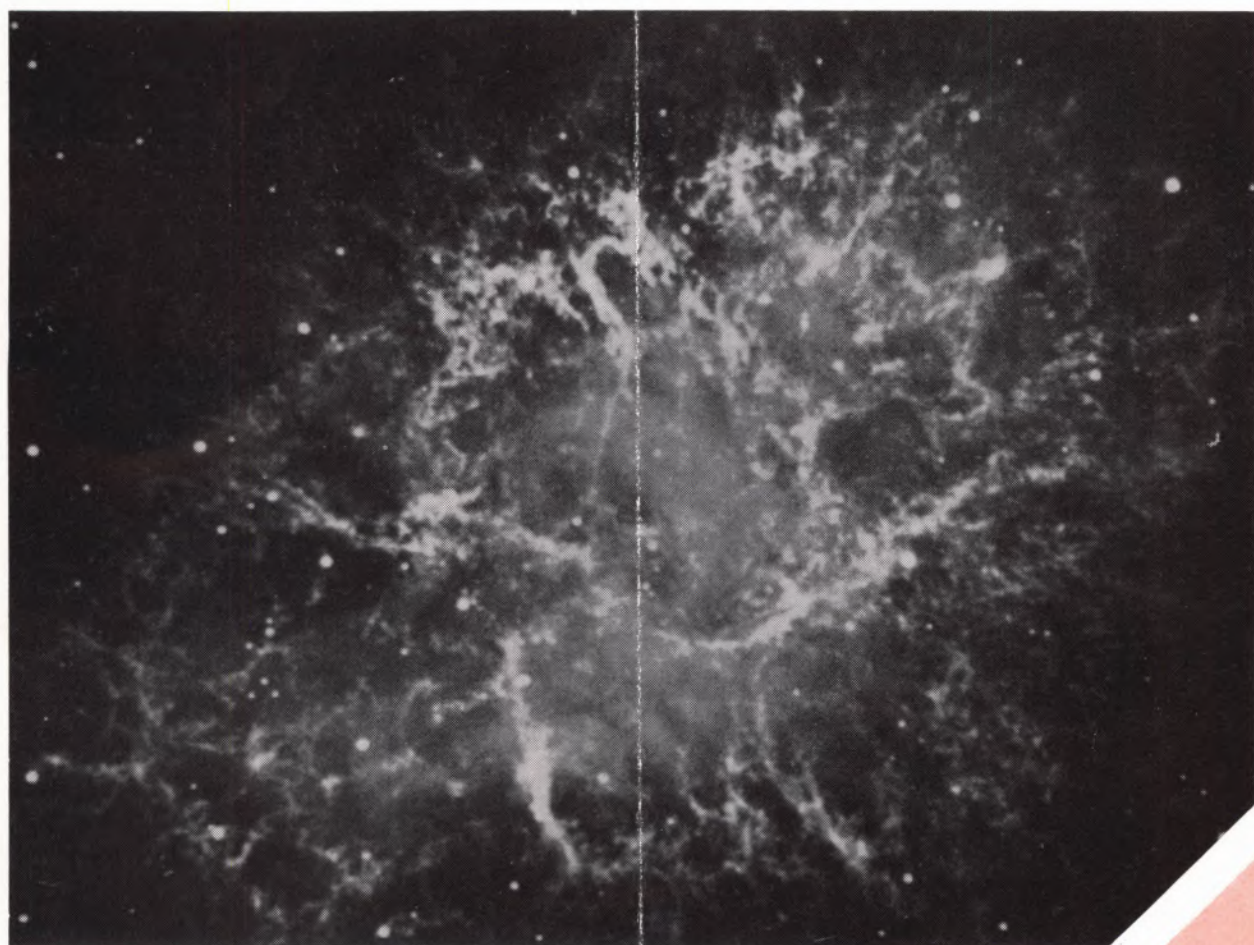


# boletim

SOCIEDADE  
PORTUGUESA  
DE  
QUÍMICA



Ano 4-Série II n.º 13/14 • Jan/Abril 83 • Director: V.A.M. SOARES



**A EVOLUÇÃO QUÍMICA  
E O PROBLEMA  
DA ORIGEM DA VIDA**

**BIOQUÍMICA  
DAS  
MEMBRANAS**

**SOCIEDADE PORTUGUESA DE QUÍMICA**  
**6.º ENCONTRO NACIONAL DE QUÍMICA**

**SECTOR DE EDUCAÇÃO**  
**QUÍMICA NO MUNDO DE HOJE**

21-24 Setembro 1983

Departamento de Química  
Universidade de Coimbra

**PRIMEIRA CIRCULAR**

O 6.º ENCONTRO NACIONAL DE QUÍMICA — SECTOR DE EDUCAÇÃO desenvolve-se segundo duas componentes: uma na área do desenvolvimento e formação científica em Química e outra no âmbito do ensino/aprendizagem em Química, em temas directamente relevantes ao ensino secundário.

**PRINCIPAIS ACTIVIDADES**

6 a 9 Lições em temas como:

- Bases Químicas da Vida.
- Química e Saúde.
- Química e Cor.
- Termodinâmica e Fenómenos Físico-Químicos.
- Química da Água.
- Mecanismos e Dinâmica das Reacções Químicas.
- Métodos Modernos de Análise Química.
- História e Filosofia das Ciências Físico-Químicas (séc. XIX, XX).
- Projectos de Ensino da Química noutros Países.
- Avaliação em Química.
- Aspectos Psicológicos da Aprendizagem em Química.

6 a 8 horas de demonstrações experimentais.

3 x 1 horas para discussões de questões científicas sugeridas pelos participantes, em grupos de trabalho.

2 x 1,5 horas para discussão de problemas de ensino/aprendizagem de Química, em grupos de trabalho.

Projectos de filmes e utilização de outros meios audio-visuais, e aplicação de microcomputadores no ensino da Química.

Comunicações em painel e demonstrações experimentais simples.

Exposição de material científico, didáctico e bibliográfico.

**INSCRIÇÕES**

Sócios da S.P.Q.	800\$00
Estudantes	400\$00
Outros participantes	1600\$00

**DATAS IMPORTANTES**

1.ª Semana de Maio de 1983-Envio da 2.ª circular  
15 Junho de 1983-Data limite para inscrições e para o envio de resumos de comunicações.

**DEVOLVER ATÉ 15 ABRIL**  
(PARA 6.º ENC.-EDUCAÇÃO-DEP. QUÍMICA, F.T.U.C.  
3000 COIMBRA)

NOME \_\_\_\_\_

MORADA \_\_\_\_\_

PROFISSÃO \_\_\_\_\_

LOCAL DE TRABALHO \_\_\_\_\_

- Inscrevo-me desde já, enviando a importância de \$ \_\_\_\_\_ (vale de correio n.º \_\_\_\_\_; cheque n.º \_\_\_\_\_)
- Aguardo envio da 2.ª circular

Espero apresentar

- Uma comunicação (em painel) (enviarei resumo até 15 Junho)
- Uma demonstração experimental simples
- Outros (especificar) \_\_\_\_\_

**COMISSÃO ORGANIZADORA**

A.J.M. Bettencourt (Esc. Sec.ª Águeda, Div. Educação-Coimbra)  
A. Correia Cardoso (Dep. Química, Univ. Coimbra; Div. Educação-Coimbra)  
D. Costa Pereira (Dep. Química, Univ. Porto, Div. Educação-Porto)  
S.J. Formosinho Sanches (Dep. Química, Univ. Coimbra)  
V.M.S. Gil (Dep. Química, Univ. Coimbra, Div. Educação-Coimbra)  
Mariana P.B. Pereira (Fac. Ciências Lisboa, Div. Educação-Lisboa)  
J.J.C. Teixeira Dias (Dep. Química, Univ. Coimbra)

## SUMÁRIO

- 2. Noticiário
- 6. Bioquímica das membranas
- 17. A Química em Portugal
- 20. Pontos de vista modernos sobre as origens da vida
- 22. Evolução molecular e protobiologia
- 26. Os modelos em ciência
- 28. Programa para simulação de experiência de dispersão das partículas Alfa
- 31. Avaliação do currículo da formação vocacional da Quimicotecnia
- 48. Congressos e Conferências no estrangeiro

## PREÇO DA PUBLICIDADE POR NÚMERO DO «BOLETIM»

### Página interior (só preto)

1/8 de página .....	1 250\$00
1/4 de página .....	2 500\$00
1/2 página .....	5 000\$00
1 página .....	10 000\$00

### Capas 2/3 (a preto e vermelho)

1/8 de página .....	2 500\$00
1/4 de página .....	5 000\$00
1/2 página .....	10 000\$00
1 página .....	20 000\$00

