realizar as experiências mais básicas para confirmarem as descobertas, ... um ofuscante lapso a partir da prática aceite [7].

Por outro lado, Robert Huggins, respeitado cientista de ciências de materiais, de Stanford, sustenta que também ele obteve excesso de calor numa série de experiências similares. Refere que «os efeitos observados por nós são comparáveis aos relatados anteriormente por Fleishmann e Pous e emprestam forte suporte à validade dos seus resultados [6].

Dois ou três meses depois deste abalo científico, a experiência foi sendo tentada, também, noutras Universidades americanas e em diferentes países, na União Soviética, na Inglaterra, na Itália, na Hungria, na Checoslováquia, no Brasil, na Índia e em Portugal. Muitos observaram a libertação de neutrões, mas a produção de energia nunca foi significativa [4]. Exceptua-se, porventura, um grupo de investigadores da Universidade do Texas que na Conferência Internacional sobre Fusão Nuclear, confirmou os resultados obtidos por Fleishmann e Pous. John Appleley, daquela Universidade, en-

tende que o trítio e os neutrões libertados só podem resultar de uma fusão nuclear [4].

Sobre o assunto, Valera, físico do estado sólido da Faculdade de Ciências de Lisboa, diz que uma hipótese possível é a rede cristalina de paládio estar destruída em alguns pontos, o que pode funcionar como agente de encontro dos átomos de deutério, promovendo a sua fusão com consequente libertação de neutrões e de calor. Nenhuma das críticas significa que Fleishmann e Pous estão necessariamente errados. Mas a carga da prova permanece com eles, tanto mais que os cientistas não foram pródigos na descrição das suas experiências e a sua explicação de que tinham produzido uma nova forma de fusão é, por isso, pouco convincente, além de não interpretarem o excesso de energia na sua experiência. Sobre isto, por exemplo, o prémio nobel da química e da paz, Linus Pauling pensa que a rede de paládio quando se encontra absorvendo elevadas concentrações de deutério, pode tornar-se instável e deteriorada, libertando por isso, calor [8].

De qualquer forma, de toda esta discussão e polémica que aqui só se refere em muito pequena parte, tirar-se-ão muitas conclusões, tanto positivas, como negativas. Talvez o aproveitamento de energia a partir da fusão fria de deutério, ainda esteja longe. A verdade é que mesmo estes avanços e recuos observados como consequência do trabalho de Fleishmann, Pous e Hawkins não foram, certamente, neutros para o progresso da ciência e poderão contribuir para o esclarecimento de certas questões, por exemplo, sobre o que se passa com os compostos intersticiais de deutério e paládio ao nível da rede cristalina.

Referências

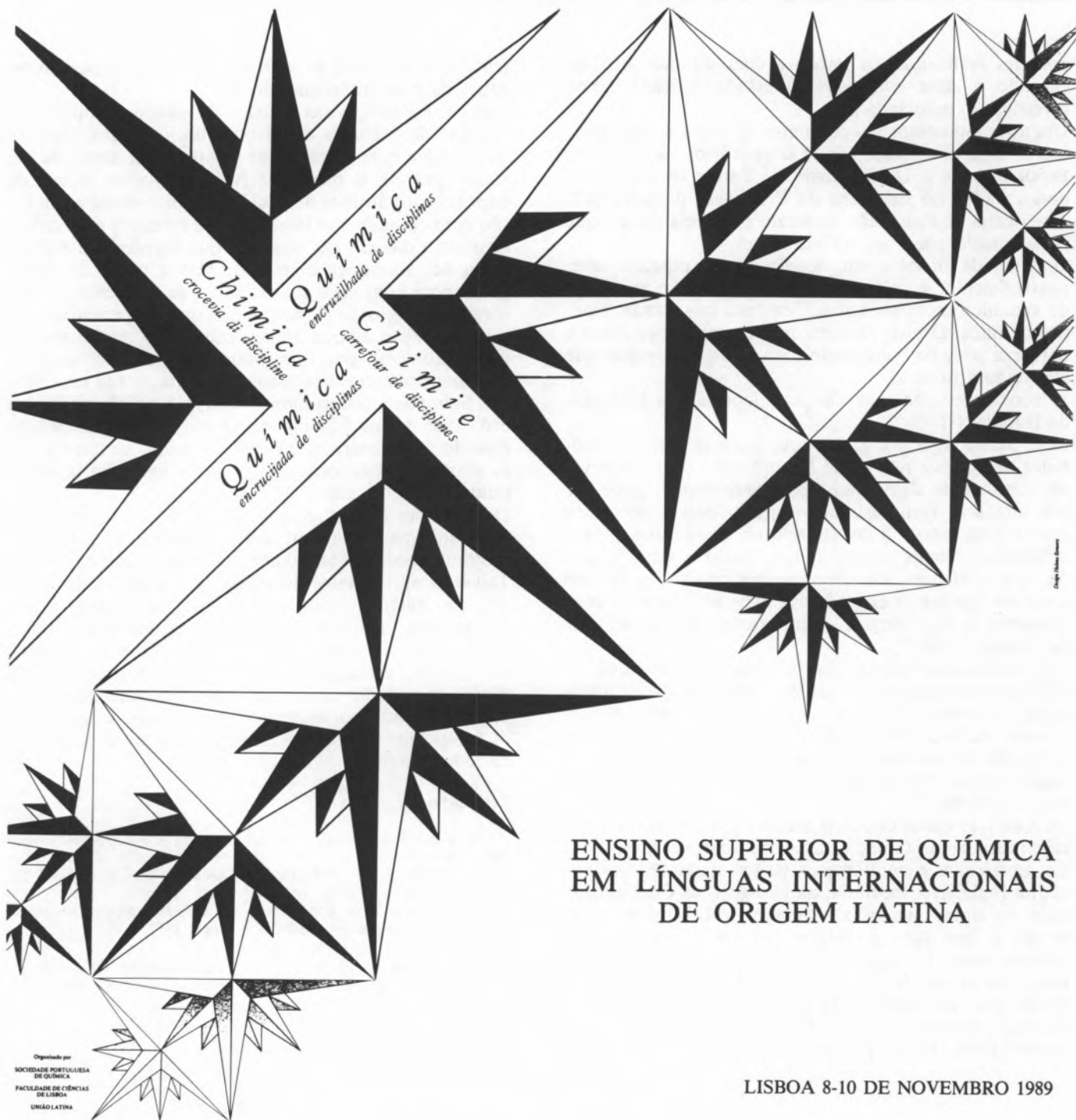
- [1] Fleishmann, M., Pous, S. e Hawkins, M., *J. Electroanal. Chem.* **261**, (1989), 301.
- [2] Partington, J.R., «*A History of Chemistry*» Ed. The MacMillan Press Ltd, Londres (1972) p. 19.
- [3] Bockris, J.O.M. e Reddy, A.K.N., «*Modern Electrochemistry*» Vol. 2, A Plenum/Rosetta Edn. New York, 1977.
- [4] Naves, F. *Ciência* (1989), 48.
- [5] Jones, S.E., Palmer, E.P., Czirr, J.B., Decker, D.L., Jensen, G.L., Thorne, J.M., Taylor, S.F. e Rafekski, J., *Nature*, **338** (1989), 737.
- [6] Lemonick, M.D., *Science, Time* (1989), 44.
- [7] Maddox, J., *Nature*, **337** (1989), 600.
- [8] Pauling, L., *Nature*, **339** (1989), 105.

15
P
30,974

FÓSFORO, de *phosphoros*, ou contentor de luz; descoberto em 1669; ocorre em três formas: branco, vermelho, e, raramente, negro. O fósforo branco é instável, amarelece e depois avermelha à luz e brilha no escuro (fosforescência). Os fosfatos são ingredientes dos detergentes.

16
S
32,06

ENXOFRE, de *sulphur*, nome bíblico; conhecido desde os tempos antigos. É usado em todos os ramos da indústria moderna, no fabrico de fósforos, insecticidas e tiras de borracha, entre outros. Cerca de 100 kg de ácido sulfúrico *per capita*, por ano, são produzidos nos Estados Unidos.



ENSINO SUPERIOR DE QUÍMICA EM LÍNGUAS INTERNACIONAIS DE ORIGEM LATINA

LISBOA 8-10 DE NOVEMBRO 1989

A Sociedade Portuguesa de Química (SPQ), juntamente com a Faculdade de Ciências de Lisboa e a União Latina está a organizar um Colóquio Internacional sobre Ensino Superior de Química em Línguas Internacionais de Origem Latina.

Colaboram nesta realização Service Enseignements Supérieurs — Didactique de la Chimie, SESDiC; Réseau des Enseignants de Chimie en Langue Française, RECLAF; Société Française de Chimie, SFC; Société Royale de Chimie (Belgique), SRC; Real Sociedad Española de Química, RSEQ; Université Libre de Bruxelles; Université de Mons; Université de Poitiers; Université de Rennes; Universidad de Valladolid. O Colóquio realizar-se-á de 8 a 10 de Novembro de 1989 na Fundação Gulbenkian, em Lisboa.

O 1.º Colóquio Internacional tem como objectivo final o estabelecimento de bases concretas para o desenvolvimento de projectos cooperativos para o Ensino de Química em Línguas Latinas.

Dirige-se prioritariamente a professores do ensino terciário e dos anos terminais do ensino secundário, a formadores de professores e a orientadores de estágio.

Um Contributo para a Formação de Professores

— descrição de um caso em Metodologia da Química (8.º ano)

M. Mercês Sousa Ramos ^a
M. Luz Castro Ribeiro ^a

É descrito um trabalho, desenvolvido no âmbito da formação de professores de Física-Química, que consistiu numa planificação de parte do programa de Química do 8.º ano, tendo como base um tema ambiental, e na implementação dessa planificação. Apresentam-se a referida planificação, um teste de avaliação final e algumas considerações relativas à resposta dos alunos e ao contributo para a formação dos professores envolvidos.

INTRODUÇÃO

Desde os anos sessenta vem sendo dada especial atenção ao ensino da Ciência na Escola, tendo ocorrido até hoje, alterações nas linhas orientadoras definidas por entidades competentes, numa preocupação de ajuste e adequação às necessidades de formação científica dos cidadãos.

Hoje é um dado que a Ciência deve ser uma componente essencial do currículo escolar de formação básica geral dos jovens, no sentido de preparar uma população com bagagem científica suficiente para que possa participar de uma forma fundamentada, na resolução dos problemas da vida comunitária nomeadamente sobre questões de recursos energéticos, nutrição, guerra, desarmamento e poluição, como refere alguma literatura recente. Nesta mesma literatura é dada ênfase à formação dos professores numa perspectiva de apetrechar o Ensino da Ciência com uma metodologia capaz de proporcionar uma aprendizagem eficaz, não só em termos cognitivos, mas também de processo e afectivos. Foi neste contexto que se conduziram discussões sobre a prática lectiva (planeamento, execução e avaliação) com um grupo de professores de Física-Química em profissionalização.

Nestas discussões foram manifestadas pelos professores algumas dificuldades em gerir o programa do 8.º ano de uma forma que tivesse em conta: — a concepção de actividades de investigação que incluíssem planeamento de experiências e controlo de variáveis; — a ligação dos conteúdos programáticos a situações do dia a dia nomeadamente as relacionadas com problemas de poluição; — a formulação de questões para avaliar a aprendizagem dos alunos na utilização de processos científicos, e na utilização de linguagem química para descrever e explicar fenómenos ambientais.

No sentido de ultrapassar as dificuldades referidas, foi fornecido aos professores um plano de organização de parte do programa de Química do 8.º ano que pretendia explicitar tipos de actividades lectivas e extra-lectivas que fossem ao encontro do espírito do ensino da Ciência, que tem vindo a ser desenvolvido na década de 80, a nível mundial. Após discussão detalhada sobre a planificação, os professores iniciaram a sua implementação, nas turmas do 8.º ano que tenham a seu cargo (12 turmas no total), adaptando-a ao seu estilo de ensino.

CARACTERIZAÇÃO DOS DOCUMENTOS ELABORADOS:

PLANO E TESTE DE AVALIAÇÃO

O plano elaborado dá orientações que visam o estudo de conceitos e princípios do programa num contexto ligado à vida real. O contexto é o da utilização, em larga escala, dos combustíveis fósseis e a consequente poluição do ambiente.

Foi ainda elaborado um teste posteriormente aplicado às 12 turmas do 8.º ano, num total de 274 alunos. Com este teste pretendia-se detectar o tipo de influência da estratégia seguida no desenvolvimento de capacidades dos alunos, não só ao nível cognitivo mas também ao nível dos processos, nomeadamente na utilização de linguagem científica, na descrição de situações não puramente académicas e no planeamento de experiências. Apresenta-se a seguir o plano elaborado bem como o teste acima referidos.

Plano de organização de parte do Programa de Química do 8.º ano

Estrutura Geral

Os combustíveis fósseis são fonte de energia mas também são fonte de poluição

Este tema é o contexto no qual serão estudados e/ou aprofundados os conceitos de: reacção química, equação química, reacções endo e exoenergética, combustão de não metais e metais, soluções ácidas e básicas, velocidade de reacção química e poluição atmosférica. A escolha do tema surgiu do pressuposto de que a ligação do ensino da Química a situações da vida real, neste caso do ambiente, proporcionará uma aprendizagem mais eficaz na medida em que dará um sentido «palpável» ao ensino da Química e estabelecerá a ligação aluno-cidadão.

Parte-se do conhecimento dos alunos, em discussão em assembleia, sobre o uso dos combustíveis mais comuns: tipos, razões de uso, consequências. Propõe-se aos alunos uma pesquisa bibliográfica sobre o combustível mais utilizado actualmente em Portugal e no resto do mundo — *petróleo* * e seus derivados. Esta pesquisa deverá incidir na constituição química. Alguns alunos

* Colaboração da Geografia/Biologia sobre a formação de combustíveis fósseis nomeadamente do petróleo.

^a Docentes Orientadores da Escola Superior de Educação de Lisboa.

poderão ficar encarregados de fazer a «desmontagem» do painel sobre «o petróleo», existente praticamente em todas as escolas. Entretanto explora-se na aula o caso do butano e do propano, gases utilizados vulgarmente na actividade doméstica: características do gás (cheiro, cor, composição a partir da fórmula), o que se observa enquanto o gás está a arder, a combustão, o significado de «acender o gás», a equação de palavras e a equação química da combustão, a noção de reacção exoenergética. A existência do carbono nos combustíveis derivados do petróleo pode ser demonstrada experimentalmente através da formação de negro de fumo na combustão de agarrás, por exemplo, sob um prato branco. Com base nos dados recolhidos na pesquisa bibliográfica e na aula, sobre a composição química do petróleo, os alunos, em assembleia e com a ajuda do professor, fazem uma síntese e registam-na nos seus cadernos. Nessa síntese deverá ressaltar a existência no petróleo de compostos de carbono e hidrogénio, essencialmente, e de outros, que aparecem como impurezas, cuja composição inclui enxofre e azoto e a necessidade destes serem removidos no tratamento industrial do combustível bruto. Porquê a dessulfurização, por exemplo? Uma demonstração da combustão do enxofre seguida de diálogo alertará para a formação de óxidos de enxofre, os quais são maléficos para o aparelho respiratório do homem. Os alunos deverão relatar o que se observa. A combustão é realizada num copo com oxigénio. Seguir-se-á uma breve discussão sobre a constituição do ar e a combustão do enxofre no ar, «extrapolando» para a combustão dos combustíveis fósseis, quando utilizados pelo homem. Levantar-se-á então a questão da interacção entre o dióxido/trióxido de enxofre e o vapor de água existente na atmosfera ou a água da chuva que a atravessa. O professor fará um teste que demonstrará a interacção daqueles óxidos com a água e o carácter químico da solução obtida.

Qual a acção da humidade ou das chuvas com características ácidas sobre os materiais em que caem na terra? — Os alunos farão, em grupo, testes de soluções ácidas (ácido sulfuroso, ácido sulfúrico) sobre metais (Zn, Fe), tecidos, materiais de construção (granito, calcário). Após esta actividade prática os resultados serão discutidos e relacionados com os efeitos no ambiente. Facultar-se-ão então aos alunos textos sobre poluição atmosférica, nomeadamente sobre chuvas ácidas, os seus efeitos na comunidade mundial e os custos que daí advêm. Dos possíveis, o texto apresentado em anexo, é um exemplo.

O professor fará a demonstração da combustão do carvão e identificar-se-á o carácter ácido da solução do óxido. Os alunos escreverão as equações de palavras e as equações químicas da combustão do carbono e do enxofre e as equações para as reacções dos respectivos óxidos com a água. Para o caso do azoto escreverão somente as equações de palavras, pois a escrita da equação é mais complicada. A combustão do enxofre bem como a do carbono (do carvão) serão também identificadas como reacções exoenergéticas. Abordar-se-á o facto de que, quando a temperatura não é suficientemente elevada ou o ambiente é pobre em oxigénio, pode verificar-se, na combustão do carbono, a formação de monóxido de carbono (CO) que é um gás venenoso, bem como o lançamento de partículas sólidas de carbono que não arderam (fuligem). O perigo do uso de braseiras e esquentadores, por exemplo, em ambientes pouco arejados deverá ser referido.

Os alunos farão então uma pequena actividade de investigação em que terão de controlar variáveis e elaborarão os respectivos relatórios. Tentarão resolver os seguintes problemas:

- Soluções mais ou menos ácidas atacam igualmente os materiais?
- Soluções ácidas atacam igualmente peças maciças de metal ou calcário e peças finamente trabalhadas destes materiais?

Após a realização desta actividade os alunos comunicarão os resultados e far-se-á uma síntese, estabelecendo a ligação com situações ambientais. Encarar-se-ão soluções para os problemas do ambiente focados, a nível de atitudes individuais e colectivas (referir legislação, identificar organismos responsáveis).

Seguir-se-ão algumas aulas em que se fará o estudo comparativo entre reacções exoenergéticas e reacções endoenergéticas, não metais e metais, óxidos de não metais e óxidos de metais. Abordar-se-á também a temperatura como outro factor que pode influenciar a velocidade da reacção química. Serão feitas nestas aulas demonstrações pelo professor e serão proporcionados momentos de discussão e de síntese.

Objectivos

CONCEITOS, FACTOS, PRINCÍPIOS

- Identifica a queima dos combustíveis como uma reacção química.
- Relaciona a utilização de um combustível com o facto da sua reacção ser exoenergética.
- Identifica a transformação de energia que ocorre na combustão.
- Relaciona a composição química do petróleo ou seus derivados com a poluição atmosférica resultante da sua combustão.
- Caracteriza os óxidos de carbono, enxofre e azoto e as respectivas soluções aquosas.
- Escreve as equações de palavras e as equações químicas que traduzem as combustões do carbono e do enxofre.
- Descreve a acção de soluções ácidas sobre metais, tecidos e materiais de construção.
- Descreve os efeitos dos gases resultantes da combustão, na atmosfera.
- Identifica factores que influenciam a acção (mais ou menos rápida) das soluções ácidas sobre metais e calcários.
- Explica a acção da «atmosfera ácida» sobre seres vivos, rios, lagos e monumentos.
- Enuncia medidas preventivas da poluição atmosférica.
- Identifica os produtos de algumas combustões.
- Distingue metais de não metais.
- Distingue, através das suas características, óxidos de não metais de óxidos de metais.

