

boletim

SOCIEDADE
PORTUGUESA
DE
QUÍMICA



Publicação Trimestral • N.º 30 (Série II) • Dezembro 1987

A situação actual do SIDA..... 11

**Laboratórios de Química Orgânica para
uma Universidade Aberta 41**

**No 2.º centenário da primeira obra
de Vicente Coelho Seabra 27**

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-Geral Adjuntos
 — **Maria Cândida Vaz** e **Carlos N. Castro**
 Tesoureiro — **Edmundo G. Azevedo**

Conselho Fiscal

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

Mesa da Assembleia Geral

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

ASSEMBLEIAS REGIONAIS

DELEGAÇÃO DO NORTE (Sede no Porto)

Assembleia Regional

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

Direcção da Delegação Regional

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

DELEGAÇÃO DO CENTRO (Sede em Coimbra)

Assembleia Regional

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

Direcção da Delegação Regional

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

DELEGAÇÃO DO SUL (Sede em Lisboa)

Assembleia Regional

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

Direcção da Delegação Regional

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

boletim

Propriedade e edição da Soc. Port. de Química

Director:

JOAQUIM J. MOURA RAMOS

Directores Adjuntos

MÁRIO N. BERBERAN E SANTOS
 PALMIRA DIAS
 BELARMINO A. SALVADO BARATA

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 10 às 13 horas)

SECÇÕES TEMÁTICAS:

Informações, actualidade

Rita Delgado (IST)

Educação em Química e Ensino da Química

Vitor D. Teodoro (IPED)

Química e Indústria

José da Costa Reis (CNP)

Evolução Química

Hernâni Maia (Univ. Minho)

Segurança nos Laboratórios

Maria João Marcelo Curto (LNETI)

Química e Energia

Fernando Jorge Pina (UNL)

Química e Saúde

Eduarda Rosa (Fac. Farmácia Lisboa)

Computadores em Química

Fernando M.S.S. Fernandes (FCL)

História da Química em Portugal

A. Amorim Costa (Univ. Coimbra)

Congressos e Conferências

Maria Regina Tavares (LNETI)

Publicidade

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

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

Boletim da Sociedade Portuguesa de Química

N.º 30 (Série II) • Dezembro 1987



SUMÁRIO

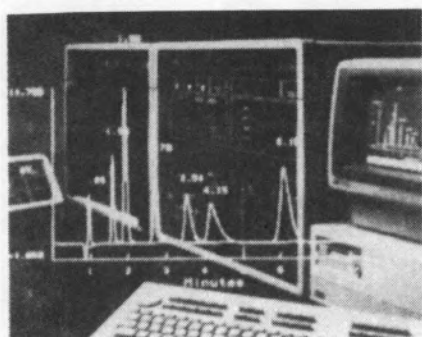
• Informações, actualidade	3
• Passatempo	10
• A situação actual do SIDA ao nível mundial, <i>Alfredo Cravador</i>	11
• A síntese química do DNA, <i>Alfredo Cravador</i>	21
• Fermentação, emblema filosófico de Becher, <i>A.M. Amorim da Costa</i>	27
• O novo léxico científico de Florêncio Vesúvio.....	32
• O quê, quando e como no ensino do átomo, <i>Victor M.S. Gil</i>	33
• Planeamento de um curso laboratorial de Química Orgânica para uma Universidade Aberta, <i>M.R. Gomez-Anton</i>	41
• Humor químico, <i>Victor M.S. Gil</i>	44
• Congressos e conferências, <i>Maria Regina Tavares</i>	45
• Correspondência.....	47



DIAS DE SOUSA LDA

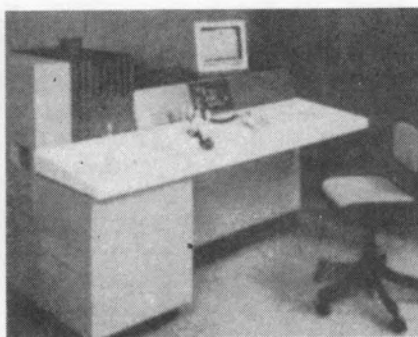
INSTRUMENTAÇÃO ANALÍTICA

Distribuidores exclusivos em Portugal de:



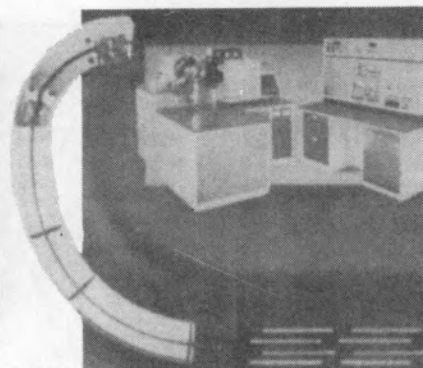
Cromatografia Iónica

DIONEX



Espectrometria de Emissão

**JOBIN
YVON**



Espectrometria de Massa

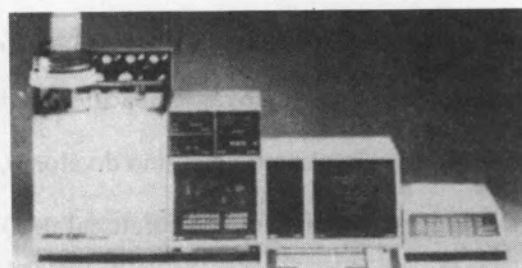
**KRATOS
ANALYTICAL**



Cromatografia HPLC

Integradores-Registadores computadorizados

Spectra-Physics



Instrumentação Científica

**CARLO ERBA
STRUMENTAZIONE**

Ao vosso serviço com Seriedade, Apoio Técnico e Analítico especializado, Enquadramento laboratorial.

QUINTA DA PIEDADE, LOTE 12 - 1.º D.
2625 PÓVOA DE STA. IRIA
TEL. (01) 259 23 16 - 259 24 09
TLX. 43926 DISO P

PRAÇA PEDRO NUNES, 94
4000 PORTO
TEL. (02) 93 14 99 - 93 38 09
TLX. 26250 NSC P

Informações, actualidade *

Prémio Nobel da Química rende homenagem aos pioneiros dos macrociclos sintéticos

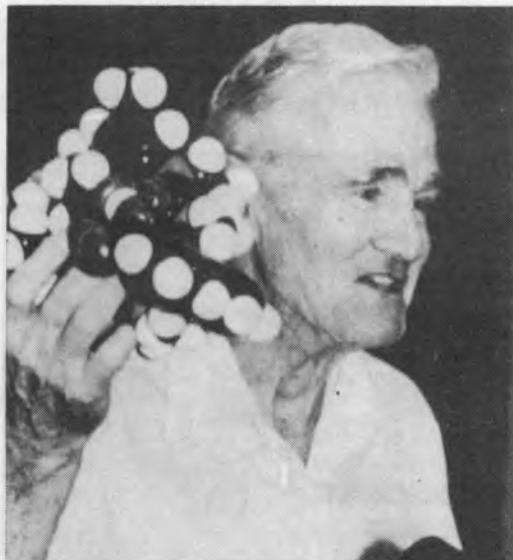
O prémio Nobel da Química foi este ano atribuído a Donald J. Cram da Universidade de Califórnia em Los Angeles, a Jean-Marie Lehn da Universidade Louis Pasteurs em Estrasburgo e do Collège de France em Paris e a Charles J. Pedersen agora reformado da companhia Du Pont em Wilmington, Delaware. O prémio foi-lhes atribuído pelos seus trabalhos na química dos macrociclos sintéticos — anéis moleculares constituídos por átomos doadores variados (especialmente O, N e S) separados por cadeias carbonílicas diversas que se podem rearranjar de forma a dirigirem as cargas negativas para o seu centro sendo assim apropriados para reter iões positivos; ou com as cargas positivas para o centro podendo reter aniões; ou ainda reter moléculas neutras em qualquer dos casos através de ligações de hidrogénio. Trata-se assim de uma química de coordenação usando como ligandos anéis macrocíclicos, mas que pode ser mais geral do que essa designação implica pois a coordenação se pode também realizar com moléculas neutras ou iões negativos. Em língua inglesa chama-se, com certa propriedade, "guest-host chemistry", em que o anel macrocíclico, o "host", aloja o ião ou molécula neutra que se torna o hóspede, "guest". Pedersen foi o pioneiro na síntese deste tipo de moléculas em 1967, embora o tivesse feito por acaso — o

seu objectivo era controlar a acção de um catalisador de vanádio num processo para a produção de borracha sintética. Este processo nunca foi conseguido, mas Pedersen, nessas investigações, chegou à síntese de moléculas cíclicas — "crown ethers" ou éteres coroa — com oxigénios como átomos doadores, que podiam acomodar na posição central da sua estrutura um ião metálico.

Cram e Lehn prosseguiram este trabalho criando moléculas variadas e mais complexas, passando dos ciclos simples aos policiclos. Desenvolveram ainda estudos quantitativos no sentido de tentarem explicar como é que as propriedades moleculares dos macrocíclicos geram selectividade nas reacções e procuraram aplicações concretas para os compostos sintetizados.

Hoje esta química está em grande e rápida expansão. É relativamente fácil variar o tamanho do anel, o tipo de átomos doadores e ainda o número e tipo de substituintes do anel, modificando as propriedades do macrociclo e abrindo um grande leque de aplicações. Assim, podem usar-se macrociclos para extrair urânio da água do mar ou retirar pequenas quantidades de metais tóxicos do meio ambiente ou de organismos vivos. Mas é no domínio da bioquímica que as suas aplicações são mais promissoras, nomeadamente para o transporte selectivo de iões através de membranas biológicas e na mimica de enzimas biológicas.

* Colaboram neste número Margarida Costa Gomes, Jorge Magalhães, Agílio Pádua, Luís Pombo Rebelo, José Armando da Silva e João Sottomayor.



Donald Cram



Jean-Marie Lehn



Charles Pedersen

Prémio Nobel da Física para investigadores em supercondutividade

Após um ano de entusiasmos sem precedentes no domínio da física do estado sólido, foi atribuído o Prémio Nobel da Física aos dois cientistas que o despoletaram. De facto, Johannes Georg Bednorz, de 37 anos e Karl Alex Muller, de 60, ambos dos Laboratórios da IBM em Zurique foram galardoados com o cobiçado prémio, pela descoberta de supercondutividade em materiais cerâmicos. O artigo que publicaram sobre o assunto, no *Z. Phys. B.* em finais de 1986, portanto cerca de 13 meses antes, e que relatava a descoberta de supercondutividade a 35 K ($-238\text{ }^{\circ}\text{C}$) num material cerâmico constituído por uma mistura de óxidos de lantânio, bário e cobre, provocou uma verdadeira explosão de actividades de investigação que já levaram à descoberta de materiais cerâmicos que são supercondutores à temperatura do azoto líquido, sendo previsível que a muito curto prazo se consigam supercondutores à temperatura ambiente. Durante este período de frenética actividade foram publicados na *Physical Review Letters* e na *Physical Review B* mais de 160 artigos sobre este assunto.

A supercondutividade tem sido objecto de investigação desde a sua descoberta em 1911, por H. Kamerlingh Onnes, em Leiden, que, apenas três anos depois de ter conseguido a liquefacção do hélio, observou que o mercúrio tinha uma resistência eléctrica nula abaixo de cerca de 4 K. Seguiu-se a descoberta dessa propriedade noutros materiais, mas sempre a temperaturas muito baixas.

Este estranho fenómeno só teve uma explicação adequada quando se demonstrou ser possível existir uma interacção atractiva entre dois electrões, implicando a chamada condensação de Bose, já conhecida do fenómeno da superfluidez do hélio. Em 1957 Bardeen, Cooper e Shriver publicaram uma teoria fundamental que explica cabalmente a supercondutividade, (teoria BCS).

A descoberta de outras propriedades dos supercondutores, além da resistência nula, levou à proposta de aplicações tecnológicas importantes. Essas, aplicações eram, no entanto dificultadas pela necessidade de arrefecer o material a temperaturas muito baixas, implicando a utilização de hélio líquido, de custo muito elevado e de difícil manipulação. Daí resultou uma intensa procura de materiais com temperaturas de transição elevadas, tendo em 1973 sido atingido a temperatura de transição record de 23,3 K numa liga metálica de nióbio e germânio.

Por volta de 1983, Muller, que até então tinha trabalhado em óxidos isoladores, voltou a sua atenção para um conhecido óxido misto de bário, chumbo e bismuto, com temperatura de transição para o estado supercondutor de 13 K e com a estrutura cristalina da perovskite. Com base em argumentos de cristalochimica, Muller decidiu concentrar-se em perovskites contendo níquel ou cobre, com a colaboração do excelente experimentalista Bednorz. Após 2 anos de insucesso, a leitura de um artigo de Bernard Raveau e colegas, da Universidade de Caen, que descrevia a síntese de um óxido de lantânio, bário e cobre, com estrutura de perovskite e em que o cobre tinha valência mista, surgiu um "daqueles golpes de sorte". Ao tentarem essa síntese por um processo ligeiramente diferente, obtiveram uma mistura de fases em vez de uma fase pura como pretendiam. Uma dessas fases indesejadas era supercondutora a 35 K.

Esse resultado, em que ninguém acreditava a princípio, foi confirmado por vários grupos e começou a corrida aos supercondutores de ainda mais altas temperaturas, culminando com a descoberta de supercondutividade num óxido de itrio, bário, e cobre a cerca de 90 K, pelo grupo de Paul C. W. Chu, da Universidade de Houston, e provavelmente ao mesmo tempo por Z. X. Zhao e colegas na China. Chu foi considerado um forte candidato ao Prémio Nobel e muitos físicos consideraram que ele o merecia. No entanto o Comité Nobel decidiu atribuir o prémio apenas a Bednorz e Muller, evitando controvérsias sobre a prioridade entre o grupo chinês e o grupo de Houston, até porque o artigo de Chu só foi publicado após a data limite de 1 de Fevereiro, de candidatura ao Prémio Nobel. Raveau está certamente a roer-se todo porque tendo trabalhado com materiais deste tipo nunca se resolveu a medir a condutividade eléctrica abaixo da temperatura do azoto líquido, apesar de a isso ter sido instigado por vários físicos a quem também sempre recusou amostras, alegando que não eram suficientemente condutores para merecerem muita atenção.

É de notar que, já no ano passado dois físicos dos Laboratórios da IBM, Gerd Binnig e Heinrich Rohrer, receberam o Prémio Nobel da Física pela invenção do microscópio de efeito de túnel, provando assim que o investimento em investigação fundamental que tem sido política da IBM dá os seus frutos, que certamente se reflectirão na procura dos seus produtos.

Luis Alcácer
IST



K.A. Müller e J.G. Bednorz do laboratório de investigação da IBM (Zurique)

Meteorologia: uma ciência ingrata

Um meteorologista tem necessariamente de ser um homem infeliz. Senão vejamos:

- 1) Trabalha mais que qualquer outro cientista. De facto, apresenta uma comunicação científica pelo menos uma vez por dia.
- 2) A comunicação não é dirigida a uma comunidade restrita (onde cerca de 5% da assembleia presta atenção), mas a alguns milhões de ouvintes demasiado atentos e totalmente cépticos.
- 3) Os ouvintes acusam-no constantemente de falta de qualidade e rigor dos seus resultados.
- 4) Para cúmulo, os ouvintes têm razão.
- 5) Mais: basta-lhes esperarem 1 ou 2 dias para o poderem demonstrar.

As 5 razões da infelicidade de um meteorologista, embora pretendendo constituir uma graça, têm o seu quê de verdadeiro.

A meteorologia é uma das ciências mais complexas, pois engloba em si mesma outras ciências como matemática computacional, oceanografia, astronomia, biologia, química e termodinâmica.

Recentemente, J.J. Tribbia e R.N. Anthes (a) apresentaram um artigo de revisão em que são descritas as bases científicas das modernas previsões climatéricas, os métodos computacionais associados e a evolução histórica da capacidade de previsão meteorológica.

Interessante é constatar que a falta de precisão de um boletim meteorológico é fundamentalmente explicada pelo denominado paradigma de Lorenz (1963). Para mostrar o seu paradigma, Lorenz usou um sistema de 3 equações diferenciais ordinárias que, embora mais simples que as equações que descrevem o comportamento atmosférico (eq. de Navier-Stokes, eq. de Conservação da massa e primeiro princípio da termodinâmica), foi o primeiro exemplo de um sistema não linear exibindo comportamento caótico, isto é, possuindo soluções não periódicas e altamente sensíveis a muitas pequenas alterações das condições iniciais.

Os estudos de Lorenz mostraram que estes sistemas determinísticos simples, são somente resolvidos para um tempo finito, que depende da precisão com que as condições iniciais são especificadas, isto é, duas soluções diferindo só ligeiramente nas condições iniciais divergem no tempo.

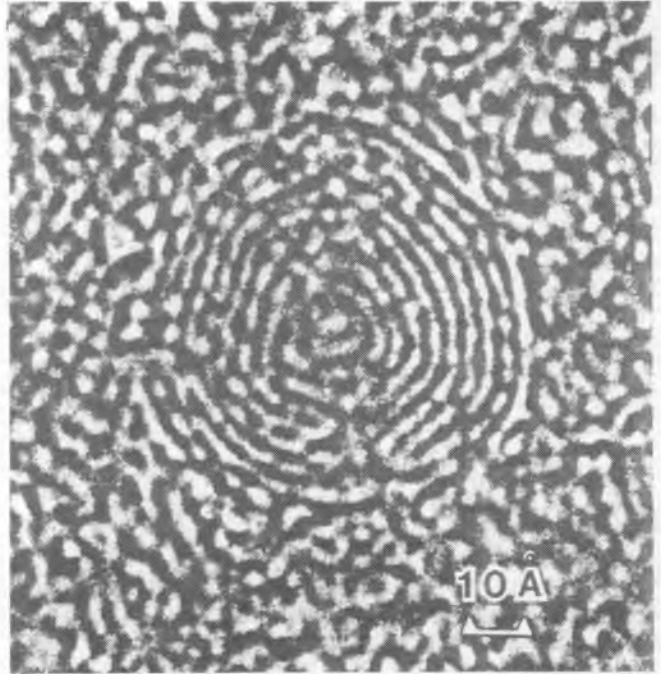
Portanto, nenhuma previsão meteorológica pode exceder em precisão a componente menos precisa das equações diferenciais de previsão.

Evidência experimental para o futeboleno

A irradiação de grafite com um feixe laser vaporiza fragmentos de várias dimensões. Para o fragmento C_{60} foi sugerida [ver Boletim, n.º 24], uma estrutura semelhante à de uma bola de futebol. A quantidade até agora obtida é, contudo, demasiado pequena para permitir a realização de testes decisivos (NMR, IR ou UV de alta resolução). Vários cálculos teóricos mostram a estabilidade da estrutura "bola de futebol" (icosaedro truncado). Recentemente, S.H. Yang, C.L. Pettiette, J. Conceição, O. Cheshnovsky e R.E. Smalley [Chem. Phys. Letters 139 (1987) 233] por medidas de espectroscopia de fotoelectrão no ultravioleta (USP) obtiveram uma separação HOMO-LUMO (1.5-2.0 eV) e uma

afinidade electrónica (2.6-2.8 eV) compatíveis com os cálculos teóricos mais recentes realizados para a estrutura esférica. Para além do fragmento C_{60} foram também obtidos em abundância fragmentos em C_{50} e C_{70} , pelo que o futeboleno é apenas o mais estudado de toda uma família de fragmentos.

S. Iijima [J. Phys. Chem. 91 (1987) 3466] parece ter sido o primeiro investigador a obter evidência experimental para o futeboleno, em 1980, não tendo no entanto na altura proposto qualquer estrutura para o padrão "em cebola" que observou por microscopia electrónica de alta resolução.



PVC em incêndios

A escolha de materiais estruturais e de mobiliário pode influenciar a quantidade e composição de fumos produzidos durante um incêndio. Esses fumos representam muitas vezes, devido à sua irritabilidade e toxicidade, o maior perigo dos fogos.

O monóxido de carbono, formado na combustão incompleta de materiais contendo carbono, inibe o transporte de oxigénio no sangue ligando-se à hemoglobina mais fortemente do que aquele. A morte ocorre quando cerca de 50% da hemoglobina do sangue se encontra ligada a monóxido de carbono, o que acontece a teores de CO no ar muito baixos (alguns milhares de ppm).

Os plásticos e outros polímeros sintéticos usados em mobiliário são uma importante fonte de monóxido de carbono e vários gases tóxicos e irritantes, como o cianeto de hidrogénio, o cloreto de hidrogénio, o dióxido de enxofre, óxidos de azoto e outros como os isocianatos, que podem debilitar e desorientar seriamente a vítima. É difícil determinar a contribuição de cada um, pois as suas quantidades dependem do material que sofre combustão. Em todo o caso, os limites tolerados rondam usualmente algumas centenas de ppm.

O cianeto de hidrogénio e os óxidos de azoto são normalmente formados em fogos de polímeros contendo

(a) Science, 31 July 1987, 237, 465-564.

azoto, como os poliuretanos e o poliácridonitrilo, muito usados em mobiliário doméstico; os óxidos de azoto são também produzidos em grandes quantidades quando ardem substâncias formadas por nitrato de celulose e celuloide; os materiais contendo enxofre dão origem a dióxido de enxofre e os isocianatos provêm de poliuretanos. As partículas de fumo são também muito importantes, porque devido às suas dimensões podem ser inaladas profundamente, e transportar assim substâncias irritantes adsorvidas.

Os estudos sobre degradação térmica e combustão de polímeros são já abundantes, mas devido à complexidade dos processos envolvidos, a química da fase gasosa só foi interpretada qualitativamente.

O PVC (cloreto de polivinilo) e o termoplástico comercial mais comum na indústria de construção civil, onde é usado em pavimentos, cabos e tubos. A sua decomposição térmica, a temperaturas relativamente baixas (255° C), produz cerca de 50% em peso de cloreto de hidrogénio. A seu respeito foi lançado um novo documento pela Federação Britânica de Plásticos (BPF). Destina-se a arquitectos, desenhadores e todos os serviços que envolvam riscos de incêndio, fornecendo informação detalhada acerca da inflamabilidade, tipo de chama e sua propagação, libertação de calor e outras características dos fogos envolvendo aquele material. Para mais informações contactar BPF, 5 Belgrave Square, London SW1X8PH.

Terminais de computador são perigo para a saúde?

Um grupo sueco parece ter encontrado mais evidências dos efeitos prejudiciais da radiação electromagnética vinda dos terminais de computador. Trata-se do segundo estudo levado a cabo neste país que detecta estatisticamente efeitos significativos em ratas em gestação. No ano passado, o grupo de B. Tribukait do Instituto Karolinska em Estocolmo, registou um aumento de mal-formações em embriões de ratos expostos a campos magnéticos pulsantes, como os produzidos em terminais de computador. O grupo de G. Warlinger da University of Agricultural Science em Uppsala, chama a atenção para o crescente número de mortes de fetos em ratas expostas a campos magnéticos durante o período de gestação. Verificou-se também um aumento dos níveis de mal-formações fetais, embora estes ainda não sejam significativos do ponto de vista estatístico. As razões que estão por trás das observações colhidas são ainda desconhecidas. As duas experiências diferem em vários detalhes, nomeadamente no tempo de exposição à radiação. Há quem diga que estes dois conjuntos de dados chamam a atenção para os riscos corridos por mulheres grávidas.

Embora o uso de terminais de computador esteja a aumentar grandemente em vários países, não tem sido publicados estudos sobre os efeitos que estes possam exercer na saúde humana. Esta tem sido uma preocupação mais sentida pelo público em geral do que pelas entidades responsáveis.

Ião fluoreto revela-se inócuo

Químicos da Universidade de Leicester, no Reino Unido, marcaram pontos contra o "lobby" anti-fluoreto. M. Symons e os seus colegas não encontraram provas

da formação de fortes ligações de hidrogénio entre o ião fluoreto e proteínas ou ácidos nucleicos. Esta é uma das hipotéticas razões que levaria a considerar este ião prejudicial.

As ligações de hidrogénio, embora possuam apenas um décimo da força das ligações covalentes, são essenciais para a vida. Permitem que a água se mantenha líquida à temperatura ambiente e asseguram a existência das estruturas moleculares complexas de proteínas e ácidos nucleicos. Assim se compreende que qualquer perturbação nestas ligações possa ter efeitos no organismo. O ião fluoreto forma ligações de hidrogénio mais fortes do que qualquer outro elemento electronegativo, como sejam o azoto ou o oxigénio. Por este motivo, vários investigadores sugeriram que o excesso de fluoreto — proveniente de águas ou pastas de dentes — poderia causar danos na estrutura das ligações de hidrogénio de ácidos nucleicos e proteínas. Na década passada pensou-se mesmo que o fluoreto seria cancerígeno.

O grupo de Symons estudou soluções de iões fluoreto em vários solventes, incluindo amidas, e comparou o seu comportamento com soluções similares contendo iões cloreto ou xénon. Usando técnicas de infravermelhos e espectroscopia de ressonância magnética nuclear, procuraram em vão ligações de hidrogénio fortes.

Pode parecer uma surpresa, pois estudos com raios-X mostraram que o fluoreto destrói as ligações de hidrogénio numa determinada proteína, substituindo moléculas de água. Cálculos teóricos prevêm a formação de fortes ligações entre o ião fluoreto e o hidrogénio ligado aos átomos de azoto das amidas — o principal grupo funcional que assegura as ligações químicas estruturais das proteínas.

Symons contrapõe o facto de a maioria dos cientistas considerar sistemas em que o ião fluoreto não está ligado a uma camada de moléculas de solvente por ligações de hidrogénio. Esta camada tem quatro a seis moléculas, e quanto maior for esse número, mais fracas serão as eventuais ligações entre o fluor e qualquer outra espécie.

Fornos de micro-ondas para a preparação de soluções

O Nacional Bureau of Standards dos Estados Unidos e uma empresa produtora de equipamento de micro-ondas estão a colaborar em estudos tendo em vista a produção de equipamento em ITFE (politetrafluoretileno, vulgarmente conhecido por teflon) e vidro que permitam a preparação de soluções para fins analíticos utilizando aquecimento de micro-ondas. A dissolução de certos tipos de amostras é desta forma cerca de 500 vezes mais rápida do que utilizando métodos convencionais de aquecimento.

R. Rawes, Chem. Eng. News, 1986, 64 (31) 22.

Arco-íris em sumo de tomate

A adição de água saturada em bromo a sumo de tomate provoca alterações na cor deste. Se a reacção for levada a cabo em contentor alto, o gradiente de concentração criado causa o efeito de um arco-íris partindo do laranja, passando pelo amarelo, verde e azul e ter-

minando em vermelho na parte que não reagiu. A explicação destas cores é sugerida em termos de comprimento de sistemas conjugados, adição de bromo a ligações duplas, complexos de transferência de carga e efeitos de agregados de lípidos na velocidade e mecanismos das reacções envolvidas.

M.E. MacBeath e AL.L. Richardson, *J. Chem. Educ.*, 1986, **63** (11), 1092-1094.

Um novo processo de produzir nylon

Parece ser possível, a partir de agora, obter nylon por via biotecnológica, através de uma nova enzima, a nitrilase.

Tradicionalmente, o nylon-6, que é uma das formas principais, obtém-se por transformação química de subprodutos de refinarias de petróleo: benzeno, tolueno ou fenol. Depois de uma série de reacções chega-se à caprolactama por uma catálise química, obtendo-se por polimerização o nylon-6. Este processo, que não oferece problemas hoje em dia, além de ser barato, tem um inconveniente: a síntese de cada quilograma de nylon-6 dá origem a três quilogramas de sulfato de amónio, residuo totalmente inutilizável.

O processo agora descoberto utiliza um catalisador enzimático e parte de adiponitrilo, composto formado por reacção de condensação de ácido adípico com ácido cianídrico. A nitrilase actua sobre o adiponitrilo para dar a adipo-amida, facilmente convertível em caprolactama que, polimeriza em nylon-6 como vimos. Há porém um inconveniente neste método: o adiponitrilo é mais caro que os subprodutos usados no processo tradicional. No entanto, o ácido adípico é já produzido em massa para a síntese química de nylon-6,6, a forma mais corrente deste composto, o que pode diminuir o custo da via biotecnológica.

[Adaptado de "La Recherche", 191, 1046 (1987)]

NOTA — O nylon-6,6 é assim conhecido porque se sintetiza normalmente a partir de ácido adípico e hexametilendiamina, reagentes com seis átomos de carbono cada.

Quando o reagente de partida é a caprolactama, obtém-se o nylon-6, assim chamado porque tem seis átomos de carbono na sua unidade básica.

Fuel encobre metanol

O processo da Mobil de produção de gasolina a partir do metanol (MTG), foi inicialmente desenvolvido nos anos 70 como uma forma de obter gasolina e produtos petroquímicos utilizando o gás de síntese ($\text{CO}_2 + \text{H}_2$) produzido a partir do carvão. Uma vez passado o 'pânico' da falta de petróleo, uma nova versão de leito fluidizado desenvolvida na Alemanha Federal, poderá ser usada para produzir fuel a partir de gás natural em pontos remotos do nosso planeta.

J. Haggin, *Chem. Eng. News*, 1986, **64** (34), 24-29.

Rali Solar

Disputou-se em Novembro passado a primeira corrida transcontinental de veículos movidos a energia solar. A prova efectuou-se entre Darwin e Adelaide, num total

de 3200 Km, através das zonas mais soalheiras da Austrália. Estas provas já deixaram de ser só participadas por novatos curiosos ou reformados de indústrias de electrónica, e são presentemente concorrência acérrima entre grandes empresas, como a General Motors com o seu "Sunraycer" e o "Model S" da Ford.