# boletim

SOCIEDADE  
PORTUGUESA  
DE  
QUÍMICA



## DIRECÇÃO DA S.P.Q.

Presidente — **J. J. R. Fraústo da Silva**  
Vice-Presidente — **Manuel A. V. Ribeiro da Silva**  
Secretário-Geral — **A. Romão Dias**  
Secretário-Geral-Adjunto — **Raquel Gonçalves**  
Tesoureiro — **Francisco Pedroso**  
Secretário-Adjunto — **M. Cândida Vaz**

## Conselho Fiscal

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

## Mesa da Assembleia Geral

Presidente — **J. Ferreira Gomes**  
1.º Secretário — **C. A. Nieto de Castro**  
2.º Secretário — **A. J. Ferrer Correia**

## Assembleias Regionais

DELEGAÇÃO DO NORTE (Sede no Porto)

## Assembleia Regional

Presidente — **João Luís Cabreira de Oliveira Cabral**  
1.º Secretário — **Raul Barroca**  
2.º Secretário — **J. L. C. Conceição Figueiredo**

## Direcção da Delegação Regional

Presidente — **Manuel Anibal V. Ribeiro da Silva**  
Secretário — **Duarte Costa Pereira**  
Vogal — **José Luis Fontes da Costa Lima**

DELEGAÇÃO DO CENTRO (Sede em Coimbra)

## Assembleia Regional

Presidente — **Fernando Pinto Coelho**  
1.º Secretário — **Júlio A. M. Cunha Pinto**  
2.º Secretário — **A. Ferrer Correia**

## Direcção da Delegação Regional

Presidente — **A. J. Campos Varandas**  
Secretário — **Lêlio Quaresma Lobo**  
Vogal — **Helena Teixeira**

DELEGAÇÃO DO SUL (Sede em Lisboa)

## Assembleia Regional

Presidente — **César A. N. Viana**  
1.º Secretário — **Carlos J. R. C. Romão**  
2.º Secretário — **Fernando M. S. Fernandes**

## Direcção da Delegação Regional

Presidente — **J. J. R. Fraústo da Silva**  
Secretário — **A. Gonçalves da Silva**  
Vogal — **Vitor Teodoro**

EXECUÇÃO GRÁFICA — PROENÇA, Coop. de Artes Gráficas, SCARL  
Rua da Saudade, 6-A — Telef. 869249 — LISBOA

A CAPA — A nébula de Caranguejo é uma reminescência de uma estrela que explodiu na manhã do dia 4 de Julho de 1054. Esta massa de matéria, outrora concentrada numa estrela, estende-se actualmente por centenas de biliões de quilómetros. Os contornos irregulares revelam a violência dos movimentos que nela se produzem. É através deste tipo de acontecimentos autonómicos que os núcleos pesados, produzidos nas estrelas pelas reacções de fusão nuclear, são lançados no espaço interestelar.

# Boletim da S.P.Q.

## — Noticiário, congressos, conferências e seminários (Portugal e Estrangeiro)

REGINA TAVARES

Centro de Química Estrutural  
Complexo I, Av. Rovisco Pais

1096 Lisboa Tel. 57 26 12 Ext. 266

## — S.P.Q. — Divisão de Educação

VÍTOR TEODORO  
Escola Secundária de Almada  
Almada

## — S.P.Q. — Segurança

M. JOÃO O. BAPTISTA  
Sociedade Portuguesa de Química  
Av. da República, 37-4.º  
1000 Lisboa

## — Interface

JOSÉ A. MARTINHO SIMÕES  
Centro de Química Estrutural  
Complexo I, Av. Rovisco Pais  
1096 Lisboa Codex Tel. 57 26 16 Ext. 281

## — Miscelânea

M. MARGARIDA SÁLEMA  
Centro de Química Estrutural  
Complexo I, Av. Rovisco Pais  
1096 Lisboa Codex Tel. 57 26 16 Ext. 266

## — Publicidade

### Porto

JOSÉ L.F.C. LIMA  
Departamento de Química  
Faculdade de Ciências  
4000 Porto Tel. 31 02 90

### Lisboa

FERNANDA M. ABREU  
DA COSTA  
Laboratório de Química  
Faculdade de Ciências  
Rua da Escola Politécnica

1294 Lisboa Codex Tel. 608932

M. MATILDE  
MARQUES  
Centro de Química Estrutural  
Complexo I  
Av. Rovisco Pais

1096 Lisboa Codex  
Tel. 57 26 16 Ext. 266

## IUPAC COMMISSION ON THERMODYNAMICS

Aproveitando a realização da 7.<sup>a</sup> IUPAC Conference on Chemical Thermodynamics em Londres de 7 a 9 de Setembro de 1982, reuniu-se a Comissão I.2 (Termodinâmica) da I.U.P.A.C. sob a presidência do Professor G.M. Schneider (da Universidade de Bochum). Em representação da SPQ, como delegado nacional, participou Jorge C.G. Calado (do Instituto Superior Técnico). A Comissão é responsável pela publicação do *Journal of Chemical Thermodynamics* (do qual nomeia os editores e junta de consultores) e pelas actividades dum série de subcomités e grupos de trabalho (cerca de 8) a quem se entregam tarefas específicas (por ex., subcomité de Propriedades de Transporte, presidido pelo professor J. Kestin da Universidade de Brown, R.I., subcomité de Tabelas Termodinâmicas, grupo de trabalho de revisão do Manual de Símbolos e Terminologia, relações com CODATA, interacção com a Federação Europeia de Engenheiros Químicos); os presidentes de alguns destes subcomités e grupos de trabalho relataram as suas actividades à Comissão. Nesta notícia apenas se referirão os assuntos que me parecem de maior interesse para os sócios da S.P.Q.

Assim, o Apêndice IV (Notação de estados e processos, significado da palavra "standard" em termodinâmica química, e notas sobre formas mais comumente tabeladas de funções termodinâmicas) do Manual de Símbolos e Terminologia acaba de ser publicado em *J. Chem. Thermodynamics*, **14**, 805-815 (1982) e no *Pure Appl. Chem.* **54**, 1239 (1982).

Está em formação em subcomité conjunto com a Federação Europeia de Engenheiros Químicos afim de estabelecer uma política de colaboração entre os dois organismos. O representante da IUPAC nesse subcomité é o Dr. S. Angus (Imperial College, London). O Dr. Angus é também coordenador do Project Centre do Subcomité de Tabelas Termodinâmicas, e informou que o livro de dados termodinâmicos sobre o **cloro** está pronto para impressão. As relações com CODATA são estabelecidas através do Professor Edgar Westrum (Universidade de Michigan, Ann Arbor) que fez o ponto da situação, enquanto a Comissão Interuniões de Biotermodinâmica tem no professor I. Wadsö (Universidade de Lund) o seu elo de ligação.

A próxima IUPAC Conference on Chemical Thermodynamics realizar-se-á de 13-17 Agosto de 1984 na McMaster University, Hamilton, Ontário, Canadá e será uma reunião conjunta com a Calorimetry Conference. O presidente da Comissão Organizadora é o Professor P. A. G. O'Hare, estando os arranjos locais entregues ao Professor J. A. Morrison (McMaster University).

Para a conferência seguinte, a realizar em 1986, há as candidaturas da República Federal da Alemanha (Bochum), União Indiana (Delhi), Itália (Frascati, perto de Roma), Checoslováquia (Praga). Portugal foi encorajado a candidatar-se também, ficando a decisão final para a próxima reunião da Comissão em Agosto de 1983 em Lyngby (Dinamarca) aquando da Assembleia Geral da IUPAC.

Jorge C. G. Calado

## ENCONTRO DE PROFESSORES DE FÍSICA E QUÍMICA DO DISTRITO DE LISBOA

### 1. Introdução

A constatação das dificuldades com que se debatem os professores que desejam actualizar-se, quer no domínio científico, quer no domínio pedagógico e a consciência de que algo é possível e urgente fazer, levou um grupo de professores do 4.º Grupo da Escola Secundária Patrio Prazeres, apoiado pelo Conselho Directivo da sua Escola, a promover, na semana de 14 a 18 de Junho de 1982, a realização de um encontro de professores de Física e Química das Escolas Secundárias do Distrito de Lisboa. Este encontro, cujos objectivos principais eram uma actualização científica dos professores e um enriquecimento pedagógico através da troca mútua de experiências pedagógicas, contou com a colaboração dos Professores Fernando M. S. Fernandes, César A. N. Vianna, Elisabete de S. F. Elias, Carlos A. N. de Castro e Fernando Sales de B. Palma da Faculdade de Ciências de Lisboa e nele participaram professores de 28 escolas secundárias. A pedido da comissão organizadora do encontro, os professores da Faculdade trataram cientificamente os temas: "Estrutura atómica", "Ligação química", "Energia e reacção química", "2.ª Lei da Termodinâmica", "Equilíbrio químico" e "Regras de nomenclatura de compostos orgânicos".