PROCEDIMENTOS (método, técnicas, meios de expressão)

- Faz pesquisa bibliográfica
- Verifica experimentalmente a acção de soluções ácidas sobre vários materiais.
- Regista dados obtidos nas experiências realizadas.
- Tira conclusões dos dados registados.

- Investiga os factores que influenciam a acção de soluções ácidas sobre o ferro e o calcário (ou outros materiais adequados): planeia experiências, controla variáveis.
- Elabora o relatório da investigação efectuada.

ATITUDES

- Participa na discussão em assembleia.
- Comunica os resultados da sua pesquisa.
- Colabora com os colegas num grupo.
- Realiza com prazer actividades de investigação.
- Assume-se como futuro cidadão consciente da sua participação para uma melhor qualidade de vida.

Uma possível organização de aulas

1.ª AULA

- Combustíveis mais usados.
- Combustíveis de uso doméstico: butano, propano — características, fórmula molecular, combustão (eq. de palavras, eq. química, r. exoenergética).

ESTRATÉGIA: Diálogo/exposição; demonstração - experiência do negro de fumo para comprovar a existência de carbono no combustível.

T.P.C.: pesquisa bibliográfica sobre a constituição química do petróleo.

2.ª AULA

- Composição química do petróleo.
- Combustão do enxofre — características do óxido; consequências do seu lançamento para a atmosfera.

ESTRATÉGIA: Comunicação pelos alunos dos dados recolhidos na pesquisa. Elaboração de síntese com registo no quadro e caderno.

Demonstração: combustão do enxofre e identificação do carácter ácido da solução aquosa do óxido.

3.ª AULA

- Acção dos ácidos sobre alguns materiais — metais, tecidos, materiais de construção.
- Efeitos ecológicos das chuvas ácidas.

ESTRATÉGIA: Trabalho experimental a realizar pelos alunos em grupos. Discussão dos dados registados e elaboração da síntese e previsão de efeitos ecológicos. Interpretação de gravuras.

T.P.C.: leitura de texto/pesquisa bibliográfica sobre chuvas ácidas.

4.ª AULA

- Combustão do carvão.
- Características do CO_2 .
- Consequências do lançamento do CO_2 p/ o ar.
- Escrita de eq. de palavras e química das combustões e «dissoluções» dos óxidos de S e C.

ESTRATÉGIA: Demonstração da combustão do carvão e identificação das características ácidas do óxido formado. Discussão. Registo no quadro e cadernos.

5.ª AULA

- Velocidade da reacção química — factores que a influenciam: concentração dos reagentes em solução e divisibilidade dos reagentes sólidos.

ESTRATÉGIA: Trabalho de investigação pelos alunos.

6.ª e 7.ª AULAS

- Continuação e conclusão do trabalho de investigação.
- Elaboração do relatório.

8.ª AULA

- Síntese do estudo efectuado nas aulas anteriores.
- Soluções possíveis para a redução da poluição devida ao uso de combustíveis: atitudes individuais e colectivas.

ESTRATÉGIA: Comunicação pelos alunos dos dados recolhidos na investigação. Discussão, registo, síntese.

9.ª AULA

- Reacções endo e exoenergéticas.
- A temperatura como factor que influencia a velocidade das reacções químicas.

ESTRATÉGIA: Exposição/diálogo. Demonstração experimental, pelo professor do efeito da temperatura.

10.ª AULA

- Combustão de metais (sódio, magnésio, ferro).
- Óxidos de metais e não metais.

ESTRATÉGIA: Exposição/diálogo. Demonstração, pelo professor, das combustões. Identificação das características das soluções os óxidos por prof. ou aluno em demonstração.

11.ª AULA

- Escrita das equações químicas das reacções efectuadas na aula anterior.
- Síntese.

ESTRATÉGIA: Trabalhos em pequenos grupos. Exposição/diálogo.

12.ª e 13.ª AULAS

- Teste formativo.
- Teste sumativo.

Observações:

- Se os alunos mostrarem interesse em conhecer o gás que se liberta na reacção do ácido sobre o metal ou sobre o calcário, o professor poderá fazer a demonstração das características desses gases no sentido de os identificar. Poderá haver então necessidade de mais uma aula.
- O «teste formativo» indicado na aula 12.ª não significa que tem de ser nessa aula nem que ocupa uma aula inteira. Está assim indicado por questões práticas podendo mesmo resultar da aplicação de vários «mini-testes».

Teste

DA QUESTÃO 1 À 4 ASSINALA
COM UMA CRUZ (X)
A RESPOSTA CORRECTA

1. Combustão é uma reacção química entre
___ o combustível e o oxigénio do ar.
___ o comburente e o oxigénio do ar.

___ a chama e o oxigénio do ar.
 ___ o combustível e a chama.

2. Quando um combustível fóssil arde forma-se
 ___ somente água.
 ___ somente CO_2 .
 ___ somente CO_2 e água.
 ___ principalmente (CO_2 + água).

3. Fez-se a combustão da substância elementar Z, não metal, no seio do ar.
 Qual das seguintes equações pode traduzir esta combustão:

___ $\text{Z} + \text{ar} \longrightarrow$ óxido de Z
 ___ $\text{Z} + \text{oxigénio} \longrightarrow$ óxido de Z
 ___ $\text{Z} + \text{oxigénio} \longrightarrow$ base de Z
 ___ $\text{Z} + \text{oxigénio} \longrightarrow$ ácido de Z

4. Combustão é:
 ___ uma reacção de oxidação
 ___ uma substância que arde
 ___ uma reacção endoenergética
 ___ uma forma de poluição

5. Enuncia os nomes de quatro combustíveis fósseis, derivados do petróleo.

6. O uso de combustíveis derivados do petróleo é uma das principais fontes de poluição atmosférica. Dá uma explicação para este facto, basenado-te na composição química daqueles combustíveis.

7. Considera a equação química



Traduz por palavras tuas o significado daquela equação.

8. O Mosteiro dos Jerónimos é um monumento nacional construído em pedra calcária.
 Explica, usando linguagem científica, de que modo as chuvas ácidas podem danificar aquele monumento.

9. Baseia-te na equações de palavras seguintes para responderes às questões 9.1. e 9.2.

$\text{X} + \text{silício} \longrightarrow$ óxido de silício
 $\text{óxido de silício} + \text{água} \longrightarrow$ ácido

9.1. Identifica X

9.2. Identifica os elementos constituintes do ácido.

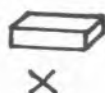
10. Define por palavras tuas e da forma mais completa:

10.1. ácido

10.2. base.

11. Imagina que és uma molécula de SO_3 e escreve uma pequena composição sobre o tema: «Se eu fosse uma molécula de SO_3 lançada para a atmosfera...»
 Deverás usar, entre outras, as palavras: oxigénio, gasolina, chuvas ácidas, poluição, peixes, pH, acidez, ácido.

12. Considera duas peças de ferro X e Y. A peça X é um pequeno paralelepípedo massiço com a massa de 50 g e a peça Y é um fio de ferro com a masa de 80 g, ao qual se deu a forma representada na figura.



Planeia uma experiência que poderias fazer para descobrir a resposta à seguinte questão:
 «Qual das duas peças é mais rapidamente corroída pelos ácidos?»

Na tua resposta deves escrever sobre:

- material que usarias
- grandezas que irias medir e como as medirias
- como procederias para que o teste fosse válido
- como tratarias os resultados que viesses a obter.

Considera que terias acesso ao seguinte material:

- copos (globelés)
- provetas
- soluções de: ácido clorídrico com concentração 2M; ácido clorídrico com concentração 1M (menos concentrada que a de 2M).
- balança
- relógio/cronómetro
- alicate.

ALGUMAS CONSIDERAÇÕES SOBRE OS RESULTADOS OBTIDOS

- Após o estudo da unidade constatou-se que em três das turmas mais de 50% dos alunos (100, 96, e 56%) dizem que a combustão «é uma forma de poluição» (questão 4 do teste). Estes resultados chamam à atenção para o cuidado a ter na exploração de contextos não académicos de modo a não promover a formação de concepções erróneas sobre o fenómeno em estudo. É de referir que as duas turmas em que as percentagens de respostas «é uma forma de poluição» foram de 100 e 96% tinham o mesmo professor e o assunto tinha sido abordado de forma idêntica em ambas as turmas.
- Mesmo depois do estudo do tema num contexto ambiental em que a combustão é associada a combustíveis como fonte de energia 27% dos alunos de 4 turmas dizem que a combustão «é uma reacção endoenergética» (questão 4 do teste). Uma das razões que pode ter levado à escolha desta alternativa é o facto de, em geral, a combustão ser iniciada termicamente, haver semelhança grafológica entre os termos «endoenergética» e «exoenergética» e ainda o facto da alternativa correcta — «é uma reacção de oxidação» — não corresponder à abordagem feita na aula.
- A utilização de linguagem científica na explicação de fenómenos ambientais, pedida na questão 8 do teste, mostrou ser deficiente após o estudo do tema; 55% dos alunos não utilizou o termo «reacção química» nem identificou quimicamente os intervenientes na reacção, descrevendo a ocorrência somente com termos menos específicos (por ex. corroem) ou mesmo coloquiais (por ex. danificam, desgastam). É de notar que, na disciplina de Física-Química, os alunos nunca haviam deparado com questões deste tipo em testes escritos.
- Nas respostas à questão 11 do teste, que pedia uma composição sobre «Se eu fosse uma molécula, de SO_3 lançada para a atmosfera...» os alunos mostraram de um modo geral, ter dificuldade de síntese utilizando os termos científicos aprendidos. Só 20% referiu a formação de SO_3 a partir da combustão da gasolina, embora 33% tivesse referido a formação das chuvas ácidas a partir de SO_3 e água atmosférica, 29% o pH das chuvas ácidas e 37% a acção das chuvas ácidas sobre peixes e/ou materiais. É de salientar que somente 3% dos alunos fez referência à formação de outras moléculas de

SO₃ para além de «si» próprio e à acção conjunta dessas moléculas na formação das chuvas ácidas.

- Na questão 12, do teste, em que é pedido aos alunos o planeamento de uma experiência, 33% dos alunos de 11 turmas, mostrou ter tido em conta o controlo de variáveis. É de notar que numa turma em que não foi seguida a estratégia proposta, a qual incluía a realização de experiências pelos alunos com controlo de variáveis, os alunos apresentaram muita dificuldade na descrição de um plano experimental e dos que a fizeram nenhum teve em conta o controlo de variáveis.

- Quer a actividade proposta no plano, sobre planeamento de experiências e controlo de variáveis, quer a questão 12 do teste incidindo neste tipo de capacidades pareceram influenciar alguns dos professores, no planeamento e execução de aulas que decorreram posteriormente sobre outros assuntos, incluindo nelas actividades adequadas ao desenvolvimento daquelas capacidades.

- Foi opinião dos professores que implementaram a estratégia proposta que houve por parte dos alunos maior interesse e entusiasmo no estudo da Química do que em anos anteriores, com outros alunos do 8.º ano, em que os mesmos conceitos e princípios haviam sido abordados em contextos mais académicos.

É de salientar que numa das Escolas esse interesse levou a um acréscimo significativo no número de inscrições na opção de Quimicotecnia do 9.º ano (o número de turmas passou de uma para três).

CONTRIBUTO PARA A FORMAÇÃO DE PROFESSORES

Os conteúdos do plano e do teste e as discussões que a partir deles se desenvolveram, constituíram um meio de sensibilização dos professores que implementaram o plano para a realização de actividades experimentais com vista ao desenvolvimento de capacidades associadas ao processo científico, no estudo de questões ambientais, e para modos de testar essas capacidades. O entusiasmo de alguns professores levou-os a introduzir actividades do mesmo tipo no estudo de outros assuntos nomeadamente actividades que envolviam planeamento de experiências e controlo de variáveis.

Estes professores aperceberam-se que o desenvolvimento, nos alunos, de capacidades de utilização de linguagem científica na explicação de fenómenos ligados ao meio, de capacidades de síntese, de capacidades de planeamento de experiências e de controlo de variáveis não é possível somente durante o estudo de um único tema, ainda que com actividades adequadas, mas sim ao longo de todo o programa em que actividades do mesmo tipo vão sendo realizadas e integradas em diferentes contextos.

Parece-nos poder concluir, olhando para o futuro, que a elaboração de documentos de apoio, do tipo dos aqui apresentados, a sua implementação por professores neles interessados e a respectiva discussão são meios a encarar na formação dos agentes de ensino no âmbito da Metodologia da Ciência.

Bibliografia

- Gardner, M.H. (1984) *The Future*, in *Teaching School Chemistry*. UNESCO. Paris.
 Ingle, R. e Jennings, A. (1981) *Science in Schools which way now?*. Heinemann Educational Books Ltd., London.

ANEXO

As chuvas ácidas *

A humanidade tem sempre considerado a chuva como um benefício; sem os 12 000 km³ que caem anualmente sobre os continentes, estes seriam áridos. Mas em certos pontos do globo a chuva tem-se tornado numa fonte de preocupação; mistura-se no ar com a poluição proveniente dos gases libertados pela combustão dos combustíveis fósseis — nomeadamente nas centrais eléctricas, nas fábricas e nos motores de automóveis — e provoca a queda de ácido sulfúrico e de ácido nítrico diluídos. Estas substâncias matam os peixes e outras formas de vida aquática e atacam os edifícios entre os quais alguns monumentos antigos dos mais importantes do mundo; podem igualmente prejudicar as florestas e as culturas e mesmo ameaçar a saúde do Homem.

A chuva ácida não é um fenómeno novo: este termo já era usado há mais de um século, quando se falava da poluição de Manchester em Inglaterra. O que é novo é a importância que este problema tomou a nível internacional. Tem-se podido purificar, em larga medida, o ar de cidades como Manchester, contruindo nas centrais e fábricas altas chaminés que atiram a poluição para zonas elevadas da atmosfera. Estas chaminés melhoraram a situação localmente, dispersando os gases poluentes, mas agravaram as dificuldades internacionais. Com efeito, esses gases, os óxidos de azoto e de enxofre, emitidos pela combustão dos combustíveis fósseis podem ser levados, pelos ventos, a milhares de quilómetros de distância e provocar chuva ácida em países muito afastados do ponto onde, aqueles óxidos, se formaram.

Até há pouco tempo pensava-se que as chuvas ácidas eram um problema essencialmente regional, limitado às zonas industriais do hemisfério norte. Se bem que o problema se tenha manifestado inicialmente aí, ele está agora generalizado a outras regiões do globo, principalmente naquelas em que se faz uso intensivo de combustíveis fósseis.

Há processos naturais que também emitem para a atmosfera compostos de azoto e enxofre (actividade vulcânica), no entanto, a quantidade devida à actividade humana é muito mais elevada.

Nos países da CEE, por exemplo, aproximadamente 75% dos óxidos de enxofre emitidos para a atmosfera são devidos à combustão do petróleo ou seus derivados, nas centrais eléctricas e fábricas. No entanto há indícios de que as emissões de dióxido de enxofre (o principal poluente da Europa e da América do Norte) não tem aumentado nos últimos 10 anos, contrariamente às previsões e, provavelmente não aumentará nos próximos decénios. Um melhor controlo da poluição atmosférica e uma redução no consumo dos combustíveis fósseis tem contribuído para tal.

Os óxidos de enxofre e azoto que poluem a atmosfera, além de se poderem dissolver na água das chuvas ou na humidade do ar podem também depositar-se directamente no solo sob a forma de depósitos secos. Os depósitos ácidos, secos ou húmidos, sobre as folhas das árvores têm contribuído para a sua destruição lenta em algumas zonas do globo.

Os lagos e os rios foram as primeiras vítimas da chuva

* Texto adaptado de «Les pluies acides» em *Le Courier*, UNESCO, Jan. 1985, pp. 21-24.

ácida a serem descobertas, principalmente na Escandinávia, no nordeste dos Estados Unidos, no sudeste do Canadá e no sudoeste da Escócia. Algumas zonas destas regiões são particularmente vulneráveis porque o seu solo e subsolo oferecem uma fraca protecção à chuva ácida: são constituídos por minerais como o granito e rochas ricas em quartzo; contêm pouco calcário e não se desagregam facilmente pelo que não podem neutralizar o ácido que sobre elas cai. Deste modo as águas ácidas infiltram-se no solo e subsolo até encontrarem cursos de água, que escorrem para os rios e lagos provocando os seus efeitos maléficos sobre os seres vivos aquáticos.

À medida que a acidez da água dos rios e dos lagos se vai acentuando, aumenta progressivamente a solubilidade de metais provenientes de esgotos e de despejos de indústrias, como o alumínio, o cádmio, o zinco, o chumbo e o mercúrio. Alguns destes metais são extremamente tóxicos e podem ser absorvidos pelos seres vivos aquáticos através das cadeias alimentares.

A poluição pode igualmente pôr em risco a saúde humana. Sabe-se há muito que grandes quantidades de dióxido de enxofre, de óxidos de azoto e de poeiras na atmosfera são nocivas. Por outro lado as chuvas ácidas, resultantes da dissolução destes óxidos, provocam a libertação de metais, não só nas águas como já foi referido anteriormente, mas também nos solos. Estes metais através das águas subterrâneas, rios e lagos que constituem fonte de aprovisionamento de água potável, são introduzidas nas cadeias alimentares podendo vir a afectar o Homem.

Agradecimentos

São devidos agradecimentos: — Aos professores que implementaram o plano, pelo seu empenho e pelas informações que prestaram sobre o comportamento dos alunos na aula ao longo dessa implementação; — À Escola Superior de Educação de Lisboa pelo apoio dispensado na reprodução de materiais que foram distribuídos aos alunos das turmas do 8.º ano; — À Prof.^a doutora Mariana Pereira que amavelmente se prestou a fazer a revisão deste texto.

COLABORE
COM A
SOCIEDADE

NÃO ATRASE
O PAGAMENTO
DAS
SUAS QUOTAS

Informação e Comunicação

— relato de uma experiência pedagógica

Pedro Manuel Saraiva ^a

Relatam-se neste artigo impressões, comentários e conclusões relacionados com a experiência recolhida da docência de uma cadeira semestral (leccionada a 40 alunos do terceiro ano da licenciatura em Engenharia Química) na qual foram abordados diversos aspectos relacionados com o papel que Informação e Comunicação possuem na vida do cidadão comum, e do Engenheiro Químico em particular.

DIAGNÓSTICO DA SITUAÇÃO

Numa das primeiras aulas da disciplina foi solicitado aos alunos que preenchessem um pequeno inquérito, destinado a perspectivar os hábitos e práticas de alunos universitários (do terceiro ano) de engenharia química face às fontes de informação.