O desenvolvimento que estes veículos têm tido nos últimos anos é espantoso e o recorde mundial de velocidade pertence ao "Sunraycer" com 75 Km/h. Obviamente que não é nenhuma Fórmula 1, mas como carro de cidade, onde em Lisboa, por exemplo, o tráfego move-se à média de 13 Km/h, é muito aceitável.

Nova polémica Leste-Oeste

Físicos soviéticos do Instituto de Pesquisa Nuclear de Dubna (Moscou), declararam ter obtido o elemento de número atómico 110. A equipa, dirigida por Yuri Oganessian, realizou para tal duas experiências: numa bombardearam urânio 236 (92 protões) com um feixe de núcleos de argon 40 (18 protões); na outra, tório (90 protões) foi bombardeado com núcleos de cálcio 44 (20 protões). Os cientistas soviéticos pensam que os fragmentos nucleares resultantes da fissão, detectados depois das colisões, apontam para a formação transiente de um elemento com 110 protões. Declararam ainda que o tempo de vida médio do novo elemento é de 9 milisegundos.

Grupos americanos e alemães (estes responsáveis pela síntese dos elementos de número atómico 107, 108 e talvez 109) põem reservas nas experiências.

Será que estamos perante mais uma polémica, ou demos mais um passo na direcção do elemento de número atómico 114, que é considerado estável?

Planetas fora do Sistema Solar

Uma pergunta que permanece sem resposta é: Será o nosso Sistema Solar único no Universo? Haverá ou não outras estrelas que tenham um sistema planetário orbitando à sua volta?

Da análise feita a 14 estrelas vizinhas do Sol, 7 parecem possuir planetas (ou objectos similares), com massas que vão até 10 vezes a de Júpiter.

No entanto, esta observação feita por astrónomos canadianos, que a confirmar-se será a primeira detecção de planetas fora do Sistema Solar, suscitou certo cepticismo por parte de outros cientistas.

A velocidade de uma estrela é alterada por efeito de massa quando um planeta (ou outro objecto astral) lhe passa perto.

O processo de detecção de planetas baseia-se nestas pequenas diferenças de velocidade, sendo por isso necessário que o planeta tenha no mínimo a massa de Júpiter. Por outro lado, conhecem-se astros que, não sendo planetas, têm massas da mesma ordem de grandeza, como é o caso das anãs brancas com massas até 10 a 100 vezes a de Júpiter, sendo estas observadas frequentemente como companheiras de uma outra estrela, orbitando uma à volta da outra — as chamadas estrelas duplas.

Daí que esta detecção provocasse tanta incredibilidade. No entanto, quem sabe se nesses lugares distantes se esteja neste momento a discutir se o nosso Sol tem uma anã branca como companheira ou um Sistema Solar...

Neutrinos podem ainda dominar o Universo

Os neutrinos parecem ser a moda, nos tempos que correm, em física. O último grito na estimativa da sua massa surgiu num artigo na revista *Physical Review D* (vol. 35, p 2832), e baseia-se em observações da recente supernova (New Scientist, 25 Junho, p 34).

Dois teóricos, trabalhando no Instituto Politécnico da Virginia, E.U.A., têm vindo a investigar as implicações da elegante teoria intitulada "superstring theory" para as massas dos neutrinos. Esta é a teoria que parte do princípio que as partículas elementares são na realidade pequenos objectos unidimensionais — filamentos ou "strings". Os cálculos indicam que, no âmbito desta teoria, um "sabor" (espécie) de neutrino, do tipo associado ao electrão, devia ter massa não nula, com um valor inferior a 10 eV (a massa do electrão é de 500 000 eV).

Há alguns anos, os astrónomos tentaram explicar o processo de formação das galáxias invocando nuvens de neutrinos com exactamente a massa necessária para que o Universo fosse dominado pela gravitação. Esta explicação parece ter sido demasiado precipitada, pois hoje é crença de muitos físicos que o Universo não é suficientemente denso para pôr termo à sua expansão. Essa ideia tem sido ultimamente substituída pelo modelo da "matéria fria e escura", que descreve a evolução do Universo em termos do domínio de um tipo de partículas desconhecido e ainda não detectado. Muitos investigadores, contudo, têm continuado os seus trabalhos com o modelo dos neutrinos, baseados no argumento não despropositado de que estes pelo menos existem. Num artigo recente publicado no *Astrophysical Journal* (vol. 317, p 26), R. Cowsik e P. Ghosh (Instituto Tata, Bombaim) retomaram o modelo.

Em certa medida, isto prova o velho adágio segundo o qual, em astronomia, qualquer teórico competente consegue reconciliar qualquer modelo com qualquer conjunto de observações. Mas a massa dos neutrinos requerida pela equipa indiana é de cerca de 10 eV, valor que se ajusta "como uma luva" aos dados provenientes da supernova, aos cálculos da teoria dos "superstring" e aos resultados das experiências em aceleradores de partículas. Adicionalmente, Cowsik e Ghosh reclamam que o modelo dos neutrinos garante que, à medida que as galáxias se formam, vão adquirindo uma razão de rotação (entre as velocidades de rotação na periferia e no núcleo) condizente com a sua massa, e portanto o seu brilho, em perfeito acordo com o descoberto por Vera Rubin e os seus colegas da Carnegie Institution de Washington (New Scientist, 2 Julho, p 34). A bola, ao que parece, está de novo no "court" dos adeptos da teoria da "matéria fria e escura".

Reflexões sobre um electrão rápido

Um grupo de cientistas no Estado do Novo México, E.U.A., criou um "interferómetro atómico". Trata-se de uma nova versão do clássico interferómetro de Michelson, só que neste caso o próprio interferómetro move-se a velocidades próximas da da luz.

Recorde-se que a experiência de Michelson foi realizada em 1887, com o objectivo de medir a velocidade da luz em relação ao "éter" — substância hipotética que preencheria todo o espaço e seria responsável pelo

transporte das ondas electromagnéticas. Na altura pretendia-se saber qual a diferença entre a velocidade da luz que atinge a Terra vinda de frente, e a velocidade da que a atinge vinda de trás (em relação ao movimento da Terra no espaço).

Dessa experiência pode concluir-se que a luz nos atinge com a mesma velocidade, qualquer que seja a sua proveniência. Este facto seria, anos mais tarde, um dos princípios base da teoria da relatividade restrita.

H. Bryant, da Universidade de Albuquerque, conduz há alguns anos um programa de investigação dedicado ao estudo do ião hidreto. A sua equipa tem analisado o processo de fotodissociação, durante o qual um fóton induz o ião H^- a emitir um electrão, e voltar assim ao seu estado normal de átomo neutro de hidrogénio (H^0). Os fótons são fornecidos por um feixe laser, enquanto que os iões hidreto compõem um outro feixe produzido pelo acelerador de partículas linear de Los Alamos.

No interferómetro, os investigadores aplicaram um pequeno campo magnético à região onde o laser e o feixe de iões se cruzam (*Physical Review Letters*, vol. 58, p 2412). Devido ao seu movimento, os iões H^- "vêm" o campo magnético como sendo um campo eléctrico actuando perpendicularmente quer ao primeiro, quer à direcção do movimento (trata-se de um efeito bastante bem conhecido do electromagnetismo). A intensidade deste campo eléctrico está directamente relacionada com a intensidade do campo magnético e com a velocidade das partículas. Como os iões H^- se movem a velocidades imensas — a aproximadamente 85% da velocidade da luz —, o campo eléctrico por eles sentido é bastante forte — da ordem de 0,5 megavolts por centímetro, para um modesto campo magnético de 0,1 Tesla.

O efeito deste campo eléctrico é de acelerar ou retardar os electrões dissociados, consoante este tenham sido emitidos no sentido do potencial positivo ou negativo, respectivamente (pois o feixe laser é convenientemente polarizado, de modo que os electrões emitidos sigam apenas uma direcção). Um electrão emitido no sentido do potencial negativo será eventualmente imobilizado, e o seu movimento invertido. Além disso, quando voltar à posição onde se encontra o átomo emissor, a sua velocidade será uma vez mais aquela com que o havia deixado. Isto significa que este electrão em movimento invertido se comporta agora como se tivesse sido inicialmente emitido na direcção oposta (no sentido do potencial positivo), mas atrasado no tempo.

Segundo a teoria quântica, uma função de onda descreve o comportamento do electrão envolvido no processo de fotodissociação. Esta função de onda deve abranger todas as direcções de emissão possíveis. No entanto, na posição do átomo, a porção "retardada" que descreve o que acontece se um electrão for desacelerado e enviado de volta, pode interferir com a porção associada a um electrão que seja emitido na direcção do potencial positivo. Se as duas interferirem construtivamente, então o electrão é emitido, deixando para trás um átomo de hidrogénio neutro; se interferirem destrutivamente, anulando-se, nenhum electrão emerge. A porção "invertida" da função de onda comporta-se como se tivesse sido reflectida por um espelho, tal como a luz é reflectida no interferómetro óptico clássico. O facto de as duas porções se adicionarem ou se cancelarem depende da distância ao "espelho", que por sua vez depende da energia do electrão. Assim, quanto mais energético for o electrão, mais longe pode viajar

contra o campo eléctrico, antes de ser retardado o suficiente para parar e ser devolvido em sentido contrário. Byrant e os seus colaboradores contaram os átomos de hidrogénio produzidos. À medida que aumentavam a energia dos fotões laser, o número de átomos de hidrogénio crescia regularmente. No entanto, a curva que registava este crescimento evidenciava uma ondulação periódica, resultante de a interferência ser construtiva ou destrutiva, à medida que a distância ao "espelho" aumentava. O efeito de interferência é algo que ocorre no referencial dos iões H^+ , que, como se disse, se movem a velocidades relativísticas. Se um tal interferómetro, movendo-se a estas velocidades, pode fornecer algum dado sobre a validade da teoria da relatividade restrita, é algo que está por saber.

O SIDA dá dinheiro: dólares ou francos?

Enquanto o Mundo segue ansioso as notícias sobre os últimos avanços na cura da já considerada doença do século XXI, nos bastidores os heróis degladiam-se por causas menos nobres: em questão está a quem pertencem os direitos dos "kits" dos testes de anticorpos do vírus do SIDA, no valor de muitos milhões de dólares — aos americanos, personificados no Dr. Robert Gallo do United States National Cancer Institute, ou aos franceses, representados pelo Prof. Luc Montagnier do Instituto Pasteur.

Os factos remontam a Maio de 1983, quando Montagnier descobre um vírus: LAV (vírus associado a linfadenopatia). Durante o Verão e Outono do mesmo ano, os franceses fornecem o vírus isolado aos americanos para estes o testarem.

Em Setembro de 1983, os franceses têm a certeza que o LAV é o (ou um) vírus responsável pelo SIDA, pois os testes dão positivos em pacientes quer com SIDA, quer com pré-SIDA, e nesse mesmo mês registam uma patente inglesa do LAV.

Três meses mais tarde, os americanos registam a sua patente para o vírus HTLV-III (vírus leucémico/lifotrópico das células-T humanas) e só em Maio de 1984 Gallo anuncia a identificação e isolamento do vírus do SIDA, referindo-se à patente americana de Dezembro de 1983. Os "kits" dos testes do SIDA inundam o mercado.

Pouco tempo depois, descobre-se que os dois vírus, LAV e HTLV-III, são muito parecidos e que de facto representam um só.

Em Dezembro de 1985, os franceses acusam os americanos de terem utilizado as culturas de LAV fornecidas em 1983 com fins comerciais e a questão sobe aos tribunais.

Em Maio de 1986, os dois vírus são rebaptizados internacionalmente como HIV (vírus da imunodeficiência humana).

A questão tem o seu epílogo em Março de 1987, com a formação do Fundo de Futura Investigação do SIDA, para onde são canalizados todos os "royalties", tendo cada um dos dois laboratórios direito a 20% desse valor.

Doenças — exclusivamente — de pobres não merecem grandes esforços?

Cerca de 25 milhões de pessoas na América Latina, especialmente entre a população pobre, sofre de uma doença que se chama "trpanosomiasis" ou doença de

Chagas e aparecem por ano mais de 800 000 novos casos. A doença é transmitida por um parasita, que normalmente vive nas fendas das paredes construídas de terra; o contágio faz-se através da pele ou olhos, provocando inicialmente uma febre forte do qual cerca de 10% dos atingidos não escapa; os que recuperam continuam a ser portadores do parasita, que lentamente vai destruindo órgãos vitais, especialmente coração e intestinos. Muitos dos pacientes morrem ao fim de 10 anos com falhas cardíacas.

O uso de insecticidas pode controlar estes parasitas, mas em última análise só a melhoria das condições de habitação pode eliminar a doença. É espantoso verificar como se refere tão pouco esta terrível doença de Chagas e tão escassos meios são avançados para a sua cura, quando se fala tanto do SIDA que, segundo as previsões, afectará em 1988 cerca de 100 mil pessoas. No entanto, modificações muito simples na técnica da construção de casas, tais como o uso de blocos de construção e cimento para o chão, reduzem acentuadamente aquela doença. Estas modificações podem ser pouco dispendiosas, pois existem processos, desenvolvidos recentemente, que utilizam prensas manuais portáteis para fazer blocos de construção, que não abrem fendas, a partir da própria terra, ou seja, trata-se simplesmente de um adobe melhorado.

Os dados que referimos anteriormente dizem apenas respeito à América Latina. Mas se tivermos em conta que 25 por cento da população mundial vive em bairros de lata ou não possui casa sequer e que 100 milhões de pessoas, a maioria das quais vive nos países não desenvolvidos, não tem abrigo e que este número está em crescimento, podemos fazer uma ideia da extensão desta e de outras doenças, que não têm destaque nos jornais nem verbas para investigação!

O que é um "crith"?

O artigo de Iris Turner sobre educação em química nos anos 70 (Educ. Chem., 1987, 24, 54) deveria levantar algumas questões. Uma que ninguém esperava veio do presidente da comissão editorial: "que diabo é um crith?" Uma pergunta válida sobre uma palavra que poderia muito bem ser um erro de tipografia e que não aparece nos livros IUPAC.

O crith foi definido por Hofmann em 1865 e imeditamente adoptada por Edward Frankland para "a conversão rápida de volumes gasosos em massas". Em Lecture notes for students (publicado em 1866) Frankland cita a descrição de Hofmann do valor e aplicações desta unidade.

O peso real de um cubo de hidrogénio, às temperatura e pressão padrão mencionadas, é 0.0896 gramas; um número que eu peço encarecimento que gravem na vossa memória como se estivessem a utilizar um instrumento aguçado de gravação. Provavelmente não há na ciência química um número tão importante como este para ser introduzido na memória e ser sempre mantido de forma a poder ser utilizado em cálculos a qualquer momento. Assim, a massa de um litro de hidrogénio = 0.0896 gramas (repeti propositadamente) é o múltiplo ou divisor padrão, a partir do qual a massa de um litro de qualquer outro gás, simples ou composto, pode ser calculada. Assim, e novamente, eu digo, não se esqueça deste número — 0.0896 gramas. Na realidade, esta unidade de peso padrão é tão importante, que é necessário um nome — quanto mais pequeno e simples

melhor — para a designar. Com este propósito, eu atrevo-me a sugerir o termo *crith*, derivado da palavra grega *κριτη*, que significa um grão de milho, e que se emprega em sentido figurado para significar uma pequena quantidade. Chamando 1 *crith* à massa de 1 li-

tro de hidrogénio, a massa por unidade de volume de outros gases, referidas ao hidrogénio como padrão, pode ser expressa em termos desta unidade.

O palavroso Dr. Hofmann acreditava obviamente no poder da repetição.



Afiliação individual à IUPAC (IUPAC Affiliate Membership Scheme): possibilidade recente com vários benefícios para os químicos

Até há pouco tempo os químicos não podiam tornar-se membros da IUPAC a título individual. A sua ligação com esta prestigiada organização fazia-se apenas por via institucional, através da afiliação à IUPAC de Sociedades Científicas locais, ou então através da participação em congressos e conferências organizados ou patrocinados pela IUPAC.

Esta situação modificou-se a partir deste ano de 1986 devido à criação de um sistema de adesão individual cujos objectivos essenciais são o de maximizar a participação dos químicos de todo o mundo nos assuntos da IUPAC e o de disseminar junto de uma audiência mais vasta a informação acerca das múltiplas actividades da organização. Desde o início desta operação já aderiram à IUPAC a título individual mais de 5400 químicos de 26 países.

Os membros individuais da IUPAC beneficiarão de diversas vantagens: melhor informação sobre a actividade da organização; possibilidade de integração efectiva no trabalho das comissões especializadas; recepção do *Chemistry International* (publicação bimensal de informação) e do *IUPAC Handbook* (bianual); desconto de

25% na aquisição de todas as publicações da IUPAC à excepção da revista científica *Pure and Applied Chemistry*; redução de 10% nas despesas de inscrição nos congressos patrocinados pela IUPAC; etc...

Na generalidade dos países a afiliação individual processa-se por intermédio da Organização Nacional Aderente (no caso português a S.P.Q.). Para Portugal foi possível negociar um sistema mais simples e flexível de contacto individual directo.

Os interessados em aderir à IUPAC deverão escrever (em inglês) para

Dr. Michael H. Freemantle
IUPAC Affiliate Affairs Secretary
Bank Court Chambers
2-3 Pound Way
Cowley Centre
Oxford OX4 3YF
United Kingdom

Em resposta a essa carta o candidato receberá uma factura do montante de 15 dólares US (quota anual para 1987) após cujo pagamento passará a ser membro pleno da IUPAC e a receber a documentação correspondente.

Passatempo

Vamos iniciar neste número a publicação regular de passatempos. Se tem jeito para elaborar charadas, palavras cruzadas, etc., envie-nos trabalhos para:

Jorge Magalhães

Centro de Química Estrutural — Instituto Superior Técnico 1096 Lisboa Codex

Só tem que se sujeitar à condição de os temas escolhidos estarem relacionados com química.

Problema n.º 1

Consegue decifrar o código químico que se segue e descobrir a mensagem?

5	8	101	53	89	18	76	8	6	53	8.
11	50	76	16	33	7	8	22	6	53	33,
23	95	76	47	8	88	49	17	92	77	
99	73	44	35	53	20	16	8	5	75	
6	53	87	33.	99	15	68	95	76	33	
92	89	8	57	5	8	88	20	8!		

A solução será publicada no próximo número.

A situação actual do Sida ao nível mundial

Alfredo Cravador *

O objectivo deste artigo é informar sobre a situação actual do SIDA nos seus aspectos e implicações mais variados, da sua evolução desde que foi descoberto e dos problemas sociais, políticos, legislativos e morais que o seu reconhecimento e a estratégia para o eliminar têm levantado em diferentes países.

Ele procura igualmente divulgar duma maneira necessariamente simples, mas ao alcance da maioria, o que se conhece actualmente sobre o vírus responsável da doença, sobre as vias que levam à aquisição da infecção viral e que veiculam a sua propagação assim como sobre os meios profiláticos e terapêuticos actualmente disponíveis e dos que se preparam para o futuro.

Introdução histórica

Apesar de o reconhecimento do SIDA como doença distinta ter coincidido temporalmente nos Estados Unidos, no Haiti e em África é provável que a infecção tenha começado muito antes em África. Esta hipótese é apoiada por estudos efectuados com base em análises retrospectivas (de validade contestada) de bancos de soro recolhido no Zaire e nas Áfricas Ocidental e Oriental nos anos 60 e 70 e na frequência, anormalmente crescente, de doença, que se sabe hoje serem uma consequência directa do Síndrome de Imunodeficiência Adquirida (SIDA), em períodos que variam com a localização geográfica e com os sintomas, e cuja ocorrência é manifesta já nos fins dos anos 70 na África Central.

O SIDA foi reconhecido como uma condição patológica distinta há apenas 6 anos. Houve desde o início provas concretas de que a doença era causada por um agente infeccioso. A prova de que um agente infeccioso é um vírus baseia-se na demonstração de que o suposto agente é antigeneticamente distinto (isto é desencadeia uma resposta imunitária do organismo produzindo anticorpos particulares dirigidos contra este novo agente patogénico), de que pode ser cultivado em células de um hospedeiro susceptível e de que é capaz de se transmitir de uma célula infectada para outra. A prova de que o vírus pode infectar animais susceptíveis são, causa problemas quando a infecção é quase sempre fatal, mas foi feita com o sacrifício de um grande número de chimpanzés.

O que é absolutamente admirável e ao mesmo tempo uma prova da capacidade actual da ciência laboratorial é que o reconhecimento do SIDA como uma doença distinta e nova tenha sido realizado em apenas dois anos. Mais prodigioso é ainda que os genomas inteiros de 4 subtipos distintos do vírus HIV-1 (Human Immuno Virus) e uma do HIV-2 responsáveis do SIDA tenham sido identificados e caracterizados pela sequência dos nucleótidos (motivos moleculares) que interligados

formam os ácidos nucleicos (macromoléculas biológicas que constituem os genes). Mas apesar da rapidez com que novos dados científicos sobre o HIV são descobertos e publicados pouco se sabe com precisão sobre a história natural do SIDA. A falta de recuo de que dispomos em relação à doença impede o conhecimento correcto e completo do seu aspecto epidemiológico.

Uma hipótese baseada na comparação das estruturas nucleotídicas do HIV-1 e do HIV-2, vírus com incidências regionais distintas em África (o HIV-1 foi já identificado na África Central assim como na América do Norte e na Europa e o HIV-2 mais recentemente na África Ocidental e em particular na Guiné Bissau e em Cabo Verde) sugere que eles derivam de um antepassado comum com propriedades e potencial patogénico semelhantes. Este antepassado comum teria existido há muito tempo numa população humana e evoluído para as formas actuais, resultando o surto simultâneo da epidemia na África Central e Ocidental da modificação dos parâmetros epidemiológicos nestas regiões, tais como a urbanização descontrolada, originando a infecção de populações mais vastas. A razão pela qual o vírus só recentemente foi detectado pode ser devida ao facto do carácter patogénico deste tipo de vírus não poder ser posto em evidência antes de se ter propagado numa proporção significativa da população. Numa África com pobres recursos sanitários e médicos, onde outras infecções tais como a malária representam causas primárias de morte, pode-se compreender que casos isolados de SIDA tenham passado despercebidos. O tempo de incubação podendo ser bastante longo implica que um número considerável de portadores são do vírus o pode continuar a transmitir durante anos. Este período de incubação, ou seja o intervalo de tempo entre o desencadeamento da infecção e o aparecimento dos sintomas da doença era até há pouco considerado 4 ou 5 anos porque não houve mais do que este tempo para que as consequências da infecção se manifestassem. Dentro de 5 anos à luz da evidência nessa altura disponível poder-se-á dizer que o período de incubação é talvez de 9 ou 10 anos. O que implica que as pessoas infectadas terão o dobro do tempo para passar a infecção a outros. As últimas análises estatísticas são mais pessimistas prevendo um tempo de incubação médio de 15 anos.

A propagação do vírus do SIDA

É um facto bem estabelecido que os linfócitos T (células presentes no sangue especializadas, a par dos linfó-

* Laboratoire de Génétique Appliquée, Département de Biologie Moléculaire, Université Libre de Bruxelles.

citos B, na defesa imunitária do organismo) são as células hospedeiras alvo do ataque infeccioso do vírus (daí a denominação de vírus de imunodeficiência humana — em inglês Human Immunodeficiency Virus — HIV). Os linfócitos T são abundantes no sangue e encontram-se igualmente no esperma. Os meios privilegiados de propagação são necessariamente todos os que implicam uma troca de sangue ou relações sexuais entre um indivíduo infectado e um são. Nenhum outro meio de propagação foi até hoje posto em evidência. Pertencem pois a grupos de risco em sociedades desenvolvidas, os indivíduos sujeitos a transfusões sanguíneas frequentes, tais como os hemofílicos, os indivíduos praticando a promiscuidade sexual (tais como homossexuais mas não necessariamente), os consumidores de drogas intravenosas e as pessoas que praticam a prostituição.

O desfecho tem sido sempre fatal. Os indivíduos infectados ficam imunodeficientes devido à destruição das suas células T tornando-se extremamente frágeis a qualquer agente patogénico e sofrem frequentemente de problemas gastrointestinais, de diarreia severa, de perda de peso, de infecções tais como pneumonia, de tuberculose de toxoplasmose ou de cancro, sendo frequente o sarcoma de Kaposi generalizado. A penetração do vírus no cérebro também foi demonstrada, originando a perda das faculdades mentais e a demência. No entanto não se conhece qual a probabilidade de uma pessoa infectada poder passar a infecção a outra como consequência de um simples acto sexual. O melhor que se pode fazer é calcular o produto daquela probabilidade com uma função aritmética que é essencialmente uma medida da contribuição da promiscuidade à transmissão do vírus. A conclusão é simples: indivíduos promíscuos têm uma influência na propagação da epidemia que é proporcional ao quadrado do número dos seus parceiros sexuais.

O SIDA na África

Um melhor conhecimento e compreensão da ocorrência do SIDA na África ajudaria a estabelecer parâmetros essenciais tais como a duração da capacidade transmissora da infecção dos portadores do vírus, a sua distribuição temporal (episódica ou outra) e a probabilidade de transmissão por encontro heterossexual decorrente de diversos géneros de encontros. Não é tarefa fácil devido à dificuldade até há pouco manifestada pelos governos africanos em admitirem que estão confrontados com um problema epidemiológico de dimensões colossais. São igualmente fracas as probabilidades de que dados epidemiológicos úteis possam ser reunidos no Haiti que se supõe ter sido desde há alguns anos o ponto de ligação entre a África e os Estados Unidos da América.

A África é um exemplo e um campo privilegiado da persistência e desenvolvimento da epidemia. As características da incidência da doença particulares a este continente diferenciam-no tanto qualitativamente como quantitativamente dos outros focos de propagação. De facto os casos de SIDA estão igualmente distribuídos entre homens e mulheres. A propagação é heterossexual e não existe actualmente evidência de transmissão homossexual ou por via de administração de drogas intravenosas, factores socio-culturais com fraca implantação no Continente Africano. A informação disponível sobre a incidência actual do SIDA neste continente tem pecado pela falta de precisão decorrente por um lado

das limitações das infraestruturas médicas e hospitalares e por outro lado pela dificuldade de diagnosticar a doença devido à falta de meios laboratoriais sofisticados que permitam fazer a distinção nítida com outras causas de imunodeficiência própria a países em vias de desenvolvimento. No entanto um quadro descritivo da epidemiologia está a ganhar corpo graças a uma atitude mais favorável dos governos africanos em colaboração com investigadores internacionais. A conclusão é de que a África Central, e em menor escala as Áfricas Ocidental, Oriental e Meridional, estão severamente atingidas pela epidemia; entre 1 e 18% de dadores de sangue são e entre 27 e 88% de prostitutas estão infectados, dependendo as variações do estatuto socioeconómico e da localização geográfica. A incidência anual da infecção nas Áfricas Central e Oriental é actualmente de 0,75% da população geral.

Os governos dos países desenvolvidos confrontados com uma epidemia de características novas

O reconhecimento por parte de um governo da existência duma epidemia no seu território implica uma tomada de decisões que visem combater, deter e eliminar a propagação duma doença cuja evolução pode vir a atingir proporções catastróficas. O caso do SIDA tem várias particularidades que têm constituído outras tantas dificuldades referentes primeiramente ao reconhecimento oficial da doença e em seguida à adopção de medidas eficazes e aplicadas com discernimento. As implicações são políticas, sociais, legislativas, económicas e morais.

O SIDA é uma doença nova de características epidemiológicas ainda imperfeitamente conhecidas e de desfecho fatal. A medicina está desarmada para a combater. O primeiro alvo no mundo desenvolvido foram os meios considerados marginais pela sociedade tais como homossexuais, drogados e prostitutas. Um outro grupo de risco é o dos homofílicos cuja infecção provém de sangue contaminado que lhes foi transmitido em centros hospitalares e de cuja enfermidade e morte são responsáveis em última análise as autoridades governamentais responsáveis pela saúde.

Se bem que exista actualmente um teste de diagnóstico que permite detectar que o sangue de um dador é seropositivo (esteve em contacto com o vírus), a sua segurança não é total, uma das razões sendo a ausência de anticorpos — que é o que o teste detecta — durante um período que pode ultrapassar nove meses a partir do momento em que a infecção começou, lapso de tempo durante o qual um indivíduo pode propagar o vírus com completo desconhecimento de causa.

A tentação é grande para recorrer a medidas drásticas que tornem obrigatório um teste de diagnóstico da infecção para certos grupos sociais ou estrangeiros e o registo dos indivíduos infectados ou que tendam a seguir a pista da infecção. É uma reacção que exprime o pânico face a um inimigo contra o qual não se dispõe de arma apropriada e a necessidade de tranquilizar, seja a que preço for, a população. A eficácia de tais medidas é duvidosa dada a imperfeição dos testes para além de que legislar sobre tal matéria é arriscar-se a entrar em conflito com a declaração dos direitos do homem. Estigmatizar a doença, submeter ao ostracismo os portadores do vírus é recuar aos tempos tenebrosos das colónias de leprosos.

O carácter de transmissibilidade por via sexual levanta obstáculos de ordem moral visto que só uma lingua-

gem isenta de tabus e necessariamente explícita para ser eficaz, no âmbito de uma ampla campanha de informação e de educação, pode constituir uma arma adequada no combate à propagação da epidemia.