Na sequência deste encontro surgiu a ideia de se formarem grupos integrando professores da Faculdade e das escolas secundárias interessados num trabalho de investigação visando encontrar melhores métodos no ensino da Química.

Por iniciativa de alguns professores já foi possível formar dois grupos de trabalho. Um destes grupos, constituído pelo professor Fernando Fernandes da Faculdade de Ciências e pelas professoras M<sup>a</sup> Helena Pereira, M<sup>a</sup> Teresa Almeida, Fernanda Matos, Margarida Saraiva Neves e Lucinda Domingues do ensino secundário, irá ocupar-se do tema "Estrutura da matéria". O outro grupo, constituído pela professora Elisabete Elias da Faculdade de Ciências e pelas professoras M<sup>a</sup> Helena Pereira, Margarida Saraiva Neves, Ana Margarida Oliveira, M<sup>a</sup> das Mercês Ramos, Fernanda Matos, Isilda Urbano e M<sup>a</sup> da Luz Ribeiro do ensino secundário, ocupará-se do tema "Energia e reacção química".

Estes grupos estão abertos à colaboração que, eventualmente, outros colegas da Faculdade ou das escolas secundárias desejem dar. Esta colaboração pode ir desde uma participação activa nas sessões de trabalho dos grupos até uma simples informação ou sugestão que os colegas considerem relevantes para os objectivos que temos em vista.

As pessoas interessadas em colaborar poderão contactar a professora M<sup>a</sup> Helena de Jesus Pereira, Escola Secundária dos Olivais (Viveiros), 1800 Lisboa.

Maria Helena J. Pereira  
E. S. dos Olivais

## 2. O que se tem feito

A experiência vivida neste encontro, em acções organizadas pela Direcção Geral do Ensino Secundário e em encontros realizados pelas Sociedades Portuguesas de Química e de Física mostrou-nos que é possível uma colaboração real e útil entre professores no terciário e do secundário.

Numa época em que o desenvolvimento científico e tecnológico é tão rápido, os professores sentem cada vez mais a necessidade de estruturas de apoio que lhes permitam melhorar a sua prática docente. Até aqui as únicas estruturas de apoio relevantes têm sido algumas acções de reciclagem promovidas pela Direcção Geral do Ensino Secundário e alguns encontros realizados pelas Sociedades Portuguesas de Química e Física. Tais apoios, contudo, têm sido e continuam a ser insuficientes, quer pelo número limitado de professores que abrangem, quer pela metodologia que têm seguido.

## 3. O que se pode fazer no futuro

Pensamos que é possível, mesmo a curto prazo, melhorar significativamente esta situação, se, para tal, houver um empenhamento real dos principais interessados.

Eis as nossas sugestões:

### A — Aos professores

- 1) Que se formem, nos centros universitários, onde ainda não existem, grupos constituídos por professores do terciário e do secundário com o objectivo principal de realizarem trabalhos de investigação científico-didácticos.
- 2) Que os grupos de trabalho existentes promovam na sua região, a realização de um encontro anual regional de professores do ensino secundário, com a duração mínima de uma semana, onde sejam, por um lado, divulgados os seus trabalhos e, por outro lado, realizados ou divulgados trabalhos dos participantes que, para isso, devem ser informados a tempo.

### B — À Sociedade Portuguesa de Química

Que esta Sociedade realize um encontro anual dedicado exclusivamente à Educação, com a duração de uma semana, onde haja lugar quer para a divulgação e discussão de trabalhos, quer para seminários, debates, etc, dinamizados, sempre que possível, por especialistas portugueses.

### C — Aos professores e Direcções Gerais do Ensino

Que alguns dos grupos de trabalho com as características referidas em 1) se possam deslocar, com o apoio das Direcções Gerais, a locais onde, por não haver Universidade, não foi possível realizar um encontro do tipo dos referidos em 2).

## COMISSÃO DE QUÍMICA DA CEE Relatório Anual de 1981

Realizaram-se reuniões da Comissão em Frankfurt-am-Main (República Federal Alemã) em 28 de Abril e em Veneza (Itália) em 20 e 21 de Outubro. O número de

membros da Comissão aumentou, no início do ano, para incluir a representação da "Associação de Químicos Gregos" em consequência da admissão da Grécia na Comunidade Europeia. Foram também convidados observadores de Portugal, Espanha e da Comissão de Química Clínica da Comunidade Europeia.

O problema da representação dos Químicos do Luxemburgo continuou sem resolução. Os esforços para encontrar um substituto para o anterior representante do Luxemburgo — Sr. Colling, da "Associação de Engenheiros do Luxemburgo" — foram infrutíferos. Perto do fim do ano, pensou-se ser possível estabelecer contacto com a recente formada "Associação de Químicos do Luxemburgo", com vista à sua participação no trabalho desta Comissão.

Tal como em anos anteriores, o trabalho principal desta Comissão durante o ano de 1981 foi o estabelecimento de tabelas de qualificação em química, aos níveis das categorias A, B e C. No início do ano, produziram-se versões definitivas dessas tabelas, que foram divulgadas como tal, muito embora sejam de esperar pequenas modificações de tempos em tempos. A Comissão Europeia, que foi continuamente informada deste trabalho, expressou o seu encorajamento em persuadir os governos membros da validade destas equivalências.

Em muitos dos estados membros, estas "tabelas de equivalência" foram circuladas aos departamentos governamentais relevantes, universidades, companhias industriais e membros do Parlamento Europeu. Durante o ano, a Associação de Químicos Gregos apresentou sugestões para as qualificações gregas a serem introduzidas nas tabelas, esperando-se que seja atingido um acordo em 1982.

A Comissão continuou o seu trabalho de formulação de um documento-proposta de mútuo reconhecimento de qualificações em Química, no âmbito da CEE. O documento consta de três partes: as directrizes, os apêndices (as três tabelas de qualificação) e as directrizes para o estabelecimento de uma comissão consultiva de qualificações em Química. O texto das directrizes, foi, em grande extensão, adoptado dos textos de directrizes de mútuo reconhecimento de outras profissões da CEE. O trabalho foi finalizado na reunião de Outubro da Comissão e espera-se apresentar o documento numa reunião com os membros da Comissão Europeia a realizar em 1982.

A Comissão considerou um documento-proposta da CEE sobre funções técnicas e obteve a confirmação da Comissão Europeia que Químicos e outras profissões relevantes serão considerados. Foi ainda considerado um documento respeitante a actividades farmacêuticas, manifestando-se apreensão acerca da possível exclusão dos Químicos, de certas actividades, tendo esta Comissão sido informada de que não se pretendia dar aos Farmacêuticos o monopólio de certas actividades.

Uma das preocupações desta Comissão é desenvolver contactos com os membros do Parlamento Europeu que possam usar a sua influência em benefício dos Químicos, em caso de necessidade. Assim, iniciou-se a elaboração de uma lista de membros de cada País no Parlamento Europeu, que sejam Químicos ou Engenheiros Químicos.

Um contacto forte foi mantido com a Comissão de Química Clínica da Comunidade Europeia, tendo a Comissão de Química sido mantida informada sobre a evolução dos problemas relativos aos Químicos Clínicos da Europa, em particular das propostas de reconhecimento mútuo de qualificações em Química Clínica. Esta pro-

posta está num estado mais adiantado que a proposta de Química, tendo sido apresentada à Comissão Europeia em fins de 1980.

Esta Comissão manteve-se informada da publicação do Jornal Oficial das Comunidades Europeias, no que respeita a decisões relevantes, regulamentos e perguntas ao Parlamento Europeu. Durante o ano foram postas, no Parlamento Europeu, duas perguntas acerca do reconhecimento mútuo de qualificações em Química e das tabelas de qualificação.

Constituição da Comissão de Química, em Dezembro de 1981:

#### Membros:

Dr. R. E. Parker (Chairman)	Reino Unido
Dr. M. Ansart	França
Dr. R. C. Belmas	França
Professor C. Bihi	Itália
Dr. H. Brauning	R. F. A.
Mr. C. Colling	Luxemburgo
Dr. W. Fritsche	R. F. A.
Dr. M. Kazanis	Grécia
Dr. W. B. King	Irlanda
Professor C. Larsen	Dinamarca
Professor R. Louw	Holanda
Drs. J. Munnik	Holanda
Professor R. O. C. Norman	Reino Unido
Professor N. Schamp	Bélgica
Ingenir R. Strube	Dinamarca
Professor P. van Brandt	Bélgica
Miss E. K. McEwan (Secretary)	Reino Unido

#### Membros convidados:

Professor A. P. Jansen	Comissão de Química Clínica da Comunidade Europeia.
------------------------	---

#### Observadores

Dr. E. Fernandez Alvarez	Espanha
Professor M. A. V. Ribeiro da Silva	Portugal

(Tradução adaptada do Relatório da Comissão de Química da C.E.E.)