Apesar da amostragem não ser suficientemente representativa para legitimar extrapolações, permite chegar a algumas conclusões preocupantes:

- Cerca de 45% da população abrangida não lê habitualmente pelo menos um bom semanário ou revista de actualidade nacional ou internacional (Figura 1);
- Perto de 81% dos inquiridos não tem por prática regular a leitura de pelo menos uma boa revista de divulgação científico-tecnológica de índole genérica (como, por exemplo, «*La Recherche*», «*Science & Vie*», «*Scientific American*», «*Nature*», etc.). E os poucos que dizem fazê-lo ou não mencionam os seus títulos ou referem aos publicações «*Turbo*» e «*Superinteressante*»!;
- Relativamente à consulta periódica de revistas de actualidade/divulgação de Engenharia Química (como, por exemplo, «*Chemical Engineering*», «*The Chemical Engineer*», «*Chemical Engineering Progress*», «*Chemical Technology*» ou «*Chemical & Engineering News*»), o panorama é ainda mais cinzento: 96% dos discentes não o fazem e o único que afirma ter esse hábito não menciona o(s) título(s) da(s) revista(s) que diz acompanhar;
- Registou-se também que 95% dos alunos não costumam assistir, em média, a pelo menos três conferências, congressos ou seminários por ano;
- Mais de 83% dos inquiridos confessam nunca ter consultado uma patente, enquanto 90% nunca fizeram uso da telecópia como meio de comunicação;
- Perto de 60% dos discentes declaram não possuir um microcomputador pessoal em casa, e apenas 22% afirmam utilizar meios informáticos com uma periodicidade quase diária;
- Finalmente, refira-se que somente 16% afirmam ir ao cinema, teatro ou outras actividades culturais com uma frequência semanal (a maioria, 68%, fá-lo apenas mensalmente), o mesmo se passando com a leitura de textos

Hábitos de leitura de actualidades
(quantidade de jornais/revistas lidos)

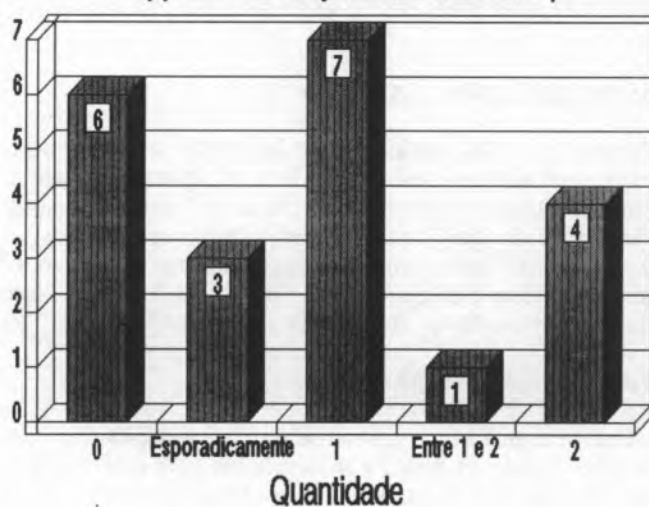


FIGURA 1

não científicos ou técnicos (só 8% a praticam diariamente, 36% mensalmente e 32% fazem-no apenas muito raramente).

Estes resultados suscitam alguns pontos de reflexão sobre a população universitária que temos e o modo como ela se situa (ou é forçada a situar-se) perante a era das Novas Tecnologias que estamos a viver:

- Parece evidente que a grande maioria dos alunos (apesar de se situarem nas áreas de Ciências e Tecnologia) está a passar ao lado de uma boa parte das grandes transformações a que estamos a assistir. Tal afastamento decorre de um completo alheamento face às fontes de informação disponíveis para fazer esse acompanhamento, tanto a nível social e económico, como em relação a aspectos científicos/tecnológicos, ou ainda quanto à Engenharia Química propriamente dita;
- Se em boa parte este aparente desinteresse decorre certamente de todo um conjunto de valores, motivações e prioridades assumidos pela geração que frequenta as nossas Universidades, dois tipos de reacção foram insistentemente sentidos pelos alunos, face ao inquérito efectuado:

^a Assistente Estagiário, Secção Autónoma de Engenharia Química, Universidade de Coimbra.

i) Uma constatação generalizada de que gostariam de possuir outro tipo de hábitos de recolha e tratamento dos mais variados tipos de informação, o que lhes é impossibilitado pela própria Escola, dada a sobrecarga horária e de trabalho imposta. Urge analisar criteriosamente esta questão, porquanto numa época em que a Escola deve servir essencialmente para ensinar a aprender, não pode deixar de se questionar se não será preferível dar espaço e disponibilidade aos nossos alunos universitários para a realização de actividades extracurriculares, ainda que em detrimento das matérias A ou B.

ii) A manifestação de alguma perplexidade perante o reconhecimento assumido da situação de enorme deficiência em relação ao mundo da informação em que se encontram. Esta admiração vem provar que as nossas Escolas continuam muitas vezes a basear-se em metodologias de ensino mais ou menos livrescas, não sensibilizando devidamente os alunos para aspectos tão importantes na sociedade contemporânea como os descritos.

ESTRUTURA DA CADEIRA

Perante este diagnóstico pouco brilhante, e após tentar cativar os alunos e evidenciar-lhes a importância que a recolha e transmissão de informação terá tanto nas suas vidas profissionais como desde já, enquanto alunos, a disciplina dividiu-se em dois grandes blocos, versando respectivamente o estudo das *Fontes de Informação* e da *Comunicação* na vida do Engenheiro Químico.

Fontes de Informação

Neste primeiro bloco tentou-se dar uma noção clara da multiplicidade de dados e informações com que o Engenheiro Químico se poderá ver confrontado no seu dia-a-dia, que ultrapassa em muito os aspectos exclusivamente científicos e/ou técnicos, para incluir também o conhecimento de mercados, concorrentes, fornecedores, legislação, índices económicos, etc.

Foram seguidamente analisadas as diversas fontes documentais de informação que se encontram disponíveis, e em que medida podem ser úteis ao Engenheiro Químico para obter este ou aquele tipo de informação:

- Publicações periódicas (essencialmente revistas)
- Teses, relatórios, dissertações
- Actas de congressos, seminários
- Catálogos de feiras, exposições
- Obras de referência
- Patentes
- Monografias e livros de texto
- Normas

Talvez deva ser salientado, a este respeito, o grande desconhecimento denotado pela totalidade dos alunos quanto ao papel informativo que pode e deve estar associado a uma patente, e que decorre da inexistência de conceitos claros e correctos sobre o que ela realmente é. Foi dada também uma atenção particular à exposição da utilidade das bases de dados e consultas feitas em terminal na obtenção dos mais variados tipos de elementos, com toda a economia de tempo e recursos que tal representa.

A Comunicação

Tão importante como estar-se informado é saber-se comunicar e transmitir informação. Não obstante, são conhecidas as lacunas e dificuldades de expressão,

tanto orais como escritas, que afectam o aluno universitário médio.

A segunda parte da cadeira centrou-se justamente na gestão e análise da produção de informação. Focaram-se diversos aspectos de estilo, estrutura e conteúdo relacionados com a comunicação por escrito (relatórios, artigos, teses), elementos de suporte audiovisual (acetatos, diapositivos, gráficos), e comunicação oral, encarada quer do ponto de vista do emissor (apresentação de comunicações, conferências, discursos), quer do ponto de vista do receptor (apesar de pouca atenção lhe ser prestada, «saber-se ouvir» é muito importante para que a transmissão das mensagens resulte eficaz). Foram ainda abordados aspectos do relacionamento interpessoal em que se é simultânea e alternadamente emissor e receptor (diálogo, entrevista, chefia e liderança, técnicas de negociação).

Sempre que possível tentou-se demonstrar o interesse real que o domínio de todos estes canais de comunicação terá mais tarde na vida profissional dos Engenheiros Químicos (relacionamento com superiores e subordinados, clientes e fornecedores, elaboração de relatórios internos, propostas, etc.), e possui desde já no dia-a-dia dos discentes (elaboração de melhores relatórios, obtenção de resultados superiores em exames orais e escritos, negociação de avaliações e outros aspectos pedagógicos com a classe docente, etc.).

Avaliação dos discentes

Para além da realização de um exame com consulta (responsável em 70% pela classificação final), foi exigida a execução de um conjunto de trabalhos de casa que pensamos constituírem um auxiliar precioso no processo de aprendizagem, incluindo-se entre eles:

- escolha de uma revista existente na biblioteca do Departamento e sua caracterização exaustiva (conteúdo, forma, autores e presumíveis leitores da publicação, tiragem, tipos de artigos e sua extensão, preço, publicidade, locais onde pode ser encontrada no país, etc.);
- elaboração de uma proposta de constituição de uma pequena biblioteca de Engenharia Química, incluindo o respectivo orçamento;
- a partir da capa de um artigo da qual haviam sido previamente apagadas todas as identificações, excepto os nomes dos autores e ano de publicação, foi solicitado que os discentes elaborassem uma marcha de pesquisa e que, de acordo com ela, encontrassem o artigo referido, após o que o deveriam ler cuidadosamente, elaborar um resumo e confrontar este com o dos próprios autores;
- solicitou-se aos estudantes que partissem de uma pequena amostra (cerca de 100 palavras) de um relatório elaborado no âmbito de uma qualquer disciplina, a analisassem de forma crítica e, a partir daí, elaborassem uma primeira versão melhorada da mesma. Depois de deixar passar alguns dias, a nova versão foi novamente estudada, conduzindo à elaboração de uma terceira e derradeira versão.

Este exercício revelou-se particularmente instrutivo, desde logo porque são os próprios alunos, ao colocarem-se no lugar de leitores dos seus relatórios, os primeiros a reconhecer que eles são altamente maçadores, confusos e desequilibrados. Para além da ortografia, dificuldades de redacção, uma deficiente estruturação e algumas questões de estilo, sobressai na grande maioria dos casos uma completa ausência de objectivos e clarificação daquilo que é essencial e acessório. A título de

exemplo, refiram-se os relatórios de um trabalho prático que consistia na calibração e estudo de um termopar. Quase todos eles começavam do seguinte modo: «*O termopar é um instrumento de medição de temperatura. A temperatura é (...)*», prolongando-se depois por uma dezena de páginas com especulações mais ou menos redundantes sobre o assunto (ignora-se por completo que o destinatário, docente, deve saber perfeitamente o que é temperatura!). Em contrapartida, o cerne do relatório (discussão, interpretação de resultados e formulação de conclusões), feito com o pouco tempo que resta depois das elaboradíssimas introduções teóricas, ocupa uma fracção ínfima e é particularmente pobre.

Todas estas atitudes típicas denotam uma total indefinição dos objectivos a atingir com os relatórios (relatar os trabalhos realizados e conclusões daí decorrentes, impressionar favoravelmente o professor ou ter uma boa classificação são algumas possibilidades) e do modo de os alcançar (um relatório que não proporcione uma leitura agradável ao receptor não obterá certamente uma classificação tão elevada).

Os alunos facilmente se apercebem, quando alertados para isso, da irracionalidade subjacente a todos estes padrões de comportamento, e, de um modo geral, as versões melhoradas foram incomparavelmente superiores à inicial.

Sendo o poder de síntese uma virtude que importa cultivar, todos os trabalhos descritos possuíam uma extensão máxima limitada e conhecida previamente.

Futuramente, havendo tempo para isso, outros trabalhos igualmente interessantes passariam pela apresentação oral da análise de um determinado artigo, exercícios de simulação de um processo de negociação ou uma entrevista de recrutamento de pessoal. O peso dos trabalhos na avaliação final deveria aumentar então para 40% ou mesmo 50%.

Avaliação da disciplina

Entendemos ser extremamente positivo para a análise e aperfeiçoamento das cadeiras saber quais as opiniões dos alunos relativamente às mesmas. Com este objectivo foi elaborado um inquérito anónimo em que os papéis eram de certo modo invertidos, sendo os discentes colocados na posição de avaliadores da disciplina leccionada. Alguns resultados são particularmente significativos (referindo-se a valores médios numa escala de 1 a 5):

— O interesse do conteúdo da disciplina (Figura 2) obteve uma pontuação de 3,9; a utilidade prática das matérias versadas e a sua importância na vida profissional são ambas reconhecidas, com 4,2 pontos;

— Num total de seis disciplinas do semestre, esta é globalmente classificada no terceiro lugar;

— A utilidade dos trabalhos de casa na consolidação da aprendizagem recebeu 3,4 pontos;

— Perto de 91% dos alunos tencionariam frequentar esta mesma cadeira em detrimento de outras, caso se tratasse de uma disciplina de opção;

Interesse das matérias leccionadas

(pontuação numa escala de 1 a 5)

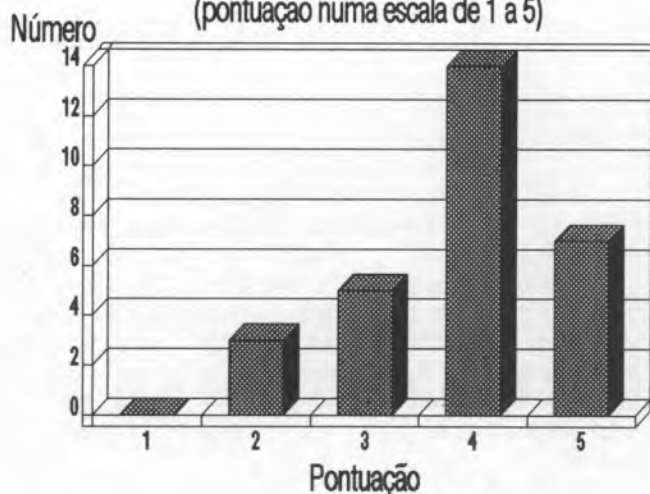


FIGURA 2

CONCLUSÕES

Apesar da importância vital que a informação e comunicação ocupam nos dias de hoje, e de forma particular em carreiras científico-tecnológicas, a situação média do aluno universitário de Engenharia Química é preocupante.

No sentido de tentar colmatar algumas das lacunas existentes e sensibilizar os alunos para estes assuntos, pensamos ser perfeitamente adequada a inclusão nos planos curriculares dos cursos de Química e Engenharia Química de uma disciplina especificamente vocacionada para o seu estudo. Nessa disciplina devem ser focados de uma forma integrada quer as fontes e processos de recolha de informação, quer os meios, objectivos e formas de a divulgar, difundir e comunicar com os outros. Sempre que possível deve evidenciar-se o interesse deste tipo de temas na vida diária de cada um, incluindo a dos próprios alunos.

Verifica-se que a vasta maioria dos discentes adere facilmente a uma cadeira deste tipo e reconhece a sua utilidade.

Alguns efeitos positivos decorrentes da existência dessa mesma disciplina são detectáveis a curto prazo: a qualidade de trabalhos escritos apresentados melhorou substancialmente, alguns alunos passaram a deslocar-se com periodicidade à Biblioteca para consultar revistas específicas, outros decidiram adquirir um microcomputador para uso pessoal, etc.

Convite à Reflexão...

Sobre a Educação

A escola foi sempre o meio importante para transmitir a riqueza da tradição de uma geração a outra. Isto é hoje ainda mais verdadeiro do que nos tempos de outrora, porque, em consequência do desenvolvimento moderno da vida econômica, a família, enquanto responsável pela tradição e pela educação, enfraqueceu-se. A continuação e o bem-estar da sociedade humana dependem, por conseguinte, da escola num grau bem mais elevado do que anteriormente.

[...] Ela deve desenvolver nos jovens indivíduos as qualidades e as capacidades que representam um valor para a prosperidade da sociedade. Mas tal não quer dizer que a individualidade deva ser destruída e que o indivíduo se deva tornar num simples instrumento para a sociedade, como uma abelha ou uma formiga. Com efeito, uma sociedade de indivíduos estandardizados, sem objectivo e originalidade pessoais, será uma sociedade pobre, sem possibilidade de se desenvolver. Pelo contrário o objectivo deve ser a educação de indivíduos que venham a agir e pensar numa maneira independente e que apesar disso vejam no serviço à comunidade a acção mais sublime da sua vida.

[...] É necessário, por conseguinte, evitar impor ao jovem a ideia de que o sucesso no sentido ordinário é o objectivo da vida. Com efeito um homem que obtive sucesso é um homem que recebe um grande quinhão dos seus semelhantes, geralmente maior do que o que corresponde aos serviços que ele lhes pode prestar. O valor de um homem reside naquilo que dá e não naquilo que é capaz de receber. O motivo mais importante do trabalho na escola e na vida é o prazer de trabalhar, o prazer no resultado e no conhecimento do valor que esse resultado tem para a comunidade. Despertar e reforçar estas forças psicológicas nos jovens é o papel principal da escola. Só uma tal base psicológica conduz ao alegre desejo de possuir os bens mais sublimes dos homens: o conhecimento e a aptidão artística.

[...] O que se poderá fazer para que esta mentalidade seja adquirida na escola? Para isto, o remédio universal é tão difícil de encontrar quanto aquele que é necessário para que o homem esteja sempre bem de saúde. Mas existem algumas condições para que se possa encontrá-lo: em primeiro lugar é nestas escolas que os professores deveriam aumentar; em segundo

lugar, deve-se deixar ao professor uma grande liberdade para escolher a matéria a ensinar e os métodos a empregar no ensino. Com efeito, também é verdade que para ele o prazer de aperfeiçoar o seu trabalho é, muitas vezes, aniquilado pela força e a pressão impostas do exterior.

[...] Dever-se-á dar preferência às línguas ou ao ensino técnico-científico?

Respondo que este ponto é, a meu ver, duma importância secundária. Se um jovem exercitou os seus músculos e se se treina pela ginástica e pela marcha para aumentar a sua resistência física, ele será mais tarde útil a todo o trabalho manual. É este mesmo tipo de entusiasmo que deve haver quanto ao treino do espírito e aos exercícios para se obter uma aptidão mental.

Também não tem razão o homem do engenho que definiu a educação da maneira seguinte: «A educação é o que fica quando se esqueceu tudo o que se aprendeu na escola.» É por esta razão que não tenho desejo de me colocar quer ao lado dos que são pelo ensino filológico-histórico quer ao lado dos que apoiam um ensino mais dedicado às ciências da natureza.

Por outro lado sinto a necessidade de me opor à ideia de que a escola deva directamente ensinar conhecimentos de destrezas especiais que tenham como objectivo imediato o fazer uso deles mais tarde na vida. As exigências da vida são bem mais variadas para tornar possível um tal ensino na escola. Mais ainda, parece-me inadmissível tratar o indivíduo como um utensílio morto. A escola deve sempre aspirar o seguinte: que o jovem ao deixá-la seja uma personalidade harmoniosa e não um especialista. Isto é, a meu ver, igualmente válido para as escolas técnicas onde os estudantes têm como objectivo dedicar-se a uma profissão claramente definida. A principal finalidade do homem deveria ser sempre o desenvolvimento da capacidade de pensar e de julgar de modo independente e não a aquisição de conhecimentos especiais. Se um homem domina os princípios fundamentais de um dado assunto e se aprendeu a pensar e a trabalhar de um modo independente ele será certamente bem sucedido e terá, além disso, maior capacidade de se adaptar ao progresso e às mudanças do que aquele cuja educação consistiu apenas na aquisição de um conhecimento detalhado.

Alberto Einstein, discurso Out. 1936

O Sol, a Pele e os Protectores Solares

Fátima Norberto ^a

O bronzeamento da pele, tão em moda nos últimos anos, tem levado a inúmeros estudos sobre a acção dos raios solares sobre a pele. Os raios solares, se por um lado são benéficos (produção de vitamina D tão importante para o crescimento e formação óssea), têm também inúmeros inconvenientes como o envelhecimento prematuro da pele, alteração na pigmentação, fenómenos de fotosensibilização e até cancro cutâneo.

Para melhor compreendermos a acção das radiações solares, far-se-á uma breve revisão sobre a sua constituição e capacidade de penetração na pele.

No espaço, o sol emite um espectro contínuo que se estende das ondas rádio às ondas gama, representando a própria luz uma ínfima parte deste espectro electromagnético. A luz compõe-se de radiações de infra-vermelho (IV), com um comprimento de onda (λ) de 760-1400 nm, de visível de λ 400-760 nm de ultra-violeta (UV) de 400-200 nm.