Serão necessariamente elevados os custos inerentes a uma campanha de esclarecimento e de educação eficiente à escala de um país inteiro, à criação da infra-estrutura apropriada para aplicar uma profilaxia necessária para conter o alastramento da doença e para dar assistência e tratamento aos pacientes atingidos de SIDA.

Eles serão tanto mais elevados quanto mais tarde o combate for desencadeado contra um inimigo que, parecendo ausente porque bem camuflado, só se manifesta depois de ter produzido uma devastação que anos de ignorância ou de inércia deixaram propagar.

A primeira reacção dos governos incluindo o dos Estados Unidos da América, o país industrializado de longe o mais atingido, e na pegada do qual seguem os países europeus ocidentais desenvolvidos com 1 ou 2 anos de atraso, foi a de dar pouca atenção a uma doença própria aos meios marginais e pouco digna de interesse. Esta tendência foi magnificamente ilustrada na peça dramática do jornalista Larry Kramer, que no começo dos anos 80 compreendeu o perigo que representava o aparecimento do SIDA em Nova Iorque nos meios homossexuais e se debateu contra a inércia dos governantes numa tentativa infrutífera para alertar as autoridades e a imprensa. Ele denunciou a indiferença, a ausência de regras morais e pessoais e combateu a propensão para o isolamento em guetos. Larry Kramer morreu entretanto de SIDA e os Estados Unidos contam hoje, segundo as estimativas mais recentes, com cerca de 3 milhões de pessoas infectadas.

Na República Federal da Alemanha o SIDA foi ignorado por muito tempo. O comité de Saúde do Parlamento foi pela primeira vez incumbido do problema do SIDA no Outono de 1985. A primeira sessão plenária realizada um ano mais tarde durou meia hora. O único resultado foi uma resolução no sentido de informar o público e de incentivar a investigação. O Ministro da Saúde Heiner Geissler não fez praticamente nada para combater o SIDA durante a sua passagem pelo governo, considerando a doença como um problema próprio a grupos de risco. A sua sucessora Rita Sussmuth, de opinião diferente, começou uma campanha de esclarecimento dispendendo milhões de marcos em publicidade em revistas, jornais, televisão e folhetos. Avaliou-se em 100 000 o número de pessoas actualmente infectadas na RFA que serão 500 000 em 1990.

No Japão os médicos têm sido relutantes em declarar os doentes ao Ministério da Saúde devido ao risco de ostracismo a que estes serão votados pela sociedade e em particular pelas escolas. Pacientes com o SIDA não têm sido declarados como não têm sido as vias de propagação da infecção. A primeira mulher a ter sido oficialmente reconhecida como tendo morrido de SIDA no início de 1987 foi uma prostituta de Kobe depois de ter sido transferida de hospital em hospital para ser tratada de outras supostas doenças. A ignorância geral sobre a doença provocou uma vaga de surpresa e originou uma corrida aos testes de diagnóstico principalmente pela parte dos homens que frequentaram salões de massagens e outras prostitutas da região. Suspeita-se actualmente que milhares de homossexuais estão infectados assim como 30 a 40% dos 5000 hemofílicos contaminados pela importação dos Estados Unidos da América de sangue com o vírus.

Na URSS, depois de vários anos de denuncia do SIDA como sendo uma doença própria ao capitalismo decadente ou de atribuir ocasionalmente a sua origem a experiências da guerra bacteriológica executadas pelos E.U.A., os médicos soviéticos começaram a publicar entrevistas com funcionários superiores responsáveis pela saúde pública sobre os meios de evitar a contaminação. As medidas imediatas incluem a possibilidade de as pessoas se submeterem anonimamente a exames de sangue numa clínica de Moscovo. Aparentemente as autoridades decidiram não impôr sanções legais contra os que procuram assistência sofrendo de SIDA (um acto homossexual está sujeito a uma sentença que pode ir até 5 anos de prisão).

As medidas de combate adoptadas em diferentes países

A luta contra o SIDA está a desenvolver-se em várias frentes. Para além das verbas gigantescas que estão a ser atribuídas à investigação (sobretudo nos Estados Unidos da América, na Grã-Bretanha e na França) e que visam sobretudo a preparação de uma vacina e o desenvolvimento de medicamentos eficazes, meios consideráveis estão a ser utilizados em campanhas de informação e de educação das populações e na generalização dos testes de diagnósticos no sentido de travar a propagação da epidemia.

A administração americana requisitou 1 milhão de dólares para o orçamento de investigação e de prevenção de 1988 e Sheldon Wolff co-presidente da Academia Nacional da Ciência reclama mais 1 milhão de dólares anualmente até 1991 a fim de assegurar um projecto eficaz no ramo da saúde pública e da educação. O Serviço Público de Saúde (Public Health Service-PHS) tem um projecto que visa prevenir e controlar o alastramento do SIDA graças a um plano radical de educação que inclui crianças abaixo de 8 anos.

Medidas que tocam forçosamente aspectos sexuais suscitam inevitavelmente objecções laivadas de puritanismo e abrem o debate no plano do moralismo social. É assim que membros do Gabinete do Secretário da Educação William Bennett criticam o plano pelo seu lado "imoral", ultrajados pela perspectiva de que crianças de 8 ou 9 anos possam ter conhecimento na escola da existência de relações sexuais anais. Um memorando de Jack Klenk do Departamento da Educação a Gary Noble coordenador da luta contra o SIDA do PHS pede a inclusão com urgência no programa, de um apelo para que se evite a promiscuidade sexual e as prostitutas, duas mensagens consideradas básicas, e reclama uma participação dos pais na educação sobre o SIDA. Pede ainda que o programa especifique que as crianças não devem ter relações sexuais e que o comportamento sexual dos adultos deve ser baseado na fidelidade, no comprometimento e na maturidade. O programa deve igualmente fazer a distinção entre o relacionamento heterossexual e homossexual, salientando que a heterossexualidade dentro do casamento é considerada pela maioria dos americanos como a normalidade da sexualidade humana.

A sugestão do PHS sobre a protecção assegurada pelo uso de preservativos é posta em questão. Klenk sugere que se alarmem as pessoas no sentido de evitarem um parceiro sexual infectado.

Também o Dr. Valentin Pokrovski do Instituto Central de Epidemiologia da U.R.S.S. aconselha um modo de vida sóbrio em todas as suas manifestações e uma vida sexual ordenada.

No campo legislativo as tendências que se salientaram na Conferência de Atlanta patrocinada pelo Center of Disease and Control (Centro de Doença e de Contolo) realizado em Março último e na qual estiveram presentes responsáveis pela Saúde Pública, advogados das liberdades cívicas e representantes de grupos de risco, apontam para a necessidade de se oferecerem testes de diagnósticos de maneira mais agressiva a indivíduos pertencentes a grupos de risco a realizar em centros de tratamento de doenças transmitidas sexualmente e de assistência a consumidores de drogas intravenosas. Os exames não devem ser obrigatórios. Reclama-se uma confidencialidade sobre os resultados dos testes. Todos os dados que permitam a identificação dos pacientes, excepto idade e sexo, deverão ser destruídos antes que os exames sejam efectuados.

Uma campanha iniciada recentemente pelo governo da Grã-Bretanha utiliza a palavra de ordem: "Não morra na ignorância", que ilustra a pressão política crescente exercida sobre o governo pelo corpo médico, cada vez mais preocupado com a ignorância generalizada sobre o SIDA e com a frustração resultante da incapacidade de se lhe opôr eficazmente.

O objectivo principal desta campanha educacional é deter a propagação do vírus a curto prazo e para isso se aconselha às pessoas um comportamento que reduza ao mínimo as probabilidades de contrair a infecção. A British Medical Association recomenda às pessoas que tiveram mais de um parceiro sexual durante os últimos 4 anos que se abstenham de dar sangue — acto voluntário não remunerado na G.B. Esta iniciativa causou muita confusão e provocou bastante hostilidade, sobretudo da parte dos organismos que estão a tentar angariar recursos para constituir um banco nacional de sangue.

O combate à ignorância faz igualmente parte de uma luta contra os mitos que originam medidas despropositadas e injustas. É neste sentido que se tem alertado as autoridades escolares e os professores insistindo para não se preocuparem em manipular objectos tocados por pessoas infectadas assegurando que não existem razões válidas para se desinfectarem retretes, loiça ou talheres. Não há conhecimento de casos de infecção transmitida em escolas nos E.U.A. ou na G.B., não podendo o vírus ser propagado através do contacto pessoal ocasional.

Na G.B. onde as últimas avaliações sugerem a existência de cerca de 110 000 infectados em 1985, uma verba de 20 milhões de libras está a ser aplicada na campanha anti-SIDA nos meios de comunicação, em cartazes e folhetos que têm sido distribuídos oficialmente a nível nacional e nos quais se aconselha o uso de preservativos. Tem no entanto havido severas restrições aos anúncios públicos. Apesar de tudo, as convenções têm sido derrubadas e a palavra preservativos, anteriormente excluída do vocabulário da sociedade educada, é agora utilizada em emissões de TV pública e comercial nas quais se ensina a utilizar este objecto tão desdenhado.

Para além das verbas destinadas à campanha de esclarecimento e de educação, cerca de 15 milhões de libras serão atribuídas ao Medical Research Council para a realização de programas de investigação na área das vacinas e dos medicamentos.

Em França onde a incidência da epidemia é comparável à da G.B., a Ministra da Saúde Michèle Barzach optou sem ambiguidades por uma política de incitação ao uso de preservativos e de venda em farmácias de se-

ringas descartáveis. Uma verba equivalente a 2 milhões de dólares vai ser consagrada a uma campanha publicitária na televisão a começar no Verão. Somas importantes estão a ser investidas na compra de novos equipamentos e em projectos exigindo a abertura de novos postos para a investigação sobre o SIDA.

"O Carnaval acaba na 4.^a-feira de cinzas, o SIDA não" é o título de um cartaz afixado num centro de juventude alemã de Berlim. A Ministra da Saúde da Democracia Cristã alemã, Rita Sussmuth indigitada em Setembro de 1986 começou a campanha de anúncios, publicidade em jornais, revistas, televisão, folhetos e cartazes no sentido de um amplo combate de esclarecimento e de educação da população para o qual entra com uma verba de 20 milhões de marcos. Rita Sussmuth que é uma fervente proponente da utilização dos preservativos foi ao ponto de se fazer fotografar para a popular revista *Der Spiegel* com um enorme preservativo enfiado na cabeça. Em Berlim houve uma redução significativa do número de casos registados de SIDA como consequência da campanha.

O governo é obrigado ao mesmo tempo a combater certas tendências democratas cristãs opositoras da sua campanha de saúde que é apoiada pelos liberais, pelos sociais-democratas e pelos ecologistas. Durante esta contra campanha o perito de saúde do CSU Kurt Faltlhauser escreveu um artigo dirigido aos deputados do CSU do Parlamento em Bona pedindo que seja instaurado um teste de diagnóstico obrigatório para grupos de risco tais como hemofílicos, toxicómanos e prostitutas registadas como tal, assim como mulheres grávidas, viajantes e estrangeiros provenientes de países em risco. Um teste anónimo gratuito deveria igualmente ser oferecido a todo o residente da RFA. Para mais tarde, o CSU recomenda o teste compulsório e o registo para toda a população. O Ministro do Interior do CSU Friedrich Zimmermann considera até necessário que sejam impostas restrições a pessoas infectadas. Erich Riold deputado do CSU propõe separação por grupos em locais tais como escolas, clubes, fábricas, etc.

Dando um passo legislativo neste sentido o governo regional da Bavária decidiu tornar obrigatório o teste anti-SIDA para todos os suspeitos. Os que se recusaram, a tal serão obrigados. A prostituição feminina e masculina pertencem a esta categoria, assim como qualquer pessoa vista a falar com eles. Toxicómanos, presos e até candidatos a postos em empresas públicas terão o seu sangue examinado. Os candidatos seropositivos serão rejeitados. Estas medidas extremistas foram criticadas por outros Estados assim como pela Ministra da Saúde que declarou ser este um meio errado de combater a epidemia, dificilmente aceitável e ineficaz. Há cerca de um mês numa conferência dos Ministros da Saúde dos 11 Estados da RFA foram rejeitadas as propostas do governo da Bavária para o registo obrigatório dos portadores do vírus. É pois pouco provável que este Estado consiga impôr as suas propostas extremistas à lei Federal. O governo da Bavária planeia contudo levar por diante o seu projecto. Estes planos levaram já a uma migração em massa das pessoas infectadas com o vírus do SIDA para o Estado vizinho de Baden-Württemberg e Hesse. Um relatório indica que 20% das pessoas procurando tratamento e conselho em Ulm, cidade junto à fronteira com a Bavária, provém deste Estado.

Em Munique, testes voluntários vão estar à disposição de mulheres grávidas. Um programa piloto começou a funcionar nos hospitais universitários.

Os países do leste europeu que estão mais avançados na luta informativa contra a epidemia são a República Democrática Alemã com um serviço de informação bem desenvolvido sobre o SIDA e programas para discutir os riscos dos homossexuais e dos heterossexuais possuindo vários parceiros, e a Polónia bem explícita na sua campanha informativa com a televisão mostrando dois homens na cama, um deles retirando um preservativo dum pacote.

Na URSS, com 2800 casos oficialmente reconhecidos, uma campanha de massa incluindo publicações especiais sobre o SIDA está planeada, e existe já um serviço informativo por telefone. O Ministério da Saúde vai estabelecer uma rede de laboratórios de diagnóstico que examinará o sangue de todos os dadores assim como de todos os pacientes apresentando sintomas indicativos de SIDA. Está planeado um projecto de treinamento a grande escala para especialistas em diagnóstico e tratamento; uma nova clínica especializada será aberta, e 40 institutos trabalhando sobre esta doença receberão aumentos de verbas.

Depois da morte de SIDA de uma prostituta de Kobe e do relato na imprensa sobre uma mulher de Kochi que ignorou o conselho do médico e engravidou sem avisar o marido de que era portadora do vírus do SIDA, insistindo em dar à luz mesmo sabendo que os riscos de que a criança seja infectada são extremamente elevados, o Japão prepara-se para introduzir uma legislação reconhecendo o SIDA como doença cuja declaração é obrigatória. Este projecto tem originado protestos da parte dos que consideram que a lei será um atentado grave aos direitos humanos.

Prevêem-se as disposições seguintes: os médicos terão um prazo de 7 dias para notificar a idade, o sexo e a fonte da infecção dos portadores do vírus aos governos das prefeituras. Se um médico achar que um paciente desacata as suas instruções, deverá imediatamente comunicar o seu nome e endereço às autoridades da prefeitura. Estas serão autorizadas a recomendar ou ordenar exames SIDA a pessoas infectadas ou suspeitas de estarem infectadas e uma multa que poderá ir até 100 000 yens (cerca de 600 dólares) será aplicada a quem se recusar. Os médicos e funcionários públicos que faltaram ao dever do respeito dos segredos do paciente serão submetidos a uma pena de prisão que pode ir até um ano e a uma multa que pode atingir 300 000 yens (cerca de \$2.000). Os estrangeiros infectados com SIDA não serão admitidos no Japão.

Verifica-se o mesmo conflito que noutros países: por um lado os conselheiros científicos envolvidos no tratamento de doentes com SIDA desejam preservar a privacidade dos pacientes e por outro lado os funcionários governamentais e políticos fazendo pressão para a imposição de medidas draconianas que detenham o alastramento da epidemia.

O primeiro projecto-lei previa ainda que as pessoas infectadas com o SIDA que se arriscam em actos perigosos tais como dar sangue ou ter relações sexuais seriam punidos com uma multa podendo ir até 300 000 yens (-2000 dólares) ou com uma pena de prisão de 1 ano no máximo. Também os médicos que não tiverem notificado os portadores de SIDA às autoridades sanitárias seriam submetidos a uma pena similar, mas os protestos denunciando estas medidas como infringindo os direitos humanos levaram o Ministério a suprimir estas cláusulas do projecto final.

Hoei Ohama presidente do subcomité recentemente formado do Partido Democrático Liberal para se ocu-

par do SIDA, declarou aos jornalistas que é mais importante prevenir o alastramento da epidemia do que proteger a privacidade de grupos de alto risco e "se protegermos os direitos humanos de uma pessoa estaremos a privar outras do direito à vida". Alguns funcionários do Ministério da Justiça sugeriram até que pessoas infectadas com o vírus e que conscientemente o passarem a outras deveriam ser inculpadas de morte no quadro da lei criminal existente.

A lei diz que protegerá a privacidade dos pacientes com SIDA enquanto seguiram os conselhos do médico, mas não é claro como é que os infectados secundários serão seguidos, protegendo-se ao mesmo tempo a sua vida privada. A lei é também muito vaga no que diz respeito à maneira de aplicar as medidas contra os estrangeiros. A Convenção Nacional dos Hemofílicos condenou a lei acusando-a de desumana.

No âmbito de uma campanha pública o Ministério da Saúde distribuiu uma brochura de 100 páginas sobre o SIDA nas municipalidades do país. O Ministério da Educação deu instruções aos conselhos educativos para iniciarem a educação sobre o SIDA a partir da escola primária. A cobertura dada pela televisão é actualmente extensiva. Tatsuo Ozawa, anterior Ministro da Saúde, propôs a criação de uma fundação privada para produzir filmes e vídeos e para manter um serviço telefónico gratuito de informações sobre a doença. No entanto só uma quantia ridícula de 7 milhões de yens (45 000 dólares) será atribuída à informação pública e a custos administrativos. Uma verba insignificante (comparada com a equivalente de outros países desenvolvidos) de 155 milhões de yens (1 milhão de dólares) será destinada à investigação ao longo do ano de 1987. Uma parte destes fundos será destinada à investigação ao longo do ano de 1987. Uma parte destes fundos será utilizada no desenvolvimento de medicamentos para combater a doença, incluindo o recurso à medicina herbática chinesa.

Na Holanda uma campanha publicitária intensiva, sobretudo em dois canais da televisão, aconselha a fazer amor nas regras de segurança para deter o SIDA. A campanha informativa explica como se apanha o SIDA, e como se proteger para o evitar e como utilizar os preservativos.

No continente asiático são oficialmente conhecidos casos de SIDA na Índia e na Tailândia. A Índia, com 104 casos detectados em 3000 exames efectuados em grupos de alto risco, começou a tomar as primeiras medidas legislativas no sentido repressivo. Destes 104 casos identificados, 11 eram estudantes estrangeiros, 11 eram turistas, 76 eram prostitutas e 6 eram indianos de sexo masculino. A maior parte das prostitutas declarou ter tido relações sexuais com padres estrangeiros que participam em convenções cristãs. "Com a descoberta do SIDA entre os padres da Igreja Católica Romana, o papel deles na transmissão da epidemia não pode ser menosprezado" declararam as autoridades indianas. Dada a grande percentagem de infecção entre as prostitutas, foi dada prioridade aos testes obrigatórios deste grupo de alto risco. Mas, depois de, em Calcutá, a polícia ter encarcerado uma suspeita, todas as prostitutas da Índia se tem recusado a submeter o seu sangue para análise. Ora estes exames não são obrigatórios porque a prostituição é ilegal. Existe uma proposta para legalizar a prostituição e fazer da obrigação do teste SIDA uma condição para obter a licença para exercer a prostituição.

Por outro lado como 80% dos 3000 estudantes estran-

geiros são de origem africana, todo o estudante estrangeiro será obrigatoriamente submetido a testes obrigatórios e os que se recusarem serão impedidos de se apresentarem aos exames. Os casos seropositivos serão expulsos. As associações de estudantes consideram a medida discriminatória e racista. O medo, o ostracismo social, o trauma psicológico decorrente da estigmatização de ser portador do vírus do SIDA comprometem a carreira educacional dos africanos, alegam os dirigentes estudantis.

Também na Bélgica os estudantes estrangeiros à chegada ao país devem ser obrigatoriamente examinados a fim de rejeitar os seropositivos.

Ao nível internacional a OMS considera o SIDA uma das suas prioridades principais. Esta organização avalia que haverá entre 500 000 e 3 000 000 de casos de SIDA em 1991 e cerca de 100 000 000 de pessoas infectadas com o vírus. Estes números serão certamente subestimados se a epidemia alastrar rapidamente na Ásia e na América do Sul. 100 países necessitarão de assistência técnica para iniciarem e aplicarem os seus programas de prevenção e de controle. Estes programas deverão incluir um estudo para apurar o modo de transmissão do vírus e campanhas de educação pública. Uma pesquisa no âmbito das Ciências Sociais deverá estudar os meios educacionais que levem à utilização generalizada de preservativos e de seringas hipodérmicas esterilizadas descartáveis. Um importante projecto da OMS será o exame global das tendências das legislações sobre o SIDA. A maior parte das legislações estão concentradas na América do Norte, Austrália e Europa se bem que a doença esteja mais desenvolvida na África. Tem havido pressões sobre a OMS pela parte dos Estados membros para que o SIDA seja considerado como uma crise geral e para que a questão do combate à epidemia seja centralizada mantendo-se no entanto a autonomia de cada país.

A evolução da doença

Se bem que o número de anos passados em relação à detecção da doença não seja suficiente para estabelecer uma previsão perfeitamente rigorosa da probabilidade que uma pessoa infectada num dado momento venha a desenvolver a doença no decurso de um determinado intervalo de tempo, é possível, com base na evolução dos casos conhecidos de infecção por transfusão sanguínea nos E.U.A. desde 1978 até hoje, fazer um cálculo extrapolativo.

As conclusões, segundo as avaliações mais recentes, sugerem que o tempo médio de incubação (o tempo decorrido entre o momento em que a infecção se deu, isto é em que o vírus se instalou nas células hospedeiras, até à manifestação da doença) é de 15 anos.

A incidência da epidemia também pode ser calculada com base nos dados anteriores e no reconhecimento dos casos que se vêm declarando anualmente nos E.U.A. e na Grã-Bretanha. A evolução do número de infecções deduzida destes cálculos leva a estimativas da ordem dos 2 500 000 infectados nos E.U.A. em 1984 e de 110 000 na Grã-Bretanha em 1985.

A propagação está a ultrapassar todas as expectativas e só poderá aumentar ainda mais ao atingir a Ásia e a América do Sul.

Perspectivas sobre a descoberta de uma vacina

A palavra vacinação designa na linguagem corrente a prevenção contra uma doença infecciosa. Do ponto de

vista prático uma vacina contra uma doença (por exemplo a poliomielite, o tétano, a varíola) é uma substância (no sentido lato) que depois de introduzida no organismo lhe permite preparar um mecanismo de defesa contra o agente patogénico (bactérias, vírus, toxinas) e capaz de o neutralizar se ele penetrar mais tarde no organismo vacinado. Por outras palavras, a vacinação põe em estado de alerta certos componentes específicos do sistema de defesa imunitária.

A vacinação existia no Ocidente antes de Pasteur. E. Jenner, médico britânico, tinha codificado já no século XVIII a utilização da inoculação duma doença benigna da vaca a **vacina**, para proteger os humanos contra uma doença muito próxima mas terrível, a varíola. Este exemplo deu assim o seu nome à prática: a **vacinação**. Fornecia igualmente um conceito novo, o de que uma doença atenuada seja capaz de criar um estado de resistência a uma doença mais grave.

Isto define o conteúdo da vacinação: dispor de um agente patogénico atenuado e ter o tempo necessário para que o organismo aprenda a resistir-lhe.

Para compreender os problemas inerentes ao desenvolvimento de uma vacina contra o SIDA é necessário lembrar de maneira forçosamente muito sucinta o mecanismo básico de defesa imunitária do organismo contra um organismo ou uma substância estranha. O sistema imunitário é comparável ao sistema nervoso. Ambos os sistemas são constituídos por órgãos difusos, dispersos por todos os tecidos do corpo. O sistema imunitário humano é composto de cerca de 1 trilhão (10^{12}) de células chamadas linfócitos e de 100 quintrilhões (10^{20}) de moléculas chamadas anticorpos que são produzidos e segregados pelos linfócitos.

As células e as moléculas do sistema imunitário atingem a quase totalidade dos tecidos através do fluxo sanguíneo, entrando nos tecidos através da penetração das paredes dos capilares sanguíneos. Os linfócitos encontram-se em grande concentração nos gânglios linfáticos e nos sítios onde são fabricados e processados: na medula óssea, no timo e no baço.

O papel do sistema imunitário é patrulhar o corpo e conservar a sua identidade. Ele é capaz de reconhecer qualquer forma que lhe seja estranha, de origem externa (como por exemplo uma bactéria ou um vírus) ou interna (como por exemplo uma célula cancerosa). Uma vez reconhecido como estranho, o intruso é destruído e eliminado na maioria dos casos, processo que se desenrola incessantemente no nosso organismo.

O que é reconhecido e combatido pelo sistema imunitário são, em geral, regiões à superfície de grandes moléculas tais como proteínas, polisacáridos ou ácidos nucleicos, e podem também ser pequenas moléculas orgânicas. As moléculas que exibem estas regiões com estruturas particulares (chamadas epítopos) reconhecidas pelo sistema imunitário têm o nome geral de antígeno. As proteínas são macromoléculas nas quais se podem incluir enzimas, hormonas, moléculas de transporte tais como a hemoglobina e uma grande variedade de moléculas incorporadas nas membranas celulares ou bacterianas ou que formam a cápsula de envelope dos vírus. Cada epítipo estrangeiro, que não esteja presente em moléculas próprias ao organismo são, é atacado por um anticorpo dirigido particularmente contra ele à semelhança de uma chave à qual só corresponde uma fechadura particular. À variedade quase infinita de epítopos possíveis estranhos ao organismo corresponde uma infinidade de anticorpos que o sistema imunitário tem a potencialidade de produzir.

Não cabe no âmbito deste artigo detalhar os mecanismos complexos pelos quais o sistema imunitário adquiriu as capacidades extraordinárias de aprendizagem que lhe permitem distinguir o que lhe é próprio, particular ao seu ser (e que está na origem do fenómeno de rejeição dos órgãos transplantados e cujo combate consiste justamente o sistema imunitário) do que lhe é estranho e da produção dum número imenso de anticorpos contra uma infinidade de antígenos possíveis e *a priori* imprevisíveis. É importante no entanto sublinhar que tudo é antigénico (isto é induz uma imunitária) excepto o que é próprio ao organismo. O sistema imunitário pode sintetizar até 100 milhões de moléculas de anticorpos diferentes e nenhum reconhece as suas próprias proteínas (ou outras moléculas) cujo número é avaliado entre 10 e 100 mil.

Duas outras propriedades importantíssimas do ponto de vista prático (pois são a base do princípio da vacinação) e não menos extraordinárias do sistema imunitário são a memória e a adaptação.

A todo o momento existem no organismo células do sistema imunitário (os glóbulos) capazes de reconhecer qualquer antígeno isto é qualquer corpo estranho. A resposta primária do sistema imunitário consiste em fazer proliferar unicamente as células que reconhecem, que apresentam afinidade por esse novo antígeno que aparecer no organismo com a consequente produção de anticorpos. Um segundo contacto posterior (que pode ser muitos anos mais tarde) desencadeia uma resposta secundária muito mais forte e rápida do que a primeira devido à presença no organismo de um maior número de células defensoras que tinham sido produzidas pela primeira estimulação das células precursoras. Para além desta manifestação de memória existe uma adaptação do sistema imunitário que se manifesta no facto da afinidade dos anticorpos pelo antígeno aumentar astronOMICAMENTE na resposta secundária resultado dum selecção competitiva que leva os receptores de maior afinidade a proliferar com maior frequência.

Estes fenómenos são a base da vacinação que consiste em introduzir no organismo um agente patogénico inactivado do ponto de vista da patogenicidade, mas portador dos antígenos responsáveis pela indução dum resposta imunitária primária (técnica sistematicamente desenvolvida por Pasteur e utilizada na maior parte das vacinas ainda hoje) ou então um simples factor antigénico (uma proteína) preparado independentemente do agente patogénico e de que normalmente faz parte (este é um tipo novo de vacina possível de desenvolver graças às técnicas de engenharia genética de que é exemplo a vacina moderna contra a hepatite B e que é mais segura que as vacinas clássicas que comportam um risco, se bem que ínfimo na maior parte dos casos, devido à possibilidade do agente patogénico não estar perfeitamente desactivado).

Dois tipos essenciais de células estão envolvidas na defesa imunitária: os linfócitos B responsáveis pela chamada imunidade humoral e os linfócitos T agentes da imunidade celular.

Todos os linfócitos derivam de células precursoras nascidas na medula óssea. Cerca de metade, os linfócitos T, passou pelo timo e a outra metade, os B, não passaram. É impossível distinguir estes dois tipos celulares pela forma. Só as células B secretam os anticorpos também chamados imunoglobulinas que circulam no fluxo sanguíneo que reconhecem epítopos e são essencialmente antibacterianos.

As células T também reconhecem epítopos e possuem

também receptores que não são imunoglobulinas e não secretam anticorpos. As células T podem matar outras células tais como as células cancerosas e os tecidos de órgãos transplantados que exibem epítopos de antígenos estrangeiros. As células T ajudam as células B a serem estimuladas pelos antígenos. Elas constituem a principal barreira antiviral. De facto um vírus no seu processo infeccioso num determinado tipo de célula expressa certos antígenos à superfície da membrana da célula infectada. As células T têm a propriedade de reconhecer essa proteína estranha antigénica estranha induzida pelo vírus. Elas reconhecem o antígeno viral e o centro produtor do vírus em que se tornou a célula infectada e matam esta célula indesejável, num caso normal e de preferência antes que ela tenha tido tempo de largar, após ter sido ligada, um número maior ou menor de vírus que tiveram tempo de se multiplicar no seu interior e que por sua vez irão infectar também outras células, num processo cíclico e repetitivo que acabará com a morte do organismo.