## SEMANA DA FÍSICA E DA QUÍMICA NA ESCOLA SECUNDÁRIA ANSELMO ANDRADE

Realizou-se em Abril de 1982 uma interessante exposição na Escola Secundária Anselmo de Andrade em Almada, complementada com diversas outras acções. Transcrevem-se a seguir dois comentários/notícias sobre esta actividade, enviadas por alunos e professores que organizaram a exposição.

No mês de Abril (vai fazer um ano) realizou-se na Escola Secundária Anselmo de Andrade em Almada a Semana da Física e da Química. Organizada por professores do 4.º grupo, teve a estreita colaboração dos alunos do 10.º ano de Saúde.

A Semana abriu com um colóquio sobre energia orientado por Eurico da Fonseca que visitou depois o Laboratório. Aqui encontravam-se montadas várias experiências que podiam ser realizadas por quem o desejasse.

(Alunos do 10.º ano)

Foi uma festa! Vieram alunos de dia e de noite, funcionários, colegas e pais de alunos. O grande problema:

fechar! Que era só mais um dia e uma noite, que os seus pais ainda não conseguiram cá vir, "que foi muito pouco tempo",...

Tudo foi simples. Os trabalhos montados eram dos mais elementares. Então, e o segredo?

Os alunos do 10.º ano, monitores impecáveis, que não deixaram ninguém sem uma explicação sobre qualquer experiência, que batiam gentilmente no ombro do "senhor importante" e diziam: sabe como funcionam as bolas de Newton?

O cansaço foi enorme, mas quando perguntaram se tinha valido a pena, só havia uma resposta: foi uma festa! E este ano é proibido não haver a Semana de Física e de Química. Existe, no entanto, um problema: os actuais alunos do 10.º ano dizem que eles é que têm direito a ser monitores!

(uma professora)

## APOIO DO MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO À SOCIEDADE PORTUGUESA DE QUÍMICA

Por proposta da Sociedade Portuguesa de Química, as Sociedades de Física, Matemática e Química, decidiram solicitar ao Prof. Dr. João de Deus Pinheiro, secretário de Estado da Educação e Administração Escolares, uma audiência para tratar de diversos assuntos, nomeadamente as revisões curriculares que foram anunciadas no fim do ano lectivo anterior e a necessidade do M.E. apoiar financeiramente as actividades das Sociedades dirigidas aos professores do Ensino Secundário. A audiência decorreu a 12 de Dezembro de 1982.

A Sociedade Portuguesa de Química entregou um documento de orientação sobre as revisões curriculares, que se transcreve adiante.

Quanto ao segundo aspecto abordado na reunião havida, o secretário de Estado manifestou o profundo empenhamento do M.E. no apoio às Sociedades Científicas, tendo decidido atribuir um subsídio de 450 contos para aquisição de equipamento (fotocopiador e máquina de escrever electrónica, já adquiridos).

## ALGUMAS NOTAS SOBRE A REFORMA DO SISTEMA EDUCATIVO E DAS SUAS APLICAÇÕES NO ENSINO DA FÍSICA E DA QUÍMICA

Maria Pereira (\*)

Vitor Duarte Teodora (\*\*)

(1) A Reforma do Ensino é uma das prioridades da comunidade educativa portuguesa. A sua realização deve ser efectuada no mais curto intervalo de tempo possível, tendo, no entanto, em consideração que essa efectivação no plano legislativo e a correspondente implementação devem ser precedidas de estudos rigorosos.

(2) A elaboração e a implementação de novas estruturas curriculares decorrentes da Reforma deve

(\*) F.C.L. e Divisão de Educação da S.P.Q.

(\*\*) E. Sec. Almada e Divisão de Educação da S.P.Q.

ser baseada em amplo consenso nacional, no qual devem participar professores, associações profissionais, associações científicas, técnicos de educação e membros da administração da educação.

A metodologia da elaboração das estruturas curriculares deve ser alterada. Não se considera adequada a sua elaboração por grupos "ad hoc", tal como tem sido usual até agora.

(3) É fundamental que a elaboração das estruturas curriculares seja feita por uma instituição que tenha funções de Investigação e Desenvolvimento no plano curricular. Esta instituição deve ser criada com independência das estruturas da administração da educação básica e secundária e, além da investigação e desenvolvimento curricular, coordenará a implementação dos diferentes programas bem como efectuará o respectivo controlo de qualidade nos planos de executabilidade e de adequação.

(4) Qualquer modificação parcial das estruturas curriculares é um erro pedagógico na medida em que não surge integrada numa reforma global. Assim, impõe-se que as alterações curriculares previstas para os 7.º, 10.º e 11.º anos não sejam desde já implementadas.

(5) O ensino da Física e da Química em Portugal deve ter em conta os seguintes princípios gerais:

- (i) a observação e a experimentação deve ser uma componente essencial da actividade dos alunos;
  - (ii) as linhas programática devem reflectir a dialéctica entre o conhecimento factual, os conceitos operacionais e as interpretações teóricas e conceitos unificadores. Não faz sentido estruturar uma linha programática realçando princípios unificadores sem o estudo prévio dos fenómenos por ele abrangidos;
  - (iii) o ensino destas ciências deve reflectir as suas implicações interdisciplinares, quer com as ciências humanas quer com as outras ciências da natureza;
  - (iv) a apredizagem, entendida como integração não mecânica de conceitos nas estruturas cognitivas, é facilitada quando aumenta a frequência de actividade na disciplina. Assim, é preferível que uma disciplina figure apenas num ano do currículo com uma carga horária elevada do que em vários anos com uma carga horária diminuta.
- (6) Os princípios enunciados têm diversas implicações, nomeadamente:
- (i) o espaço escolar deve ser reorganizado de modo a permitir um ensino experimental;
  - (ii) as linhas programáticas devem indicar explicitamente as actividades experimentais a efectuar pelos alunos;
  - (iii) as linhas programáticas devem ser acompanhadas de indicações precisas e completas acerca

da estrutura e desenvolvimento das diferentes unidades de ensino;

- (iv) a formação dos professores em serviço e a formação inicial nas Universidades devem reflectir os princípios enunciados em (5), nomeadamente a importância da observação e da experimentação.

## 6.º ENCONTRO NACIONAL DE QUÍMICA: COMISSÃO ORGANIZADORA

Foi designada a Comissão Organizadora do 6.º Encontro Nacional de Química (sectores Investigação e Indústria). Brevemente será enviada aos sócios a 1.ª circular.

Comissão Organizadora:

Júlio Pedrosa de Jesus, Univ. Aveiro  
 José A. da Silva Cavaleiro, Univ. Aveiro  
 Fernando de Jesus Domingues, Univ. Aveiro  
 A. J. Ferrer Correia, Univ. Aveiro  
 Maria Helena Ferreira Teixeira, FCTUC  
 António Fernando Sousa e Silva, FCP  
 Carlos A. Nieto de Castro, FCL

O Encontro decorrerá no mês de Outubro.

## ENOVAR

### (1.º Encontro Nacional sobre a Origem da Vida e Aspectos Relacionados)

Terá lugar em Braga de 20 a 22 de Julho de 1983 e contará com a participação de investigadores estrangeiros. O encontro destina-se prioritariamente a professores dos ensinos secundário e superior.

Serão abordados entre outros os seguintes tópicos:

- A origem do Universo
- A Cosmoquímica
- A evolução química na Terra
- A origem do aparelho genético

Informações complementares:

**Hernâni MAIA, Universidade do Minho,  
 Largo do Paço, 4719 BRAGA Codex**

Organização conjunta da Sociedade Portuguesa de Química e da Universidade do Minho

# BIOQUÍMICA DAS MEMBRANAS

M. Carlota Proença  
Cadeira de Bioquímica  
Faculdade de Medicina  
1600 Lisboa

## Introdução

A célula viva é uma entidade dinâmica onde ocorrem alterações físicas e químicas, que vão desde a auto-reprodução até à auto-degradação. Para que a célula viva possa realizar as suas funções deverá estar, aparentemente, envolvida por uma membrana que permita a separação entre os meios intra e extra-celulares.