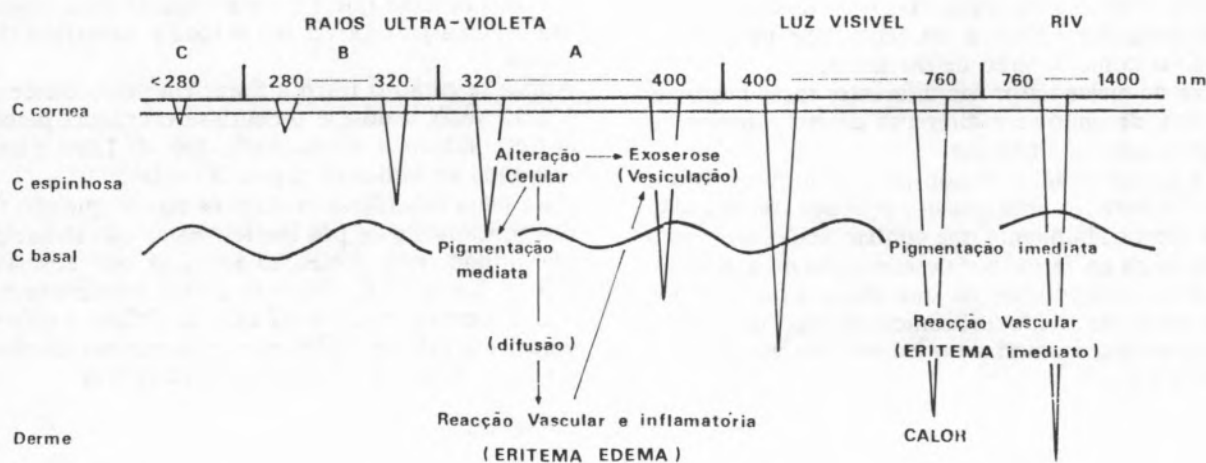
Os raios infra-vermelhos e visíveis possuem fundamentalmente acção térmica pela sua degradação em calor, e os ultra-violetas com propriedades bioquímicas e excitomotoras são os raios responsáveis pela maior parte dos efeitos cutâneos nocivos provocados pelo sol. Os raios UV subdividem-se em 3 partes diferentes: UVA de

λ 320-400 nm, UVB de λ 280-320 nm e UVC de λ <280 nm.

A radiação solar é modificada ao atravessar a atmosfera terrestre que constitui o nosso primeiro meio de protecção. A camada de ozono da atmosfera absorve quase completamente os UVC, e parcialmente os B, deixando passar os A na sua quase totalidade.

É necessário haver uma exposição ao sol muito controlada se não se quer correr o risco de efeitos secundários indesejáveis. Uma pele não bronzeada não deve receber na primeira vez uma exposição de mais de 15 minutos ao sol, indo aumentando esta sucessivamente. Os raios responsáveis por uma pigmentação retardada e duradoura são os UVB, enquanto os UVA produzem uma pigmentação imediata mas transitória. Esta aparece alguns minutos após a irradiação e mantém-se até ao fim do dia, desaparecendo rapidamente.

O poder penetrante das radiações depende do seu comprimento de onda, sendo a penetração da radiação cada vez mais profunda à medida que se avança do ultra-violeta para o infra-vermelho. As radiações visível, IV e UVA atingem a derme, os UVB penetram na epiderme e os UVC ficam retidos na córnea.



Acção das radiações solares na pele e seu grau de penetração segundo os comprimentos de onda

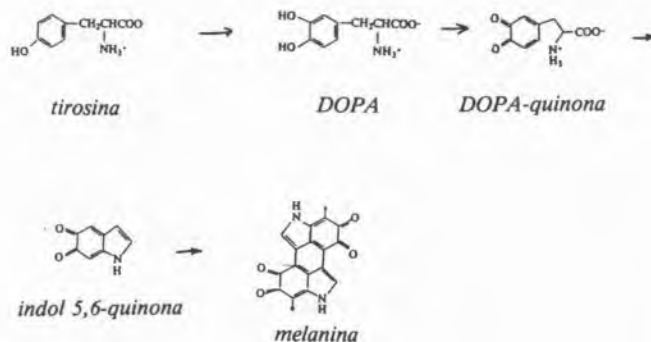
^a Faculdade de Ciências de Lisboa.

Por exposição ao sol, a pele defende-se, dispersando e reflectindo os raios luminosos; parte destes são absorvidos pelas proteínas das células epidérmicas e dérmicas, pelos ácidos nucleicos e pela melanina.

A exposição ao sol causa dois tipos de bronzeamento: um imediato e um tardio. O imediato é causado pela oxidação dos precursores da melanina enquanto o tardio resulta da actividade dos melanócitos, que depositam melanina. A melanina é um pigmento de cor castanho-escuro, sintetizado numa célula especial, o melanócito, que se encontra entre a camada basal da epiderme e a sua lâmina basal.

A síntese da melanina que ocorre no interior do melanócito inicia-se com a produção do aminoácido, fenilalanina (tirosina).

Simultaneamente é também sintetizada a tirosinase, enzima responsável pela oxidação da tirosina, a qual se transforma em 3,4-dihidroxifenilalanina (DOPA) e este em DOPA-quinona que após necessárias transformações origina melanina.

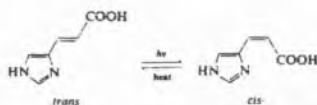


As vesículas cheias de tirosinase chamam-se pré-melanossomas e é nelas que se inicia a síntese de melanina. À medida que se acumula melanina nos pré-melanossomas, estes transformam-se em melanossomas onde existe melanina e actividade de tirosinase.

Terminada a síntese da melanina, o melanossoma enche-se de melanina e perde a sua actividade tirosinásica, recebendo o nome de grão de melanina.

O número de melanócitos nas diferentes raças humanas é o mesmo, devendo-se a diferença de cor à maior ou menor produção de melanina.

Contra a gressão solar o organismo possui mecanismos de defesa natural: o aquecimento provoca transpiração mais ou menos abundante que contém ácido urocânico⁽¹⁾ formado na epiderme por desaminação do aminoácido histidina, componente da queratina. Com efeito o isómero trans do ácido urocânico oferece uma certa protecção porque isomeriza ao isómero cis ao absorver radiação UVB.



Depois de um banho de mar a pele está mais susceptível a uma insolação, devido à eliminação do ácido urocânico.

Existe uma grande variedade de bronzeadores no

comércio, não tendo muitos deles qualquer papel protector da pele. Os verdadeiros protectores solares devem conter um de dois tipos de produtos: os filtros, que absorvem parte da radiação, e os ecrans que a reflectem ou absorvem na sua quase totalidade.

Entre as substâncias componentes dos filtros contam-se o ácido p-aminobenzóico e seus ésteres, vários salicilatos entre eles o de fenilo, ésteres cinâmicos como o cinamato de benzilo e benzofenonas. Os veículos usados nos protectores solares podem também ter algum poder de absorção da radiação, tal como o de coco e de sésamo, que chegam a absorver 25% da radiação UV. Estes óleos têm ainda a vantagem de não serem tão facilmente eliminados após o banho de mar, mas têm o inconveniente, por serem pegajosos, de favorecerem a aderência da areia à pele.

Quanto às essências usualmente usadas nestes produtos de cosmética, há que ter o cuidado de evitar produtos com acção fotosensibilizante como por ex. a essência de bergamota que pode provocar uma reacção foto-tóxica de estimulação de melanogénese, podendo até haver destruição da célula e libertação da melanina na derme. Esta fotosensibilização pode ser responsável pelo aparecimento de diferenças de pigmentação que após o desaparecimento do bronzeado deixam aparecer zonas brancas e zonas hiperpigmentadas.

Após aplicação dum filtro sobre a pele, os UVs são absorvidos em grande parte pelo filtro que deixa passar apenas uma quantidade pequena de UVB e quase totalmente os UVA, situação que se passa com o vidro, que de facto actua como um filtro para a radiação UVB. Os protectores solares que contêm filtros recebem índices numéricos de acordo com a protecção correspondente. O índice de protecção solar reflecte a exposição solar possível sem queimadura.

Para determinar o índice de protecção dum filtro utiliza-se um simulador solar que é uma lâmpada de xenon que emite praticamente as mesmas radiações que o sol. Irradiam-se as costas de uma pessoa através de ocultador munido de 12 janelas de modo a administrar doses crescentes de radiação.

Vinte e quatro horas após irradiação, regista-se a dose eritemal mínima que é a mais pequena dose originando um eritema perceptível sobre toda a superfície de uma janela.

Aplica-se então o filtro a testar em doses crescentes de 1 a 12 vezes a dose e procura-se o eritema perceptível correspondente a determinada dose de filtro e isso corresponde ao índice de protecção solar.

Para além dos filtros existem os ecrans que são formados unicamente de pós inertes. Estes não são selectivos permitindo uma protecção total, já que absorvem os raios UVA e UVB. Entre os ecrans incluem-se componentes opacos como o dióxido de titânio e o óxido de zinco, e a pele protegida por estes compostos não sofre qualquer acção das radiações ultra-violeta.

Bibliografia

- «*Chemistry of Cosmetics*», J. Chem. Ed., 802, 1978.
- J.A. Esteves, A.P. Baptista, F.G. Rodrigo, *Dermatologia*, Fund. C. Gulbenkian, Lisboa, 1980.
- M.S. Balsam et E. Sagarim ed., *Cosmetics, Science and Technology*, 2nd ed., vol. 3, 1974.
- *Dermofarmácia e Cosmética*, M.C. Costa, ed. Ass. Estudantes Fac. Farmácia de Lisboa, 1983.
- J. Coyle, R. Hill, D. Roberts ed., *Light, Chemical change and life: a source book in photochemistry*, The Open University, Milton Keynes, 1982.
- «*A pele e o sol*», folheto de apoio ao filme realizado por A. suíme laboratório ROC, 1985.

ROK: a Modulação Cinética tornada fácil

Luís Sousa Lobo ^a

Vários métodos podem ser utilizados para a determinação de constantes cinéticas a partir de dados experimentais. Com frequência se recorre à linearização de expressões cinéticas, fazendo-se então o ajuste pelo método dos mínimos quadrados por simples regressão linear. Devido à existência de erros experimentais, este procedimento é incorrecto. Verifica-se que para erros experimentais superiores a 3% há desvios na avaliação das constantes que podem ser importantes [1].

O método mais correcto é a regressão não linear. Os algoritmos geralmente utilizados nos programas de computador (do tipo Newton-Raphson ou Newton-Gauss) obrigam contudo a uma estimativa inicial razoável dos parâmetros a avaliar, o que pode não ser

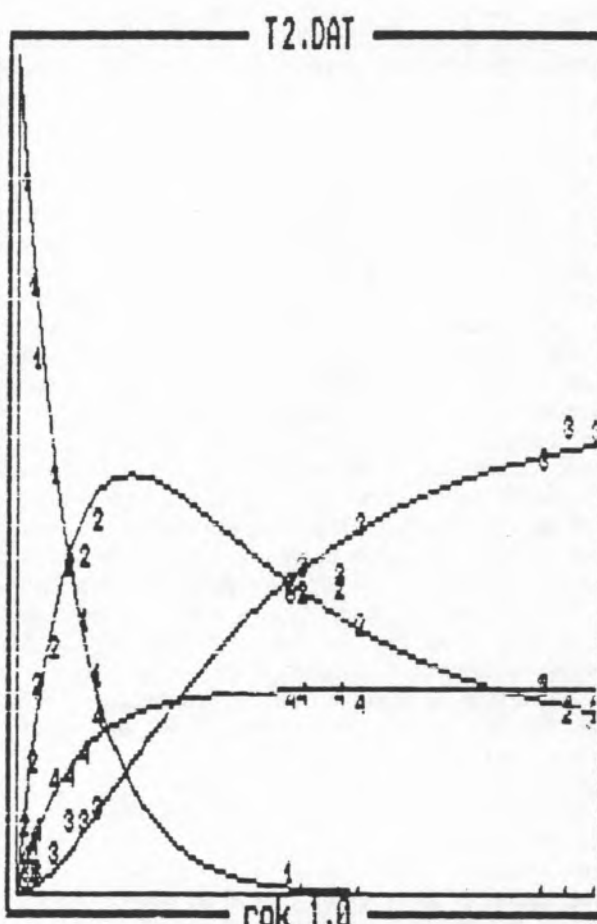
fácil, sobretudo em sistemas múltiplos. Estes algoritmos, sendo rápidos, dão portanto problemas de convergência em muitas situações.

Os métodos de optimização de parâmetros em regressão não linear chamados de busca directa não têm sido muito utilizados por serem considerados lentos, embora se reconheça serem robustos. Foi desenvolvido recentemente um programa de computador com o nome de ROK [2], que é rápido e robusto. Com este programa, não é em geral preciso fazer estimativas iniciais! A determinação das constantes cinéticas é feita em segundos ou, em casos já complexos, em 1 ou 2 minutos. O utilizador apenas precisa de induzir os dados experimentais e carregar em «RUN». Aparecem no écran do

```

Terpine
dK= 2.474E-05   KI [1]= 1.48364742E-01
dK=-1.564E-04  KI [2]= 4.29762031E-02
dK=-2.064E-05  KI [3]= 4.82636185E-02
dK=-1.400E-04  KI [4]= 1.29844406E-02
 8 Q= 2.44205519E+02 Same vectors
T: 0m 37s I: 525 R-K: 7.739E+00
dK=-1.684E-05  KI [1]= 1.48347903E-01
dK=-2.289E-05  KI [2]= 4.29533108E-02
dK= 2.459E-05  KI [3]= 4.82882119E-02
dK=-1.543E-05  KI [4]= 1.29690076E-02
 9 Q= 2.44205398E+02 Same vectors
T: 1m 12s I: 566 R-K: 7.739E+00
dK=-7.335E-06  KI [1]= 1.48340568E-01
dK= 2.964E-07  KI [2]= 4.29536072E-02
dK= 4.201E-06  KI [3]= 4.82924124E-02
dK= 1.978E-06  KI [4]= 1.29709852E-02
10 Q= 2.44205398E+02 Same vectors
T: 1m 38s I: 592 R-K: 7.739E+00
dK= 4.131E-10  KI [1]= 1.48340568E-01
dK=-1.512E-11  KI [2]= 4.29536072E-02
dK= 3.799E-07  KI [3]= 4.82927923E-02
dK=-1.100E-10  KI [4]= 1.29709851E-02

Optimization completed!
  
```



^a Departamento de Química, Universidade Nova de Lisboa, 2825 Monte de Caparica.

monitor os valores das constantes e o ajuste gráfico aos dados experimentais (v. figura). Quando o programa termina o que é avisado por um sinal sonoro, o operador pode simplesmente mandar imprimir o écran. O algoritmo, escrito em linguagem Pascal para computadores PC, combina integração numérica pelo método Runge-Kutta de 4.^a ordem com um algoritmo de busca directa pelo método das direcções conjugadas (Powell, 1964). São introduzidas várias inovações que permitem melhorar a rapidez sem sacrificar a precisão e a robustez.

Este tratamento foi concebido para que o tratamento de dados não pese no trabalho dos cineticistas e não os desvie do seu esforço principal de compreender a cinética e os mecanismos das reacções químicas. Este objectivo está sendo completamente conseguido pelos

investigadores que já utilizam o programa. A produtividade científica e a criatividade, em minha opinião, aumentam apreciavelmente.

O programa ROK pode ser pedido ao autor ou, com a referência QCMP 068, obtido através do Quantum Chemistry Program Exchange, Indiana University, Bloomington, Indiana 47405, EUA [2].

Pode ser feita uma demonstração do programa a pedido (Tel. 01 - 295 44 64 - ext. 0109).

Referências

- [1] L. Gomes, V. Vital and L.S. Lobo, Parameter Estimation and Errors in Reaction Kinetics, comunicação a CHEMPOR'89.
 [2] L.S. Lobo e M.S. Lobo, ROK - Nonlinear Regression Optimization for Kinetics, QCMP 068, QCPE (1989).

Convite à Reflexão...

A Ciência do Homem

É verdade que os especialistas são necessários. A ciência não pode progredir sem eles. Mas a aplicação ao homem do resultado dos seus esforços exige a síntese prévia dos dados dispersos pela análise.

Esta síntese não pode obter-se pela simples reunião de especialistas em volta de uma mesa. Exige o esforço, não de um grupo, mas de um homem. Nunca uma obra de arte foi feita por uma comissão de artistas, nem uma grande descoberta por uma comissão de cientistas. As sínteses de que necessitamos para o progresso do conhecimento de nós próprios devem elaborar-se num único cérebro. Hoje, os dados acumulados pelos especialistas permanecem inutilizáveis. Na verdade, ninguém coordena as noções adquiridas nem considera o ser humano na sua globalidade. Existem muitos trabalhadores científicos mas muito poucos verdadeiros cientistas. Esta singular situação não resulta da ausência de indivíduos capazes de grande esforço intelectual. É verdade que as grandes sínteses exigem muito poder mental e uma resistência física a toda a prova. Os espíritos largos e fortes são mais raros do que os espíritos precisos e estreitos. É fácil ser-se um bom químico, um bom físico, um bom fisiólogo ou um bom psicólogo. Só homens excepcionais são capazes de adquirir um conhecimento útil de várias ciências ao mesmo tempo. Contudo, estes homens existem.

Entre aqueles que as nossas instituições científicas e universitárias obrigaram a especializar-se de forma muito estrita, alguns seriam capazes de dominar um grande tema no seu conjunto e nas suas partes. Até agora, têm sido favorecidos os trabalhadores científicos que se limitam a um campo restrito e se consagram ao estudo prolongado de um pormenor muitas vezes insignificante. Um trabalho original sem importância é considerado possuidor de mais valor do que

o conhecimento profundo de toda uma ciência. Os reitores das universidades e os seus conselheiros não compreendem que os espíritos sintéticos são tão indispensáveis como os espíritos analíticos. Se a superioridade deste tipo intelectual fosse reconhecida, e o seu desenvolvimento favorecido, os especialistas deixariam de ser perigosos. Na verdade, o significado das partes na construção do conjunto poderia ser justamente avaliado.

[...] As altas construções sintéticas estão fora do alcance daqueles cujo espírito se dispersa diariamente entre a confusão da maneira de viver actual. O desenvolvimento da ciência do homem, mais ainda do que das outras ciências, depende de um imenso esforço intelectual. Exige uma revisão não só da nossa concepção do cientista, mas também das condições em que se faz a investigação científica.

Só um conhecimento muito mais profundo de nós mesmos pode remediar este mal. Graças a ele, veremos por que mecanismos a existência moderna afecta a nossa consciência e o nosso corpo. Aprenderemos como adaptar-nos a este meio, como defender-nos dele e também como substituí-lo no caso de se tornar indispensável uma revolução. Ao mostrar-nos o que somos, as nossas potencialidades e a maneira de as actualizar, este conhecimento fornecer-nos-á uma explicação para o nosso enfraquecimento fisiológico, para as nossas doenças morais e intelectuais. Só ele nos pode desvendar as leis inexoráveis em que estão encerradas as nossas actividades orgânicas e espirituais, estabelecer a distinção entre o interdito e o permitido, ensinar-nos que não somos livres de modificar, segundo a nossa fantasia, o nosso meio e nós mesmos. Na verdade, desde que as condições naturais da existência foram suprimidas pela civilização moderna, a ciência do homem tornou-se a mais necessária de todas as ciências.