É evidente que um organismo vacinado terá muito maior probabilidade de se defender com sucesso depois dum primeiro contacto não infeccioso artificialmente propiciado para estimular, alertar as defesas imunitárias do organismo como ficou explicado. É também evidente que em caso de haver possibilidade de escolha é sempre preferível a vacina à imunização pela aquisição da doença mesmo benigna que pode sempre deixar sequelas ou que, devido à persistência silenciosa do agente infeccioso, poderá vir a manifestar-se sobre forma diferente anos mais tarde.

O vírus do SIDA (síndrome de imunodeficiência adquirida) tem várias características que o tornam particularmente terrível. As células pelas quais ele tem afinidade, que são alvo do seu ataque, são precisamente as células T responsáveis pela imunidade celular (daí o seu nome HIV — human immunodeficiency virus). Após penetração permanece por um período que pode ir para além de 5 anos sem manifestação aparente e sem que as células infectadas, por razões desconhecidas, sejam destruídas por células T sãs. Além disso existem actualmente dois tipos principais conhecidos do vírus do SIDA o HIV-1 e o HIV-2 aos quais correspondem vários subtipos. O que distingue praticamente cada um destes subtipos é que eles expressam antígenos diferentes. Uma vacina eficaz terá forçosamente de comportar todos os antígenos indutores possíveis da resposta imunitária primária. Portanto a descoberta da diversidade de subtipos do vírus HIV torna-nos imediatamente conscientes das dificuldades que a descoberta de uma vacina levanta porque a resposta humoral induzida por um subtipo de vírus gera a formação de anticorpos neutralizantes específicos desse subtipo e não forçosamente dos outros subtipos.

Por outro lado, como deverá parecer claro em função da introdução explicativa anterior, uma vacina eficaz só pode ser uma vacina que active uma resposta imunitária baseada num sinal de reconhecimento que active tanto as células T citotóxicas como as células B que secretam os anticorpos e que são dependentes das células T. Por outras palavras, as células infectadas passam por um estado imunogénico em que os antígenos virais estão presentes na membrana celular antes que elas libertem o vírus. A activação de uma resposta imunitária mediada por células deveria portanto suprimir a disseminação viral tanto pela destruição destas células pelas células específicas T citotóxicas, como pela neu-

tralização do vírus livre mediada pelos anticorpos circulantes.

Vários sistemas de vacinas têm sido estudados em vários laboratórios de diferentes países utilizando para a experimentação o primata mais próximo do homem, o chimpanzé. Não existe número suficiente de chimpanzés para todos os testes necessários e tem sido sugerido que se comece a inoculação de vacinas experimentais em voluntários humanos. Assim os primeiros testes em humanos foram realizados no Zaire com o acordo do governo mas sem o consentimento oficial da OMS. Esta primeira vacina experimental foi desenvolvida pelo Dr. Z. Lurhuma director do laboratório de imunologia da Clínica Universitária de Kinshasa, pelo general J.J. Salum chefe do Instituto Nacional de Investigação Biomédica de Kinshasa (primeiramente Instituto Pasteur e agora operando com a ajuda e a cooperação francesa) e pelo Dr. Daniel Zagury da Universidade Pierre e Marie Curie.

A pesquisa de Zagury em parte levada a cabo com a cooperação do Dr. Roberto Gallo conduziu à preparação de uma vacina estudada para impedir a propagação viral estimulando as células T do sistema imunitário para destruírem as células infectadas pelo vírus do SIDA e portadores da proteína do envelope viral na sua superfície. Esta destruição é mediada não só pelas células do sistema imunitário mas também por anticorpos neutralizantes do vírus. O protótipo da vacina tem que possuir por isso uma base diferente de várias outras candidatas baseadas na proteína de envelope purificada que estimula sobretudo a imunidade humoral está a produção de anticorpos.

Para induzir uma resposta imunitária completa em indivíduos seronegativos HIV, imunologicamente normais, os pesquisadores usaram um vírus recombinante HIV-vacina — um vírus que é preparado pelas técnicas da engenharia genética moderna inserindo no material genético do vírus da vacina (que serve como virmos mais acima de vacina para a imunização contra a varíola) genes do vírus HIV do SIDA — que produz antígenos importantes no reconhecimento pelo sistema imunitário, tais como a proteína principal de envelope. Esta técnica de recombinação do vírus não patogénico da vacina com material genético dum vírus patogénico contra o qual se deseja obter a imunização já foi utilizada na preparação de vacinas contra o vírus da hepatite B, da gripe e da raiva. Experimentações sobre animais seguidas de outras sobre voluntários humanos entre os quais o próprio investigador Dr. Daniel Zagury mostraram a ausência de efeitos tóxicos e uma resposta imune do tipo celular e humoral foi posta em evidência. Como resultado destas primeiras experiências a vacina está a ser experimentada a escala reduzida em voluntários de alto risco no Zaire.

Um problema importante é como já vimos a existência de vários subtipos de HIV e será preciso preparar vírus recombinantes múltiplos cada um expressando um subtipo diferente de antígeno específico. Antes de partir para uma vacinação em larga escala há pois que ultrapassar as limitações impostas pela diversidade dos subtipos. E mesmo depois deste objectivo ser atingido, o que pode levar um número de anos difícil de prever, só a prática poderá mostrar até que ponto cada um dos diferentes tipos de vacinas actualmente em desenvolvimento será eficaz no combate à epidemia viral causa do SIDA.

Tratamento

O desenvolvimento de um agente antiviral deve ter como objectivo atingir uma das fases críticas própria do ciclo de vida do HIV. Uma fase particular a esta classe de vírus dita retrovírus é a replicação, fase em que o vírus se multiplica por um mecanismo bem diferenciado dos mecanismos próprios às células e aos outros tipos de vírus. A particularidade deste mecanismo põe em jogo uma enzima exclusiva aos retrovírus chamada transcriptase reversa. Um medicamento que atinxisse esta enzima de maneira selectiva sem intoxicar outros constituintes essenciais das células poderia ser eficaz.

Acaba de ser comercializado um medicamento que, pelo menos parcialmente, atinge este objectivo que é a 3-azido-3-desoxitimidina ou AZT, comercializado com o nome de Retrovir pela firma americana Burroughs Wellcome. Esta substância análoga duma substância natural (a timidina) utilizada pela transcriptase reversa, tem a propriedade de enganar a enzima e de bloquear a sua função. A síntese química desta substância é relativamente complexa e a quantidade produzida não satisfaz sequer a demanda nos E.U.A.

A Wellcome espera ter uma quantidade suficiente para responder às necessidades sobretudo de pacientes seriamente atingidos com *Pneumocytis carinii* (que é um dos sintomas próprios do SIDA mais frequentes nos doentes americanos e europeus), grupo que tem respondido bem ao tratamento.

A utilização do medicamento foi já autorizada nos E.U.A. e em vários países europeus, mas a produção ainda insuficiente limita a sua utilização unicamente aos pacientes em fase terminal da doença com menos de 200 linfócitos T, ou atingidos de pneumonia.

Se bem que não cure o SIDA, o AZT aumenta a sobrevivência a curto termo. A facilidade e a rapidez com que o medicamento foi aprovado denotam o desespero de causa e a urgência que é necessária para combater uma epidemia em progressão constante.

Os pacientes tratados pelo medicamento representam uma fracção ínfima do total dos indivíduos atingidos com SIDA. Estão ainda a ser estudados os efeitos do AZT em pacientes atingidos do Sarcoma de Kaposi (outros dos sintomas principais) em crianças doentes do SIDA e em seropositivos infectados com o vírus mas em que não se manifestam problemas neurológicos tais como perda de memória, diminuição das suas capacidades intelectuais, depressão e demência. Alguns doentes pertencentes a este último grupo recuperaram algumas das faculdades mentais perdidas. Foram observados efeitos secundários tais como anemia severa. A supressão da medula óssea, fonte das células responsáveis pela defesa imunitária do organismo, deixa os pacientes tratados com o medicamento vulneráveis às infecções bacterianas. A toxicidade do Retrovir obriga a uma certa percentagem de doentes a terem de abandonar o tratamento e os efeitos a longo prazo são desconhecidos.

Uma outra fase do ciclo de vida do vírus que poderia ser particularmente vulnerável é a da interacção do vírus com as células T alvo da infecção. Esta interacção é condicionada por um tropismo que leva proteínas do envelope viral a interagir fortemente com proteínas da membrana que circunda as células T. Estas proteínas do envelope viral ou da membrana celular poderiam ser vulneráveis ao ataque por certas substâncias químicas ou por peptídeos (pequenos fragmentos de proteí-

nas que podem ser sintetizados artificialmente). A estrutura destas proteínas começa a ser conhecida em pormenor e o seu bloqueio poderia levar à ruptura da sua interacção e impedir a infecção.

Um medicamento com características pelo menos próximas das indicadas está a ser utilizado a título experimental na Suécia. O medicamento tem o nome de peptídeo T e foi preparado por um grupo de investigadores suecos do Instituto Karolinska dirigido por Lennart Wetterberg. Esta equipa especializada no estudo de receptores peptídicos cerebrais, decidiu investigar se os pacientes com SIDA apresentando os problemas neurológicos citados acima possuíam células cerebrais infectadas pelo vírus.

Descobriram que no cérebro existem receptores neuro-peptídicos que reconhecem a proteína T4 das células T. Um neuropéptido que ocorre naturalmente reage com o marcador da célula T que é o receptor do vírus do SIDA. Este neuropéptido poderia impedir a ligação do vírus à membrana das células que ele infecta bloqueando a região de interacção. Este neuropéptido cerebral deve possuir uma estrutura muito próxima ou idêntica à região da proteína do invólucro viral que reconhece a mesma região da membrana da célula T4. A pesquisa por computador de regiões estruturalmente idênticas entre peptídeos conhecidos e a proteína do invólucro viral de estrutura também conhecida levou à descoberta do peptídeo T. Este peptídeo impede a replicação e multiplicação do vírus provavelmente impedindo-o de entrar nas células. Aparentemente não tem efeitos tóxicos e quando foi administrado a pacientes no estado terminal da doença o número de linfócitos aumentou de maneira significativa e os efeitos do vírus no seu cérebro diminuiu fortemente.

Mas o péptido T não mata o vírus HIV e os pacientes podem de novo sofrer infecção dos seus linfócitos assim que o péptido deixa de ser administrado. No entanto, administrado ao mesmo tempo que outros medicamentos tais como o AZT descrito mais acima, poderá surtir o sucesso desejado na cura do SIDA. É no entanto demasiado cedo para especular, se bem que os primeiros resultados sejam prometedores.

Considerações finais

Dois pontos de vista extremos têm sido defendidos nos E.U.A. e na Europa. Segundo um deles o SIDA surgiu porque alguns grupos sociais marginais têm práticas sexuais contra-natura ou injectam drogas no sangue e o SIDA desaparecia se estas práticas fossem proscritas conseguindo proteger-se por este meio a sociedade contra a doença.

A outra opinião considera que a epidemia se tem propagado tão rapidamente desde que foi admitida como uma doença particular em 1981 e continua a propagar-se a um ritmo tal que receia ser só uma questão de tempo para que uma parte substancial da população mundial sucumba numa proporção comparável à que resultará de uma guerra nuclear mundial.

Já vimos a que ponto a primeira teoria é falsa e simplista em particular através das características da infecção em África (e igualmente nas Caraíbas) onde a mesma proporção de indivíduos normais dos dois sexos é portadora do vírus, sendo a noção de população de risco, muito diferente da actualmente considerada nos E.U.A. e noutros continentes.

Quanto à segunda, deve-se dizer que é descabido e impossível fazer prognósticos a longo tempo. O que não

invalida a necessidade urgente de tomar medidas severas que detenham a propagação da epidemia.

É evidente que a educação do público deve ser a primeira linha de defesa. A maior dificuldade será a de tentar mudar os hábitos sexuais das pessoas só pela exortação. Os grupos sociais mais vulneráveis e mais activos na propagação da infecção (a começar pela juventude) serão insensíveis à persuasão. É absolutamente necessário introduzir uma educação sexual implícita nas escolas públicas substituindo eufemismos tais como contactos íntimos por explicações concretas nos termos mais vernáculos. Há pois que ultrapassar a dificuldade perturbadora socialmente e introduzir a explicitidade necessária.

Nos E.U.A. o Serviço Público de Saúde e o Departamento de Educação entraram em conflito a este respeito e na Europa Ocidental há que contar com a reacção dos que professam a castidade como conduta de vida e que consideram mais fácil doutrinar as inocentes crianças sobre as virtudes da família nuclear que esclarecê-las acerca da eficácia dos preservativos como meio de detenção de infecções venéreas. A não ser que se imponham cintos de castidade a todas as crianças, só uma educação sexual explícita da juventude oferece esperanças de evitar uma catástrofe possível.

No que diz respeito à transmissão da infecção através de seringas hipodérmicas usadas e contaminadas para administração de drogas intravenosas, o combate à droga e a prática de venda de seringas esterilizadas descartáveis à venda em farmácias, como a adoptada na França, parece contraditória. Mas que outro meio existe para deter este reservatório de infecções que é o grupo dos toxicómanos de drogas administradas por via intravenosa sabendo que estes têm sido impossíveis de localizar e de eliminar apesar dos gigantescos meios de combate à droga até hoje mobilizados?

A proposta derrotada em Novembro passado na Califórnia que exigia que a condição dos doentes infectados com o SIDA fosse registada publicamente, tem defensores acérrimos na RFA e foi adoptada na Suécia. Esta medida é defendida com a argumentação de que se a sociedade está realmente ameaçada, os indivíduos que transmitem a doença deveriam ser identificados e evitados, e como consequência votados ao ostracismo geral como nas antigas colónias de leprosos. Na realidade haveria poucas probabilidades que parceiros sexuais solicitados por uma emergência sexual fossem exigentes a ponto de consultar os registos públicos que serão sem dúvida utilizados para outros fins nem sempre realmente benignos. O argumento de que trazer consigo um cartão individual provando que a pessoa foi submetida ao teste diagnóstico do SIDA permitiria que se evitassem parceiros perigosos é amplamente desmentido pelos factos. De facto o único diagnóstico largamente aplicado pelo momento é baseado na detecção da presença de anticorpos antivírus. Ora eles aparecem em geral só vários meses, por vezes um ano (talvez mais), após a infecção.

Isto significa que, por mais rigoroso que fosse o controlo, seria impossível de identificar todos os portadores do vírus. Seguir o rasto das pessoas infectadas a fim de diagnosticar qualquer infeccioso potencial? Uma política compulsória neste sentido está antecipadamente votada ao fracasso. Primeiramente as pessoas em risco não estão de maneira nenhuma dispostas a oferecerem-se para testes de diagnóstico se souberem que os seus contactos vão ser seguidos. A segunda dificuldade é a de investigar a vida duma pessoa sem man-

char a reputação de todas as pessoas implicadas. Para além disso seguir todos os contactos sexuais numa pessoa infectada é tarefa dispendiosa em termos de dinheiro e de tempo. É o género de batalha perdida antecipadamente. Qualquer medida compulsória é contraproducente na medida em que corre o risco de fazer deslizar a progressão da epidemia para um nível subterrâneo em que forçosamente se tornará mais perigosa e difícil de controlar.

Uma questão recentemente levantada nos E.U.A. com a qual as autoridades se estão a debater é a de saber se é adequada a tentativa de fazer uma estimativa pormenorizada da incidência da infecção na população a fim de prever o desenvolvimento da epidemia, fazendo testes de diagnóstico anónimos ao sangue de pacientes tirado à partida para um propósito completamente diferente. Os testes anónimos são no entanto proibidos porque violam a pedra angular da ética que explicita que uma pessoa tem que dar o seu consentimento prévio para tudo o que possa ser feito consigo ou com o

seu organismo. Outra objecção ética a este procedimento é que os anónimos de que se descobrisse sangue infectado ficariam na ignorância do seu estado.

Há quem se diga escandalizado pela linguagem necessária para chamar as coisas pelo seu nome na luta pela prevenção pretendendo que há demasiado pânico. As verbas gigantescas consagradas à educação pública justificam-se plenamente pela possibilidade real de o SIDA ser uma ameaça para a sobrevivência de populações inteiras. Os E.U.A. estão a servir de exemplo pela dimensão da epidemia no seu território e da luta para a combater. O Congresso americano está confrontado com um pedido de verba de 2 biliões de dólares por ano para a salvação da humanidade, soma inferior à reclamada pela Strategie Defense Initiative (SDI) exactamente para a mesma finalidade.

Se o SDI desaparecesse o mundo talvez não se tornasse mais perigoso (talvez fosse mesmo mais seguro) mas se a luta profilática contra o SIDA falhar nós estaremos provavelmente a caminho de uma calamidade.

A investigação é um processo infundável que não pode dizer-se como irá evoluir. O imprevisível faz parte da própria natureza da construção científica. Se aquilo que se vai encontrar é realmente novo, então é por definição algo previamente desconhecido. Não há processo nenhum de dizer onde irá conduzir um dado domínio de investigação. É por isso que não é possível escolher determinados aspectos da ciência e rejeitar outros.

**François Jacob
in "O Jogo dos Possíveis"**

//

A dificuldade em ver aprovados projectos de investigação é universal (embora o grau de dificuldade seja uma função, possivelmente local, de várias variáveis). No Reino Unido circula a seguinte anedota:

"Como as restrições orçamentais atingissem todos sem excepção, até Deus se viu forçado a submeter um projecto. O parecer da comissão competente não se fez esperar: o projecto era liminarmente rejeitado, atendendo ao duvidoso curriculum científico do proponente. A negação fundamentava-se em três pontos: (i) O cientista em questão tem uma única publicação. (ii) Essa obra não é recente. (iii) Falharam até hoje todas as tentativas de reproduzir as experiências descritas na publicação".

A síntese química do DNA

Um instrumento indispensável às manipulações genéticas

Alfredo Cravador *

Introdução

Há menos de 10 anos, a síntese química de DNA era um domínio esotérico, apanágio de alguns químicos especializados. Calculava-se, em 1975, que seriam necessários 20 anos para sintetizar um gene de 100 nucleótidos segundo um esquema otimizado por computador (1).

Actualmente é possível realizar este trabalho em poucas semanas: por exemplo nós sintetizámos recentemente um gene de 270 nucleótidos em cerca de um mês a partir de dinucleótidos protegidos. Esta proeza técnica ao alcance de um número crescente de laboratórios só é possível graças ao desenvolvimento acelerado das técnicas de síntese química, catalisado pelo advento das técnicas da Engenharia Genética. O alargamento contínuo do campo de aplicação dos fragmentos sintéticos de DNA, assim como o aspecto fundamental do estudo estrutural de certas sequências particulares, constituíram estímulos poderosos para os químicos orgânicos cujos esforços conduziram ao ajustamento e ao aperfeiçoamento das técnicas de síntese.

Apresentamos neste artigo um resumo geral da química que está na base da síntese de DNA tal como ela é praticada actualmente, e algumas das suas aplicações.

I — Princípios da síntese química de DNA

A síntese química em solução de um oligodesoxinucleótido comporta as seguintes etapas:

1 — Preparação dos quatro desoxinucleótidos: timidina, desoxicitidina, desoxiadenosina e desoxiguanosina completamente protegidos. Estes são os blocos fundamentais para a síntese.

2 — Desprotecção selectiva de dois desoxinucleótidos a condensar, de maneira a libertar em cada um dos blocos unicamente as funções implicadas na formação da ligação internucleotídica.

3 — Condensação dos compostos assim gerados para formar um dímero inteiramente protegido.

4 — Extensão da cadeia de DNA repetindo as reacções das etapas 2 e 3 até à obtenção de um oligodesoxirribonucleótido completamente protegido.

5 — Desprotecção sequencial e controlada do oligodesoxirribonucleótido.

6 — Isolamento, purificação e caracterização.

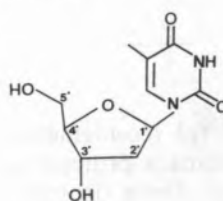
Quando a extensão da cadeia desoxirribonucleotídica é realizada em fase sólida, são necessárias algumas etapas suplementares:

- i) funcionalização de um polímero insolúvel
- ii) fixação do primeiro desoxirribonucleótido protegido da cadeia oligodesoxirribonucleotídica a sintetizar, sobre a função do suporte sólido
- iii) clivagem da cadeia de DNA do suporte sólido

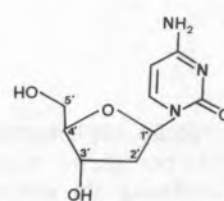
1 — Preparação dos blocos de base para a síntese

As substâncias de base na síntese de DNA são os quatro desoxirribonucleótidos: timidina, desoxicitidina, desoxiadenosina e desoxiguanosina; (obtidos por degradação de ADN de origem natural). (Esquema 1).

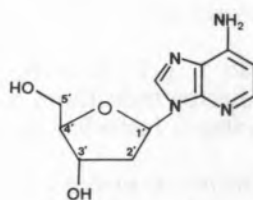
Esquema 1



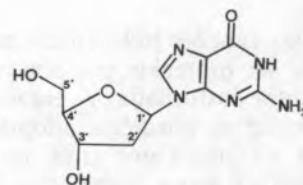
Timidina



Desoxicitidina



Desoxiadenosina



Desoxiguanosina

Na molécula desoxinucleosídica podem-se distinguir três centros que vão ser objecto de três formações distintas: as bases, as funções hidroxílicas em posição 5' e posição 3'.

a) Protecção das funções aminas exocíclicas

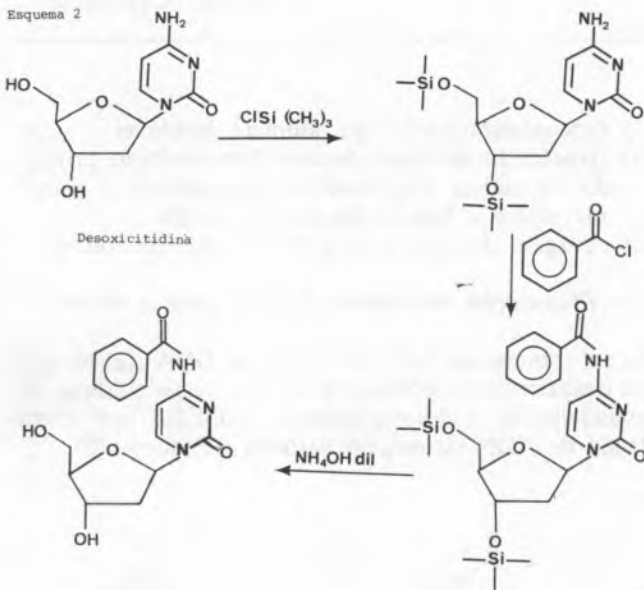
As bases que possuem funções aminas primárias (a timidina não possui) têm que ser protegidas.

Esta protecção é permanente visto que o centro amina não está implicado nas reacções de extensão oligomérica. Portanto os grupos protectores devem ser estáveis ao longo de todas as etapas de síntese. No entanto eles devem poder ser retirados no fim da síntese em condições que preservem a integridade da molécula fi-

* Investigador no Laboratório de Genética Aplicada. Département de Biologie Moléculaire. Université Libre de Bruxelles Bélgica.

nal. Os grupos que, nas estratégias de síntese mais utilizadas, melhor satisfizeram estas condições, são o grupo benzoilo para a desoxicidina e a desoxiadensina e o grupo isobutanoílo para a desoxiguanosina (2). A sua introdução tem de ser selectiva a fim de não bloquear os grupos hidroxílicos do ciclo desoxirribofuranosilo. Estes grupo são objecto de uma protecção transitória que pode ser especificamente removida após acilação dos grupos aminados (3) (Exemplo: esquema 2).

Esquema 2



Uma protecção suplementar original foi recentemente introduzida por várias equipas, destinada a proteger a função lactâmica da desoxiguanosina, fonte de reacções secundárias durante as reacções de condensação e de fosforilação (4).

b) Transformação dos grupos hidroxílicos

Das funções hidroxílicas em posição 5' e 3' uma tem de ser protegida por um grupo protector transitório, a outra fosforilada. A escolha do centro a fosforilar depende da estratégia adoptada.

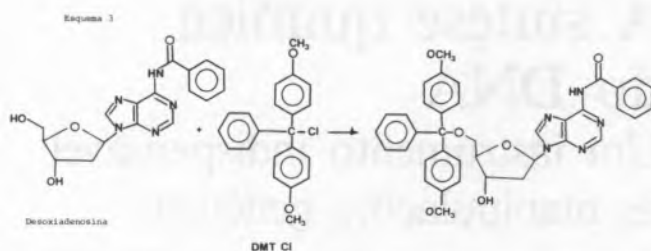
A estratégia que consiste em fosforilar a posição 3' deu até agora os melhores resultados e tem sido utilizada nos métodos gerais de fosfatotriéster e de fosfitotriéster.

α) A protecção do grupo hidroxílico em posição 5' tem de ser temporária. Ela tem de ser removida antes de cada etapa de condensação durante a extensão da cadeia desoxirribonucleotídica. O grupo protector deve neste caso possuir as propriedades seguintes:

- i) poder ser introduzido selectivamente em posição 5' deixando intacta a função hidroxílica em posição 3';
 - ii) poder ser retirado em condições suaves que não dêem lugar a nenhuma reacção secundária;
 - iii) ser estável em todas as etapas de síntese, de desprotecção e de purificação que se seguem à sua introdução;
- i) eventualmente facilitar pela sua introdução a purificação dos intermediários de síntese.

Entre outros grupos introduzidos com bons resultados o 4,4'-dimetoxitritilo é um dos mais correctamente adoptados (5). É introduzido através do seu cloreto ti-

rando-se beneficio da sua selectividade pela posição 5' devido a factores estéricos. (Exemplo: esquema 3).

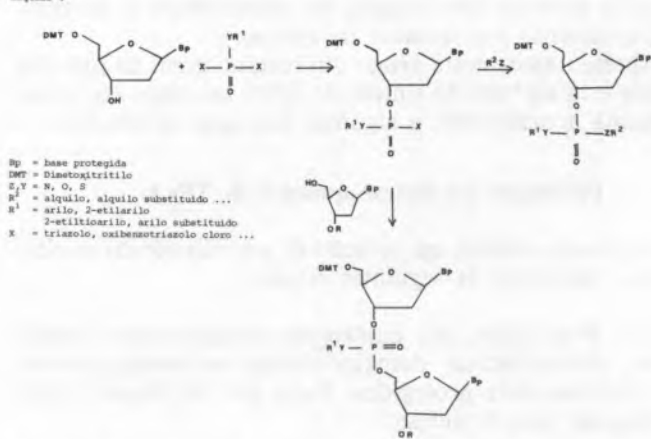


O grupo 4,4'-dimetoxitritilo pode ser quantitativa e rapidamente retirado em condições de baixa acidez (Ex.: ácido dicloroacético, brometo de zinco) sem ruptura ou com ruptura insignificante da ligação glicosídica; esta reacção conduz à formação do catião dimetoxitritilo de cor laranja cuja absorvância pode ser medida espectrofotometricamente. Esta medida é particularmente útil na síntese em fase sólida pois ela é a única indicação da eficácia das reacções de condensação durante a construção da cadeia oligonucleotídica.

β) A fosforilação em posição 3' dos nucleosídeos protegidos nas bases e no grupo hidroxílico em 5' pode conduzir, segundo a estratégia escolhida, a um bloco completamente protegido, ou a uma espécie fosforilada activa capaz de reagir directamente com outro bloco desoxinucleotídico desprotegido em posição 5' para formar a ligação internucleotídica.

Numerosos agentes de fosforilação têm sido utilizados em síntese de oligodesoxirribonucleotídeos, sobretudo na metodologia do fosfatotriéster (Esquema 4).

Esquema 4

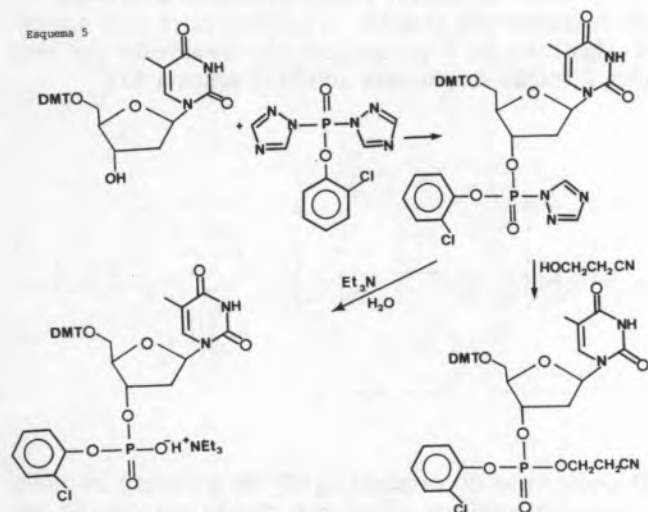


Um dos substituintes do átomo de fósforo protege de maneira permanente o anião fosfato responsável pelos fracos rendimentos das reacções de condensação, assim como das dificuldades crescentes de purificação e de solubilidade com o comprimento dos oligómeros, surgidas na metodologia inicial dos fosfatodiéster (6). O outro substituinte tem um papel de protecção temporária destinada a ser substituída pela ligação fosfato internucleotídica.

O grupo protector permanente deve possuir uma estabilidade total durante as reacções de eliminação dos grupos protectores temporários e durante as reacções de condensação. Não deve interferir negativamente com o rendimento e a eficácia destas últimas. Ele tem no entanto que ser retirado especificamente no fim da síntese sem provocar a ruptura concorrente das ligações internucleotídicas.