O estudo das membranas celulares pode ser abordado de três maneiras diferentes mas convergentes:

- 1 — Em termos da sua anatomia ou estrutura pelo microscópio electrónico.
- 2 — Em termos da sua fisiologia ou funções, isto é como entram e saem substâncias, metabolitos e iões, utilizando ou não energia.
- 3 — Em termos de composição química, ou seja, como é constituída e como essas moléculas se dispõem entre si de modo a realizar diferentes funções.

Qualquer conhecimento científico processa-se através de três passos fundamentais: colecção, classificação e explicação. No caso da química das membranas, ainda se está no estado de colecção.

Nas membranas é possível identificarmos grandes quantidades de substâncias; no entanto, a classificação está sujeita a alterações, dependentes do completo esclarecimento dos factores estruturais funcionalmente significantes. p. ex. porque são constituídas por certas substâncias e não por outras, ou porque estão esses constituintes presentes em determinados tipos de membranas e não em outras.

A química das membranas é complexa, visto que as membranas são estruturas dinâmicas e não estáticas, cuja composição química e arranjo molecular podem ser alterados em determinadas situações.

As células mais complexas dos procaríotas apenas têm membranas plasmáticas; em contrapartida, as células dos eucariotas, além de membrana plasmática, apresentam grande variedade de membranas internas, que envolvem e definem os compartimentos subcelulares designados por organelos. No entanto a estrutura básica de todas as membranas é semelhante.

No seu conjunto, as membranas celulares têm a função de protecção, mantendo a integridade do meio interno e, desse modo, permitindo a compartição e regulação dos processos metabólicos; possibilitam ainda o movimento dos metabolitos (comunicação selectiva) entre os dois meios, externo e interno; contribuem para a existência dum equilíbrio interno activo, que responda a todos os tipos de solicitações interiores ou exteriores.

Na membrana plasmática encontram-se receptores de hormonas e outros grupos químicos que, comportando-se como marcadores, permitem a identificação e comunicação das células entre si. Assim, a informação transportada pelas moléculas exteriores chega ao interior celular, através dum sistema de reconhecimento da membrana plasmática.

Depois desta introdução podemos concluir que existem vários «mundos» dentro do grande «mundo» que são as membranas biológicas. Neste trabalho pretende-se rever sumariamente a estrutura e composição químicas das membranas plasmáticas.

## 1 — Estrutura

O modelo hoje em dia aceite para explicar a estrutura da membrana, isto é a disposição tridimensional dos seus constituintes, baseia-se no mosaico fluido (Fig. 1) proposto por Singer e Nicolson.

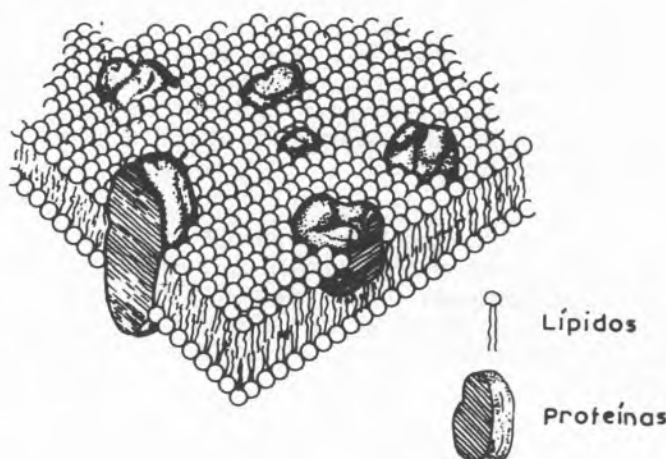


Fig. 1  
Representação esquemática tri-dimensional do modelo do mosaico fluido de Singer e Nicolson que traduz a estrutura da membrana celular (Singer e Nicolson, 1972)

Esse modelo considera uma matriz fluida de fosfolípidos organizada na forma de dupla camada descontínua, na qual estão embebidas as proteínas globulares, que mais parecem «icebergs» flutuando num mar de lípidos.

Há no entanto certos postulados desta teoria que convém salientar.

- 1 — As proteínas globulares são estruturalmente assimétricas e anfipáticas. Os resíduos de aminoácidos iónicos, que constituem a zona polar, estão em contacto quer com o citoplasma quer com o meio extracelular, eventualmente ligados a oligossacáridos. As partes apolares das proteínas ficam embebidas no interior hidrofóbico da dupla camada lipídica. A extensão com que esta estrutura anfipática penetra na membrana está sob controlo termodinâmico, determinado pela sequência de aminoácidos e estrutura covalente, de tal modo que a energia livre do sistema, como um todo, é mínima. Poderá haver proteínas que atravessem a membrana de lado a lado. Tudo depende da sequência de aminoácidos e estrutura covalente, de tal modo que a energia livre do sistema, como um todo, é mínima. Poderá haver proteínas que atravessem a membrana de lado a lado. Tudo depende da sequência de aminoácidos, que justifica a existência de proteínas solúveis em meio aquoso e outras ligadas à membrana. As moléculas proteicas que dependem intrinsecamente da disposição, ou melhor, da se-



quência dos aminoácidos, tendem a estar num estado de energia mínima.

No entanto, devemos salientar que a hipótese das proteínas da membrana serem globulares e anfipáticas se aplica restritamente às proteínas que existem em estado monométrico dentro da membrana.

Uma proteína pode constituir um agregado específico dentro da membrana; as subunidades proteicas envolvidas em tais agregados podem não ser anfipáticas unidimensionais.

2 — Os fosfolípidos dispõem-se na forma de uma dupla camada com as extremidades polares em contacto com os meios aquoso e citoplasma. As partes não-polares estão orientadas para o interior da dupla camada, fora do contacto da água, constituindo um meio extremamente desfavorável aos compostos hidrossolúveis. A área hidrofílica (constituída pelas extremidades polares dos fosfolípidos), deverá ser constante para cada lípido.

A região dos hidrocarbonetos, no estado líquido, pode assumir conformações diferentes. Todavia, não deve afastar-se da extremidade polar além de determinada distância (comprimento crítico) grosseiramente igual ou menor ao comprimento da cadeia distendida do hidrocarboneto.

3 — Considere-se uma dada proteína embebida na massa lípida (Fig. 2a). Esta disposição é termodinamicamente improvável, pois apresenta regiões vazias. Assim, os lípidos terão que se deformar de modo a ocupar essas regiões, em disposição concordante com os postulados atrás mencionados (Fig. 2b).

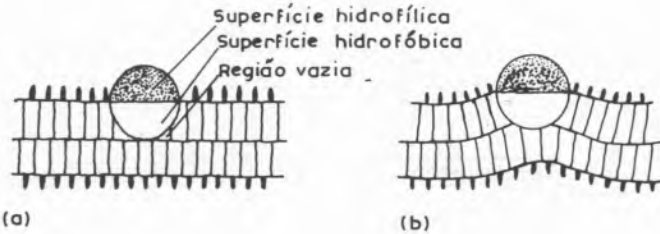


Fig. 2

(a) O esquema representa uma proteína embebida na dupla camada. Esta estrutura não é termodinamicamente possível porque contém regiões vazias. (b) Para evitar as regiões vazias, os lípidos deformam-se de modo a obedecerem às restrições termodinâmicas e de empacotamento (Israelachvili, 1977)

As proteínas não estão livremente embebidas no líquido lípido mas em contacto com as cadeias de hidrocarbonetos dos lípidos adjacentes, com configurações e mobilidades diferentes das restantes cadeias da dupla camada.

A disposição condensada afecta os lípidos das duas camadas de diferentes formas, sendo acompanhadas por entropia configuracional diferentes: os lípidos e as respectivas cadeias de hidrocarbonetos, devido à presença das proteínas, são desviadas das suas posições naturais, ficando com menor entropia configuracional e no estado menos «líquido» (Fig. 3a.). Tal efeito poderá conduzir à interacção entre proteínas vizinhas, induzindo a ejeção dos lípidos para sectores da dupla camada com maior valor da entropia configuracional (Fig. 3b).

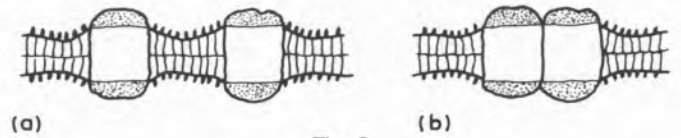


Fig. 3

(a) A presença de proteínas na dupla camada lipídica baixa a energia configuracional dos lípidos adjacentes. (b) Tal efeito conduz a uma interacção atractiva entre as proteínas, sendo os lípidos ejetados para zonas da dupla camada onde a entropia configuracional é maior (Israelachvili J. N., 1977)

Para Kruijff e Cols as membranas biológicas seriam compostas por grande variedade de lípidos, sendo difícil conjugar essa diversidade com a disposição em dupla camada; para tal seria suficientemente apenas uma variedade de lípidos. Os fenómenos de fusão e de flip-flop (Fig. 4) também não seriam explicados se todos os lípidos permanecessem em dupla camada.