Alexis Carrell, «O Homem, Esse Desconhecido»

A Propósito do Carbonato de Sódio

C. Ferreira de Miranda ^a

O estudante de Química afirma-se, em geral, interessado pela história desta Ciência e pode ir ao ponto de lamentar não ver no currículo do seu curso uma disciplina especificamente dedicada ao assunto.

Não seria contudo viável sobrecarregar ainda mais um ensino que, quase por toda a parte, parece apostado em confundir o estatuto do estudante com o de aluno, enquadrando-o com solicitude (excessiva?), obrigando-o a uma aprendizagem variada (mas superficial?) e a um sistema de exames prolixo e fragmentado. Com optimismo e candura poderá ver-se aqui uma preocupação de infundir cultura — que é coisa que se não pode ensinar, mas que se aprende, se para isso forem oferecidos meios e, primeiro que tudo, vagar e disponibilidade para trabalho verdadeiramente individual e livre de tutela.

Nesta ordem de ideias, parece justificado restaurar a prática de oferecer, no contexto de uma disciplina, notas históricas — que o estudante lerá, estudará ou ignorará, a seu bel-prazer.

A história da preparação e usos do carbonato de sódio está de tal modo ligada a tanta coisa diversa, desde textos bíblicos à filosofia, da revolução industrial química às multinacionais, da arte do vidro e do vidro de arte ao progresso da química analítica, que o presente autor, impenitente estudante-livre, experimentou nela um gosto que desejaria partilhar. É essa a finalidade da breve resenha que a seguir se apresenta.

Nomes, Usos e Métodos de Preparação

O carbonato de sódio figura entre as 10 primeiras substâncias mais importantes na indústria química [1].

É utilizado desde a antiguidade, nomeadamente em operações de limpeza (Jeremias 2, 22 [2]), no embalsamamento, e na fabricação do vidro, manufacturado à escala industrial no Egipto a partir de 1370 a.C. [3]. Empregava-se nestas aplicações o produto natural, constituinte dos depósitos que resultam da evaporação das águas fortemente mineralizadas de certos lagos ou mares interiores, como o Lago Natron, cerca de Mênfis, no Egipto. Ocorre também na cinza das plantas marinhas ou na das que crescem junto à orla marítima; as cinzas das plantas do interior são mais ricas em carbonato de potássio (Cf. [4]).

Designado pelos egípcios por nater [2], foi chamado nitrum em latim, e depois natron, vindo o uso a consagrar nitro para o nitrato de sódio [5]. Não seria estranha à dupla designação a presença simultânea dos dois sais, que consoante as suas proporções confeririam ao produto características diferentes. Razi (ca. 825-925) inclui o carbonato de sódio, sob o nome de qâly, na sua classificação das substâncias usadas em alquimia, na classe

dos minerais, ordem dos sais; distingue-o do sal de cinzas de carvalho (carbonato de potássio), que coloca na mesma ordem [6].

Em latim medieval passou a ser designado por soda, do nome árabe — swwâd — duma dicotiledónia que cresce à borda de água [7]. De soda derivam o português e o inglês, o castelhano sosa e o francês soude (soulde em 1527). Poderá supor-se que a introdução de novo nome, indicando outra origem do material, se relacione com o desenvolvimento (que igualmente se verificou na Idade Média [8]) da manufactura do sabão.

Em fins do século XVIII é designado por álcali mineral, sendo o carbonato de potássio o álcali vegetal (Cf. [9]). Este exemplo de tentativa para combinar, num mesmo termo descritivo, o carácter funcional e a origem duma espécie química revela talvez o domínio crescente da filosofia sobre as artes químicas. Em breve, porém, uma nova nomenclatura, expressamente adaptada à filosofia química de Lavoisier, virá dar definitiva preferência ao descriptor baseado na composição e no binómio género-espécie: o carbonato de sódio passará a chamar-se carbonato de soda [10].

Até 1794 foi preparado por lexiviação de cinzas de plantas das regiões marítimas, sendo particularmente apreciadas as sodas «naturais» de Espanha, em especial as «barrillas» de Alicante e de Málaga, que continham até 20-25% de carbonato de sódio [4].

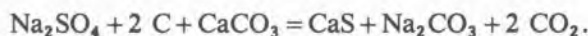
As dificuldades de abastecimento decorrentes da situação em que a França se encontrou após a revolução de 1789, levaram a procurar processos de produzir soda artificialmente e a baixo custo. O Comité de Salut Publique oferecia um prémio a quem encontrasse um meio de fabricar soda a partir de sal marinho [8], matéria-prima de que a França dispunha (salinas de Bayonne, por exemplo). Recorde-se que o carbonato de potássio (indispensável na refinação do salitre e portanto na fabricação da pólvora) podia ser, e era, produzido a partir de cinzas de plantas abundantes em França [11], mas não convinha à fabricação do sabão por dar um produto excessivamente mole.

O químico Leblanc, deputado à Assembleia Legislativa, havia já registado em 19 de Setembro de 1791 a patente dum processo capaz de resolver o problema. Posteriormente, doa o processo à Nação e estabelece em Saint Denis (ao norte de Paris) uma fábrica com a capacidade de produção diária de 300 quilogramas de soda. Assegura assim, em plena crise, uma vasta expansão às

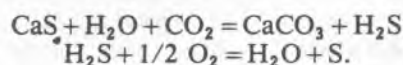
^a Universidade de Évora, Departamento de Química, 7000 Évora. CECUL-INIC, Calçada Bento da Rocha Cabral, 14, 1200 Lisboa.

indústrias de saboaria, vidraria, tinturaria e à recuperação do papel impresso [11].

O cloreto de sódio é primeiro transformado em sulfato, por reacção com ácido sulfúrico; o sulfato é depois reduzido a sulfureto, pelo carvão, em presença de cálcio:



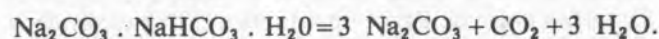
A mistura era aquecida a cerca de 900 °C num forno de revérbero e malaxada enquanto durasse a libertação de gases; a massa fundida era então retirada. Ambas as operações se realizavam à custa de trabalho braçal, muito penoso. Mais tarde passaram a utilizar-se fornos rotativos, exigindo maior investimento mas mais rentáveis. A separação do sulfureto de cálcio que, formado nestas condições, é muito pouco solúvel, faz-se por lixiviação da mistura; ao concentrar a solução de carbonato de sódio, este separa-se por cristalização (Cf. [4]). O sulfureto de cálcio, desprovido de utilidade, era lançado em alto mar. Mais tarde passou-se a recuperar o enxôfre que continha por reacção com dióxido de carbono e vapor de água; o sulfureto de hidrogénio resultante era, por sua vez, oxidado a enxôfre pelo oxigénio do ar, em presença de óxido de ferro como catalisador (processo de Chancel-Claus):



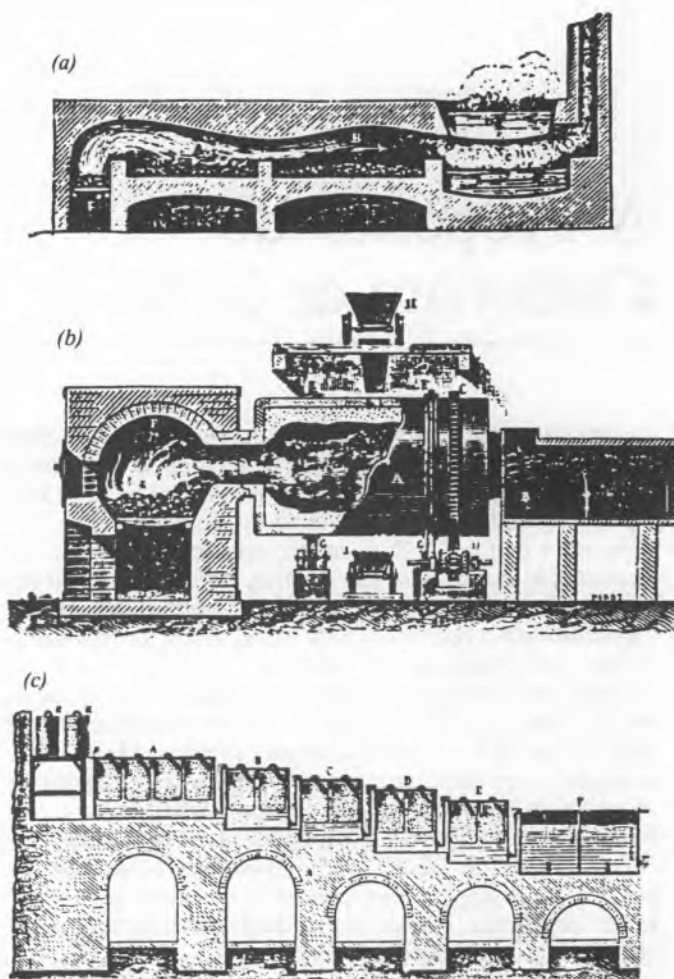
O carbonato de cálcio residual continha no entanto quantidades suficientemente altas de sulfureto para, por acção dos agentes atmosféricos, libertar sulfureto de hidrogénio e tornar o ambiente demasiado insalubre para os habitantes vizinhos dos locais onde se amontoava [8].

O processo Solvay é habitualmente tratado nos cursos de Química Inorgânica, o que se nos dispensa de descrevê-lo aqui. Conduz a um produto mais puro e é menos oneroso. Conhecido o seu fundamento já em 1838 (Dyar, Hennengen, Gray e Harisson), foi experimentado em França em 1855 por Rolland e Schloesing [4]. Em 1863 Solvay fê-lo entrar definitivamente na prática industrial, levando à desapareição progressiva do processo Leblanc. Este continuou no entanto a servir na produção do carbonato de potássio, visto que a solubilidade do respectivo hidrogenocarbonato é demasiado elevada para permitir aplicar o método de Solvay. Hoje em dia utiliza-se a acção do dióxido de carbono sobre o hidróxido de potássio, obtido por via electro-lítica.

Em 1938 foram descobertos no estado de Wyoming, EUA, jazigos muito importantes de trona, sesquicarbonato de sódio monohidratado, mineral cuja existência na Hungria e na América era já conhecida em meados do século passado [12]. Por decomposição térmica a temperatura moderada dá o carbonato:



A produção comercial começou em 1952. O carbonato bruto é dissolvido em água quente, os insolúveis separados por filtração e os vestígios de matéria orgânica eliminados por adsorção sobre carvão. Ao concentrar a solução, formam-se cristais de carbonato de sódio monohidratado, fáceis de separar.



Fabricação da soda pelo processo Leblanc

(a), forno de revérbero e caldeira para a concentração das lixívias de soda; (b), forno rotativo para a fabricação da soda; (c), instalação para a lixiviação metódica da soda bruta.

[Reproduzido de Troost, ob. cit., pp. 500-11]

Nos Estados Unidos produziam-se em 1977 7 milhões de toneladas de carbonato de sódio por ano, dos quais 5 milhões obtidos a partir de trona. Das nove instalações Solvay existentes fecharam, até então, seis. As reservas de trona, só no Wyoming, são avaliadas em 60 000 milhões de toneladas [12].

O Carbonato de Sódio na Origem da Revolução Química Industrial

O processo Leblanc trouxe consigo a necessidade de se produzir grandes quantidades de ácido sulfúrico. A disponibilidade de ácido sulfúrico abundante e barato veio mais tarde a promover a indústria da química orgânica, dos corantes em particular, e a dos adubos. Por outro lado, o ácido clorídrico, subproduto do processo Leblanc, encontrou aplicação na fabricação da cal clorada ou «cloreto de cal», empregado como desinfec-tante e como descorante. Substituível com vantagem pela solução de hipoclorito de sódio, era ainda muito usado há trinta anos.

A «soda Leblanc» esteve assim, sem dúvida alguma, na base do desenvolvimento da indústria química no princípio do século XIX, tanto em França, donde partiu,

como em Inglaterra. O processo não é, todavia, citado nos Quadros Sinópticos de Química de Fourcroy de 1800 [10], onde se refere o método tradicional. A supressão do bloqueio a que a França estivera sujeita explicará o retorno, temporário, ao antigo processo, que exigia menores investimentos [8]. O processo Leblanc não deixou contudo de suscitar o interesse de novos industriais. Leblanc suicidou-se, em 1806, num hospital para pobres, em Paris [8].

Em 1805, a Companhia Saint-Gobain utilizava na manufactura dos seus vidros «soda Leblanc», proveniente da fábrica de Darcet em Paris. No ano seguinte a Companhia instalava uma fábrica própria em Charlesfontaine que, doze anos depois, produzia anualmente cerca de 500 toneladas de soda bruta, cobrindo quase as necessidades do fabrico do vidro [13]. Seguindo um parecer de Gay-Lussac, membro do Conselho de Administração com o cargo de Censor, a fábrica de soda foi transferida em 1822 para Chauny, próximo da manufactura de vidro. As instalações compreendiam, naturalmente, uma fábrica de ácido sulfúrico.

Foi nesta fábrica que Gay-Lussac procurou baixar o custo da produção (e diminuir a contaminação da atmosfera), absorvendo os óxidos de azoto residuais das câmaras de chumbo por lavagem com ácido sulfúrico. O método que utilizava para recuperar o óxido de azoto — decomposição do sulfato de nitrosilo pelo vapor de água, a quente — tinha porém o inconveniente de diluir o ácido. Assim, embora permitisse poupar 75 % do salitre dispendido, o processo de recuperação só veio a ter aceitação geral quando o inglês Glover pôs em prática a decomposição do sulfato de nitrosilo pelo próprio ácido das câmaras, a uma temperatura suficientemente elevada. As torres de Gay-Lussac e de Glover, passaram a constituir, a partir de 1870, o complemento indispensável das câmaras de chumbo [13], e assim continuou a ser até que o método de contacto veio substituir o das câmaras, já em meados do nosso século.

Em Portugal a primeira instalação de contacto foi estabelecida em 1949 na fábrica do Barreiro da Companhia União Fabril: as câmaras de chumbo foram sendo gradualmente substituídas no decurso dos anos 50 e a última encerrada em 1960. Por seu lado, a SAPEC manteve em laboração até ao ano passado, em Setúbal, uma instalação de câmaras de chumbo [14]. Mereceria ser conservada, como parte do nosso património de Arqueologia Industrial.

Referimos já que a fabricação da «soda Leblanc» originava como subproduto grandes quantidades de ácido clorídrico. Este viria a encontrar uma aplicação muito importante na produção do cloro.

Berthollet, investido em 1784 no cargo de Comissário para a direcção das Tapeçarias, superintendia na Manufatura Real dos Gobelins as operações de tinturaria e do branqueamento prévio dos fios e dos tecidos [11,15]. O processo habitual consistia na sua exposição à luz solar, ao ar e à chuva ou orvalho, alternando com lavagens com lixívia alcalinas; demorava vários meses e exigia como estendais prados de grandes dimensões. Em 1785, Berthollet introduz o uso do cloro, em solução aquosa diluída, para a oxidação das matérias corantes indesejáveis, em substituição dos agentes atmosféricos: apenas alguns dias bastavam para obter têxteis perfeitamente brancos, e as fibras sofriam menos com o novo tratamento [15,16].

A água de cloro contém apenas 2 a 3 vezes o seu volume de cloro. Absorvendo este gás pela cal húmida, obtém-se um produto que consiste essencialmente numa mistura de hipoclorito com cloreto básico de cálcio e pode depender até 200 vezes o seu volume de cloro. Contornava-se assim a dificuldade em transportar um gás muito corrosivo ou a sua solução, instável. O «cloreto de cal» passou a ser empregado como descorante, não só na indústria têxtil, como na do papel, e como desinfectante nas oficinas, nas prisões, nos hospitais, nos esgotos [15].

Recordemos que, já em 1818, a produção anual de soda bruta de Saint-Gobain correspondia, em números redondos, a 300 toneladas de carbonato de sódio que eram absorvidas pela fabricação do vidro. Para tal era necessário o mínimo de 280 toneladas de ácido sulfúrico que se convertiam em 200 de ácido clorídrico. Este permitiria obter até 70 000 m³ de cloro com o que se poderia fabricar 700 toneladas de cloreto de cal com um título típico de 100° clorimétricos (100 l de cloro/kg).

Em 1835 Saint-Gobain vendia 1,7 milhões de francos de produtos químicos e 2,4 de vidro; contavam-se entre esses produtos, além do ácido sulfúrico, «cloreto de cal», ácido clorídrico, carbonato de sódio, sulfato de sódio e cloreto estanoso [13]. Da sua produção de soda (que representa então 15 % da produção francesa), 75 % era destinada a uso próprio; em 1847 a proporção passa a 15 %. «A actividade química torna-se verdadeiramente o arcobutante da dos vidros, desempenhando o papel de elemento securisante de diversificação» [17]. Após a sua fusão com Saint-Quirin (1858) e depois com Kuhlmann e com Perret-Olivier, Saint-Gobain representa mais de 30 % da química de base francesa em 1872. A antiga «Manufacture Royale des Glaces de Miroirs», fundada sob Luis XIV e Colbert tornou-se pois, pela via da «soda Leblanc», a grande empresa multinacional que é hoje. Nacionalizada, em 1982, reprivatizada em 1986, foi durante muito tempo a única empresa francesa a ter a honra de ser habitualmente citada nos manuais escolares. A sua história foi recentemente contada num belo livro (embora dum ponto de vista mais empresarial que tecnológico) [17].

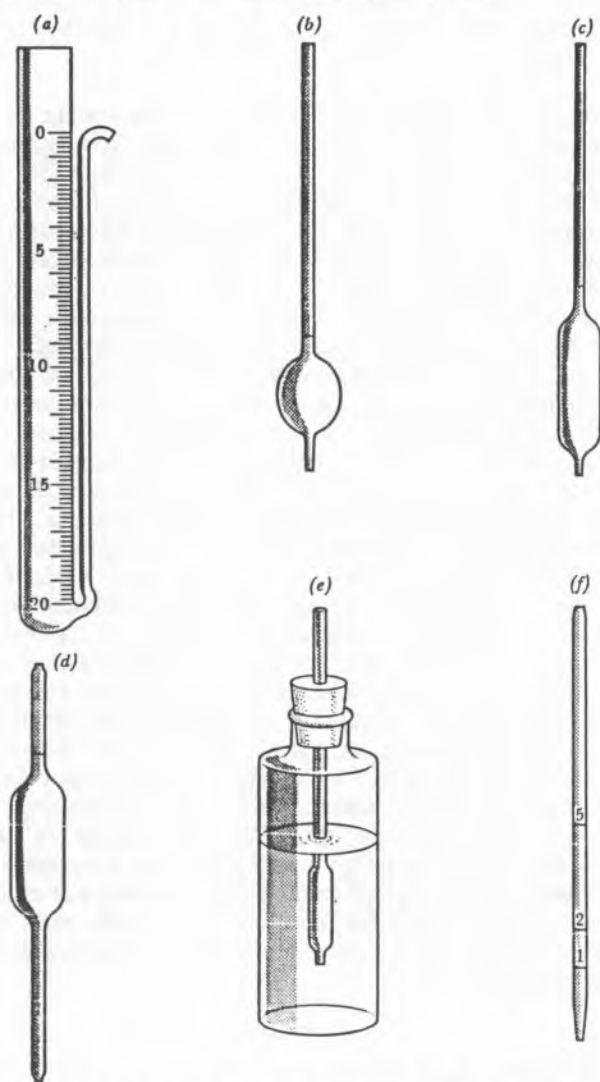
Extensão e Aperfeiçoamento dos Métodos Volumétricos de Análise

A análise volumétrica pode ir buscar as suas origens ao século XVI. Foram no entanto os problemas suscitados pelas artes químicas, já em fins do século XVIII, que levaram a desenvolver métodos volumétricos, expeditos e rigorosos [13].