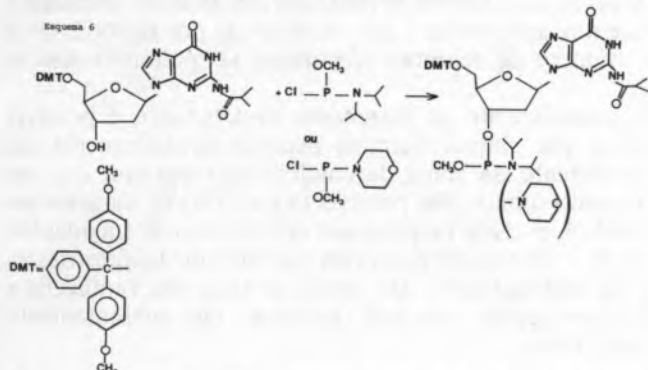
O grupo protector transitório deve ser suficientemente estável para permitir o isolamento, a purificação e a estocagem dos blocos desoxinucleotídicos completamente protegidos. A sua eliminação deve ser específica e rápida em condições que preservem os grupos protectores permanentes e o grupo protector temporário em posição 5'.

Os grupos orto-clorofenilo ($R = o\text{-ClC}_6\text{H}_4$ com $Y = 0$) permanente e o cianoetilo ($R = \text{CH}_2\text{CH}_2\text{CN}$ com $Z = 0$) temporário (ver esquema 4) são exemplos de grupos muito utilizados na metodologia dos fosfatotriéster (7) (Exemplo: esquema 5).



O grupo protector permanente correntemente utilizado na metodologia do fosfitotriéster é o radical metilo. O terceiro substituinte do átomo do fósforo é um grupo azodialquilo introduzido em substituição de um átomo de cloro, o qual confere uma reactividade particularmente forte ao intermediário fosfocloridrito (utilizado durante o desenvolvimento inicial do método) (8) que o torna instável e de emprego pouco cómodo.

Os compostos diisopropilamino e morfolino-fosforoamidito possuem um bom compromisso de reactividade-estabilidade (Exemplo: esquema 6).



É importante sublinhar que o sucesso da síntese química de DNA se baseia sobretudo na preparação destes blocos de base, isto é, na escolha dos diferentes grupos protectores, no rendimento das diferentes reacções e na pureza dos desoxinucleotídicos completamente protegidos.

2 — Desprotecção selectiva

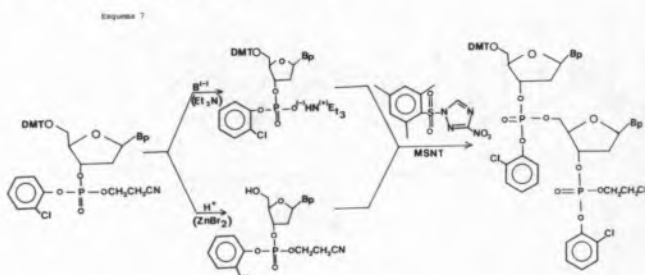
Para poder condensar dois desoxinucleotídicos pelo método do fosfato triéster, é necessário libertar separada-

mente por um lado a função fosfato e por outro o grupo hidroxílico 5' das suas protecções temporárias. Por exemplo, o grupo dimetoxitritilo é retirado em condições ácidas suaves e o grupo cianoetilo em condições básicas suaves.

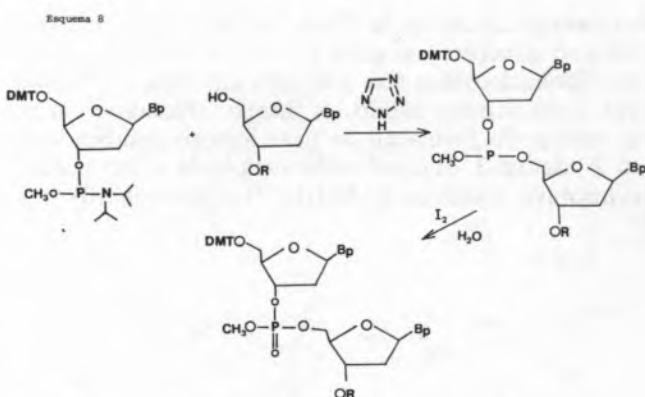
3 — Reacções de Condensação

A reacção de condensação necessita evidentemente da formação de espécies activas capazes de reagir com bons rendimentos sem formação de produtos secundários.

A activação do fosfatodiéster é frequentemente realizada pela acção conjugada de um cloreto de arilosulfonilo e de uma amina heterocíclica, ou de uma sulfonamida preparada antecipadamente a partir deste tipo de compostos (10) (Esquema 7).



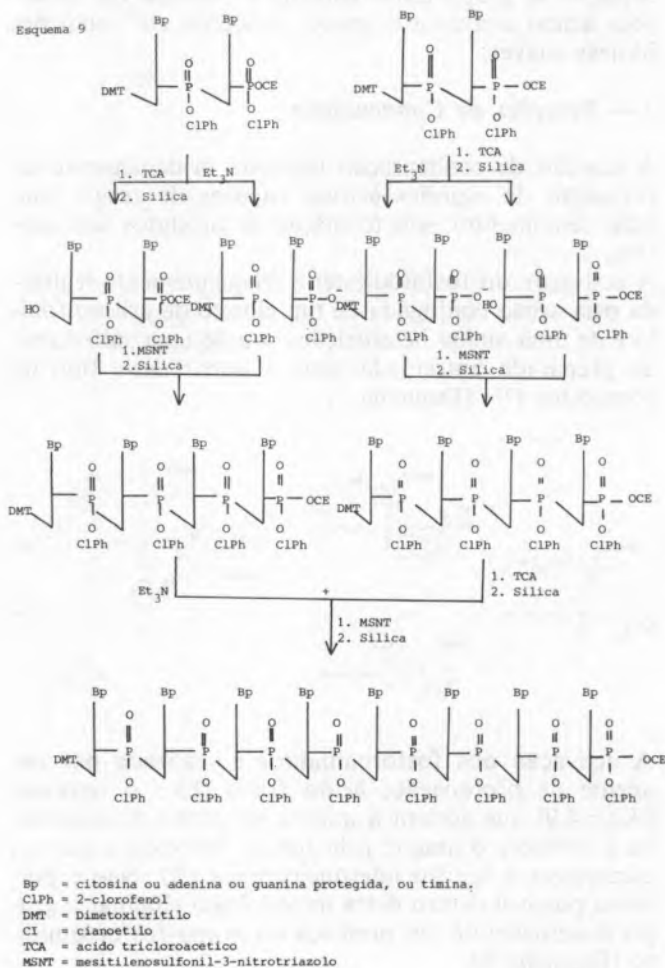
A activação dos fosforoamiditos é realizada por um agente de protonação, ácido fraco (Ex.: o tetrazole $pK_a = 4,9$) que acelera a quebra do grupo dialquilamina e favorece o ataque pela função hidroxílica que vai estabelecer a ligação internucleotídica (11). Não é portanto possível dentro desta metodologia eliminar o grupo dimetoxitritilo em presença do grupo fosforoamidito (Esquema 8).



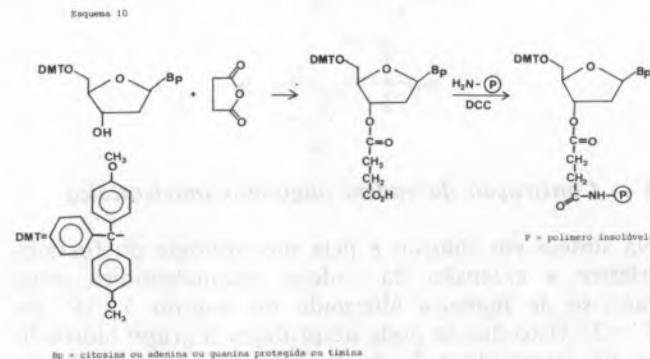
4 — Construção da cadeia oligodesoxinucleotídica

Na síntese em solução e pela metodologia do fosfatotriéster a extensão da cadeia polinucleotídica pode fazer-se de maneira alternada no sentido 3'→5' ou 5'→3' visto que se pode desproteger o grupo hidroxílico na extremidade 5' ou trifosfato na posição 3' do oligómero em construção. Dois oligómeros podem igualmente ser condensados um com o outro. Devido à sensibilidade dos fosforoamiditos às condições ligeiramente ácidas, esta flexibilidade própria aos triésterfosfatos não se aplica ao método do fosfitotriéster que não foi desenvolvido em solução. A síntese em solução permite a detecção de reacções secundárias de maneira mais directa que a síntese em fase sólida. Ela permite a identificação e a compreensão da origem dos produtos

parasitas e portanto possibilita a intervenção sobre os parâmetros correctores (Esquema 9).



A extensão da cadeia de DNA em fase sólida realiza-se numa só direcção (em geral 3'→5') a partir de um desoxirribonucleosídeo fixo por uma das funções hidroxílicas a um suporte sólido. A fixação efectua-se em geral através da formação de uma ligação amídica entre um 2'-desoxi-3'-succinilorrribonucleosídeo e um polímero insolúvel aminado (β -NH₂) (12) (Esquema 10).



O poliestirenodivinilbenzeno, a resina composta polidimetilacrilamida-kieselguhr, a sílica, as esferas de vidro de porosidade controlada, a celulose, o co-polímero teflo-poliestireno são exemplos de polímeros insolúveis correntemente utilizados.

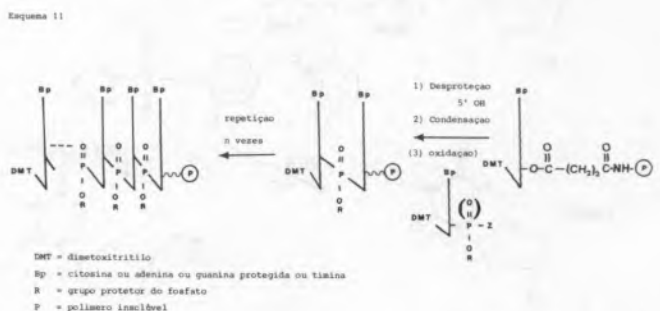
A extensão da cadeia polinucleotídica em fase sólida consiste na repetição de um ciclo que compreende essencialmente:

1) A reacção de desprotonação do grupo hidroxílico em 5' do primeiro nucleosídeo (ou da cadeia em crescimento) fixo no polímero insolúvel.

2) A reacção de condensação entre a função hidroxílica libertada e a espécie nucleotídica introduzida em solução e activada "in situ" no átomo de fósforo em posição 3'.

Com o método do fosfatotriéster uma terceira reacção de oxidação do fosfito em fosfato é necessária. Uma reacção suplementar é por vezes efectuada. Ela visa o bloqueamento da ligeira percentagem dos grupos hidroxílicos que não reagiram na reacção de condensação a fim de os desactivar para as reacções ulteriores.

Os reagentes em excesso, os sub-produtos e os solventes das reacções e de lavagem são eliminados por simples filtração do suporte sólido (Esquema 11).



O isolamento do produto ligado ao polímero insolúvel é por consequência simples e rápido em relação aos métodos convencionais em solução. O conjunto das operações presta-se bem à automatização.

Uma desvantagem da fase sólida é a cinética desfavorável. Para conseguir reacções completas dentro de tempos razoáveis é indispensável utilizar excessos importantes de reagentes cuja pureza é portanto crítica. Traços de impurezas reactivas podem inibir completamente a reacção de condensação.

Em fase sólida a acumulação de produtos indesejáveis é inevitável visto não haver purificação em nenhuma etapa da extensão do fragmento de DNA. Uma maneira de minimizar este inconveniente consiste em utilizar dímeros ou trímeros preparados em solução, estratégia que nós adoptámos e que diminui de um factor 2 ou 3 o número de reacções efectuadas no polímero insolúvel.

O comprimento do fragmento de DNA que é possível obter por síntese química depende evidentemente do rendimento da etapa de condensação que tem que ser mantido o mais alto possível (90 a 95%) de maneira reprodutível. Nós preparamos correntemente fragmentos de 30 a 50 nucleótidos pelos métodos do fosfatotriéster e do fosfitotriéster. Do ponto de vista das vantagens e inconvenientes, os dois métodos são presentemente equivalentes.

5 — Desprotecção

A desprotecção do fragmento de DNA é uma operação delicada que deve preservar a integridade do edificio molecular. Reacções incompletas ou uma degradação parcial conduzem a uma mistura complexa de produtos.

A desprotecção compõe-se de 3 etapas distintas:

1) transformação dos grupos triesterfosfatos em diesterfosfatos;

II) Desprotecção das bases;

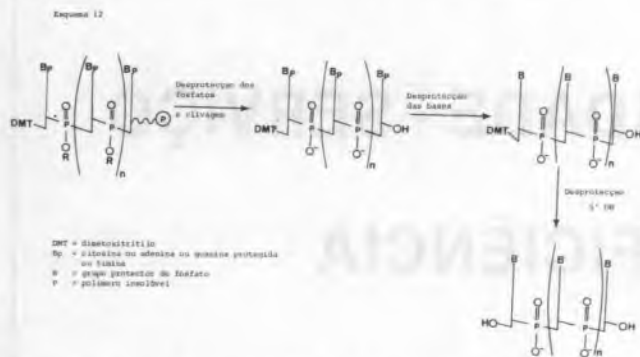
III) Desprotecção da função OH terminal em 5'.

I) A desprotecção dos grupos fosfatos é uma fonte possível de ruptura internucleotídica. Esta pode ser minimizada utilizando reagentes selectivos antes de desproteger as bases.

Se a extensão da cadeia de DNA for realizada pelo método do fosfatotriéster em fase sólida, a clivagem do suporte insolúvel efectua-se com o mesmo reagente de desprotecção dos grupos fosfatos clorofenilados, por exemplo com o 2-nitrofenilcarbaldoximato de tetrametilguanidina. O grupo metilo utilizado com o método do fosfitotriéster é deslocado por ataque nucleofílico pelo anião tiofenolato antes da clivagem. Esta é efectuada em condições suaves.

II) As amins exocíclicas das bases são desaciladas por amonólise a 50°C. Este tratamento provoca uma ruptura, que não é desprezável, das ligações fosfatos internucleotídicas quando o fosfato está na forma de triéster; esta é a razão pela qual se converte antecipadamente e selectivamente o fosfatotriéster em fosfodiéster.

III) O grupo protector da função hidroxílica em posição 5' é o último a ser retirado (pelo ácido acético 80% no caso do grupo dimetoxitritilo). É conservado até ao fim para impedir a formação de triésteres fosfóricos cíclicos que conduzem a estruturas oligodesoxirribonucleotídicas com ligações 5'→5', durante as primeiras etapas de desprotecção. Devido ao seu carácter hidrófobo o grupo dimetoxitritilo protector da função 5'OH facilita o isolamento do produto por cromatografia de sílica em fase inversa (Esquema 12).



6 — Isolamento, purificação e caracterização

Os métodos de isolamento e de purificação correntemente utilizados são a cromatografia de DEAE-celulose, de Sefadex, de camada fina de sílica, a cromatografia líquida a alta pressão (HPLC) com coluna de sílica de fase inversa ou de troca de catiões e a electroforese preparativa em poliacrilamida.

A caracterização do produto isolado e marcado numa das extremidades com um radioisótopo pode ser efectuada pelo método de sequenciação de DNA de Maxam e Gilbert (13). É no entanto necessário um reajustamento das condições das reacções aos fragmentos de pequeno comprimento (14). Um outro método conhecido pelo nome de "Wandering spot" baseia-se na análise a duas dimensões (electroforese em acetato de celulose, seguida de cromatografia em camada fina de DEAE-celulose) dos fragmentos de oligonucleotido sin-

tético marcado numa extremidade, obtidos por digestão parcial com uma exonuclease (15). Este método restringe-se a fragmentos de comprimento inferior a 20 nucleotidos.

II — O campo das aplicações

As aplicações dos oligodesoxirribonucleótidos de sequência definida cobrem quase todos os aspectos da investigação que implicam a recominação de DNA tanto no que diz respeito à construção, à identificação e à caracterização de clones bacterianos particulares, como à manipulação do DNA clonado com o fim de modificar a sua estrutura.

Nos campos da determinação de sequências de DNA, do estudo das interações proteína-DNA ou da análise estrutural do DNA, os oligodesoxirribonucleótidos sintéticos têm-se revelado uma arma extremamente útil. A coordenação das competências e a conjugação dos esforços conduziram no nosso laboratório a alguns sucessos no domínio da Engenharia Genética aplicada à medicina.

A síntese química de DNA de sequência definida possibilitou a varredura (screening) de bancos de clones e o isolamento de estirpes bacterianas como a alfa-1-antitripsina, a antitrombina III e a uroquinase (16) (17) (18) e a síntese total da sequência de DNA que codifica para a somatocrina humana cuja introdução num vector plasmídico (19) possibilitou a expressão deste factor hormonal na bactéria (20). Estes exemplos ilustram, de maneira não exaustiva a importância da química de síntese dos ácidos nucleicos em qualquer programa de engenharia genética: podemos prever, sem qualquer dúvida, que esta importância continuará a aumentar intensamente no futuro.

BIBLIOGRAFIA

- (1) G.J. Powers, R.L. Jones, G.A. Randall, M.H. Garuthers, J.H. van de Sande e H.G. Khorana, *J. Am. Chem. Soc.*, **97**, 975 (1975).
- (2) E.L. Brown, R. Belagaje, M.J. Ryan e H.G. Khorana, *Methods in Enzymology* **68**, 109 (1979).
- (3) G.S. Ti, B.L. Gaffney e R.A. Jones, *J. Am. Chem. Soc.*, **104**, 1316 (1982).
- (4) a) S.S. Jones, C.B. Reese, S. Sibanda e A. Ubasawa, *Tet. Lett.*, **22** (47) 4755 (1981). b) H.P. Daskolov, M. Sekine e T. Hata, *Bull. Chem. Soc. Japan*, **54**, 3076 (1981). c) B.L. Gaffney e R.A. Jones, *Tet. Lett.*, **23** (22) 2257 (1982). d) T. Trichtinger, R. Charubala e W. Pfeleiderer, *Tet. Lett.*, **24** (7) 711 (1983). e) M. Sekine, J. Matsuzaki e T. Hata, *Tet. Lett.*, **23** (50) 5287 (1982). f) T. Kamimura, M. Tsuchiya, K. Moura, M. Sekine e T. Hata, *Tet. Lett.*, **24** (27) 2775 (1983).
- (5) K.L. Agarwal, A. Yamasaki, P.J. Cashion e H.G. Khorana, *Angew. Chem. Int. Ed. Engl.*, **11**, 451 (1972).
- (6) H.G. Khorana, *Science* **203**, 614 (1979).
- (7) N. Katagiri, K. Itakura e S.A. Narang, *J. Am. Chem. Soc.*, **97**, 7332 (1975).
- (8) R.L. Letsinger e W.B. Lursford, *J. Am. Chem. Soc.*, **98**, 3655 (1976).
- (9) L.J. McBride e M.H. Garuthers, *Tet. Lett.*, **24** (3) 245 (1983).
- (10) a) S.S. Jones, B. Rayner, C.B. Reese, A. Ubasawa e M. Ubasawa, *Tetrahedron* **3075** (1980). b) V.A. Efimov, S.V. Reverdatto e O.G. Chakhmakhcheva, *Tet. Lett.*, **23** (9), 961 (1982).

(11) S.L. Beaucage e M.H. Caruthers, *Tet. Lett.*, **22** (20) 1859 (1981).

(12) a) H. Iti, Y. Ike, S. Ikuta e K. Itakura, *Nucl. Acids Res.*, **10**, 1755 (1982). b) M.J. Gait, H.W.D. Matthes, M. Singh e R.C. Titmas, *J. Chem. Soc., Chem. Commun.*, 37 (1982).

(13) A.M. Maxam e W. Gilbert, *Proc. Natl. Acad. Sc. USA*, **74**, 560 (1977).

(14) a) E. Jay, A.K. Seth, Y. Rommens, A. Sood, G. Jay, *Nucl. Acids Res.*, **10** (20), 6319 (1982). b) A.M. Banaszuk, K.V. Deugou, J. Sherwood, M. Michalak, B.R. Glick, *Anal. Biochem.*, **128**, 281 (1983).

(15) C.P.D. Tu, E. Jay, C.P. Bahl e R. Wu, *Anal. Biochem.*, **74**, 73 (1976).

(16) Bollen, A., *Chimie Nouvelle* (Fevr. 1984).

(17) A. Bollen, A. Herzog, A. Cravador, P. Héron, P. Chuchana, A. Van der Straten, R. Loriau, P. Jacobs and A. Van Elsen, *DNA*, **2**, 255 (1983).

(18) P. Jacobs, A. Cravador, R. Loriau, F. Brockly, B. Colau, P. Chuchana, A. Van Elsen, A. Herzog and A. Bollen, *DNA*, **4**, 139 (1985).

(19) A. Cravador, P. Jacobs, A. Van Elsen, C. Lacroix, B. Colau, P. Van Alphen, A. Herzog and A. Bollen, *Biochimie*, **67**, 829 (1985).

(20) Resultados não publicados.



SOPOEQUIP

PRODUTOS E EQUIPAMENTOS PARA A INDÚSTRIA E LABORATÓRIOS LDA

DINAMISMO - QUALIDADE - SERVIÇO

ESCOLHA - EFICIÊNCIA

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

Estamos à distância do seu telefone...

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

2625 PÓVOA ST.ª IRIA
TELEX 43926 DISO-P

Fermentação, o emblema filosófico de Becher

A.M. Amorim da Costa ^a

1. Introdução

No ano mesmo da sua formatura em Filosofia pela Universidade de Coimbra, publicou Vicente Coelho da Silva Seabra e Telles (1764-1804) a sua *Dissertação sobre a Fermentação em Geral, e suas Espécies*, saída a lume na Real Impressão da Universidade e oferecida a seu cunhado, o senhor Jozé de Vasconcellos Parada e Soiza (1). Redigida em Maio de 1787 e impressa em Outubro do mesmo ano (ref. 2, pg. 397), esta *Dissertação* é o primeiro escrito em português em que se defende a decomposição da água “em gaz inflammável, e ar puro, ou oxygenio”, de acordo com as teses que vinham sendo sustentadas pela escola de Lavoisier.

Por isso mesmo, e pelo significado de que se pode vestir esta obra daquele que um ano mais tarde, publicaria o primeiro volume dos *Elementos de Chimica* que com o segundo volume, publicado em 1790 (2), haveriam de constituir marco particularmente importante na história da ciência química em Portugal, não queremos deixar passar este segundo centenário daquela publicação sem uma referência especial.

Meses depois da publicação da *Dissertação sobre a Fermentação em Geral, e suas Espécies*, o *Jornal Enciclopédico* de Lisboa fazia a sua recensão nestes termos: “nesta *Dissertação* trata o Autor da Fermentação em geral, das suas três espécies mais notáveis, isto he, da vinhosa, ou espirituosa, da azeda, e da podre, dos productos, que dellas resultão, expondo as condições para ellas necessárias, os fenómenos que se observam desde o principio até ao fim”. Em toda esta *Dissertação* nada achamos de novo, (e ousamos afirmar que he quasi huma mera traducção, ou resumo do que sobre o mesmo assumpto diz Mr. *Fourcroy*). Mas consistindo (segundo diz o Autor) o principal objecto da referida *Dissertação*, em explicar a verdadeira causa dos fenómenos da fermentação: causa que escapara a todos os químicos; e persuadindo-se ser o primeiro que a desenvolveo, e tirou da escuridade, em que estava, conclue, e decide que he a decomposição d’agua a beneficio do calor; a qual decompondo-se em gaz inflammavel, e ar puro, ou oxygenio, “parte do qual se combina com o principio carbonáceo da matéria mucilaginoso-Sacharina, forma o ácido cretáceo, que sahe à superficie em forma de bolhas, e parte se combina com huma porção de óleo existente na matéria fermentante, e forma o ácido de tartaro: e que o gaz inflammável d’agua se une com outra porção d’óleo da matéria Sacharina, e dá o espírito de vinho”. Mas como as experiências de Lavoisier, e Meunier sobre que se funda a decomposição d’agua nem são concludentes, nem ainda verificadas, antes por outras posteriores de Químicos excellentes têm sido desmentidas, parece-nos ser assás imaginá-

ria a supposta causa dos fenómenos da fermentação, como também o são as conclusões que della tira”.

“Não podemos porém deixar de recomendar esta Obra pelas coizas interessantes, que contém, e sobre tudo pelas experiências, que trás acerca do Ether, feitas pelo Autor com muito cuidado, e tino; as quaes fazem esperar que poderá algum dia dar à luz composições mais perfectas, e vir a ser com o tempo, assídua applicação, e repetidas experiências um excellente quimico. Assim elle se esmerasse mais na adopção dos termos, e não introduzisse em tão pequena Obra tantos vocábulos bárbaros, como por exemplo, *acides, acidificante, averdongada, lactescência, lactescente, mucosidade, putrefacção pútrida, retrogredir, robur, sicides, tartaroso, e outros muitos*” (3).

Vicente Coelho de Seabra não frustraria a esperança expressa nesta recensão crítica. Nesse mesmo ano de 1788, como já o dissemos, publicaria ele o primeiro volume dos *Elementos de Chimica* de cujo conteúdo resalta à saciedade ser ele “hum excellent quimico”. Nesta sua obra, ao escrever sobre a composição da água, em longa nota complementar da notícia referente à confirmação da composição da mesma pelas experiências realizadas no Laboratório Chimico da Universidade de Coimbra pelos Doutores Vandelli, Sobral e outros, Seabra refuta as acusações da recensão do *Jornal Enciclopédico*, referindo-se em pormenor às experiências de Monge, Lavoisier, Meusnier, Fourcroy, Priestley e La Métherie, e sua interpretação dos resultados obtidos (ref. 2, pp. 204-208). Fazendo-o, ele declara expressamente que “a theoria stahliana moderna he sem fundamento” (ref. 2, pg. 309), num repto directo à sem-razão da teoria do flogisto: “porque razão o phlogisto de Stahl há de entrar em tudo quanto há em chimica com as máscaras, que lhe quizermos dar? Porque não entrará somente, quando deve, a matéria do calor, luz ou fogo? Para quê romances, quando há factos? Para quê sonhar ou conjecturar, quando não he preciso?” (ref. 2, pg. 208).

Pese embora esta durá crítica que tece ao sistema de Stahl, impõe-se reconhecer que a importância que Vicente Seabra dá ao problema da Fermentação em geral e suas espécies, tomando-o, inclusivé, para assunto do seu primeiro escrito químico, se insere numa linha estritamente stahliana. Stahl (1660-1734) definiu o seu sistema na sequência da filosofia química de Becher (1635-1682). E o próprio Vicente Seabra viria a escrever, em 1800, na sua *Memória sobre os Prejuízos causados pelas Sepulturas dos Cadáveres nos Templos e Métodos de os prevenir*: “na fermentação se verifica o emblema filosófico de Becher *circulos aeterni*

^a Dept. de Química — Univerdade — 3000 Coimbra

motus”, o círculo do movimento perpétuo (ref. 4, pg. 8). Na fermentação em geral (e em cada uma das suas três espécies, em particular, a espirituosa ou vinhosa, a ácida e a pôdre), se dá a decomposição das substâncias que a sofrem, tornando-se essa decomposição princípio de novas composições. Do ponto de vista filosófico, como do ponto de vista químico, a fermentação é tida como o processo fundamental do crescimento e mudança de todas as esferas da natureza.

Por isso, Fourcroy, na sua *Filosofia Química*, se refere a ela nestes termos: “assim que os vegetaes e os animaes acabão de viver, os seus productos se tirão dos individuos a que pertencião, excitão-se nelles movimentos, que destroem sua tea, e alterão sua composição. Estes movimentos constituem as diversas espécies de fermentação. O fim da natureza em excitallos he claramente fazer mais simples os compostos formados pela vegetação e animalisação, e de os fazer entrar em novas combinações de diversos géneros. He huma porção de matéria, que empregada por algum tempo na fábrica do corpo dos vegetaes e dos animaes, deve, depois de concluidas suas funções respectivas, servir para novas composições” (ref. 5, Tit. XII, n.I, pp. 226-227). E reconhecendo a especial importância desta operação da natureza, reserva-lhe todo um longo capítulo da sua obra, em lugar separado e destacado daquele em que, em breves parágrafos, trata das demais operações químicas da natureza: a calcinação, a fusão, a evaporação, a sublimação, a destilação, a dissolução, a precipitação, a infusão, a maceração, etc., etc. (ref. 5, Art. VI, pp. 35-46).