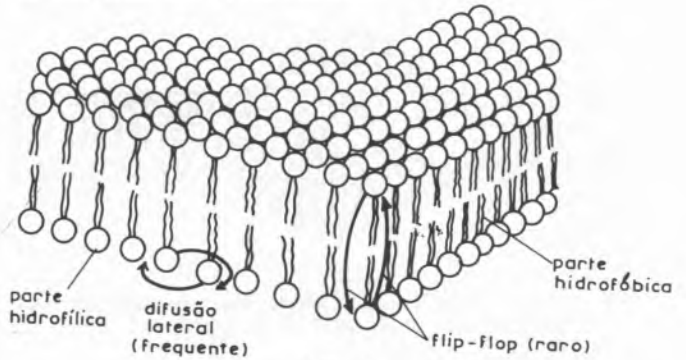


Fig. 4

Dupla camada de fosfolípidos que constituem a matriz estrutural da membrana celular. Cada monocamada é um fluido a duas dimensões na qual os fosfolípidos são livres de difundir lateralmente. A transição dos fosfolípidos de uma camada para a outra (flip-flop) é um processo muito menos frequente que o anterior (Lodis e Rothman 1979)

Os lípidos da membrana quando hidratados podem agrupar-se de diferentes maneiras, constituindo fases distintas.

No diagrama de fase dos sistemas lípidos observa-se, na zona de altas concentrações e altas temperaturas, a fase hexagonal ( $H_{II}$ ) muitas vezes em equilíbrio com a fase lamelar.

A fase hexagonal é uma estrutura em cilindros infinitamente longos e paralelos uns aos outros, organizados numa rede hexagonal e duas dimensões (Fig. 5).

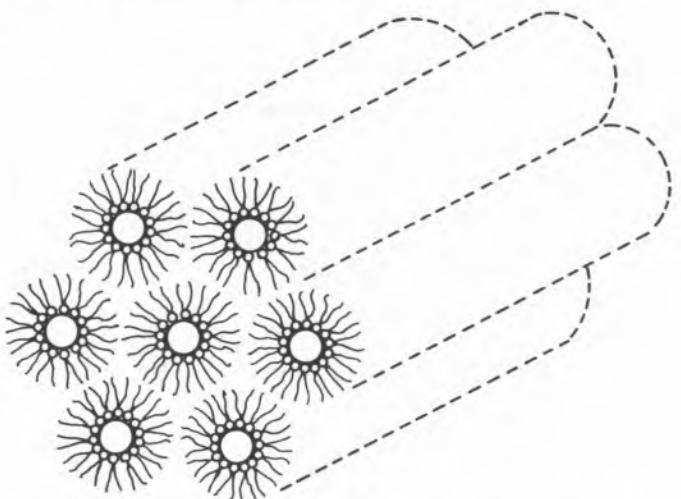


Fig. 5

Representação esquemática da fase hexagonal dos lípidos ( $H_{II}$ ) constituintes das membranas (Kruijff, Cullis e Verkleij, 1980)

Com o auxílio das técnicas de ressonância magnética nuclear (NMR) com <sup>31</sup>P e Raios X, Kruijff e Col defendem a possibilidade de ocorrência de transição, da fase hexagonal (H<sub>11</sub>) para a dupla camada, quer por variação de temperatura quer por alteração de concentração catiônica. Por exemplo, no caso da fosfatidiletanolamina insaturada pode ocorrer, por aumento de temperatura, uma transição entre a fase de dupla camada a H<sub>11</sub>, passando por um valor característico da temperatura (T<sub>BH</sub>), sensível à composição em ácidos gordos.

Uma estrutura em fase hexagonal para os lípidos também não explicará algumas das propriedades das membranas biológicas, tais como a permeabilidade seletiva e a integridade celular. Em alternativa, Kruijff sugere uma estrutura composta pela dupla camada, onde existiriam **partículas lipídicas**, como micelas invertidas (Fig. 6) compatíveis com os fenómenos de fusão e de flip-flop.

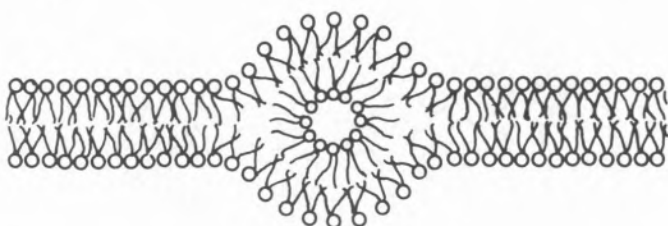


Fig. 6

Modelo de dupla camada lipídica com micelas invertidas (partículas lipídicas), proposto por Kruijff B. e colaboradores, 1980

## 2 — Composição

A composição das membranas celulares varia com a sua origem; em geral, contém 40% de lípidos/peso seco e

60% de proteínas/peso seco, água, colesterol e íões metálicos.

O colesterol não se encontra em todas as membranas e a proporção lípidos/proteínas varia de membrana para membrana. Por exemplo, na membrana mitocondrial a proporção lípidos/proteínas é 1/1 enquanto nas membranas da mielina atinge a proporção de 9/1.

A explicação mais aceitável é que a membrana da mielina actua como isolador, de forma a excluir substâncias hidrossolúveis que possam interferir com a transmissão dos impulsos nervosos; no caso das membranas mitocondriais admite-se que tenham a função de organizar, no espaço e no tempo, a acção das enzimas associadas ao sistema mitocondrial. Essas enzimas, presentes em grandes quantidades nas mitocondrias, equilibrariam a relação lípido/proteína.

## Lípidos

Entre a grande variedade de lípidos habitualmente existentes na membrana celular, os fosfolípidos são os que se encontram com maior frequência. Devido principalmente à sua constituição química, existe grande variedade de fosfolípidos, que diferem entre si no tipo de ácidos gordos e composição da extremidade polar. Em geral, contêm um ácido gordo saturado e outro insaturado que, estando esterificado à molécula de glicerol, forma a parte hidrofóbica do fosfolípido. O terceiro grupo hidroxilo do triálcool liga-se a um grupo fosfato, associado ou não a outras moléculas com carácter hidrofílico. Por exemplo na lecitina, o grupo fosfato une-se a um grupo colina. Outros exemplos encontram-se esquematizados na Fig. 7.

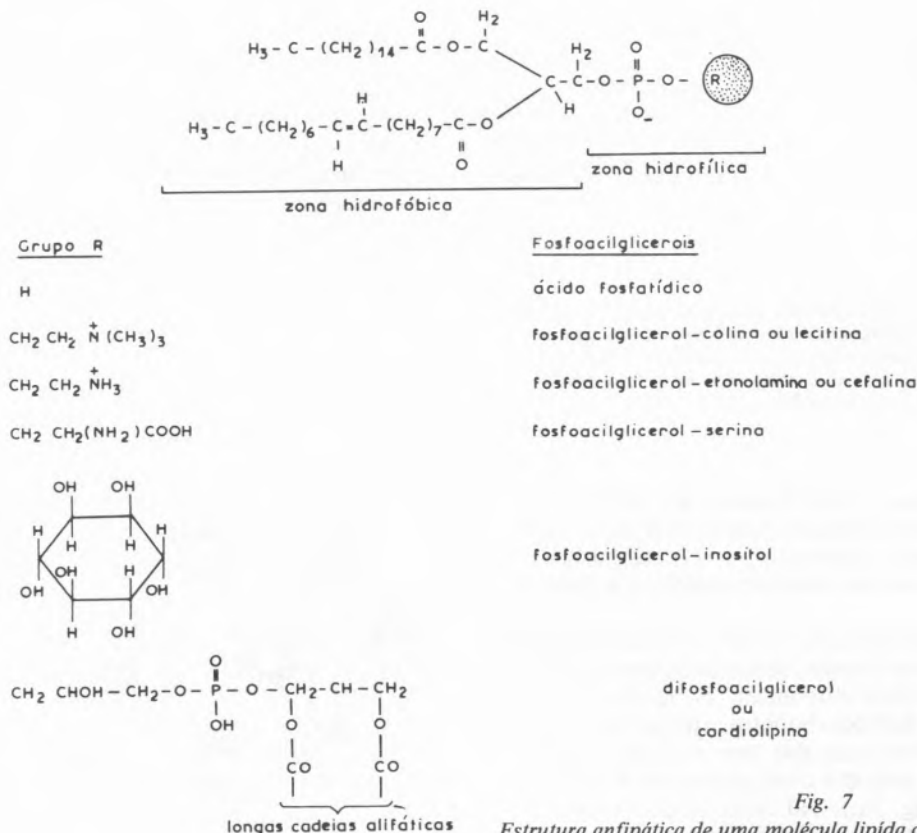
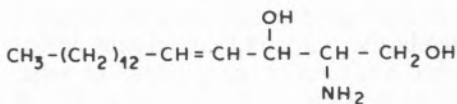