A avaliação da qualidade duma «barrilla» ou duma soda, isto é, do seu teor em carbonato de sódio, podia fazer-se adicionando ácido sulfúrico, contido numa proveta graduada, sobre a solução de soda contida num copo, até que um gota desta avermelhasse o papel azul de tornesol. O método, estabelecido por Welter, discípulo de Berthollet, é descrito por este último em 1804 [18].

De maneira semelhante, Descroizilles, farmacêutico em Ruão, serve-se duma proveta graduada, a que chama «berthollimètre», para avaliar o teor duma água de cloro (lixívia de Berthollet) pelo volume necessário para descorar uma solução de indigo [16]. Em 1794,

Descroizilles utilizava o mesmo método para avaliar a qualidade dum «cloreto de cal» [19]. Foi porém Gay-Lussac quem, a partir de 1820, introduziu os melhoramentos decisivos que tornaram a análise volumétrica mais expedita ainda, e lhe permitiram satisfazer os critérios de precisão e de exactidão que permanecem os nossos. Neste sentido, pode considerar-se Gay-Lussac como o fundador da volumetria.



Material volumétrico criado ou melhorado por Gay-Lussac

(a), bureta; (b), pipeta de 1824; (d), pipeta de 1832.
[Reproduzido de Crosland, ob. cit., p. 212]

O seu ponto de partida terá sido o problema da avaliação da qualidade das sodas sobre o qual publica um estudo, em colaboração com Welter [20].

Em primeiro lugar, inventa uma bureta mais cómoda e precisa que as provetas de Descroizilles e de Welter: o volume de titulante pode ser determinado com uma precisão de 2 a 4 por mil. O indicador continua a ser o tornesol, mas interno, agora. No que respeita à exactidão, virá a propor [21], como padrão para o doseamento da soda, o ácido sulfúrico de concentração máxima, de densidade 1,8427 a 15 °C, diluído de 100 g a 1 l. O padrão é pois mais exactamente definido que o de Descroizilles, que se servia do ácido comercial, de 66° Beaumé, sem indicação da temperatura.

Enfim, mediante uma escolha adequada das tomas, Gay-Lussac consegue obter directamente, pela leitura da

bureta, a percentagem de soda na amostra: 5,40 g de carbonato de sódio puro requerem para neutralização 50 ml do ácido padrão. Na bureta, 50 ml estão divididos em 100 divisões. Assim, se com uma toma de exactamente 5,40 g duma soda do comércio se gastam para a neutralização 83 divisões, a soda contém 83 % de carbonato de sódio.

Também no doseamento do «cloro activo» do «cloreto de cal» Gay-Lussac trouxe uma contribuição importante. De início não pretendia conseguir uma exactidão melhor que 2 %, utilizando como titulante o indigo; alguns anos depois, em 1828, atingia uma exactidão de 1 %, «bastante para quaisquer fins práticos» [21]. Todavia, e no mesmo espírito que acima vimos, procura um padrão mais estável e exacto que o indigo: é o ácido arsenioso; o indigo passa a ser usado como indicador apenas (1835) [22]. Em qualquer dos casos, a simples leitura da bureta permitia obter o título da cal clorada em litros de cloro por quilograma. (Uma tabela ad hoc, permitia converter o volume a PTN).

Mas o mais famoso e exacto doseamento volumétrico estabelecido por Gay-Lussac na sequência das pesquisas analíticas iniciadas com o carbonato de sódio, foi o da determinação do título das moedas de prata.

A lei de 28 de Março de 1803 havia definido o franco como uma moeda de 5 g duma liga de prata e cobre, contendo 90 % de prata, com uma tolerância de 25 mg no peso e de 3 milésimos de título [Cf. 23]. A verificação do título fazia-se por cupelação, processo que dá resultados 4 a 5 milésimos mais baixos que o teor real. Para manter a confiança na moeda, esta era portanto fabricada com um título de 904 milésimos, isto é com valor superior ao valor nominal e consequente prejuízo para o Estado. A questão, debatida entre as principais Casas da Moeda da Europa, nomeadamente o Hôtel de la Monnaie de Paris e a Royal Mint de Londres [24], veio a ser resolvida por uma volumetria de precipitação da prata com cloreto de sódio. Gay-Lussac garantia, logo de início, uma exactidão de 2 por mil ou melhor. Com o emprego de duas soluções — a «normal», correspondendo 100 ml a 1 g de prata, e a «décima», dez vezes mais diluída — o método permite atingir uma exactidão de 0.5 milésimos [24,25].

Por decreto de 6 de Junho de 1830, era deixado ao ensaiador, como tradicionalmente, a livre escolha do método de ensaio, nos ensaios ordinários; mas para contraprova apenas o método de Gay-Lussac teria, doravante, valor legal [26]. E ainda actualmente o método de referência nas Casas da Moeda, em particular na de Paris [27].

Burette, pipette, titre, tirer, titrage — palavras que passaram da França para a Inglaterra, para a Espanha, para Portugal. E que testemunham como o interesse e envolvimento nos problemas técnicos constituem um (um!) dos motores do desenvolvimento científico. Quisemos também apontar como o engenho e o espírito de rigor constituem outro, fazendo tudo parte duma mesma dinâmica em que, do iluminismo ao romantismo, se reuniram, de maneira particularmente feliz, as artes e a filosofia química.

Voltemos porém ao carbonato de sódio, nosso ponto de partida. E terminemos recordando Leblanc: o inventor generoso que fez dom da sua patente «à Nação», e da qual outros souberam tirar melhores proveitos.

Referências

- [1] M. Hudson, «Why Should we teach Descriptive Chemistry». J. Chem. Ed. 57, 700 (1980).
- [2] La Sainte Bible, trad. Ecole Biblique de Jérusalem. Les Editions du Cerf, Paris, 1961, p. 1058.
- [3] J.R. Partington, «Historia de la Química». Trad. C.E. Prêlat, Espasa-Calpe, Madrid, 1945, p. 28.
- [4] L. Troost, «Traité Élémentaire de Chimie». 9e. ed. Masson, Paris, 1887, pp. 472 e ss. e 499 e ss.
- [5] E.H. Riesenfeld, «Tratado de Química Inorgânica». Trad. J.M. Sauras, Marin, Buenos Aires, 1949, p. 413.
- [6] E.J. Holmyard, «Alchemy». Penguin Books, 1957, pp. 88-9.
- [7] P. Robert, «Le Petit Robert». Dictionnaire Alphabétique et Analogique de la Langue Française. Société du Nouveau Littré, Paris, 1970, p. 1675.
- [8] E.H. Riesenfeld, ob. cit., pp. 437-439.
- [9] «Encyclopédie Méthodique, Médecine». Panckoucke, Paris, 1792, t. V, pp. 622 e 629.
- [10] A.F. Fourcroy, «Méthode de Nomenclature Chimique proposée par MM. de Morveau, Lavoisier, Bertholet et de Fourcroy». Cuchet, Paris, 1787.
- Id., «Eléments d'Histoire Naturelle et de Chimie». 4e. éd. Cuchet, Paris, 1791, t. 2, p. 6.
- Id., «Taboas Synopticas de Química». Trad. G.J. de Seixas, Regia Officina Typographica, Lisboa, 1802, p. 86.
- [11] D. Gedj, «La Révolution des Savants» V. 48 Col. Découvertes Gallimard Sciences. Gallimard, Paris, 1988, pp. 14-15 e 105-106.
- [12] «The Modern Inorganic Chemicals Industry». Ed. R. Thompson. The Royal Society of Chemistry, London, 1977, p. 132.
- [13] M. Crosland, «Gay-Lussac Scientist and Bourgeois». Cambridge University Press, 1978, pp. 195 e ss.
- [14] Comunicação Pessoal do Engenheiro Leal da Silva, Quimigal. A conservação das câmaras de chumbo representa infelizmente um encargo não produtivo muito elevado: ocupação de espaço, empate de grande quantidade de chumbo, manutenção da estrutura geralmente em madeira.

A Sigla SAPEC corresponde a SAPEC - Produits et Engrais Chimiques du Portugal SA.

- [15] L. Troost, ob. cit., pp. 246 e 541 e ss.
- M. Michaud, Ed., «Biographie Universelle Ancienne et Moderne». Thoissier Desclases, Paris, 1843, T. 4, p. 144.
- [16] C.L. Berthollet, «Description du blanchissement des toiles et des fils avec l'acide muriatique oxygéné, et de quelques propriétés de cette liqueur relativement aux arts», Annales de chimie 2 (1789) 151; ibid. 6 (1790) 204.
- [17] M. Hamon. «Du Soleil à la Terre, Une Histoire de Saint-Gobain», J.C. Latès, 1988, pp. 60-61.
- [18] C.L. Berthollet, «Eléments de l'Art de la Teinture», 2e. ed., Paris, 1804, v. 1, p. 235.
- [19] L. Troost, ob. cit., pp. 543 e ss.
- [20] J.L. Gay-Lussac, «Observations sur l'essai des souds et des sels de soud de commerce», Annales de chimie et de physique, 13 (1820) 212-21.
- [21] Id., «Instruction sur l'essai du chlorure de chaux», ibid. 26 (1824) 162-76.
- Id., ibid. 39 (1828) 349.
- [22] Id., «Nouvelle instruction sur la chlorométrie», ibid., 60 (1835) 225-61.
- Cf. tb. Troost, ref. 19.
- [23] J.-M. Darnis, «La Monnaie de Paris. Sa création et son histoire du Consulat et de l'Empire à la Restauration (1795-1826)». Centre d'Etudes Napoléoniennes, Levallois, 1988, p. 134.
- [24] J.L. Gay-Lussac, «Rapport sur le mode d'essai des matières d'argent», Paris, le 1er. Mars 1830. In «Report from the Select Committee on the Royal Mint &...», The House of the Commons, 30 June 1837. (B) Apendix 31, p. 120.
- [25] J.L. Gay-Lussac, «Instruction sur l'essai des matières d'argent par la voie humide». Imprimerie Royale, Paris, 1832, 4 to., 88 pp. + figs.
- Cf. tb. L. Troost, ob. cit., p. 666.
- [26] M. Crosland, ob. cit., p. 190.
- [27] J.-M. Darnis, ob. cit., p. 140.

SPQ — QUOTAS

Sócio Efectivo	2 000\$00
Estudante	650\$00

BOLETIM

Assinatura (4 números)	1 500\$00 (no país)
	US\$35 (no estrangeiro)
Número avulso.....	330\$00
	(+ 150\$00 de porte de correio)

Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Lisboa

e

Laboratório Nacional de Engenharia e Tecnologia Industrial

CURSO DE MESTRADO EM QUÍMICA ORGÂNICA TECNOLÓGICA

Início: O início do curso está previsto para 6 de Novembro de 1989.

Duração normal do curso: A parte escolar do curso é constituída por 3 períodos, com duração aproximada de 3 meses cada um, seguida de um projecto de investigação com a duração de 1 ano, que conduzirá à elaboração de uma dissertação.

Local de ensino: A maior parte do ensino será ministrado no Centro de Formação Técnica do L.N.E.T.I., ao abrigo de um convénio entre a Universidade Nova de Lisboa e o L.N.E.T.I.

Plano de estudos:

Disciplinas integrantes

I — QUÍMICA ORGÂNICA: ESTRUTURA E REACTIVIDADE

- 1 — Fontes de Informação em Química
- 2 — Química Orgânica Funcional
- 3 — Estereoquímica
- 4 — Mecanismos em Química Orgânica
- 5 — Química Orgânica Física

UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA

Faculdade de Ciências e Tecnologia

Serviços Académicos

Quinta da Torre — 2825 MONTE DA CAPARICA

Telefone: 295 4464

LABORATÓRIO NACIONAL DE ENGENHARIA E TECNOLOGIA INDUSTRIAL

Centro de Formação Técnica

Azinhaga dos Lameiros à Estrada do Paço do Lumiar — 1699 LISBOA CODEX

Telefone: 758 27 12

Pensar a Química

— Bachelard e o Materialismo Racional

Raquel M.C. Gonçalves^a

«A Química é uma ciência de futuro
por ser, cada vez mais,
uma ciência que abandona o seu passado...»

G. Bachelard,
«Le Matérialisme Rationnel»

Um racionalismo inflexível e sereno dominou toda a doutrina epistemológica de um dos grandes pensadores multifacetados do século XX, Gaston Bachelard (1884-1962), sobre o qual Dagognet afirmou: «(...) o pensamento dinamizava a sua vida e não o inverso» [1].

Bachelard nasceu em Bar-sur-Aube, na província de Champanhe, em França. Exerceu funções administrativas no Correio local e, simultaneamente, completou a Licenciatura em Matemática.

Foi durante os dez anos que se seguiram ao termo da Primeira Guerra Mundial, enquanto professor de ensino secundário no colégio da sua terra natal, que Bachelard, em consequência de lhe ser exigido o ministrar de diversificadas disciplinas, entrou em contacto com a Filosofia e sentiu o estímulo para uma profunda dedicação aos problemas da Epistemologia. Em 1928, publicou os seus primeiros ensaios neste domínio: «Ensaio sobre o conhecimento aproximado» (tese de Doutoramento de Estado) e «Estudo sobre a evolução de um problema da Física: A propagação térmica nos sólidos» [2,3]. Em 1930, passou a integrar o quadro docente da Faculdade de Letras da Universidade de Dijon e, depois de 1940, da Sorbonne em Paris.

De entre os seus escritos sobre Filosofia das Ciências salientam-se: «O valor indutivo da relatividade» (1929), «O pluralismo coerente da Química moderna» (1932), «O novo espírito científico» (1938), «A formação do espírito científico» (1938), «A filosofia do não» (1940), «O racionalismo aplicado» (1949), «A actividade racionalista da Física contemporânea» (1951) e «O materialismo racional» (1953) [4-11]. A uma dinâmica intelectual poderosa, associava uma visão clara da natureza complexa e complementar do espírito do homem. De facto, Bachelard surpreende-nos na sua totalidade: lado a lado com a criação e desenvolvimento do Materialismo Racional — Filosofia científica de verdade coerente, ainda que múltipla e renovável, de construção da ciência e das suas aplicações — o filósofo dedicou-se ao estudo do imaginário, dos sonhos e devaneios.

Em oposição ao semi-mundo humano racional, completando-o, Bachelard colocou o semi-mundo onírico, onde o insólito e a contradição, «o leite negro», «a água seca» e «o fogo frio», funcionam como imagens criadoras e vivificantes da mente.

A qualidade da sua obra no domínio da Arte e da Psicanálise merece relevo. Na Epistemologia, porém, o seu trabalho foi ainda mais notável.

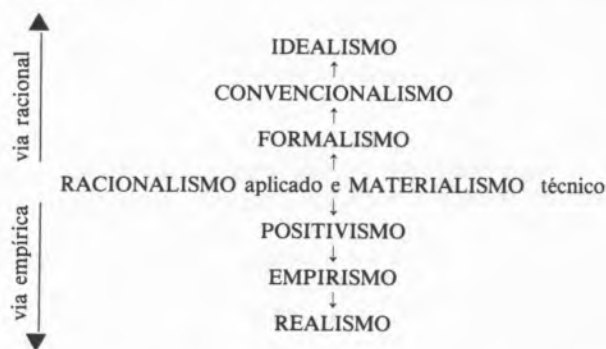
O Materialismo Racional

Entre sistemas filosóficos tradicionalmente adversos, o Idealismo e o Realismo, a meio caminho, na posição de suprema eficiência para o vivo progresso do conhecimento científico, eis o ponto onde Bachelard pretendeu localizar a sua doutrina epistemológica: o Materialismo Racional.

Idealismo e Realismo são entendidos pelo epistemólogo como filosofias do imediato — do espírito, das ideias, a primeira, das impressões e sensações, a segunda — ambas menosprezando componentes de eficácia inerentes ao pensamento produtor da ciência.

A ciência contemporânea deve adjectivar-se de *actual* — activa, plural e em permanente renovação —, não se

coadunando com imediatismos, nem com o pendor exclusivo de ser pensante, de ideias *a priori* e confirmações experimentais, nem com simples acumulações de factos sem quaisquer interpretações ou teorizações. Parece-nos interessante explicitar com algum detalhe o sentido em que aqui são aplicados, tentando não adulterar a significação bachelardiana, os termos Idealismo e Realismo.



O Idealismo filosófico caracteriza-se por considerar como centro de análise o *sujeito* (a *consciência*, o *eu*), em permanente interrogação sob as formas de conhecimento. O Idealismo do período moderno começou com Descartes e engloba as doutrinas de Leibniz, Kant, Fichte, Schelling e Hegel, entre outros; neste contexto, é comum justapô-lo ao Racionalismo, embora possam considerar-se excepções: Espinosa insere-se entre os racionalistas sem ser idealista e Berkeley, de vertente empirista, é simultaneamente idealista, ainda que de um modo subjectivo.

Todas as formas de Idealismo pretendem compreender o *ser* (o *dado* da consciência, o pensamento), sem que isso signifique, necessariamente, que a realidade se reduza ao *sujeito*. O conhecimento, segundo os idealistas, transcende a experiência e fundamenta-se na razão. Assim, o universo exterior não é cognoscível por utilização simples dos sentidos, pelo uso da sensibilidade; só a razão tem a capacidade de conhecer.

O Realismo filosófico, no domínio da teoria do conhecimento, advoga serem os dados dos sentidos, e nunca o *sujeito*, o que fundamenta o conhecimento. Em consequência, e ao contrário do Idealismo, é possível conhecer sem supor que o *sujeito* condiciona (*a priori*) esse mesmo conhecimento.

Num sentido restrito, Realismo confunde-se com certa forma de Positivismo: o conhecimento consiste na

^a Faculdade de Ciências de Lisboa — CECUL, Calçada Bento da Rocha Cabral, 14, 1200 Lisboa.

investigação dos factos e das relações entre eles; nem especulações, nem teorias compõem o conhecimento.

O Realismo científico contemporâneo mantém as características empíricas, mas encontra-se já muito afastado da noção primitiva de ser o conhecimento a reprodução fiel da realidade exterior.

O Realismo primitivo (natural) deu lugar ao Realismo crítico, segundo o qual, o *dado* só será verdadeiramente conhecido após o seu exame racional, auxiliado pela lógica formal simbólica.

Os atomistas e os neo-positivistas, como Bertrand Russell e os filósofos do «Círculo de Viena» (Schlick, Neurath, Carnap) incluem-se na atitude filosófica realista contemporânea.

A Epistemologia de Bachelard recusa uma doutrina prévia face aos acontecimentos, uma doutrina que se limite a procurar nos factos a confirmação de uma actividade do espírito ou da inteligência; recusa, também, uma doutrina que mantenha o conhecimento ao nível das impressões e das sensações e que empobreça as potencialidades do pensamento.