2. Vitalismo, misticismo e química

Com a Revolução Científica dos séculos XV-XVII, a imagem que o homem se fazia do mundo foi inevitavelmente substituída, pouco a pouco, pela imagem de um mundo identificado com uma grande máquina. Foi o triunfo do chamado *mecanicismo*. As filosofias antigas que consideravam o mundo como um vasto *organismo* vivo foram relegadas para segundo plano. Não desapareceram, porém; muito pelo contrário, algumas das correntes que então assumiram tiveram grande impacto no mundo da *nova ciência*. É o caso, por exemplo, das filosofias neo-platônicas, de M. Ficino (1433-1499), II. Cornelio Agrippa (c. 1486-1535) e J. Baptista Porta (c. 1535-1615) que consagravam a divisão tripartida e hierárquica do cosmos em *corpo, alma e espírito*, as três componentes de um organismo vivo. A matéria seria meramente passiva; na natureza, a alma do mundo seria a fonte imanente de toda a actividade; e o espírito seria o veiculo intermediário para a transmissão do poder da alma à matéria. É, ainda, o caso do *naturalismo* das filosofias de B. Telésio (1508-1588), T. Campanella (1568-1639) e G. Bruno (1548-1600) em que a estrutura tripartida do cosmos é reduzida a dois termos últimos, a matéria e uma entidade activa que tudo impregna, correspondente a uma unidade resultante da alma *mais* espírito das filosofias anteriores. E é, sobretudo, o caso do *vitalismo* desenvolvido por Paracelso (1493-1541), J.B. Van-Helmont (1577-1644), Stahl (1660-1734) e Leibnitz (1646-1716). Paracelso, ao professar a constituição do cosmos a partir dos quatro elementos de Empédocles e Aristóteles, terra, ar, água e fogo, professava também que cada um destes elementos era constituído por três princípios, o enxôfre, o mercúrio e o sal, vivificados por um *archeus*, sôpro divino emanado do sistema solar, de tal

modo que a esses elementos assentaria melhor o qualificativo de almas de preferência ao qualificativo de matéria.

Van-Helmont transformaria os elementos de Paracelso numa pluralidade de sementes de matéria, ou *semina*, entidades vivas cuja acção transformadora seria determinada pelo *archaeus* que as informava.

É, sobretudo, dentro deste vitalismo filosófico de origem paracelsiana, que o fenómeno da fermentação assume particular interesse na explicação dos fenómenos químicos, nos séculos XVII e XVIII. E já no século XIX, ficaria famosa a controvérsia entre a natureza da fermentação alcoólica, cada qual sustentando, até morrer, interpretações diferentes (6). As posições em confronto nesta controvérsia radicam-se numa posição vitalista, por parte de Pasteur, contra uma posição anti-vitalista, por parte de Liebig (7).

Para os vitalistas, nada no universo pode ser considerado totalmente morto e, conseqüentemente, totalmente incapaz de vida (8). A fermentação em geral, e nas suas várias espécies, é disso manifestação. Não surpreende, pois, a definição que N. Lemery (1645-1715), no seu *Curso de Química* nos dá deste fenómeno: “a fermentação é uma ebulição causada por espíritos que procuram sair do corpo em que se encontram, ao encontrarem partes terrestres e grosseiras que se opõem à sua passagem fazem inchar e rarificar a matéria até que se consigam desprender; neste desprendimento, os espíritos dividem, subtilizam e separam os princípios, transformando a matéria em natureza diferente do que era antes” (ref. 9, pp. 34-35).

O próprio Lemery contrapunha a esta definição a possibilidade de definir mais exactamente a fermentação como sendo um “*movimento intestino* que se excita naturalmente em certos corpos líquidos, ou pelo menos húmidos, pelo qual os princípios constitutivos destes corpos agem uns sobre os outros” (ref. 9, pg. 34, nota e).

Esta ideia de “um movimento intestino” que se excita naturalmente, isto é, por si-próprio, seria a consagrada no *Dicionário de Química* de Macquer (ref. 10a, pp. 493—484); 10b, pg. 159) e foi aceite pelos mais consagrados autores químicos que aceitando-a, procuraram, pouco a pouco, identificar a causa de um tal movimento.

A *Dissertação sobre a Fermentação em Geral, e suas Espécies* e, depois, os *Elementos de Química* de Vicente Seabra, fazem outro tanto: “todas as partes fluidas, molles, e algumas sólidas (exceptuando muito poucas) dos reinos organizados e expostos ao ar, e a hum certo grão de calor, põe-se em hum movimento intestino mais, ou menos sensível, segundo a sua natureza, e grão de fluidez; e depois disto mudão de natureza, e propriedades. Esta alteração chama-se em geral *Fermentação*, e he devida principalmente à decomposição d'agua”.

3. A doutrina vitalista de Stahl

Ao considerar a influência do vitalismo na explicação dos fenómenos químicos, nos alvares da nova ciência saída da Revolução Científica dos séculos XV-XVII, impõe-se realçar o chamado sistema de Stahl, pela verosimilhança com que se afirmou, estribado em sólidos, experimentaes e racionais fundamentos, como de-le haveria de dizer J. Rodrigues d'Abreu (1682-1752) (ref. 11, Livr. I, pg. 1), “o introdutor de Stahl no nosso país” (12). Martinho de Mendonça (1693-1743), no

Proêmio à *Historologia Médica* deste insigne Médico não hesitou em denominar esse sistema de *sistema Animástico* por se tratar de um sistema que admite — para usar as próprias palavras de Martinho de Mendonça — “humas substâncias Immateriaes, Activas ou Moventes em que se recebe a Vida” (ref. 11, Proêmio). W Rodrigues d’Abreu, ao longo de toda a obra em referência, repetidamente defende como doutrina de Stahl, que todos os Corpos Naturais são dotados de um espírito Vital, ou Princípio Activo Imaterial. Tudo é constituído por *Terra Subtil* mais ou menos disposta para a saugem, de *Óleo* e de *Água*, a cuja união e separação preside aquele Princípio Activo que tem no movimento o seu instrumento principal.

E este Princípio Activo tudo obra pela proporção ou improporção dos movimentos internos e externos, onde a vida se conserva por um movimento contínuo e perpétuo. A fermentação em geral, e nas suas espécies, é um movimento natural integrado no movimento geral da via. Como diria Thomas Willis (1621-1675), “o homem não só nasce, e se nutre por beneficio dos fermentos, como também morre devido a eles” e “os primeiros Princípios da Vida trazem a sua origem do espírito que existe no coração como ponto fermentante” (13). A mentalidade alquimista continuava bem viva, com a convicção profunda de ser possível a transformação radical dos metais vis em metais nobres, e a transformação radical do homem mortal em ser imortal, graças a acção desse ‘fermento’ misterioso por todos almejado, a Pedra Filosofal.

Todo este *sistema Animástico* de Stahl, particularmente no seu conteúdo químico, tem suas raízes na *Physica Subterrânea* de Becher (14), e insere-se na corrente dominante da filosofia química do século XVII dos iatroquímicos, professos discípulos de Paracelso e Van-Helmont. Caracteriza-o uma certa rejeição da filosofia mecanicista e seu apelo ao tratamento matemático do conhecimento da Natureza, com redobrada profissão de fé na mais pura das crenças vitalistas.

Sob o ponto de vista químico, o sistema Animástico de Stahl é mais conhecido por *sistema flogista*, por tomar para base da constituição química de todos os corpos, a *Terra Subtil*, a *terra pinguis* da Física de Becher, identificada, na sequência duma tradição relativamente longa e antiga, com o princípio alquimista enxôfre, já por outros, mais que uma vez, designado por *flogista* para salientar o seu carácter *inflamável* (ref. 15, pp. 461 ss.)

Como o foi para Becher, também para Stahl e seus sequazes, a fermentação é tema fundamental na explicação de todos os fenómenos químicos. O simples título do tratado que expressamente escreveu sobre o assunto nos dá conta disso: *Zymotechnia fundamentalis, seu fermentationis theoria generalis, qua nobilissimae hujus artis, et partis chymiae, utilissimae atque subtilissimae, causae et effectus in genere, ex ipsis Mechanico — Physicis principiis, summo studio eruuntur, simulque experimentum novum sulphur rerum arte producendi, et alia utilia experimenta atque observata, inseruntur* (16).

Em Portugal, antes do já mencionado tratado de Rodrigues d’Abreu, a *Farmacopea Lusitana* de D. Caetano de Santo António, nas suas diversas edições (17), ignora por completo a orientação química de Becher e Stahl, e as únicas operações químicas a que faz referência são a *cozedura*, a *lavagem*, a *infusão* e a *trituração*. Outro tanto não acontece, porém, com o *Thesouro Apollíneo, Galénico, Chímico, Cirúrgico e Pharma-*

cêutico (1714) ou com a *Pharmacopea Ulyssiponense* (1716) de Joam Vigier (18-19). Embora “mais catálogo de remédios do que especulação de causas; mais compêndio de mezinhas, do que ponderação de texto”, como o autor se apressa a dizer no seu Prólogo ao Leitor, o *Thesouro Apollíneo* aparece realmente informado por uma “racionaçam da Escola Moderna sobre as causas efficientes”, como se lê no seu longo subtítulo, de inspiração paracelsiana, quando depois de definir os medicamentos como “tudo o que pode alterar a natureza”, afirma tratar-se de “compostos de cinco princípios, huns activos, outros passivos. Os activos são o mercúrio ou espírito, o enxôfre ou óleo, e o sal; os passivos, a fleima ou água, e a terra ou caput mortuum” (ref. 18a, pp. 1-2). E logo a seguir, precisa que o enxôfre ou óleo é “tudo o que facilmente se inflama e arde” (ref. 18a, pg. 2).

E fala da fermentação como uma das operações que servem para acrescentar a virtude dos medicamentos, fim a que servem também a destilação, a calcinação e a detonação (ref. 18a, pg. 4), enquanto a lavação, infusão, evaporação, torrefacção, cristalização, etc... servem apenas para “corrigir alguma qualidade roim” dos mesmos (ref. 18a, pp. 4-9). E, em estilo tipicamente escolástico de pergunta e resposta, decreve-a nestes termos: “he hum movimento interior das partes de um mixto: por este modo se tirão muytos espíritos ardentes e muytos saes voláteis de algumas plantas infundidas em licor sufficiente por certo espaço de dias e para facilitar a fermentação se lhe pode ajuntar fermento de cerveja, ou hydromel, etc.” (ref. 18a, pg. 5); ou ainda: “fermentação he uma ebulição ou fervura causada por partes voláteis para se desembaraçar das partes grosseiras, com as quaes se acham unidas” (ref. 18a, pg. 14). Na *Pharmacopea Ulyssiponense*, Joam Viger adopta a mesma definição de Fermentação e assinala-lhe a mesma finalidade — acrescentar a virtude dos medicamentos (ref. 19, pg. 18 e pg. 56). Nada nos diz, porém, sobre a composição intrínseca dos medicamentos; considera apenas que se trata de compostos que produzem alteração em nossos humores quando tomados por dentro, ou aplicados por fora e limita-se a considerações sobre o como obrão as diferentes espécies dos mesmos (ref. 19, pp. 2-3).

Anos antes da publicação da *Historologia Médica* de Rodrigues d’Abreu e também alguns anos antes do aparecimento das Farmacopeias que acabamos de referir, Curvo de Semmedo (1635-1719) na sua *Polyanthea Medicinal*, em 1697, (20), mostrava-se bem mais actualizado relativamente às correntes iatroquímicas de então; e expressamente refere e professa a teoria dos *tria prima* (enxôfre, mercúrio e sal) de Paracelso e Van-Helmont, nomes que repetidamente cita com reverência e admiração: “qualquer corpo terrestre consta destes três princípios” (ref. 20c, pp. 718-719). E da fermentação diz tratar-se de “hum movimento particular que se exalta nas entranhas ou partes interiores de todas as cousas sublunares, quando intentão passar a mayor perfeição, ou transmutar-se para outro estado” pois “todas as acçoens pelas quaes se formão, se aperfeição, se permutão e se destroem os corpos, são governadas da fermentação (...); o enfermarem, ou conservarem-se os homens sãos, depende da boa, ou ma fermentação” (ref. 20c, pg. 715).

Estritamente affecto à tradição de Becher e Stahl se revela Manoel Henriques de Paiva (1752-1829) naquella que a si mesma se apresenta como “a primeira obra chimica que em nossa linguagem sahe a luz”, os seus

Elementos de Chimica e Farmácia (21), já quando Lavoisier movia cerrada guerra às doutrinas flogistas. Seguindo de perto, em particular, Boerhaave e Scopoli, nesta sua obra, Henriques de Paiva defende que os princípios activos que penetram a composição íntima de todos os corpos são o *Fogo*, o *Ar*, a *Água*, os *Saes*, e os *Corpos Flogísticos* (ref. 21, pg. 13). A fermentação dos corpos é apresentada como uma consequência imediata do Fogo e do Ar que os compõe, à semelhança do que acontece também com a Putrefacção e a Faticência (ref. 21, pp. 26-27). Ora espontânea, ora excitada, ela é um movimento intestino devido ao calor que nasce do fogo inospitante do corpo em que ocorre que aquecendo-o, faz desprender parte do ar nele existente, e juntamente alguma parte do seu princípio inflamável (ref. 21, pg. 26 e pg. 32). Desse movimento nascem produtos que antes não existiam na substância fermentante. É em razão dos produtos que se podem formar que Henriques de Paiva considera as três diferentes espécies de fermentação, a vinhosa, a espirituosa e a ácida em que se obtêm, respectivamente, vinho, espírito ou vinagre.

Apoiando-se em experiências realizadas por Sage, Rome de l'Isle e outros, Henriques de Paiva nota, precisando uma afirmação de Scopoli, que o fluido aeriforme que se desenvolve na Fermentação e se detem sobre o suco fermentante "he inteiramente distinto do ar", identificando-o com o "ácido marinho volátil", "gaz mefytico", "ácido cretáceo ou aéreo" (ref. 21, pg. 30). A *Dissertação sobre a Fermentação em Geral e suas Espécies* de Vicente Seabra está marcada por toda a motivação de inspiração vitalista, em que a maioria dos químicos de então se apoiava para fazer do tema, assunto de particular realce nos seus tratados. Deles se demarca, porém, na explicação que procura para tão importante fenómeno químico.

Como já acima referimos, para Vicente Seabra a Fermentação em Geral é um movimento intestino que ocorre em todas as partes fluidas e moles dos reinos organizados, quando expostas ao ar e a um certo grau de calor. Sob a sua acção, as substâncias que a sofrem mudam de natureza e propriedades. Para que ocorra, são precisas, pelo menos, as três condições seguintes: "1. Hum certo grao de fluidez — os corpos secos não fermentam;

"2. Hum certo grao de calor diverso nas diversas fermentações. O frio oppõe-se a todas;

"3. O contacto do ar. Os corpos no vácuo não se alteram".

As matérias *gomoso-sacarinas* são as únicas em que se verifica a fermentação espirituosa. A decomposição da água pelas matérias combustíveis destas substâncias a benefício do calor é a causa do movimento intestino observado. Nela, o oxigénio da água combinar-se-ia parte com o princípio carbonáceo para formar o ácido carbonáceo que subindo à superfície do líquido fermentante é a causa das bolhas que se observam, e parte combinar-se-ia com uma porção do óleo existente no corpo fermentante para formar o ácido tartaroso. Por sua vez, o hidrogénio resultante da mesma decomposição da água, unir-se-ia com a outra porção de óleo existente no corpo fermentante, porventura a mais subtil, formando o chamado *espírito de vinho*. O contacto com o ar é preciso, tanto para que com o seu peso favoreça a desenvolvimento dos gases, decomposição da água, e combinação dos seus princípios, como ainda para fornecer algum oxigénio preciso. A nimia fluidez, afraça a acção dos princípios referidos, enquanto que

uma fluidez muito espessa não deixa que os mesmos princípios obrem livremente e com energia uns sobre os outros, donde resulta uma fermentação imperfeita. Logo, para que os princípios referidos obrem com energia, e se tenha uma boa fermentação espirituosa, o líquido fermentante deve ser nem muito fluido, nem muito espesso.

A fermentação ácida ocorre nas gomas, no amido ou fécula, nos vinhos, principalmente quando não separados da borra, e, em geral, nas substâncias viscoso-ácido-fluidas, quando expostas ao ar e a uma temperatura entre os 20-25 °C. A sua causa é também a decomposição da água a benefício do calor, em que parte do oxigénio se combina com a parte oleosa do espírito de vinho, e forma o vinagre, enquanto que a restante parte acaba de saturar o ácido tartaroso e o torna também em vinagre, ou se combina com o princípio carbonáceo e forma o ácido carbonáceo que se desenvolve.

Por sua vez, a fermentação pódre observa-se em todas as substâncias vegetais e algumas animais, depois de sofrerem a fermentação ácida, principalmente se se não separaram do seu sedimento. A maior parte das espécies animais padece somente este tipo de fermentação ou, pelo menos, passam insensivelmente pelos outros. A decomposição da água é ainda a sua causa, tal como nos dois tipos anteriores: nela, parte do oxigénio resultante dessa decomposição combina-se com o princípio carbonáceo, e forma o ácido carbonáceo que se desenvolve; a outra parte combina-se com uma porção de mofeta, e forma o ácido nítrico, que unindo-se à base alcalina forma os sais nitrosos, que se acham nos lugares onde apodrecem estas matérias. O hidrogénio proveniente da mesma decomposição da água combina-se em parte com outra porção de mofeta e origina o amoníaco, ou se une com o calor e forma o gás hidrogénio que se desenvolve. À medida que se desenvolve esta decomposição, o corpo seca-se, torna-se mais ou menos denegrido, friável e pulverulento até se transformar por completo em terra vegetal ou animal.

O progresso de qualquer das três espécies de fermentação pode ser retardado de três modos: (i) expondo o corpo fermentante a uma temperatura muito fria. O frio condensa a água e a matéria fermentante e, por consequência, inviabiliza a decomposição das mesmas; (ii) proibindo o acesso do ar, e não deixando vazio algum no vaso em que se contém a matéria fermentante. Assim se impede o desenvolvimento das matérias gasosas necessárias ao movimento intestino fermentativo; (iii) impedindo-se directamente e decomposição da água, o que é possível por recurso aos chamados *adstringentes*, e em geral aos *corroborantes* que diminuem a afinidades da água com os princípios do corpo fermentante, ou então, privando o corpo de toda a humidade.

Fiel a esta sua visão da fermentação em geral, e suas espécies, Vicente Seabra, como censor da Faculdade de Filosofia da Universidade de Coimbra, não aprovou a um conclusionista a tese dada pelo mesmo em Botânica, sob orientação do Professor Avelar Brotero, onde se defendia que toda a germinação é autêntica fermentação: "omnis germinatio vera est fermentatio". A atitude de Vicente Seabra foi motivo de acesa desavença com o referido Professor Avelar Brotero, como textualmente o declara o mesmo Vicente Seabra na sua já referida Memória sobre os prejuízos das Sepulturas nos Templos (ref. 4) e numa carta que dirigiu ao Ministro de Estado D. Rodrigo de Sousa Coutinho (22).

Na primeira se lê, em nota de roda-pê, a propósito das

três espécies de fermentação: “em todas três há resolução, e decomposição daquellas substâncias, e outras novas composições. Daqui se vê o grande engano, em que estão alguns Botânicos, quando affirmão, que na germinação das sementes há huma fermentação; e apesar de que esta proposição seja abraçada como huma verdade philosophica, e ensinada aos discípulos pelo actual Lente de Botânica da Universidade de Coimbra, o Dr. Teles de Avellar Brotero, com tudo sem offender ao conceito que este Professor merece em Botânica pura, não se pode tolerar semelhante proposição à vista dos actuaes conhecimentos chemicos, e physiologicos. Pela germinação se desenvolvem, e se formão os vegetaes pela recepção, disposição e apposição proporcionada dos sucos nutritivos, que a nova planta recebe dos cotylidões pelos vasos umbilicaes, bem como os animaes recebem da placenta; e pela fermentação se resolvem, e se decompõem os corpos tanto vegetaes como animaes. Esta verdade basta para que se conheça a falsidade daquella proposição (ref. 4, pg. 8).

Pela carta de Vicente Seabra ao Ministro de Estado Sousa Coutinho se compreende melhor o ponto da situação a que chegara a dissensão entre os dois Professores, a que se reporta a nota que acabámos de citar. A desavença era clara e grave: “V. Ex.^a quando lesse a Memória sobre os Prejuizos das Sepulturas nos Templos com rasão deveria notar o ter eu personalizado o Dr. Brotero em huma nota. Eu devo porém dizer a V. Ex.^a para m.a resalva, que aquelle lente pública e escandalosamente tem offendido a mim, e aos meus collegas: e porq. eu como censor da Faculdade não quiz approvar a hum de seus discipulos, digo, a hum conclusionista a seguinte these dada por elle em Botânica: *omnis germinatio vera est fermentatio* — disse blasfêmias contra mim, pois que para crédito meu devo procurar a minha desforra naquellas matérias mesmas, e únicas, em q. elle se julga protótypo; e se acaso elle (o q. talvez não fará) der à luz os seus compêndios de Agricultura, de q. está incumbido há 10 annos, eu tomarei o trabalho de medir então em campo raso a minha espada com a delle, e o público decidirá esta contenda que tão anciosamente quero emprender” (22). Ocupando-se da germinação, Brotero dizia: “A germinação (*germinatio*), parece começar na fermentação própria para pôr em acto ou despertar, pelo assim dizer, o princípio vital potencial, que se acha no corculo da semente. A humidade penetrando pelas suturas da casca (se as há), e pelo embigo da semente, ajudada do calor competente estabelece hum movimento intestino nas cotyledones, e na plântula seminal, amollece-as pouco a pouco, e dá princípio à vegetação; amollecidas e inchadas sufficientemente as cotyledones, rebentão os tугumentos, e a radícula e plúmula começam a engrossar e prolongar-se, nutridas pelos succos lácteos, que lhes são transmittidos pelas cotyledones; huma dirige-se para baxo a fim de formar a raiz, e a outra destinada a ser tronco cresce para cima e surge da terra, pondo fim ao período da germinação seminal” (ref. 23, Tom. I, pp. 233-234).

Para Vicente Seabra, os cotyledones seriam apenas armazéns dos sucos nutritivos. Estes, na altura da germinação, passariam, *sem sofrer qualquer alteração*, para os vasos que os conduziriam para os diversos pontos do rebentão que, pela sua recepção, disposição e apposição se começariam a desenvolver. Enquanto que para Brotero, na germinação as substâncias contidas nas sementes sofriam uma decomposição molecular, para Vicente Seabra tal não tinha lugar. No processo verificar-

-se-ia apenas desenvolvimento e nehuma decomposição pelo que, no seu conjunto, não poderia nunca ser considerado como fermentação (25).

De acordo com o estado da ciência da época, a posição dos dois cientistas mais não poderia ser que uma posição de pre-ciência e expectativa científica (24). Todavia, este incidente entre os dois distintos Professores da então Faculdade de Filosofia da Universidade de Coimbra, mostra-nos bem quanto ao findar do século XVIII havia ainda de pouco claro na interpretação da natureza do fenómeno da fermentação e da sua real extensão no domínio dos fenómenos naturais. Como referimos já, essa interpretação continuaria controversa até aos tempos de Pasteur e Liebig. O facto, porém, de em 1787, Vicente Seabra se ter debruçado extensa e exclusivamente sobre o assunto, em termos de uma explicação nova, fundamentada em princípios básicos da nova química, a química pneumática da escola de Lavoisier, e com eles em inteira coerência, é precioso indicador do esclarecimento que assistia este químico português, cujos méritos da obra que produziu são dignos de todo o nosso reconhecimento. A sua *Dissertação sobre a Fermentação em Geral, e suas Espécies* foi o princípio dessa obra meritória. Sobre ele, duzentos anos são passados. Por sobre o tempo que constitui estes dois séculos, aqui ficam estas notas, em singelo preito que a seu mérito é devido.

REFERÊNCIAS

- (1) Vicente Coelho da Silva Seabra e Telles, *Dissertação sobre a Fermentação em Geral, e suas Espécies*, Coimbra, Real Imprensa da Universidade, 1787.
- (2) Id., *Elementos de Chimica*, Coimbra, Real Officina da Universidade, Part. I, 1788; Part. II, 1790.
- (3) *Jornal Enciclopédico*, Lisboa, Junho, 1788, pp. 244-245.
- (4) Vicente Coelho da Silva Seabra Telles, *Memória sobre os Prejuizos causados pelas Sepulturas dos Cadáveres nos Templos, e Método de os Prevenir*, Lisboa, Officina da Casa Litterária do Arco do Cego, 1800.
- (5) A.F. Fourcroy, *Filosofia Química ou Verdades Fundamentaes da Química Moderna destinadas a servir de Elementos no Estudo desta Sciência*, Rio de Janeiro, Imprensa Régia, 2.^a Ed., 1816 (Trad. Manoel Henriques de Paiva).
- (6) Caberia a Büchner dirimir o fundamental desta controversia, com a descoberta accidental do agente causador da fermentação alcoólica. Cf. E. Büchner, *Ber.*, 30, 117 (1897).
- (7) H. Finckel, *J. Chem. Educ.*, 31, 403 (1954).
- (8) Francis Mercury van-Helmont, *Two Hundred Queries moderately propounded concerning the doctrine of the Revolution of Humane Souls and its Conformity to the Truths of Christianity*, Londres, 1684, pg. 106.
- (9) N. Lemery, *Cours de Chimie*, Paris, Chez Laurent Charles d'Houry, 1757.
- (10) (a) P.J. Macquer, *Dictionnaire de Chymie*, Paris, Chez Lacombe, 1769; (b) *idem*, Suíça, Chez Lib. Associés, 1779.
- (11) José Rodrigues d'Abreu, *Historologia Médica*, Lisboa Occidental, Officina da Música, 1733.
- (12) Luis de Pina, *Dicionário da História de Portugal*, Lisboa, Ed. Joel Serrão, col. III, pp. 3-8.
- (13) Thomas Willis, *Diatribae duae: de fermentatione, sive de motu intestino particularum in quovis corpore*, 1659, citado in ref. 11, pp. 105 e 108. Sobre esta obra de T. Willis ver, v.g., ref. 15, pp. 520ss.

- (14) J.J. Becher, *Physica Subterranea*, 1669. Sobre esta obra de Becher ver, v.g., ref. 15, pp. 459ss.
- (15) A.G. Debus, *The chemical Philosophy*, Nova Iorque, Science History Publications, 1977.
- (16) G.E. Stahl, *Zymotechnia fundamentalis, seu fermentationis theoria generalis, qua nobilissima hujus artis, et partis chymiae, utilissimae atque subtilissimae, causae et effectus in genere, ex ipsis experimentum novus sulphur verum studio eruuntur, simulque experimentum novum sulphur verum arte producendi, et alia utilia experimenta atque observata, inseruntur*, Halle, Christoph. Salfeld, 1697. Nota: Como se depreende do próprio título desta obra, *Zimotecnica* ou *Zimogenia* (do grego: ζύμη = fermento + γεννω = engendrar) mais não é que a técnica de excitar e dirigir a fermentação.
- (17) D. Caetano de Santo António, (a) *Pharmacopea Lusitana, Coimbra, Impressão de Joam Antunes, 1704*; (b) *idem*, Lisboa, Real Mosteiro de São Vicente de Fora, 1711; (c) *idem*, Lisboa, Officina de Francisco Xavier de Andrade, 1725.
- (18) Joam Vigier, (a) *Thesouro Apollíneo, Galénico, Chímico, Chirúrgico, Pharmacêutico ou Compêndio de Remédio*, Lisboa, Officina Real Deslandesiana, 1714; (b) *idem*, Coimbra, Officina de Luis Seco Ferreyra, 1745.
- (19) Joam Vigier, *Pharmacopea Ulyssiponense*, Lisboa, Officina de Pascoal da Sylva, 1716.
- (20) J. Curvo de Semmedo, (a) *Polyanthea Medicinal, Notícias Gelénicas e Químicas*, Lisboa, Officina de Miguel Deslandes, 1697; (b) *idem*, Lisboa, Officina Valentim da Costa Deslandes, 1706; (c), *idem*, Lisboa, Officina António Pedroza Galram, 1716.
- (21) Manuel Joaquim Henriques de Paiva, *Elementos de Chimica e Farmácia*, Lisboa, Impressão da Academia das Ciências, 1783.
- (22) Vicente Coelho de Seabra Silva Telles, *Carta ao Ministro de Estado D. Rodrigo de Sousa Coutinho*, Arquivo Histórico Ultramarino, Papéis Avulsos do Reino, 30 de Abril de 1800.
- (23) F.A. Brotero, *Compêndio de Botânica ou Noções Elementares desta Ciência, segundo os melhores escritores modernos, expostos na lingua portuguesa*, Paris, 1788.
- (24) Abílio Fernandes, *Rev. Fac. Ciências da Universidade Coimbra*, XIV (1945) pp. 51-90.
- (25) Cabe notar aqui, na sequência do relato deste incidente, que na Congregação da Faculdade de Filosofia da Universidade de Coimbra, de 25 de Abril de 1801, foi apresentada nova tese, no domínio da Botânica, cujo tema mais não era que o anteriormente apresentado, com algumas modificações. Intitulava-se: *Seminum germinatio non est fermentatio; sed nulla germinatio absque fermentatione*. Na referida Congregação se deliberou que tal tese fosse inteiramente riscada.

O novo léxico científico

Caro Leitor

O Tema deste número são os Princípios e as leis. O Princípio é o início de algo, pelo que terá de ter uma continuação. Um princípio mais tarde ou mais cedo terá também um final. Princípio, Meio e Fim são uma Trindade, o tripé do pensamento moderno.

Um princípio deve ter um objectivo isto é um fim. Um Princípio deve ter meios para se impôr. Quando acaba o Princípio? Quando Principia o Princípio? De quem foi a ideia do Princípio do Princípio?

... e se o leitor principiar a ler esta crónica sobre os princípios, desde o princípio, ...vai fatalmente chegar ao fim. O Princípio vai acabar no fim. Entre o princípio e o fim está o meio. A lei é um meio. A lei é para se cumprir. Se um cientista escreve uma lei e a lei é aprovada, desde logo toda a comunidade

de científica fica obrigada à dita, até que esta seja revogada. Vejamos alguns exemplos, de princípios e de leis.