Fig. 7

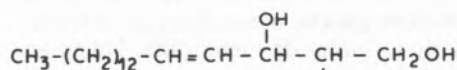
Estrutura anfipática de uma molécula lipídica com a extremidade hidrofílica constituída pela molécula de fosfato e pelo grupo R. Consoante o tipo deste obtêm-se os diferentes fosfo-acilgliceróis. A parte hidrofóbica da molécula lipídica é constituída pelas cadeias dos ácidos gordos

Outra classe de lípidos da membrana são os esfingolípido, derivados da molécula de esfingosina. De modo geral, a esta molécula liga-se um ácido gordo resultando a molécula de ceramida (Fig. 8).



esfingosina

ácido gordo



ácido gordo

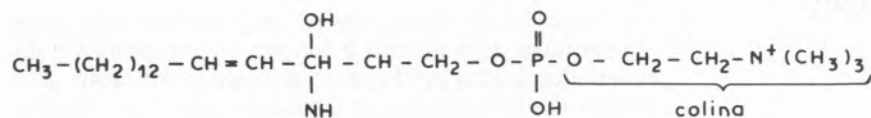
galactose

ácido gordo

Ceramida

ácido gordo

colina



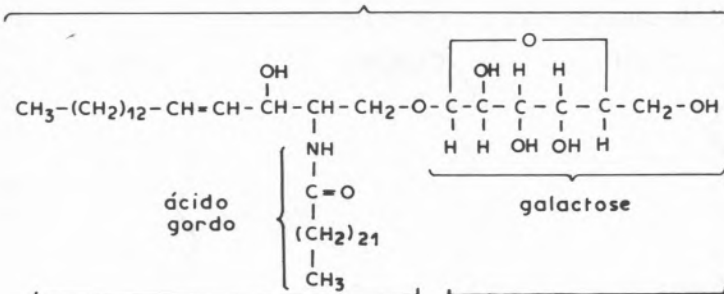
ácido gordo

zona hidrofóbica

zona hidrofílica

Esfingomielina

Cerebrósido



ácido gordo

(CH<sub>2</sub>)<sub>21</sub>  
CH<sub>3</sub>

galactose

zona hidrofóbica

zona hidrofílica

Fig. 8

Esquema que traduz a formação de um esfingolípido (esfingomielina) e de um glicolípido (cerebrósido)

A maior parte das membranas celulares contém grande variedade de lípidos.

Na membrana de mielina predominam os cerebrósidos, fosfatidilcolina, colesterol e, em menor proporção, a lecitina, esfingomielina e fosfatidilserina. A parte lipídica da membrana eritrocitária é constituída, quase inteiramente, por lecitina, fosfatidiletanolamina, cardiolipina e, em menor concentração, por colesterol, não contendo esfingomielina nem cerebrósidos.

A (Fig. 9) ilustra os componentes da fração lipídica de várias membranas subcelulares do fígado de rato. Uma explicação para esta distribuição é que os fosfolípidos fazem parte integrante das membranas, não existindo na forma livre, em circulação.

Na mesma espécie animal a composição em ácidos gordos difere marcadamente de tecido para tecido, sendo semelhante para o mesmo tipo de tecido em todas as da espécie consideradas. Por exemplo, as diferenças de proporção dos ácidos gordos entre a membrana do cérebro e pulmões reflectem funções fisiológicas diferentes, inalteráveis dum mamífero para o outro.

Pelo exposto conclui-se que a composição lipídica caracteriza as membranas de determinação órgão. As diferenças encontradas nas várias membranas reflectem funções biológicas bem determinadas.

Consoante o tipo de molécula posteriormente associada à cerâmida assim se obtém um esfingolípido (esfingomielina) ou um glicolípido (cerebrósido).

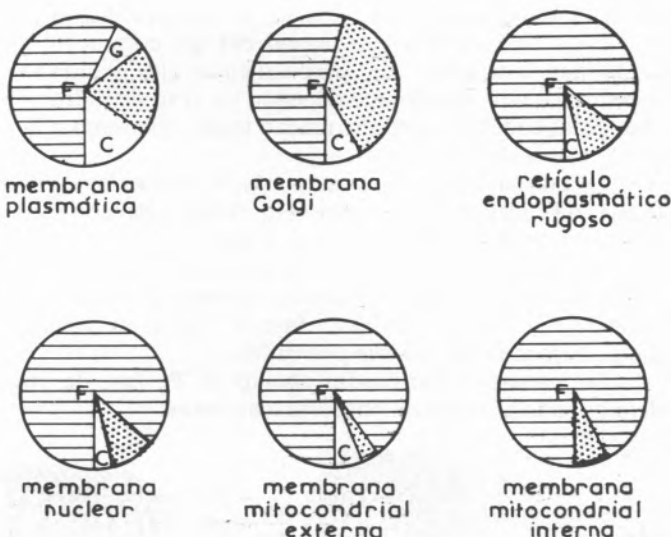


Fig. 9

Composição lipídica em peso das membranas subcelulares do fígado de rato. F = fosfolípido; C = colesterol; G = glicolípido. A zona pontilhada corresponde aos lípidos neutros (Biological Membranes R. Mawson, G. Lunt, ed. Bladric)

Ácidos gordos

Nos ácidos gordos saturados é possibilitada a rotação a nível da ligação simples carbono-carbono, sendo a conformação em «zig-zag» a que apresenta energia mínima.

A Fig. 10 evidencia as conformações de menor energia para o caso das cadeias de ácidos gordos (saturados e insaturados) com uma dupla ligação **trans** ou **cis**. A presença da ligação **trans** na cadeia não provoca grandes alterações quanto ao arranjo espacial da molécula e posterior incorporação na dupla camada lipídica. Em contraste, a ligação **cis** provoca uma alteração na conformação da molécula, com uma curvatura de 30° em relação à posição linear. A incorporação deste tipo de cadeias numa dupla camada tende a torná-la mais fluída.

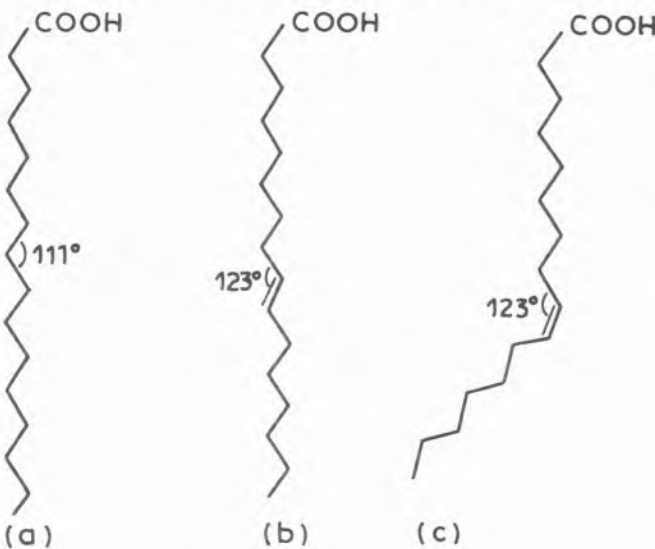


Fig. 10

Conformações de energia mínima de (a) ácido gordo saturado; (b) ácido gordo contendo uma dupla ligação **trans**; (c) ácido gordo contendo uma dupla ligação **cis**.

As cadeias de hidrocarbonetos exibem grande mobilidade a temperaturas fisiológicas; a temperatura mais baixa, os fosfolípidos constituem em gel com regiões cristalinas emergindo da perpendicular do plano da membrana, sob ângulo que depende do grau de hidratação. Estas cadeias, na conformação **trans**, apresentam ligeiras oscilações torcionais.

Quando a temperatura aumenta, o movimento molecular da cadeia de hidrocarbonetos tende a elevar-se até à temperatura de transição ( $T_i$ ); a este nível ocorre um aumento abrupto do calor de absorção, que dá lugar ao estado líquido cristalino, também chamado fase desordenada ou fluída (Fig. 11). Nesta fase ( $T > T_i$ ) há, em média, duas conformações *gauche* por cadeia.