O reconhecimento do carácter de saber aproximado da ciência faz com que o real e a razão, o Realismo e o Idealismo, se correlacionem de modo a eliminarem princípios exclusivistas, sistemas prematuros e definitivos. *Pensar a ciência é reflectir sobre a ciência e não determinar a ciência.*

O termo Idealismo pode também ser utilizado no sentido de significar uma atitude segundo a qual as acções humanas se regem por ideais, supostamente realizáveis. Nesta acepção, de novo, se lhe opõe o Realismo, corrente que determina ser a actuação do homem função das *realidades*, dos factos com impacto social.

Embora tenha sido no contexto da teoria do conhecimento, e não da ética ou da política, que os termos Realismo e Idealismo foram escolhidos por Bachelard, é de admitir, no entanto, que a «confusão» assim introduzida seja deliberada, uma vez que acorda com as características de pensador multifacetado do filósofo. O «equivoco» é ainda mais acentuado se tivermos presente que *realistas* são também os idealistas platónicos e neo-platónicos da doutrina dos universais: as ideias são *reais*.

A posição central, representada no esquema anterior, conjugação do Racionalismo e Materialismo é, segundo Bachelard, a única que permite uma Filosofia simultaneamente coesa e desdobrada.

O Racionalismo aplicado e o Materialismo técnico não são, contudo, variantes melhoradas das doutrinas iniciais. As suas designações têm a ver com o novo significado de saber científico que Bachelard expôs nas suas obras.

Se compreendermos por *dado* o conjunto dos fenómenos que se encontram imediatamente presentes a um *sujeito* que conhece [12], torna-se impossível entender, após os modelos atómicos do século XX, o objecto da ciência como um *dado* (a não ser, por exemplo, que a Física passasse a ser uma ciência «oculta» em consequência dos seus corpúsculos serem um *dado* oculto). Bachelard, opondo-se ao convencionalismo filosófico, desloca o conceito de objecto da ciência; este, passa a pertencer ao domínio do construído: é um resultado ou um efeito. O conhecimento científico tem, pois, uma natureza diferente da do saber comum: produz-se, progride, é sempre provisório e determina-se pela sua utilidade.

A produção do conhecimento é conseguida por transpo-

sição de obstáculos epistemológicos. A intuição e a percepção, subjectivas, contam-se entre estes obstáculos. O seu interesse, porém, não é negado uma vez que podem constituir *hipóteses* de trabalho.

O Racionalismo *a priori*, prematuro, é, então, substituído por um Racionalismo reflexivo, *aplicado* o qual não só confere sentido aos encadeados de experiências sugeridas pelas *hipóteses* de trabalho (fenomenologia de trabalho) como também determina as regiões do saber científico — organizações racionais correspondentes a sectores particulares do trabalho científico — de acordo com o princípio de progresso do pensamento, «estudo da aplicação de um conceito no próprio significado do conceito» [7].

O conhecimento é assim valorizável, pelo poder de aplicação do Racionalismo, numa estreita simbiose entre a razão e a experiência.

O saber científico é sempre provisório. Reconhecer esta «propriedade» implica entender o *sujeito* segundo um novo estatuto: o *sujeito* cientista não é um *sujeito* de afirmação inicial, antes se encontra empenhado na produção de uma «história» permanentemente inacabada. Implícito, vislumbra-se um novo conceito de história das ciências.

De facto, a história das ciências bachelardiana é não contingente, o seu passado determina-se pelo momento presente e o futuro nunca surge revelado pela história do passado.

Aumentar a história, progredir na ciência, é um processo reaccional que tem por inibidor o hábito. A aparente solidez do permanente estagna o intelecto humano.

A Epistemologia bachelardiana privilegia o *não*: o imobilismo científico dilui-se pela negação; o *não* teórico contrói, verifica e correlaciona. E, também, o *aproximacionismo*: a limitação experimental (instrumental) consciente, abandona aperfeiçoamentos inúteis, rompe com o hábito metodológico e cria verdades superiores. A generalização em ciência é um caminho de superficialidade. A especificação (ou diferenciação), pelo contrário, permite o aprofundamento e a ampliação do conhecimento.

Bachelard classificou a ciência contemporânea de materialista. Deste modo, aceitou, tal como nas filosofias materialistas de cariz epistemológico convencionais, ser a matéria a única realidade científica. Na noção de *matéria*, porém, incluiu todas as noções referentes às suas propriedades e formas, as de energia e de radiação, por exemplo, num apoio dinâmico aos princípios revolucionários planck-einsteinianos do início do século XX.

É ainda como método de investigação — processo de produção — que deve ser compreendido o Materialismo bachelardiano: o trabalho do cientista é produzir ciência; o objecto da ciência é um conceito *tecnicamente* realizado.

A importância do carácter técnico da ciência foi largamente sublinhado pelo epistemólogo: os aparelhos de medida e a precisão dos resultados que geram. Ao utilizar a expressão Materialismo técnico, Bachelard reuniu dois aspectos essenciais na produção do saber científico: o aparelho e o objecto da sua medida.

Em resumo, o Materialismo Racional responde satisfatoriamente à actualidade da ciência: porque o saber científico pressupõe a dualidade teoria-instrumento em agregação simbiótica; porque a ciência é uma construção organizada e sempre reorganizável, fruto de mutações bruscas e inovadoras provocadas por novas ideias e

novas experiências; porque encadeamentos de razões mais sólidas para os factos, a descoberta, é o efeito (o sucesso) de um acto de racionalismo militante.

O Materialismo Racional é uma Filosofia aberta. A fórmula da multiplicidade aplica-se aos objectos e às instâncias do pensamento, aos métodos e às opiniões: porque é no diverso que a razão se encoraja, realiza e revigora a ciência.

O autoritarismo de pais e mestres, a rigidez das certezas transmitidas, os dogmatismos da «experiência de vida» são verdadeiros obstáculos ao progresso do saber. A mobilidade do presente impõe uma educação social de permuta constante do conhecimento entre gerações, entre pais e filhos, professores e alunos.

A ciência (o investigador, a investigação, a descoberta) e a escola (o professor, o conhecimento, o aluno) são indissociáveis.

O ensino não deve ser dedutivo, mas perturbante da continuidade, destruidor do hábito e construtor do impulso científico. Não interessa tanto a quantidade do que se ensina como a qualidade do estímulo cultural que é induzido.

A Química contemporânea tem sido das ciências que mais tem corroborado as teses doutrinárias de Bachelard: o afastamento do Realismo e do Idealismo do centro de maior eficácia da produção da ciência; o estado de permanente renovação do conhecimento científico; a organização racional da ciência assente na valorização específica do conhecimento [5,9-11,13].

Insuficiências do Realismo e do Idealismo em Química

A Tabela Periódica dos elementos químicos de Mendéléeff (com a sua ordem cruzada — a duas variáveis: o número atómico e a valência — de períodos, as linhas na horizontal, e de famílias, na vertical) possui uma organização formal de tal modo poderosa que permitiu enunciar as propriedades químicas de certas substâncias simples antes mesmo da sua descoberta material. Assim se vê como a tendência racionalizante em ciência, que inclui a necessidade de ordenar, pode ser produtora dos melhores frutos. Em contrapartida, o Realismo, apoiando-se no objecto-acaso, realiza-se mediante experiências não sistematizadas e fornece um conhecimento inacabado: constata mas não explica. Pelo contrário, uma doutrina que fomenta a sistematização, favorece as ocasiões e completa o conhecimento.

Também a síntese e a identificação de muitos compostos no domínio da Química Orgânica — hidrocarbonetos, álcoois, aldeídos, cetonas, ésteres, éteres e ácidos carboxílicos — cuja estrutura encadeada foi conhecida anteriormente a muitas das substâncias que preenchem aquelas classes, constitui outro exemplo eloquente dos efeitos da racionalidade em ciência.

É um racionalismo dirigente que mobiliza a experimentação e fertiliza os resultados. Muitas experiências não seriam acto se a sugestão da sua possibilidade e potencialidade não emanasse de um saber racional apriorístico. Assim, a fórmula química de uma substância tem o poder de sugerir determinadas experiências; tem, também, o poder de impedir outras pelo facto de contabilizar as hipóteses de êxito, o que não aconteceria num esquema empírico, estritamente fenomenal. Razão e experiência são solidárias. O Racionalismo clássico de Kant teria seguramente rejeitado tão íntima associação. Todas as substâncias químicas, simples (elementos) ou

complexas (compostos), têm uma estrutura íntima — organização de corpúsculos, muitos deles electricamente carregados — que é na sua essência diferente da dos fenómenos, estudados pelos químicos, em que elas participam. A natureza química é sustentada por uma natureza física interior: «o Realismo desconhece a importância da física interna das substâncias» [8].

A teoria dos quatro elementos de Aristóteles foi definitivamente afastada com a descoberta da composição da água, por Cavendish, e do ar, por Lavoisier. O sentido filosófico de tal transformação é intenso: quer a água, quer o ar, perderam a singularidade de ser *elemento*; as noções de líquido e de gás ganharam materialidade face à noção de *fluido*, espiritualizada, magnética e vital, no pensamento pré-científico. Este materialismo, contudo, cuja dimensão se vai alargando à medida que os resultados das experiências racionalizadas assim o determina, é completamente diferente de um materialismo de exclusiva afirmação inicial.

O oxigénio, fazendo parte da estrutura da água e do ar, é um elemento que tem, todavia, uma participação diferente em ambos: *quimicamente combinado* com o hidrogénio na água; *fisicamente misturado* com outros gases, azoto, dióxido de carbono, gases nobres, no ar. Muito trabalho teórico e experimental foi necessário desenvolver para se atingir esta conclusão de poucas linhas. Por vezes, transmite-se a ideia de que foi por puro empirismo — electrolisou-se a água acidulada e obteve-se oxigénio e hidrogénio (Cavendish); aqueceu-se óxido de mercúrio e libertou-se oxigénio (Lavoisier). Esta atitude de facilidade é muito negativa no ensino, pois deturpa o processo, escondendo a problemática múltipla em que se promoveu o conhecimento científico.

O Racionalismo, não uno mas diverso permite ao filósofo da ciência (e ao cientista) viver uma pluralidade em benefício do progresso científico.

Diferente dele é o Idealismo unificante, ao avaliar incorrectamente as potencialidades da experimentação e dos seus resultados (a descoberta do oxigénio, por exemplo, provocou graves precipitações; como durante vários anos foi possível extraí-lo de grande número de substâncias, isso valeu-lhe um lugar de soberania na Química e um lugar de princípio organizacional nas doutrinas idealistas.

A Química contemporânea desenvolve-se por duas vias: macroscópica (fenomenológica) e microscópica (atomística), visando o mesmo objectivo. Esta dupla actividade, de sistematização do conhecimento químico e de estruturação electrónica interpretativa, ambas no sentido contemporâneo de permanente interacção, actualizam a cultura racionalizada. Por isso, a esta dialéctica teoria-experiência deve fazer-se corresponder uma filosofia não dogmática, não univalente, de teses diversificadas e interactuantes.

A Descontinuidade no Pensamento Químico

Transformar o chumbo em ouro ou em prata foi sonho dos alquimistas. Poder-se-á dizer que tal sonho foi realizado, em pleno século XX, com a descoberta da transmutação dos elementos na Química? Bachelard diz-nos que não: porque a ciência não realiza sonhos nem devaneios; porque o pensamento científico não trabalha as imagens do inconsciente; porque a ciência se produz com ideias e experiências verificadas e precisas.

A Alquimia revela ao estudioso um fascinante mundo onírico. A Química contemporânea não deriva dela sem

interrupção. «O pensamento científico está essencialmente em estado de revolução permanente» [11].

No exemplo citado da transmutação de elementos metálicos põe-se a claro a inoperância de tal filiação. Para o alquimista a mudança do chumbo para metal nobre era uma alteração fundamentalmente qualitativa, das propriedades físicas cor e massa: um pequena quantidade cinzenta, o chumbo, *tornava-se pesada* e transformava-se no desejado metal, dourado ou prateado. Para o químico nuclear, porém, o factor activo da transmutação é o número atómico, de 82 no chumbo para 79 no ouro ou 47 na prata. Mas, ainda que atendessemos às massas atómicas — 207 para o chumbo, 197 para o ouro e 106 para a prata — teríamos de concluir que *aligeirar* o chumbo, e não *pesá-lo*, nos colocaria mais próximo do objectivo sonhado.

A Alquimia não está na origem da Química. A evocação dos alquimistas conduz-nos a um mundo onírico e misterioso; a dos químicos a um mundo de racionalidade.

O conceito de energia ou de *força viva* foi polémico, gerador de uma multiplicidade de imagens e de debates confusos até aos primórdios do século XX. Na acepção científica actual, contudo, energia tem completo estatuto científico. Quer a Física, quer a Química, insere-o entre os seus conceitos fundamentais.

A Química ao longo dos séculos foi essencialmente uma ciência da matéria: matéria como princípio genérico capital, por vezes reduzida ao significado de massa-quantidade, quantidade indestrutível, conservada através de qualquer reacção ou transformação física.

Assim enunciou Lavoisier o *princípio da conservação da massa (matéria)*: numa transformação química, o somatório da massa dos reagentes e da dos produtos da reacção conserva-se inalterado; matéria como base da singularidade, qualitativa, raiz da distinção e da identificação dos elementos e compostos, em oposição ao carácter quantitativo proposto pelo primeiro juízo de valor. E, em qualquer dos casos, poder-se-á acrescentar que a matéria tem uma energia, uma matéria inerte com uma propriedade, a energia, também inerte.

No espírito do químico de hoje, todavia, estabeleceu-se um verdadeiro *existencialismo da energia*. Entre a matéria *tem* e a energia *é* (e por detrás da energia nada há) existe uma ruptura de pensamento científico extraordinária. A energia é a base e a matéria é energia. Este móbil energético que se situa «antes» do fenómeno químico, sendo dele inseparável, abriu alas a uma dinâmica experimentalista florescente, incentivou a procura das suas manifestações no domínio da Química. A matéria ganhou actividade, tal qual se deseja para a verdadeira mentalidade científica.

A defesa do continuísmo na cultura científica pode advir de uma inferência incorrecta a partir da continuidade narrativa da história dos acontecimentos. O facto do surgimento de acontecimentos científicos ter sido muito lento nos tempos iniciais de vivência da ciência propriamente dita e esta ter por origem o saber comum, podem igualmente contribuir para a falsa noção de que o progresso da ciência é contínuo e, ainda, de que o conhecimento científico e comum têm as mesmas características. Esta dupla perspectiva, de relações invariáveis de sucessão e de similitude no espírito científico, tal como no senso comum, defendida pelo químico e filósofo Émile Meyerson no seu livro «Identidade e realidade», publicado em 1908, foi severamente criticada por Bachelard [14].

Para Meyerson, o objectivo da ciência, o «compreender», baseia-se em dois princípios interdependentes: o *princípio da identidade* e o *princípio da conservação*. A procura da identidade integra o senso comum de causa-efeito e pressupõe a aceitação de tendências invariantes. Meyerson explicou o próprio aparecimento espectacular das teorias relativistas como uma consequência natural do pensamento humano, em conformidade com a sua metodologia, científica ou simplesmente relativa ao sabor comum.

Utilizando as teses de Meyerson, para a elas se opor, Bachelard nega o progresso da ciência alicerçado no carácter idêntico (estático) do intelecto humano e defende a revolução na ciência pela *diversificação do idêntico*. São estes os termos com que pretende incutir no cientista a vocação da procura do pormenor e do repúdio pela assimilação primária, o resumo didáctico, geral e estagnante. Um enunciado científico geral esconde, segundo Bachelard, a riqueza da particularidade, é reductor e não produtor de ciência. Uma linha de continuidade é sempre incompleta, uma vez que elimina o específico e diminui a qualidade.

As «atmosferas» e «influências», invocadas pelos continuístas para justificar a ocorrência de progressos científicos excepcionais, foram entendidas por Bachelard como diluentes injustificáveis do mérito das ideias e dos génios que as produziram.

A descoberta da radioactividade artificial pelo casal Irene Curie e Frederic Joliot (Prémio Nobel em 1935) causou uma profunda admiração no restrito círculo científico que trabalhava com isótopos radioactivos: «(...) um verdadeiro milagre», foram as palavras utilizadas pelo químico sueco von Hevesy (Prémio Nobel em 1943 pela sua descoberta de indicadores radioactivos) no colóquio «Trocas isotópicas e estruturas moleculares», realizado em Paris, em 1948.

Ainda em 1948, no congresso «A ligação química», promovido pelo CNRS (Centre National de la Recherche Scientifique), Bauer, a propósito da contribuição de Heitler e London para o esclarecimento da ligação de hidrogénio na molécula de água, publicada em 1927, disse: «(...) marca uma autêntica descontinuidade na história da Química».

Difícilmente o recurso a princípios lógicos de identidade e de conservação de tendências poderá explicar o ímpeto incluso nas exclamações dos eminentes cientistas que as proferiram, tanto mais que, parecem ser os investigadores de áreas científicas afins, e como tal pretensos seguidores de uma mesma linha de pensamento eminentemente racional (lógico), os grandes surpreendidos pelas verdadeiras inovações científicas. Kuhn e a sua concepção de revolução científica, aplicada à ciência «extraordinária», apresenta, sem dúvida, algumas afinidades com a Epistemologia de Bachelard.

O critério de perfectibilidade em Química

No decurso dos tempos foi sempre possível afirmar que a Natureza é um campo inesgotável de descoberta científica. Uma análise comparativa do sentido de *inesgotável* no século XVIII e no século XX conduzir-nos-ia à constatação de que, no primeiro, o termo deve ser associado a *variedade*, enquanto que, no segundo, a *profundidade*. A abundância de factos naturais e imediatos tem muito pouco a ver com os interesses da Química

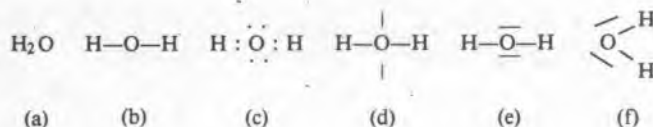
contemporânea. Caracterizações físicas superficiais de um objecto constituem mais um obstáculo do que um estímulo ao progresso da ciência química. O químico contemporâneo não incorre no erro de classificar como conhecimento científico o conhecimento de primeira instância, impõe-lhe antes um critério de perfectibilidade, organiza-o racionalmente, valoriza-o e valoriza a ciência.

Uma das grandes revoluções ideológicas que renovaram a ciência química deve-se, como atrás se afirmou, a Mendeléeff ao enquadrar coerentemente o conjunto disperso das substâncias simples, os elementos; em tempo anterior, coubera a Lavoisier papel semelhante ao iniciar a era da química analítica. A passagem da noção de massa atómica para a de número atómico na organização dos elementos químicos foi verdadeiramente inovadora, o salto dinamizador da Química contemporânea. Na época de Mendeléeff, porém, o número atómico não passava de um numeral ordinal, um número que fixava a ordem de inscrição de cada elemento na Tabela Periódica. Com o conhecimento da estrutura do átomo, o conceito de número atómico valorizou-se, passou de ordinal a cardinal, tomou a expressão do número dos electrões (ou dos prótons) de qualquer átomo do mesmo elemento. O número atómico é, hoje, um valor teórico. A análise das múltiplas teorias e organizações técnicas que assentam na noção de número atómico (ou de electrão) permite concluir que a actual sistematização da Química se reveste de um carácter filosófico novo, o de Materialismo Racional.

A noção de valência foi igualmente valorizada, o seu significado profundo encontrado. De facto, a ordenação da Tabela Periódica, com base na estrutura electrónica dos átomos, faz completo sentido: nos períodos, os elementos colocam-se por ordem crescente do número dos seus electrões e, nas famílias, situam-se os elementos que têm igual número de electrões na camada periférica (e crescente, em quantidade compreensível, no cerne do átomo).