Princípio da Incerteza (dito de Heisenberg — 1927) — Teve início por volta dos anos vinte quando os Físicos se aperceberam de que algo não estava a bater totalmente certo.

Princípio da Exclusão (dito de Pauli) — Podemos situá-lo em Novembro de 1925, se a função tiver um sinal, ou em Abril de 1926 se a função fôr de sinal contrário. (Outros autores remontam a Maio 1926, Outubro 1910 e até mais cedo... para ambos os casos).

Princípio da Combinação — (dito de Ritz — 1908) — Acordo feito pelos Políticos que se pode resumir assim. “Se votas em mim levavas em troca...” (não posso continuar a escrever... bico calado!).

Princípio da Atracção Universal — (muito antigo) — Teve o seu

início ainda o Homem era Macaco. Sem este princípio, não tinha havido ...princípio... percebem?

Princípio da Conservação da Energia (Sec. XX) — Teve a sua maior expressão nos anos setenta com a crise do Petróleo. Tudo indica que irá perdurar, sendo difícil de prever o fim deste princípio.

Princípio do Fim — Quando existe uma descontinuidade no Princípio. Neste exemplo deixamos os princípios e vamos direitos ao fim, através da lei... sempre tudo legal.

Lei da acção das massas — Lei que autoriza os cidadãos a manifestar as suas opiniões, individualmente ou em associações criadas para esse efeito.

Leitor — Aquele que lê as leis.

No próximo número voltamos às leis.

O quê, quando e como no ensino do átomo *

Victor M.S. Gil ^{a)}

O átomo é, muito justamente, objecto de estudo em todo o ensino secundário, quer no curso geral quer nos cursos complementares das áreas científicas, e também em cursos superiores. Embora inscrevendo-se, por natureza, no âmbito das Ciências Físico-Químicas, o ensino do átomo nas escolas secundárias portuguesas recebe actualmente também uma posição noutras disciplinas, nomeadamente a Biologia e a Electrónica, em larga medida por falta de coordenação curricular interdisciplinas. Mas mais importante que ausência de coordenação interdisciplinar é o facto do ensino desta matéria, em qualquer daquelas áreas disciplinares, pecar por várias imperfeições quanto ao quê, ao quando e ao como.

Uma melhoria do actual estado de coisas não dispensa a caracterização dos vários níveis para o ensino-aprendizagem do átomo, sua estrutura e propriedades.

É isso que se faz a seguir numa forma diagramática*. Indica-se, também, a inserção de alguns tópicos nos assuntos mais gerais a montante (em blocos envolvidos por linha tracejada). Em blocos laterais à malha principal inscrevem-se, onde se justifique, os dados experimentais subsidiários que podem ser usados (ou são indispensáveis)

como abertura a cada tópico ou como seu corolário (ligados ao bloco de cada tópico por linha ascendente ou descendente, respectivamente). Cada diagrama terá um título em linguagem ajustada ao aluno e poderá fazer-se-lhe corresponder um nível. Mas a cada ano escolar não terá de corresponder necessariamente um nível integral ou um único nível, como reconhecemos mais abaixo.

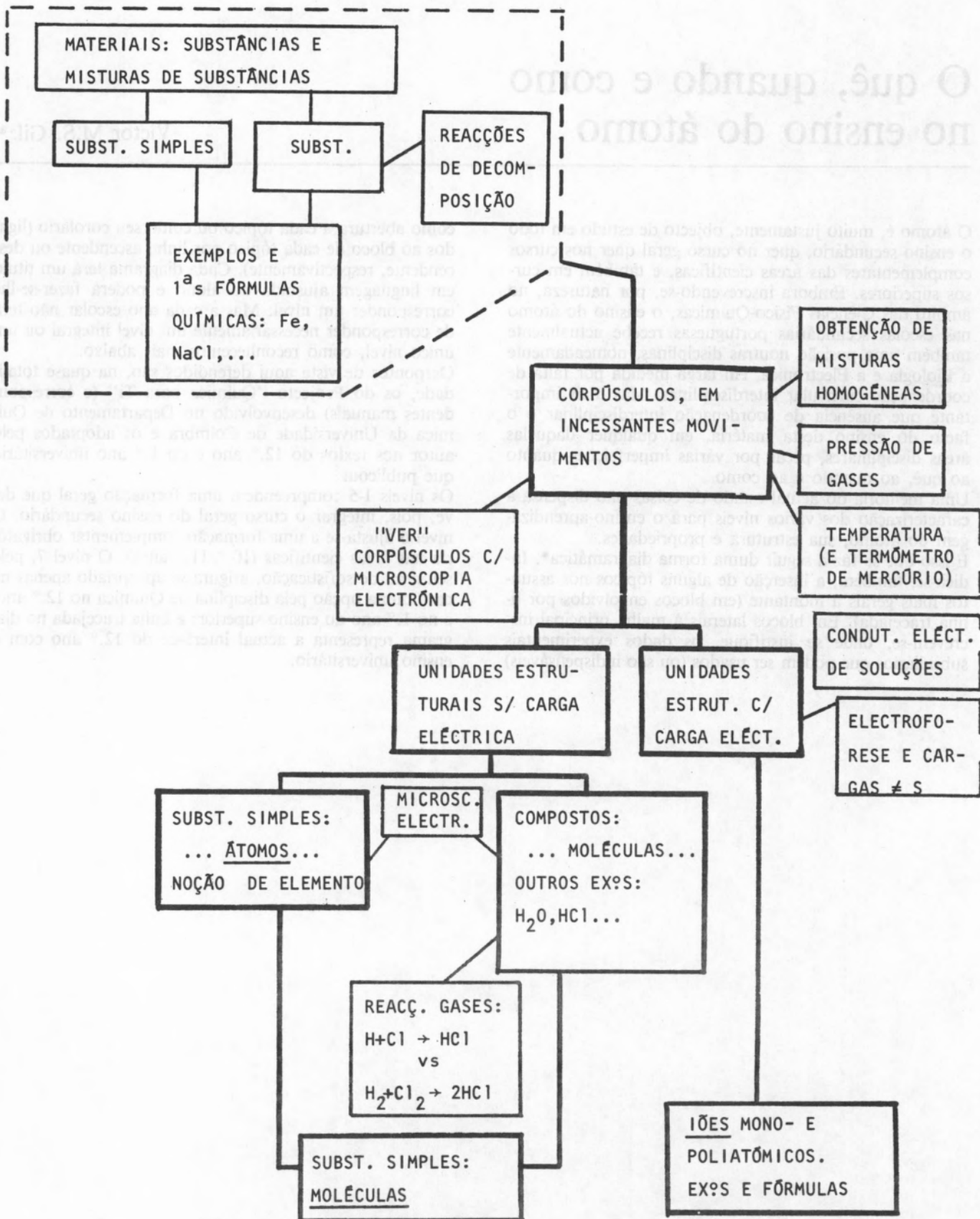
Os pontos de vista aqui defendidos são, na quase totalidade, os do Projecto "Química para Ti" (e correspondentes manuais) desenvolvido no Departamento de Química da Universidade de Coimbra e os adoptados pelo autor nos textos do 12.º ano e do 1.º ano universitário que publicou.

Os níveis 1-5 compreendem uma formação geral que deve, pois, integrar o curso geral do ensino secundário. O nível 6 ajusta-se a uma formação complementar obrigatória nas áreas científicas (10.º/11.º anos). O nível 7, pelo seu grau de sofisticação, afigura-se apropriado apenas no caso dum opção pela disciplina de Química no 12.º ano, e no 1.º ano do ensino superior: a linha tracejada no diagrama representa a actual interface do 12.º ano com o ensino universitário.

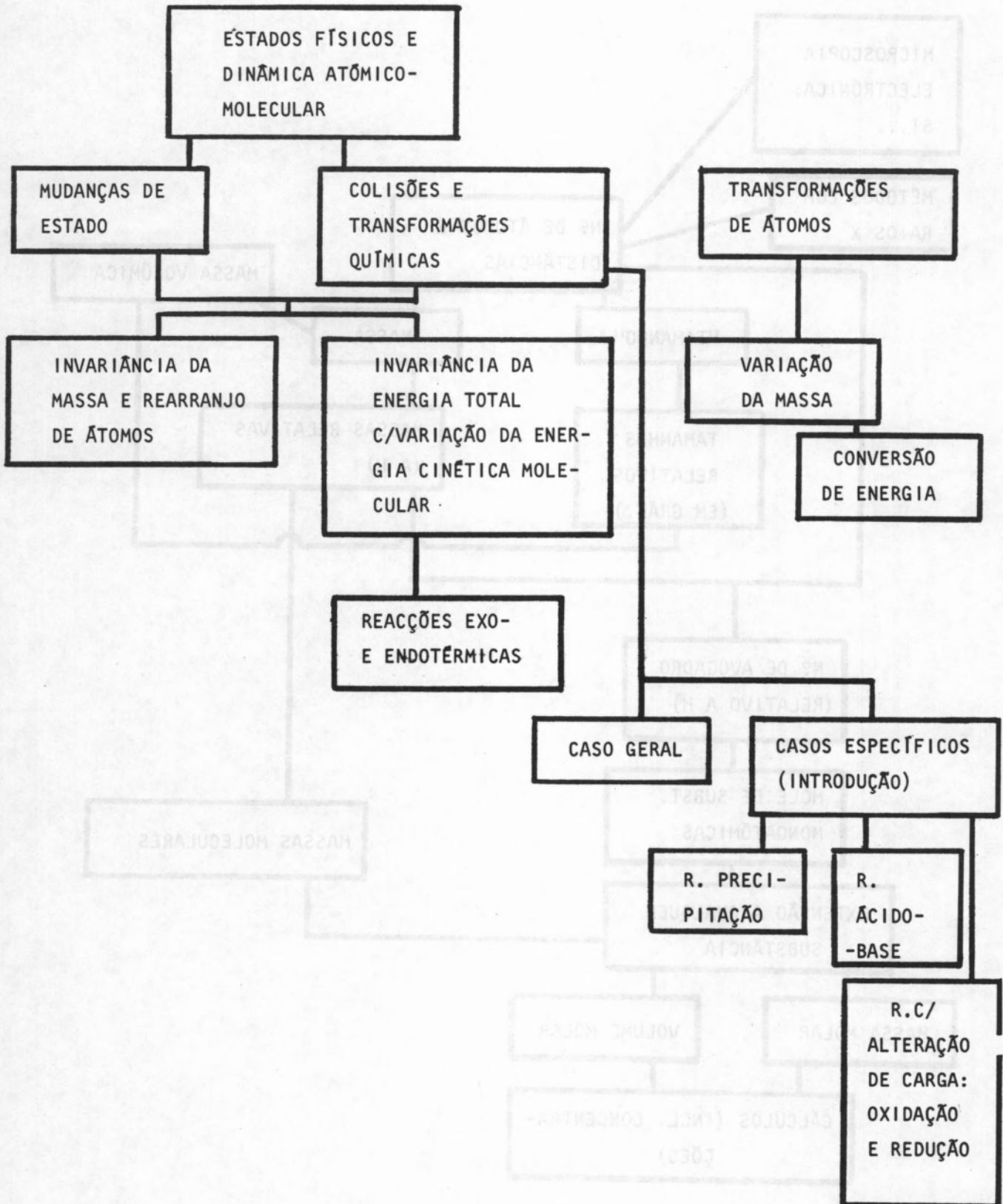
* O assunto deste trabalho foi o tema dum seminário para professores organizado pela Escola Superior de Educação de Santarém, em Setembro passado, e orientado pelo autor.

^{a)} Departamento de Química, Universidade de Coimbra.

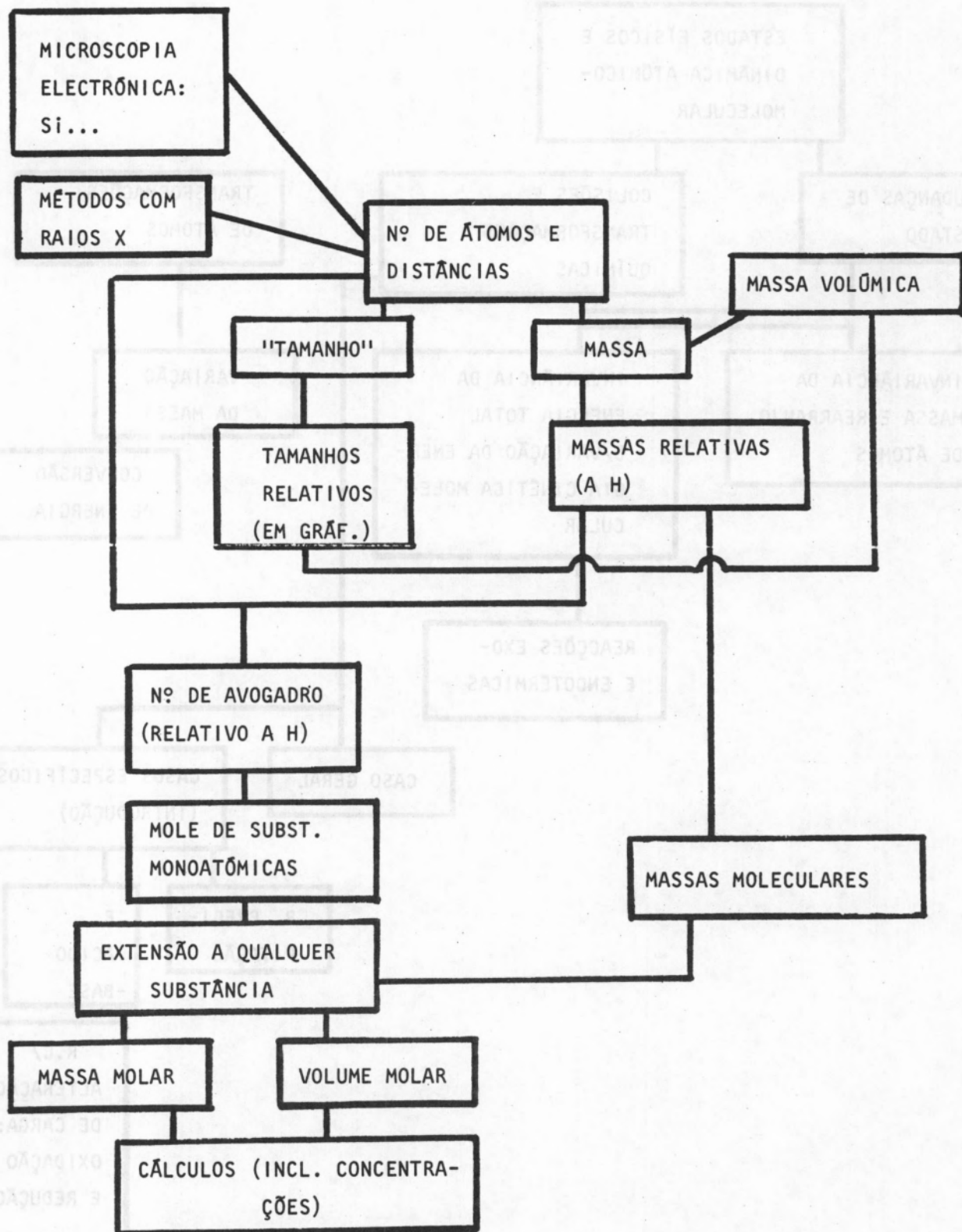
1. A MATÉRIA COMO É?



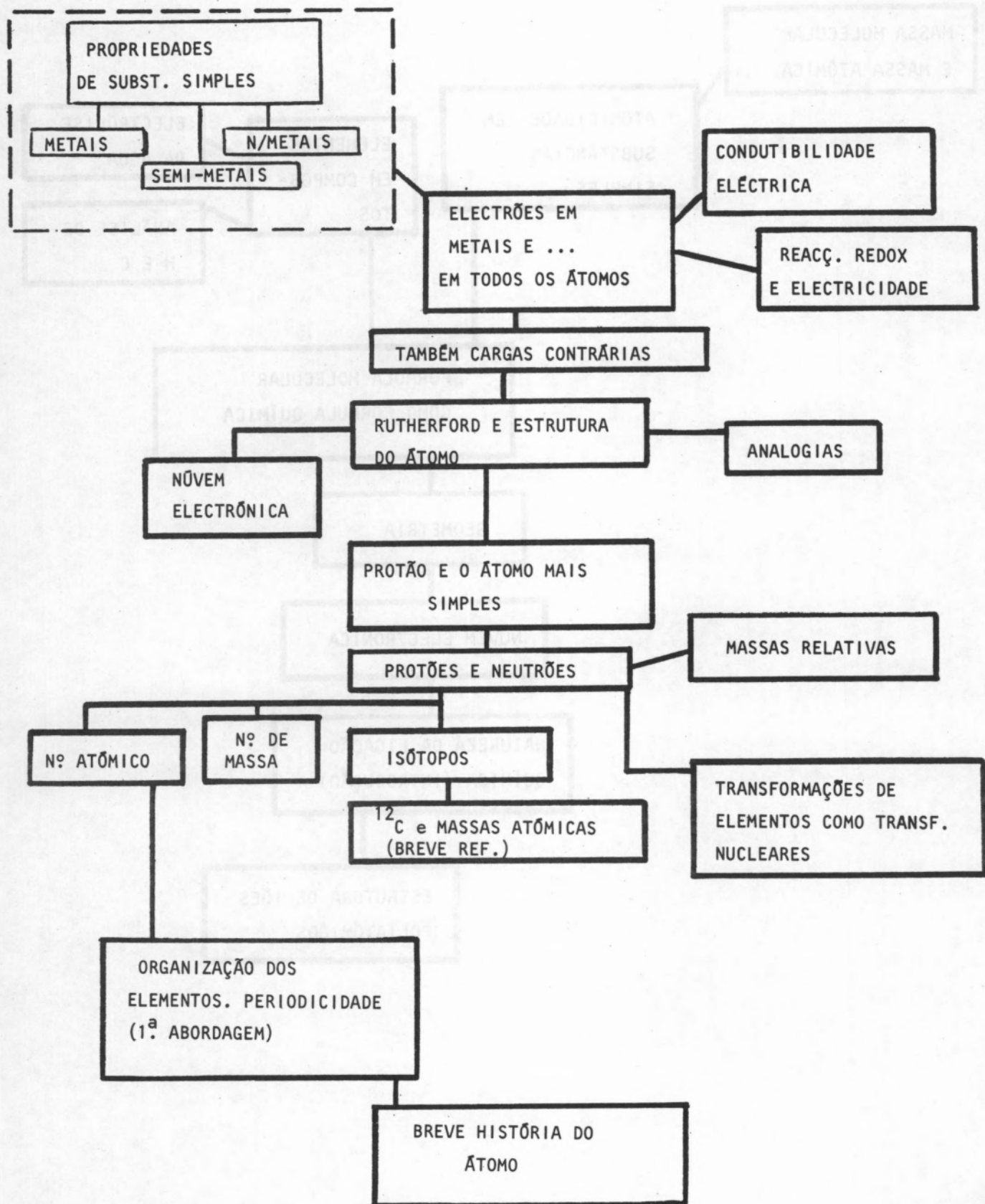
2. OS ÁTOMOS NAS TRANSFORMAÇÕES DA MATÉRIA



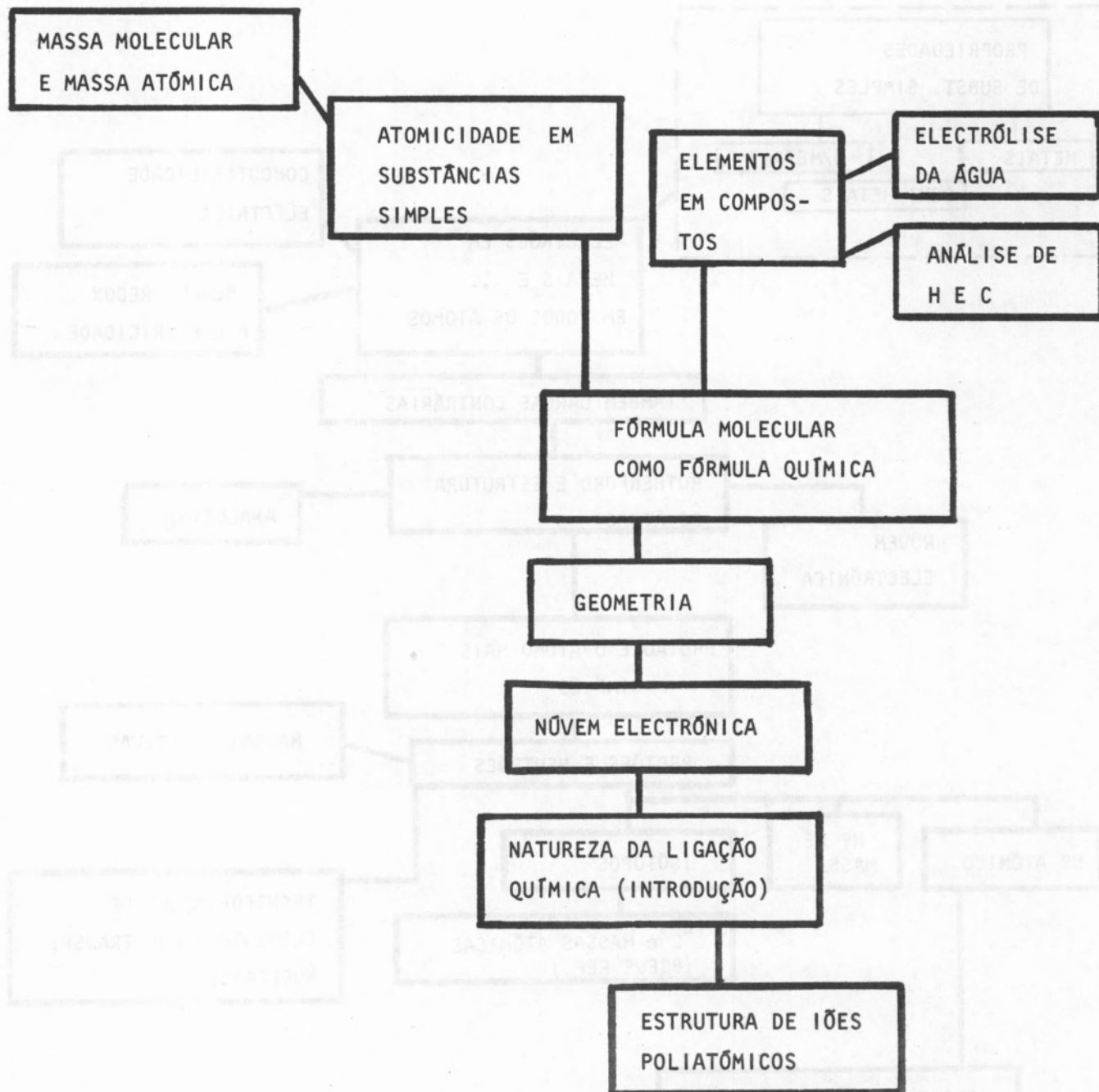
3. MASSA E TAMANHO DOS ÁTOMOS



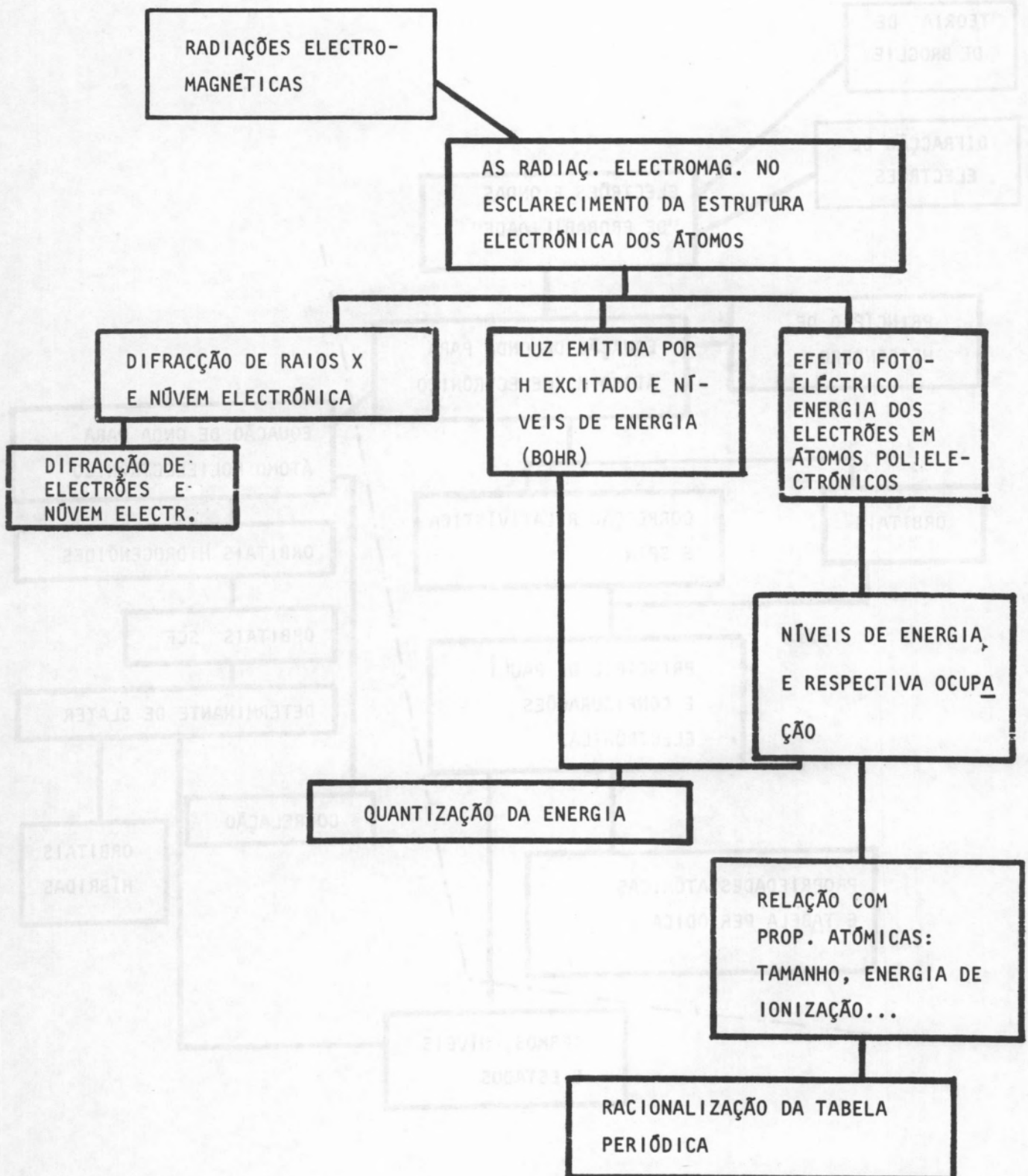
4. OS ÁTOMOS COMO SÃO?



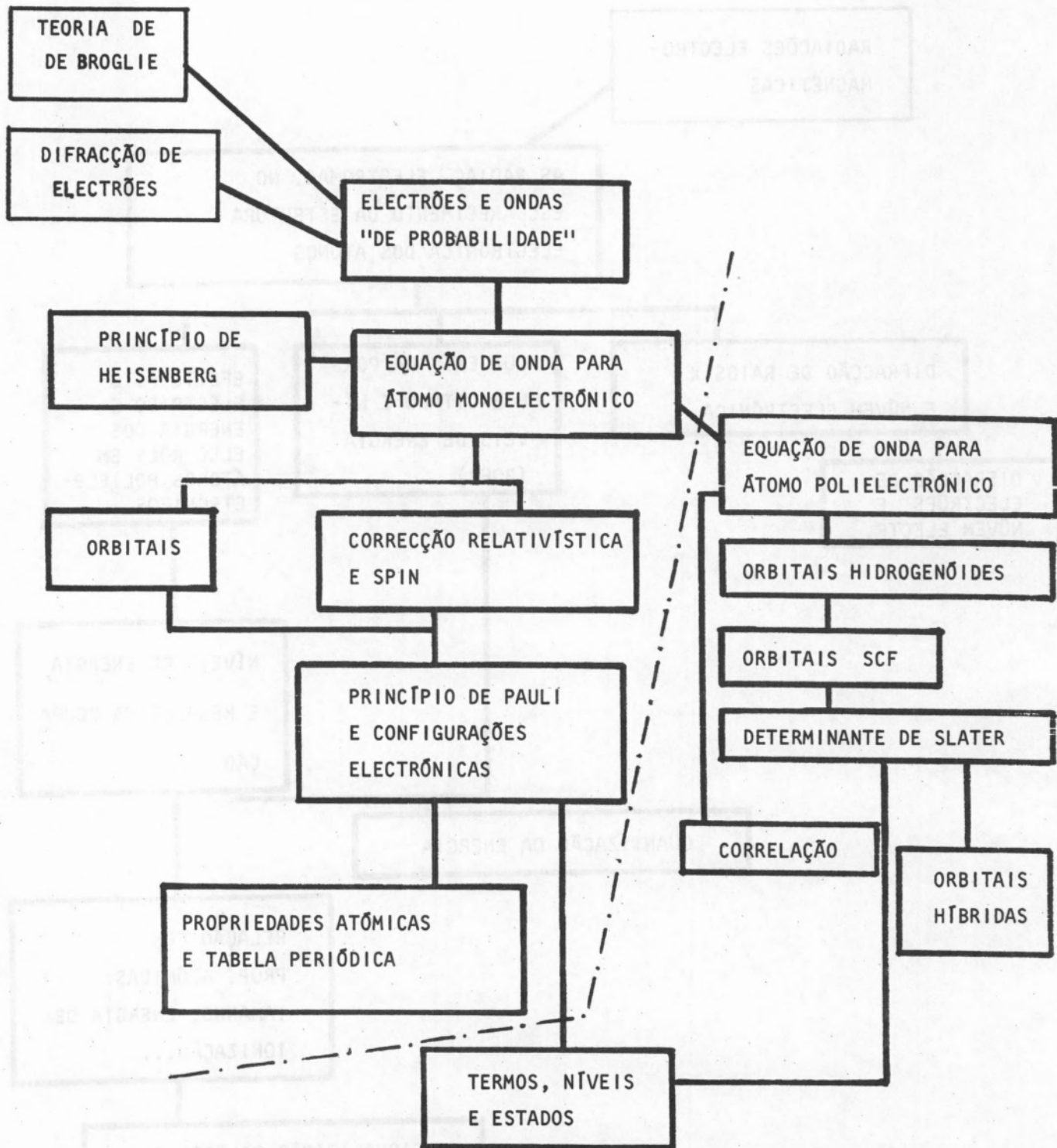
5. OS ÁTOMOS NAS MOLÉCULAS, OU, AS MOLÉCULAS COMO SÃO?



6. COMO SE RELACIONAM AS PROPRIEDADES ATÔMICAS COM A RESPECTIVA ESTRUTURA ELECTRÓNICA?



7. COMO SE EXPLICA A ESTRUTURA ELECTRÓNICA DOS ÁTOMOS?
(QUANTIZAÇÃO E DISTRIBUIÇÃO POR NÍVEIS DE ENERGIA)



Planeamento de um curso laboratorial de Química Orgânica para uma Universidade Aberta *

M.R. Gomez-Anton ^a

Resumo

Foi desenvolvido um programa específico para o curso laboratorial que complementa o primeiro ano de Química Orgânica, tomando em consideração as características particulares dos alunos da licenciatura em Ciências Químicas da Universidade Nacional de Educação a Distância (U.N.E.D.) espanhola. Cerca de 90% destes estudantes são trabalhadores que exercem a sua actividade laboral na indústria química ou como professores do ensino secundário. Tal circunstância limita o seu tempo de estudo disponível mas fornece-lhes um conjunto de conhecimentos prévios que se insere no âmbito da disciplina.

Realiza-se um curso laboratorial intensivo durante uma semana no decurso do qual é efectuada uma série de experiências interligadas, eventualmente conducentes à obtenção de compostos de utilização comum na vida quotidiana. Deste modo, os alunos assimilam os fundamentos físico-químicos das técnicas laboratoriais e os mecanismos das reacções que efectuam, trabalhando simultaneamente sobre um processo-modelo do tipo dos que encontrarão futuramente na sua vida profissional.

Os estudantes consideram o conteúdo deste curso de grande interesse didáctico, em virtude da perspectiva da Química Orgânica que ele lhes proporciona.

Introdução

O trabalho laboratorial que complementa o primeiro ano de Química Orgânica ministrado a estudantes de Química na Universidade Espanhola de Educação a Distância (U.N.E.D.) foi modificado, no que toca à extensão e natureza das experiências a realizar, em relação aos cursos-tipo seguidos nas Universidades convencionais.

Embora os currículos da U.N.E.D. e de qualquer universidade convencional sejam muito semelhantes, os estudantes revelam, porém, diferenças consideráveis na sua preparação de base. Esta circunstância motivou as modificações introduzidas no curso laboratorial.

Verifica-se que uma percentagem elevada de estudantes da U.N.E.D. (cerca de 90%) é constituída por trabalhadores a tempo inteiro; destes, aproximadamente 65% exercem a sua actividade em campos directamente relacionados com a área de estudos seleccionada. Esta circunstância condiciona o tempo de estudo de que os alunos dispõem, afectando simultaneamente a sua capacidade de efectuar trabalho laboratorial.

O facto de os estudantes da U.N.E.D. não terem muito tempo livre, fora do seu horário normal de trabalho, para dedicar a aulas laboratoriais motivou uma redução nos períodos dedicados às demonstrações.

Por outro lado, dado que esses estudantes estão, em maioria, familiarizados com as técnicas laboratoriais básicas, seja porque utilizam técnicas semelhantes na indústria química ou porque leccionam em escolas secundárias, foram introduzidas modificações no tipo de demonstrações a realizar.

Tendo em conta estes aspectos, programou-se um curso laboratorial intensivo de 6 dias que pode ser seguido durante os meses de Verão, isto é, no período de férias dos estudantes. O curso consiste na síntese em vários passos de dois corantes azo, o Laranja II e o Alaranjado de Metilo. O critério de selecção dos vários passos foi o de proporcionar aos alunos a oportunidade de efectuar várias reacções-tipo da Química Orgânica e, simultaneamente, utilizar um número considerável de técnicas experimentais.

O curso revelou-se adequado aos estudantes da U.N.E.D. porque permite alcançar, um período curto, os dois objectivos do ensino experimental:

- 1 — A sua iniciação na metodologia científica;
- 2 — A realização de um trabalho experimental atraente (dada a evidência da utilidade e aplicação directa do produto final).

Procedimento tipo

A síntese programada requer a utilização de material ou produtos químicos que são os vulgarmente disponíveis em qualquer laboratório onde se ministrem cursos de Química Orgânica.

No esquema e tabelas seguintes estão sistematizados a ordem dos passos, as reacções envolvidas e as técnicas laboratoriais a seguir. Indica-se igualmente um horário para o trabalho a realizar.

Metodologia

Cada estudante recebe, com bastante antecedência em relação ao início do curso laboratorial, um guia do trabalho a efectuar com descrição clara das operações a seguir em cada passo. É adicionalmente incluída no guia uma explicação pormenorizada dos fundamentos físico-químicos dos processos básicos que o aluno terá de utilizar, tais como cristalização, extracção, destilação, etc. É igualmente fornecida uma explicação completa dos vários processos de destilação, discutindo-se qual o mais adequado a cada situação.

^a Facultad de Ciencias. Universidad Nacional de Educación a Distancia. Ciudad Universitaria. 28040 Madrid. Espanha.

* Traduzido por Maria Matilde Marques.

Enquanto o curso decorre o aluno tem de, diariamente e antes do início do trabalho laboratorial, mostrar ao assistente o seu caderno de apontamentos contendo a esquematização do trabalho a realizar durante o dia, bem como toda a informação sobre o processo que foi capaz de reunir. Como exemplos do tipo de informação que o estudante deve recolher antes de iniciar cada experiência temos os fundamentos teóricos das reacções químicas envolvidas, a lista de reagentes com indicação clara da quantidade necessária e do seu papel no processo sintético e o esquema da montagem do mate-

rial. Devem igualmente ser anotadas neste caderno as características do processo que o aluno julgue relevantes, nomeadamente alterações no aspecto da mistura reaccional, violência da reacção e, sobretudo, o cálculo do rendimento obtido.

São atingidos deste modo três objectivos fundamentais.

- 1 — O aluno não desperdiça o tempo de laboratório de que dispõe visto que sabe, a cada momento, o que faz e porquê, devendo ser capaz de resolver por si qualquer dificuldade eventualmente surgida.

Esquema 1

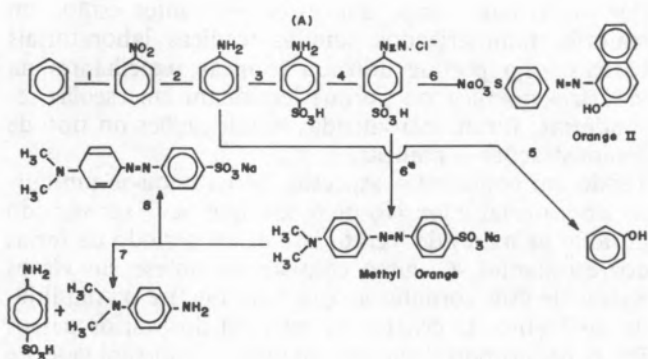


Tabela 1 — Tipos de reacções utilizadas

Passo	S _{EA}	Redução	Diazotização	Acoplamento	S _{NI}
1	X				
2		X			
3	X				
4			X		
5			X		X
6				X	
7		X			

Tabela 2 — Técnicas utilizadas

Passo	Destilação simples	Destilação por arrastamento de vapor	Secagem	Cristalização	Extracção	Espectroscopia de i.v.
1	X		X			X
2	X		X			X
3				X		X
4	O composto não é isolado					
5	X		X		X	X
6				X		
6*				X		
7	Experiências com os corantes					
8						

1,2 Cromatografia gasosa (A) Análise elementar

Tabela 3 — Distribuição do trabalho por toda a semana

HORAS	2.ª FEIRA	3.ª FEIRA	4.ª FEIRA	5.ª FEIRA	6.ª FEIRA	SÁBADO
9	Entrega de instruções e material de laboratório	Síntese da anilina	Síntese do ácido sulfanílico (A)	Diazotização de (A) e síntese do alaranjado de metilo e do Laranja II	Diazotização da anilina e síntese do fenol	Seminário sobre o trabalho laboratorial
10						
11	Síntese do nitrobenzeno	Isolamento da anilina com destilação por arrastamento de vapor	Cristalização			
12						
13						
14	Almoço					
15	Isolamento e purificação do nitrobenzeno	Extracção secagem Distalação da anilina	Análise elementar. Espectro de infravermelho em pastilha e em solução	Experiências com os corantes	Espectros de infravermelho e identificação de bandas	
16						
17				Coragem de têxteis		
18	Cromatografia gasosa					
19	Espectros de Infravermelho					

- É amplamente desenvolvida a capacidade de observação e experimentação do aluno.
- O aluno é familiarizado com a execução de um trabalho laboratorial ordenado e disciplinado.

Avaliação do trabalho

O trabalho realizado pelos alunos é objecto de uma avaliação contínua. Enquanto se encontram no laboratório, o assistente faz-lhes perguntas individuais directamente relacionadas com o que estão a fazer no momento. Por seu lado, os alunos consultam o assistente sobre todas as possíveis dificuldades encontradas durante a preparação e realização da experiência laboratorial.

Este contacto aluno-assistente possibilita uma avaliação preliminar do grau de interesse e conhecimentos do aluno, permitindo deste modo verificar se os objectivos da demonstração foram atingidos.

Uma vez terminado o curso prático, cada aluno tem de entregar um relatório escrito de todo o trabalho realizado contendo, relativamente a cada síntese, os seguintes pontos:

- Tipo de experiência
- Breve revisão teórica
- Equação estequiométrica
- Lista dos produtos químicos necessários e sua quantidade (em moles ou ml) e indicação do seu papel na reacção (substrato, solvente, catalisador...)
- Procedimento operacional
- Observações experimentais
- Cálculo do rendimento
- Comentários relevantes

A avaliação deste relatório e a impressão resultante do contacto directo com os alunos, no laboratório, contribuem depois para a classificação final.

Reacção dos alunos ao curso

Do que se disse na secção anterior resulta claro que a interacção contínua aluno-assistente é de importância

fundamental para avaliar a reacção dos alunos ao curso. Neste sentido, tem de dizer-se que a resposta destes a várias questões-tipo propostas pelo assistente é evidência inequívoca de que os objectivos do curso são totalmente atingidos.

No entanto, e com o objectivo de conseguir uma perspectiva mais completa da reacção ao curso, julgou-se conveniente solicitar aos alunos o preenchimento de um questionário contendo um conjunto de perguntas que iam desde o interesse do trabalho e a conveniência da data a um balanço global do curso. Os resultados do questionário permitem classificar o curso como muito positivo: a totalidade dos alunos afirmou ter gostado do trabalho, por permitir uma visão alargada da Química Orgânica, evidenciando simultaneamente uma sua aplicação directa.

Todos os alunos se mostraram igualmente de acordo quanto à conveniência da data, isto é, após o termo do curso teórico. De acordo com as suas respostas, a elaboração em casa do esquema do trabalho (antes de ele ser efectuado no laboratório) facilitou a realização experimental, por compreenderem, em cada momento, o que faziam. Em termos gerais, a impressão recolhida é a de que a sistematização do curso é muito formativa. No que toca ao desenvolvimento do curso, 37% dos alunos consideram-no um pouco duro, visto que não lhes é dado tempo livre durante 6 dias.

Dos resultados desta experiência pode concluir-se que o curso laboratorial de Química Orgânica atrás pormenorizado parece atingir os objectivos pretendidos.

Referências

- Passos 1, 2, 3, 4, 5, 7, R.Q. Brewster, C.A. Vanderwert, W.E. McEven, "Unitized Experiments in Organic Chemistry", Van Nostrand Co., Inc., Princeton (1976)
- Passos 6, 6* L.F. Fieser, K.L. Williamson, "Organic Experiments", D.C. Heath Co., Massachusetts, 4th ed. (1979)

Humor químico

Victor M.S. Gil ^a

Quem conheça o autor destas notas sabe bem que ele não é uma pessoa particularmente espirituosa. As frases humorísticas que se seguem e que têm sido usadas com êxito na sala de aula e circunstâncias afins, são, assim, a prova de que qualquer professor poderá criar (com um pouco de imaginação) e praticar humor químico nas suas aulas, recolhendo daí uma especial satisfação, e mais ainda, se ele fizer participar a criatividade, a imaginação e os conhecimentos químicos dos seus alunos na elaboração dos trechos humorísticos.

Um apreciável manancial resulta simplesmente do duplo sentido que certas palavras têm, designadamente na linguagem corrente e na linguagem química. Eis alguns exemplos:

1. Uma solução que não é concentrada... é distraída.
2. O produto duma reacção obtém-se ...multiplicando os factores de que ela depende.
3. O bom humor ou o azedume das pessoas depende... do pH do sangue.
4. Lei de Lavoisier ou da conservação da massa: "guarda o esparguete no frigorífico".
5. As soluções da equação de Schrödinger podem ser ... ácidas, básicas ou neutras.
6. Uma ligação covalente ... não é covarde.
7. Numa ligação amorosa há uma forte atracção física.
8. Energia radiante é... energia que se liberta em gargalhadas descontínuas.
9. A Mecânica Quântica é uma ciência tecnológica que necessita de muitas oficinas, "quantumaismelhor".
10. Molaridade: idade em que aparecem os dentes molares.
11. Os ácidos são menos que as bases pois além de bases de Brønsted-Lowry e bases de Lewis, há bases aéreas, bases de cones, bases de potências, bases dos partidos...
12. Lei da conservação de energia: não faças hoje o que podes deixar para amanhã (1.º Decreto-Lei da Termodinâmica).
13. Os metais são bons condutores... porque não bebem quando conduzem.
14. Constituição dum átomo: lei fundamental do mundo microfísico.
15. A precipitação não é... solução.
16. Uma conformação estrelada pode ser... mexida. *
17. O octano é menos volátil que o hexano... porque tem mais átomos de carbono na cadeia.
18. Grupo funcional: conjunto de pessoas que trabalha bem em grupo.
19. A dissolução dum parlamento é facilitada... em dias de chuva e de temperatura alta.
20. Os sais... nunca entram nos laboratórios.
21. As moléculas que sofrem reacção... têm dores agudas.
22. Picómetro: aparelho usado pelos alpinistas para medir a altura dos picos.
23. Energia, entropia, governar: funções de estado.
24. Os Electrões de Valência... falam espanhol.

E agora alguns casos de tipo diferente embora jogando ainda com o sentido das palavras ou símbolos:

1. ATP: A Tabela Periódica.
2. Não R na aplicação da lei de S.
3. Nas soluções ácidas domina o ião H: três "ó" mais!
4. A fenoltaleína cora em meio básico... porque é tímida.
5. O tornesol fica vermelho... de raiva quando lhe baixam o pH.
6. Termodinâmica: arte de trabalhar (W) para aquecer (Q).
7. A estrutura atómica *abohrece-me! Schrodingo-me* para os átomos na certeza de que alguém me *heisenberga!*
8. Boyle recebeu o prémio Nobel por ter inventado a água a ferver. *
9. Diálogo entre químicos americanos:
— What is (H₂O)₄?
— Drinking! *
10. Diálogo entre químicos alentejanos:
— Ó homem aproveta!
— Qual proveta?
11. Diálogo entre físicos levianos:
— Como explicas a reacção Hg → H₂?
— O g cai por acção da gravidade e o H liberta-se! *

O leitor estará por esta altura já convencido de como é fácil fazer humor químico. Envie as suas piadas para o editor do Boletim que certamente lhes dará a merecida divulgação.

* Exemplos adaptados de outros autores.

^a Departamento de Química
Universidade de Coimbra

Congressos e Conferências

DEZEMBRO 1987

7-11
Lisboa (P) 4th International Symposium on the Natural Radiation Environment

15-16
Reading (GB) Farady Symposium Molecular Vibrations

JANEIRO 1988

28-29 IV Seminário de Química Marina

4-8
Bancoque (Tailândia) 1st Eurasia Conference on Chemistry of Solution

FEVEREIRO 1988

1-3
Baden-Baden (RFA) International Symposium on Preparative and up Scale Liquid Chromatography

MARÇO 1988

15-17
Poitiers (F) Coloque International du CNRS Catalyse Heterogene en Chimie fine

MAIO 1988

16-20
Ghent (B) 2nd Belgian Organic Synthesis Symposium

24-27
Paris (F) 2nd World Surfactants Congress

29-3/6
Quioto (J) IUPAC 88 Kyoto
16th International Symposium on the Chemistry of Natural Products

JUNHO 1988

5-11
Frankfurt (RFA)ACHEMA 88
International Meeting on Chemical Engineering Biotechnology

5-11
Toronto (C) 195th ACS National Meeting and 3rd Chemical Congress of North America

6-9
Turku-Abo (Finl.) Electrofinn Analysis

13-16
Umea (Suécia) 11th European Conference on Thermophysical Properties

19-24
Washington (U.S.A.) 12e Symposium International de Chromatographie em Phase Liquide sur Colonnes

26-1/7
Calgary (Can.) 9th Congress on Catalysis

JULHO 1988

4-7
Nancy (F) 7th IUPAC Conference on Organic Synthesis

11-14
Praga (Checosl.) 11th Discussion Conference on Macromolecules: Chemical and Physical Phenomena in the Ageing of Polymers

11-14
Surrey (GB) 3rd FECS Conference on Chemistry and the Environment

11-15
Brighton (GB) 2nd International Conference on Nuclear and Radiochemistry

17-22
Paris (P) 8th International Biotechnology Symposium

17-23
Bolonha (I) 12th International Symposium on Photochemistry

18-21
Praga (Checosl.) 31st Microsymposium on Macromolecules: Poly (Vinyl Chloride)

AGOSTO 1988

1-6
Quioto (J) 32nd International Symposium on Macromolecules

15-18
Lund (Suécia) 9th International Conference on Solution Chemistry

15-19
Freiburg (RFA) 12th International Liquid Crystal Conference 1988

15-19
Budapeste (H) 10th International Symposium on Medicinal Chemistry

16-19
Tóquio (J) 7th International Symposium on Mycotoxins and Phycotoxins

21-27
Regensburg (RFA) 9th IUPAC Conference on Physical Organic Chemistry

23-26
Guildford (GB) 3rd International Symposium on Solubility Phenomena

29-2/10
Porto (P) 26th International Conference on Coordinatio Chemistry

29-2/10
Praga (Checosl.) 10th Conference on Chemical Thermodynamics

SETEMBRO 1988

4-9
Turin (I) 13th International Conference on Organometallic Chemistry

5-9
Hamburg (RFA) 13th International Symposium on Macrocyclic Chemistry

12-15
Freiburg (RFA) 4th European Symposium on Inorganic Chemistry

18-23
Viena (A) 17th International Symposium on Chromatography

30-30
Itália (I) Surface Properties of Non Metallic Solids

OUTUBRO 1988

2-7
Otava (C) 7th International Symposium on Surfation in Solution

10-12
Cannes (F) International Scientific Meeting on Surpercritical Fluids

NOVEMBRO 1988

16-21
Bagdad (Iraque)

1st Eurasian Chemical Conference

DEZEMBRO 1988

3-9
Beijing (China)

Chemtech China 88

?

Euchem Conference gas Phase Reations

JUNHO 1989

5-9
Karlsruhe2nd International Conference on Analytical
Chemistry in Nuclear Technology

JULHO 1989

23-28
Bruxeles (B)6e Conférence Internationale Sur la Chimie
Organométallique et de Coordination on
Germanium, de L'Étain et du Plomb

AGOSTO 1989

1-5
Cambridge (GB)SAC 89: International Conference on Anacytical
Chemistry2-7
Estocolmo (S)32nd International Congress of Pure and
Applied Chemistry20-25
Tonaka (J)6th International Symposium on Novel
Aromatic Compounds28-1/9
Wiesbaden11th International Symposium on
Microchemical

OUTUBRO 1989

9-14
Dusseldorf (RFA)Interkama 89: 11th International Congress With
Exhibition for Instrumentation and Automation

JULHO 1990

1-1
Tuebingen (RFA)

International Conference on Synthetic Metal 90

23-27
Helsinki (Finl.)8th International Conference on Organic
Synthesis

AGOSTO 1990

?
Viena (A)Euroanalysis VII
7th European Conference on Analytical
Chemistry5-11
Hamburgo (RFA)

7th IUPAC Congress of Pesticide Chemistry

Correspondência

Porto, 9 de Novembro de 1987.

Dirijo-me a V. Ex.^a na qualidade de responsável pela secção "Informações, actualidade" do Boletim da Sociedade Portuguesa de Química. As "Informações" do n.º 29 (Série II), Setembro 1987 deixaram-me perplexo, após a leitura de "A importância das fibras sintéticas..." pelos motivos seguintes:

1 — Desde há muito que as fibras sintéticas representam muitíssimo mais do que "reforço de tecidos à base de fibras naturais". São conhecidas de todos nós inúmeras aplicações textéis em que elas valem exclusivamente por si. Seria ocioso citá-las.

2 — Será legítimo chamar sintética à viscose sabendo-se que para a produção desta se parte de celulose de madeira (ou, em casos excepcionais, de algodão) para se obter uma fibra que é constituída igualmente por celulose? Onde está a síntese? Na produção do composto intermédio designado por xantogenato duplo? Mas esse composto é destruído ao regenerar-se a celulose.

3 — O que se entende por rayonne? Trata-se, quanto sei, de uma designação antiga e abandonada da viscose. Portanto, citar "...fibras celulósicas (rayonne, viscose, acetato)..." parece uma grande confusão... Ou tinha-se em vista

designar com esse nome o cupramónio, hoje fabricado em tão pequena escala? Não é usual fazê-lo. 4 — Não teria sido bastante esclarecedor referir a existência, quer nos têxteis sintéticos quer nos chamados artificiais, de fibras (curtas, destinadas a fição mecânica, à produção de "não tecidos", etc.) e de fios de filamentos contínuos, obtidos por extrusão?

Se tenho razão, penso que o B. da S.P.Q. merece bem que estas ideias sejam corrigidas e aclaradas. Conto, para tal, com a própria secção "I., a."

Não julgo de interesse nem necessário referir esta carta, de qualquer modo, nessa correcção e aclaramento.

Com os melhores cumprimentos
Raul Barroca, Porto

N.R. — Dada a natureza da secção "Informações, actualidade" do Boletim, não é de forma alguma possível sermos especializados em todos os domínios que noticiamos. Desta forma, todas as notícias que não cabem no domínio da nossa especialidade, e que são muitas, têm como base notícias ou artigos, publicados em revistas científicas acreditadas internacionalmente. No caso referido pelo nosso leitor, a notícia "A importância das fibras sintéticas na in-

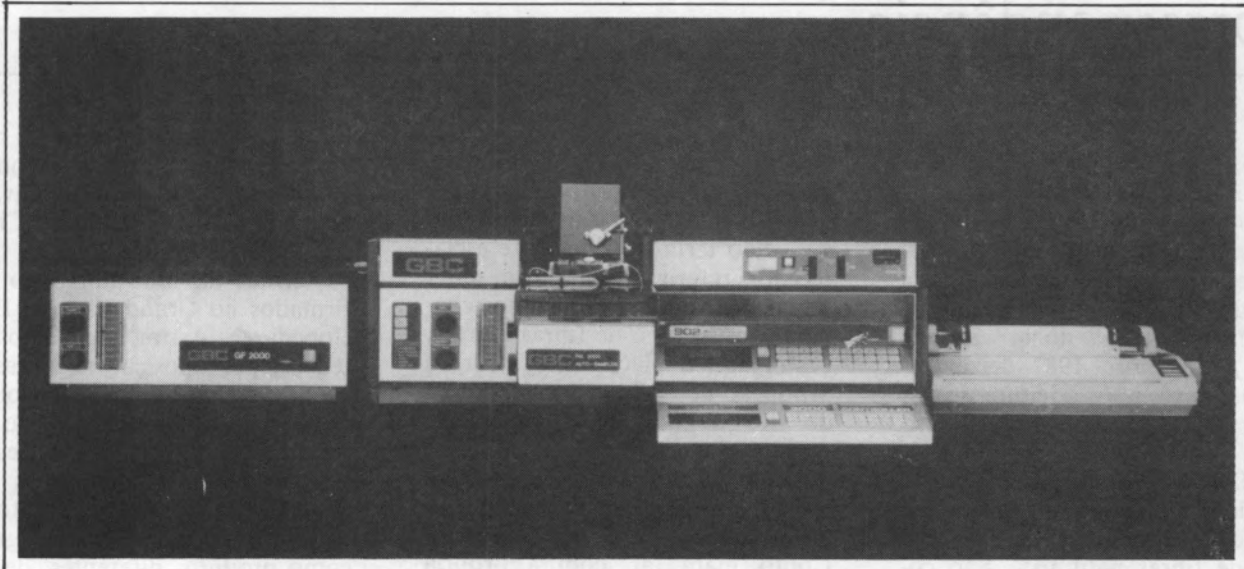
dústria têxtil", limitámo-nos à adaptação duma notícia equivalente da revista "L'Actualité Chimique", 4. (1987), XVI tendo todos os termos ali utilizados sido confirmados no Grand Larousse Encyclopédique. Assim, chamamos sintéticas, por oposição às fibras naturais, ao conjunto que engloba as fibras artificiais ou celulósicas e as fibras sintéticas ou poliméricas de síntese. Quanto aos nomes "rayonne", "viscose" e "acetato", a já referida enciclopédia designa-os como produtos diferentes, de processos de fabrico também diferentes, de fibras celulósicas. Por fim, parece-nos que a secção "Informações, actualidade" não seria o local adequado para dar mais do que a simples notícia informativa. O n.º 24 (Junho de 1986) deste Boletim foi integralmente dedicado aos polímeros e aí sim foram abordados, de uma forma mais aprofundada, vários temas entre os quais o dos polímeros na indústria têxtil.

Disto isto, a carta do Eng.º Raul Barroca é para nós um incentivo: verificamos que o Boletim é lido atentamente e que há quem deseje a melhoria da sua qualidade. E para que isto aconteça, e dado que a equipa que produz o Boletim é reduzida e não profissionalizada, torna-se essencial a colaboração efectiva dos leitores.



GBC

ABSORÇÃO ATÓMICA



AGORA EM PORTUGAL

ABSORÇÃO ATÓMICA CHAMA-SE:

GBC

EXCELENTES EQUIPAMENTOS

AOS MELHORES PREÇOS DO MERCADO

(2 sistemas vendidos nos primeiros 3 meses de promoção)

PEÇA-NOS UMA OFERTA.

DISTRIBUIDORES EM PORTUGAL:



DIAS DE SOUSA LDA

QUINTA DA PIEDADE, LOTE 12 - 1.º D.
2625 PÓVOA DE STA. IRIA
TEL. (01) 259 23 16 - 259 24 09
TLX. 43926 DISO P

PRAÇA PEDRO NUNES, 94
4000 PORTO
TEL. (02) 93 14 99 - 93 38 09
TLX. 26250 NSC P

boletim

SOCIEDADE
PORTUGUESA
DE
QUIMICA



O Boletim da Sociedade Portuguesa de Química é o melhor suporte para tomar contacto com os químicos e engenheiros químicos portugueses e com as instituições e firmas que os empregam

Para as suas inserções publicitárias escreva para a Sociedade Portuguesa de Química, Av. da República, 37, 4.º 1000 LISBOA, ou telefone para 57 26 16 ext 266 (Eng.ª Matilde Marques)

NORMAS PARA A PUBLICAÇÃO DE ORIGINAIS NO BOLETIM

1. Os originais devem ser enviados em 3 exemplares (dactilografados) em envelope dirigido ao director do Boletim da Sociedade Portuguesa de Química, Av. da República, 37, 4.º, 1000 LISBOA.
2. Os originais não devem exceder, na generalidade, 15 páginas dactilografadas a 2 espaços.
3. As gravuras, desenhos, esquemas e outras figuras que acompanhem os originais devem estar numeradas e acompanhadas das legendas correspondentes. A qualidade das ilustrações deve permitir uma boa reprodução. As fórmulas complexas devem ser preparadas como ilustrações.
4. Os artigos publicados são da exclusiva responsabilidade dos seus autores.
5. As regras de nomenclatura a utilizar devem ser exclusivamente as regras recomendadas pela IUPAC.
6. Compete à Direcção do Boletim a aceitação da publicação de qualquer original que lhe seja submetido. Em caso de dúvida sobre o interesse desta, o original será submetido a apreciação por, pelo menos, dois especialistas sócios da SPQ designados pela Direcção do Boletim.

PREÇO DA PUBLICIDADE POR NÚMERO DO «BOLETIM»

Página interior (só preto)

1/8 de página.....	5 000\$00
1/4 de página.....	7 000\$00
1/2 página.....	10 000\$00
1 página.....	15 000\$00

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

Capa 4 (a duas cores) 35 000\$00