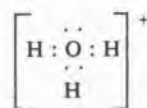
«O quadro de Mendeléeff, reorganizado ao nível dos conhecimentos actuais, acede a um verdadeiro racionalismo aritmético da matéria» [11].

Outro exemplo interessante de aplicação do critério de perfectibilidade no conhecimento químico prende-se com o significado e evolução das fórmulas moleculares e estruturais dos compostos. A molécula de água, por exemplo, é susceptível das seguintes representações:



De qualquer das fórmulas se pode inferir a constituição da água: dois átomos de hidrogénio e um de oxigénio. A fórmula (a), porém, nada indica quanto ao modo de ligação daqueles três átomos. As fórmulas (b) a (f), pelo contrário, são claras na indicação de que cada átomo de oxigénio se liga a dois átomos de hidrogénio. A fórmula (b) em relação à (a) apresenta esse, e só esse, acréscimo de informação. O eminente químico Lewis introduziu nas fórmulas dos compostos o símbolo :, electrónico, com o sentido de mostrar que as ligações eram feitas por partilha de dois electrões, além de identificar o número de pares de electrões livres (não compartilhados) existentes na camada externa do átomo. Assim, a leitura

química da fórmula (c) valorizou o conhecimento das ligações entre os átomos da molécula de água ao informar-nos de que se tratam de ligações covalentes (formadas por partilha de dois electrões) e, ainda, de que o átomo de oxigénio tem dois pares de electrões livres que poderá, eventualmente, partilhar com outro átomo por covalência dactiva, isto é, legando ele próprio os dois electrões para uma possível terceira ligação. Implicitamente ficou justificada a estrutura de um dos mais importantes íons da Química, o ião hidrónio, H_3O^+ :



Em (d), por proposta de Robinson, o simples traço de união passou a ter o mesmo significado que os dois pontos. Em (e), o traço radial, no caso dos pares de electrões livres, foi transformado em traço tangencial, de acordo com o simbolismo de Eistert. Tanto a fórmula (d) como a (e) não acrescentam profundidade ao conhecimento; simplificam, todavia, a sua leitura. Por fim, a fórmula (f) introduz um novo incremento de saber: o ângulo da ligação. Enquanto que os presumíveis 180° do ângulo HOH nas fórmulas (a) e (e) não manifestam o verdadeiro ângulo de ligação, os 109° da fórmula (f) indicam a genuína disposição dos átomos na molécula da água. Esta curta história da representação da molécula da água ilustra os saltos qualitativos que compõem o progresso da ciência. Ao simbolismo rectificado corresponde uma maior profundidade epistemológica, uma vez que o real científico só é conseguido por sucessivas aproximações de grau de precisão crescente.

A Modernidade da Química

A Química começou por ser um amontoado informe de factos, cujo conhecimento sugeria mais um exercício de memória do que uma expressão de faculdades intelectivas. O encadeado lógico dos factos, a possível previsão de uns a partir de outros, foi o primeiro passo para a sua modernização: o empirismo científico decresceu.

Após um paralelismo de atitudes e mesmo de objectos de estudo do químico experimentalista e do químico teórico, após a revolução científica do princípio do século XX que interpenetrou fenómenos da matéria, essencialmente do domínio experimental, com leis de energia, essencialmente do domínio teórico, assistiu-se a uma convergência, a um verdadeiro diálogo científico entre estes dois parceiros, os quais procuram agora discutir o mesmo problema, trocar sobre ele explicações inteligíveis e complementares. A esta dialéctica teoria-experiência se deve a aceleração do progresso da Química da era pós-moderna.

O facto experimental é um «facto de cultura», assim envolvido por uma perspectiva teórica, fruto de uma memória racional; a teoria, por seu lado, é sujeita a exame experimental permanente. A previsão de um novo fenómeno pela razão estimula a pesquisa experimental, acorda o presente na técnica: porque o instrumento é um intermediário indispensável ao estudo do fenómeno; porque o instrumento tem destinação teórica; porque a realidade técnica é a afirmação do valor objectivo da ciência.

De Bröglie postulou para a matéria propriedades ondulatórias. A Mecânica Ondulatória associou ao electrão, partícula material, uma onda cujo comprimento de

onda, em condições específicas, seria comparável ao dos raios X. A construção de aparelhagem adequada permitiu a Thompson, Davisson e Germer, demonstrar a teoria formulada. O microscópio electrónico, com feixe de electrões ao invés de feixe luminoso, com uma ampliação poderosa que distingue a molécula, é a realização técnica de valor incalculável que a ciência produziu.

Ao dualismo da actividade química, teórica e experimental, corresponde um fecundo campo de intersecção das duas grandes vias filosóficas, empirista e racionalista, num contexto contemporâneo. Bachelard explicou claramente o significado desta intersecção na sua proposta epistemológica: um racionalismo nem rígido nem abstracto, antes aberto e solidário com a informação de raiz empírica, precisa e pormenorizada; um racionalismo aplicado, produtor e organizador do pensamento técnico.

Bachelard propôs ao filósofo «meditar sobre o pensamento científico contemporâneo» [19]. Althusser, por seu lado, afirma que «cada cientista acalenta em si um filósofo adormecido» [15]. Sem pretender fundir, como era regra na Antiguidade, Filosofia e Ciência, a verdade é que, em pleno século XX, o filósofo apresenta um pendor particular para *pensar a ciência* e, é detectável no cientista certa forma de *filosofia espontânea*, no sentido de não consciente.

Há, pois, uma relação actual extraordinária entre a Filosofia e a Ciência, uma complementaridade, cujo alimento terá, necessariamente, de ultrapassar linguagens diversificadas por centenas de anos. O filósofo do Materialismo Racional utiliza comumente a tríada teoria-objecto-método; o químico, ao expressar um conjunto de sentido semelhante, recorrerá aos termos modelo-experiência-técnica. Existem, porém, ainda no domínio da linguagem, interacções prometedoras: o *Atomismo Lógico* de Russell, as suas proposições *atómicas* (ou *elementares*) e *moleculares* correspondentes às qualidades dos objectos e relações entre eles, os factos *atómicos* (*elementos simples*) e *moleculares* [16]; a proposta da Filosofia *Analítica* de Wittgenstein, o seu «jogo linguístico», o significado do conceito de *elemento simples* e de *composto*, a função do filósofo de «devolver as palavras do seu uso metafísico ao seu uso diário» [17].

A especialização aconteceu, com uma força inusitada, a meio deste século. Ela foi a manifestação de uma necessidade da cultura científica, a ultrapassagem do conhecimento geral, das simples afirmações iniciais. O pensamento científico especializado é uma actualidade e reveste-se de aspectos francamente positivos: é mais aberto à rectificação de ideias e de processos do que o pensamento generalista, tradicional e rotineiro; aplica

os seus triunfos em zonas de fronteira das ciências; progride, em consequência, a um ritmo muito elevado. O exemplo mais flagrante deste fenómeno científico teve lugar na área limítrofe da Química tradicional. Com o auxílio da nova Física, por um lado, e da Biologia, por outro, originaram-se áreas disciplinares novas, a Química-Física e a Bioquímica, respectivamente.

A Química actual é inconcebível sem uma teorização adequada. A Química Teórica, um dos seus ramos mais modernos e de maior índice de desenvolvimento, é fruto de uma racionalização do conhecimento.

«De fácil, a Química, tornou-se, subitamente, difícil» [11]. Bachelard assim expressou a modernidade da Química: do elementarismo de séculos para a complexidade actual; da memorização para a compreensão; de uma ciência estática para uma cultura atractiva, dinâmica, de objectividade definida e avanço tecnológico.

Referências

- [1] F. Dagognet, «Bachelard», Presses Universitaires de France, 1965 (ed. portuguesa: «Bachelard», ed. 70, 1986).
- [2] G. Bachelard, «Essai sur la connaissance approchée», ed. Vrin, 1928.
- [3] G. Bachelard, «Étude sur la evolution d'un problème de Physique: La propagation thermique dans les solides», ed. Vrin, 1929.
- [4] G. Bachelard, «La valeur inductive de la reactivité», ed. Vrin, 1929.
- [5] G. Bachelard, «Le pluralisme cohérent de la Chimie moderne», ed. Vrin, 1932.
- [6] G. Bachelard, «Le nouvel esprit scientifique», Presses Universitaires de France, 1934 (ed. portuguesa: «O novo espírito científico», ed. 70, 1986).
- [7] G. Bachelard, «La formation de l'esprit scientifique», ed. Vrin, 1938.
- [8] G. Bachelard, «La Philosophie du non», Presses Universitaires de France, 1940 (ed. portuguesa: «A Filosofia do não, Filosofia do novo espírito científico», Presença, 1976).
- [9] G. Bachelard, «Le rationalisme appliqué», Presses Universitaires de France, 1949.
- [10] G. Bachelard, «L'activité rationaliste de la Physique contemporaine», Presses Universitaires de France, 1951.
- [11] G. Bachelard, «Le materialisme rationnel», Presses Universitaires de France, 1953.
- [12] J.F. Mora, «Diccionario de Filosofia abreviado», Ed. Sudamericana, 1974 (ed. portuguesa: «Dicionário de Filosofia», Publ. Dom Quixote, 5.ª ed., 1982).
- [13] G. Bachelard, «L'épistémologie», Presses Universitaires de France, 1971 (ed. portuguesa: «A epistemologia», ed. 70, 1984).
- [14] E. Meyerson, «Identité et réalité», ed. Vrin, 1908.
- [14] L. Althusser, «Philosophie et philosophie spontanée des savants», Librairie François Maspero, 1974 (ed. portuguesa: «Filosofia e filosofia espontânea para cientistas», Presença, 1979).
- [16] B. Russell, «A filosofia do atomismo lógico», ed. George Allen and Urwin, 1918.
- [17] L. Wittgenstein, «Philosophical Investigations», Basil Blackwell and Mott, 1985 (ed. portuguesa: «Tratado lógico-filosófico • Investigações filosóficas», Fundação Calouste Gulbenkian, 1987).

19

K

39,098

POTÁSSIO, de potassa, uma forma impura de carbonato de potássio conhecida desde tempos remotos; o símbolo K deriva do seu nome latino *Kalium*; descoberto em 1807; é o sétimo elemento mais abundante na crosta terrestre. A sua radioactividade, apesar de fraca, pode ser uma das causas naturais das mutações genéticas no homem.

20

Ca

40,08

CÁLCIO, de *calx*, ou cal (óxido de cálcio); descoberto em 1808; é o quinto mais abundante elemento da crosta terrestre. A sua presença nos nossos corpos é essencial. A quantidade normal num adulto é cerca de 1 kg encontrando-se, a maior parte, nos dentes e nos ossos. O cálcio também tem um papel importante na regulação do batimento cardíaco.

O Ensino da Segurança — 1

— Licenciaturas do Departamento
de Química da FCL

Anselmo M. Elias ^a
Maria Elizabeth Elias ^a

Introdução

A introdução ao ensino da Segurança Laboratorial foi no âmbito do Departamento de Química um aspecto inovador das Licenciaturas, organização das unidades de crédito [1] relativamente às anteriores Licenciaturas [2].

Nestas o ensino de Segurança não era formalmente contemplado. Surgia pontualmente quando a índole dos trabalhos requeria. Nas novas Licenciaturas o ensino de Segurança surge no curso de Técnicas Laboratoriais em Química I, que é comum ao 1.º Ano das 4 Licenciaturas do Departamento. Obviamente surge, também, pontualmente quando a índole dos trabalhos o requeira. A Licenciatura em Ensino da Química tem um curso semestral de «Organização e Segurança de Laboratório» a nível do 3.º Ano mais especificamente vocacionado para futuros professores. Neste trabalho damos conta da formação em Segurança a nível do 1.º Ano.

Objectivos

A nível do 1.º Ano o ensino da Segurança tem um carácter eminentemente formativo contemplando os seguintes objectivos:

1. Reconhecer que a existência de risco é inerente a qualquer actividade do homem.
2. Reconhecer que diferentes tipos e graus de risco requerem diferentes tipos e graus de protecção.
3. Considerar que o planeamento de trabalho laboratorial deve ser simultâneo com a análise dos aspectos de segurança associados à experiência em causa.
4. Conhecer os requisitos mínimos de um laboratório de carácter geral para nele se poder trabalhar em condições de segurança e qual o equipamento de protecção que deve estar disponível.
5. Reconhecer que o acidente é o resultado de uma falha numa situação de risco.
6. Identificar quais os acidentes mais comuns em laboratórios de carácter geral.
7. Analisar técnicas correntes do ponto de vista da segurança.
8. Conhecer os riscos associados a vários tipos de equipamento e formas de os minimizar, nomeadamente quanto a:
 - a) Equipamento eléctrico (riscos de choque, queimadura, fogo);
 - b) Sistemas sob pressão (risco de explosão);
 - c) Sistemas sob vácuo (risco de implosão);

- d) Riscos associados a sistemas de arrefecimento;
- e) Riscos associados a altas e baixas temperaturas.

9. Conhecer vias pelas quais se pode manifestar a toxicidade, quais os tipos de equipamento de protecção pessoal e cuidados que minimizam os riscos.

10. Avaliar da importância de índices de contaminação de ambiente para dar conta dos riscos de inalação de gases e poeiras poluentes da atmosfera de laboratório.

11. Reconhecer quais os carcinogénicos e grupos funcionais geralmente associados a carcinogénese, seus substitutos e casos em que é legítima a sua utilização em laboratórios de ensino.

12. Conhecer os símbolos de segurança que identificam riscos associados a materiais químicos.

13. Reconhecer a importância do conhecimento prévio dos riscos associados aos materiais antes de serem utilizados ou produzidos no laboratório.

14. Identificar as condições que favorecem a ocorrência de fogos em situações laboratoriais.

15. Conhecer os aspectos gerais de inflamabilidade e reconhecer a importância do conhecimento dos pontos de fulgor, fogo e autoignição.

16. Conhecer aspectos gerais da explosividade química.

17. Identificar materiais e grupos funcionais que por decomposição e/ou por reacção podem conduzir a uma situação de inflamação e eventual explosão química.

18. Conhecer as classificações europeia e americana de fogos.

19. Distinguir o tipo de actuação e de extintor a utilizar em caso de acidente que envolva fogo.

20. Avaliar o tipo de actuação em fogos que envolvam condutas de gás.

21. Reconhecer a importância de tratar rejeitados face aos riscos que eles possam apresentar para o Ambiente.

22. Conhecer técnicas gerais de tratamento de rejeitados.

23. Julgar da importância da existência de normas nacionais que enquadrem todos os riscos inerentes à actividade laboratorial.

^a Departamento de Química, FCUL - Campo Grande, C1, 5.º Piso — 1700 Lisboa.

24. Julgar da oportunidade de realizar trabalhos laboratoriais ou trabalhar sob condições que envolvam riscos de gravidade reconhecida.

25. Enquadrar a Segurança Laboratorial num quadro de responsabilidade mais amplo de respeito pelo Homem e pelo Ambiente.

Formação em Segurança

A nível de conteúdos o Bloco de Formação em Segurança contempla:

1. Introdução.
2. Condições gerais de segurança no laboratório.
3. Considerações gerais sobre toxicidade:
 - a) Inalação. Índices que denotam limites de contaminação ambiente;
 - b) Absorção cutânea;
 - c) Ingestão;
 - d) Carcinogéneos. Regulamentação.
4. Símbolos de segurança.
5. Equipamento de protecção pessoal.
6. Equipamento de protecção especial.
7. Riscos associados a técnicas.
8. Riscos associados a equipamento.
 - a) Equipamento eléctrico;
 - b) Sistemas a pressão elevada. Gases comprimidos;
 - c) Sistema sob vácuo;
 - d) Sistemas que envolvem circulação de água;
 - e) Problemas associados a altas e baixas temperaturas.
9. Risco de fogo e explosão:
 - a) Aspectos gerais de inflamabilidade;
 - b) Ponto de fulgor, ponto de fogo e ponto de autoignição;
 - c) Aspectos gerais de explosividade;
 - d) Prevenção de fogos e intervenção;
 - e) Extintores.
10. Destino de produtos e resíduos:
 - a) Neutralização *;
 - b) Diluição;
 - c) Incineração;
 - d) Armazenamento.

* O termo «Neutralização» é aqui utilizado no sentido de tratamento químico.

Avaliação e Conclusões

O ensino formal de Segurança a nível inicial é, em geral, reconhecido como factor de redução do número de acidentes relativamente à situação em que esta matéria não aparece numa forma explícita e independente. Os indicadores entre nós também apontam neste sentido. Um estudo efectuado a nível dos alunos do curso de «Organização em Segurança de Laboratório» parte deles provenientes das antigas Licenciaturas e parte das novas dá conta de uma menor incidência de acidentes no presente relativamente à época anterior.

Os alunos que frequentam os 1.^{os} Anos das Licenciaturas apreciam que lhe sejam dadas estas noções de Segurança. É, no entanto notável que a sua preparação em Química do ponto de vista laboratorial é nalguns casos tão reduzida que encontram dificuldade em identificar, na fase inicial, vários aspectos elementares de laboratório. Verifica-se, ainda mesmo nos alunos que provêm da área de Quimicotecnia, uma generalizada ausência de conhecimentos de Segurança, salvo em situações pontuais.

O ensino da Segurança está a nível do 1.^o Ano reduzido a cerca de 9 h de ensino teórico-prático, pelo que a metodologia é basicamente expositiva com recurso a alguns audiovisuais e pontual análise de casos.

Como regentes do curso temos fornecido materiais de apoio, na medida em que a bibliografia entre nós é reduzida e a legislação só muito recentemente começou a ser publicada [3].

Em adição a estes pontos antes citados, reconhecemos como aspectos que merecem particular atenção, os locais onde decorrem as aulas laboratoriais não cumprirem os requisitos considerados mínimos e uma certa atitude que os alunos não encontram por parte dos mais «experimentados» traduzida em que «se sempre se faz assim para quê mudar?».

Naturalmente, planear para segurança é caro e sem meios financeiros adicionais e legislação específica para o Ensino não é possível uma efectiva implementação da Segurança na prática laboratorial a nível do ensino e posteriormente a nível profissional.

Referências

- [1] Decreto n.º 125/82, de 3 de Novembro.
- [2] Decreto-Lei n.º 443/71, de 23 de Outubro.
- [3] Decreto-Lei n.º 280-A/87, de 17 de Julho.

INTERNATIONAL CHEMOMETRICS SOCIETY (ICS)

Com o fim de facilitar os contactos entre os sócios e a Sociedade e de eventualmente, se houver número suficiente de interessados, formalizar a constituição de um Grupo Português de Quimiometria no âmbito da mesma, foi designado delegado da ICS em Portugal o Prof. Adélio Machado, a quem podem ser pedidas informações para o endereço:

Departamento de Química, Faculdade de Ciências, P 4000 Porto, Telefone 31 02 90

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 73 46 37 (Cristina Silva Macário)

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

Capa 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

Cristalização e Recristalização	7
Fusão Nuclear Fria	13
Formação de Professores	17
Informação e Comunicação	23
Sol, Pele e Protectores Solares	27
ROK: Modulação Cinética	29
O Carbonato de Sódio	31
Pensar a Química	37
O Ensino da Segurança (parte 1).....	43