Em camadas não-fluídas abaixo de  $T_i$ , fase de ordem as cadeias estão na conformação **trans**.

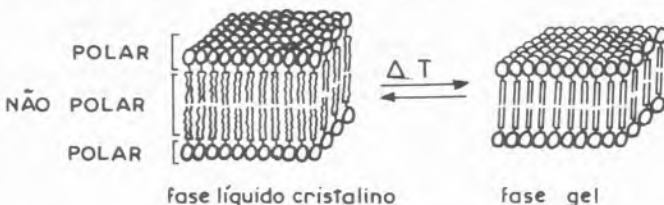


Fig. 11

O esquema representa o comportamento de uma dupla camada homogénea de fosfolípidos numa transição térmica da fase líquido cristalino para a fase de gel

No entanto, mesmo à temperatura fisiológica, é possível que certas regiões da membrana se apresentem no estado líquido cristalino, o que está dependente da natureza dos ácidos gordos e presença de colesterol.

As membranas de mielina e mitocondriais encontram-se ambas no estado líquido cristalino à temperatura fisiológica. Na membrana mitocondrial existem ácidos gordos relativamente insaturados que, como se sabe, apresentam pontos de fusão inferiores aos saturados. A membrana de mielina contém grandes quantidades de colesterol que, aparentemente, mantêm os lípidos no estado fluído e bloqueia a transmissão dos movimentos entre as cadeias dos ácidos gordos.

A introdução de colesterol em camadas não fluídas ( $T < T_i$ ) provoca rotações *gauche* nas cadeias de hidrocarbonetos, aumentando a fluidez da membrana. No entanto, a introdução de colesterol nas duplas camadas lipídicas fluídas ( $T > T_i$ ) diminui a probabilidade de conformação *gauche* até todos se tornarem rígidas na conformação **trans**.

Em certas espécies vivas assiste-se ao reajustamento de composição dos lípidos das membranas, consoante as alterações de temperatura verificadas. Por exemplo, se a temperatura de crescimento da *Escherichia Coli* baixar tende a aumentar a quantidade dos ácidos gordos insaturados na membrana, de forma a manter a fluidez original.

Experiências com vários fosfolípidos mostram que a temperatura de transição é função do comprimento da cadeia dos ácidos gordos e do grau de insaturação. Por exemplo, a temperatura de transição da lecitina hidratada, pode ser superior a 60° C, quando aumenta o comprimento das cadeias de ácidos gordos, ou ser inferior a 0° C, por encurtamento e insaturação das mesmas cadeias. A dipalmitoil-lectina em condições anidridas funde a 100° C, isto é, passa do estado gel para o de líquido cristalino.

Os lípidos contendo fosfatidiletanolamina têm temperaturas de transição superiores aos que contêm fosfatidilcolina; esta diferença deve-se ao grupo polar mais volumoso (trimetilamónio) da fosfatidilcolina, que, ao provocar o afastamento relativo das cadeias, origina menor interação e, portanto, menor temperatura de transição (Fig. 12).

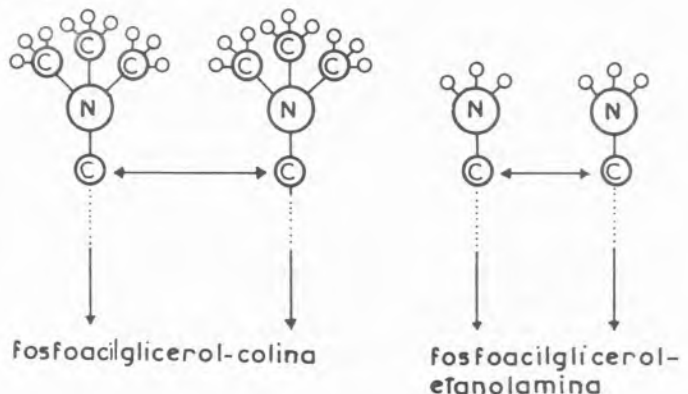


Fig. 12

Modelo esquemático dos grupos terminais do fosfoacilglicerol-colina e fosfoacilglicerol-etanolamina. A distância inter-cadeias é superior no caso do fosfoacilglicerol-colina, devido à presença do grupo trimetilamónio

No estado líquido cristalino, o glicerol e as extremidades polares dos fosfolípidos, embora tenham mobilidade considerável, permanecem relativamente organizados entre si; todavia, sendo  $r = \frac{1}{2}$  a possibilidade de mo-

vimento, o interior da dupla camada torna-se mais fluida que as duas faces expostas ao meio aquoso.

Por aquecimento de misturas binárias de fosfolípidos observam-se dois estados de transição; das duas fases na dupla camada uma, mais sólida e que contém o componente com superior temperatura de transição, coexiste com outra, mais fluida, constituída por fosfolípidos, com menor temperatura de transição (Fig. 13). A separação das duas fases é induzida não só por alterações de temperatura mas também por variações de pH, força iónica ou pela adição de íões, tais como o cálcio.



Fig. 13

O esquema representa uma mistura binária de fosfolípidos com diferentes temperaturas de transição. Como consequência da variação de temperatura ocorre uma separação de fases. (●) Extremidades polares do componente com superior temperatura de transição

Do que foi dito poder-se-á concluir que:

- a temperatura em que as transições e separações de fase ocorrem depende da natureza das cadeias dos ácidos gordos e das extremidades polares;
- a presença de colesterol induz modificações, quer na temperatura de transição quer no grau de fluidez do meio; o colesterol elimina a transição de fase por eliminação do processo cooperativo de fusão;
- apesar de os lípidos no estado líquido cristalino serem bastante móveis e terem difusão lateral rápida, o processo de «flip-flop» permanece muito lento.

Pela interacção de ácidos gordos livres com membranas celulares e com duplas camadas lipídicas, observadas por polarização de fluorescência, foi verificado que os ácidos gordos livres intercalam-se rapidamente naquelas estruturas, produzindo alterações significativas no ordenamento e distribuição das moléculas lipídicas.

Essas alterações podem ser divididas em 2 grupos:

- Grupo A — Os ácidos gordos **cis** insaturados desarranjam o interior das membranas e ordenam as regiões dos grupos polares.
- Grupo B — Os ácidos gordos **trans** insaturados ou saturados, não alteram o interior da dupla camada mas ordenam a região dos grupos polares.

As alterações provocadas na temperatura de transição em função dos tipos dos ácidos gordos permitem concluir que os do grupo A existem no domínio fluido enquanto os do grupo B predominam no domínio do gel; por conseguinte, nas membranas coexistem sectores com natureza fluida e de gel.

### Função dos lípidos

As propriedades e fenómenos das membranas, tais como a permeabilidade selectiva, transporte activo ou

passivo, processos de fusão (movimento celular, pinocitose, divisão, adesão e secreção celular) ou de ligação aos receptores estão relacionados, determinados e dependentes da composição e estrutura lipídica.

Os lípidos da membrana funcionam como um solvente muito peculiar, cujas propriedades químicas e físicas (tais como a polaridade vectorial e a fluidez) são determinantes das suas funções. Estas podem ser divididas em dois tipos, um relacionado com as suas propriedades e outro com as interacções específicas lipídico-proteicas.

Os lípidos são os responsáveis pela manutenção da integridade estrutural da membrana; ao adoptarem uma estrutura própria, permitem que as proteínas se encontrem na conformação de energia mínima, estabelecendo óptimas interacções hidrofóbicas com as cadeias alifáticas dos lípidos. Com efeito os lípidos têm dimensões comparáveis às proteínas e as interacções entre ambas as macromoléculas, resultantes da associação das diferentes partes da superfície, influenciam as respectivas funções.

Os lípidos da membrana afectam a actividade de certas enzimas isto é, a sua presença é necessária para a função catalítica. Por exemplo, a ATPase- $\text{Na}^+\text{K}^+$ -dependente eritrocitária inactiva-se quando no processo de solubilização se se utilizam solventes orgânicos. Estes provocam a hemólise dos eritrócitos alterando-se assim as interacções lípido-enzimas. Também a presença dos fosfolípidos da matriz lipídica na membrana mitocondrial é importante para a realização da transferência electrónica na cadeia respiratória.

Os grupos polares dos fosfolípidos actuam como efectores alostéricos positivos permitindo uma melhor aproximação do ligando (substrato ou cofactor). Tal é o caso da apo- $\beta$ -hidroxibutirato desidrogenase que necessita de fosfatidilcolina: o cofactor NADH só se liga ao enzima na presença do lípido.

A actividade da actilcolinesterase também depende do conteúdo em fosfolípidos. Consoante a concentração de deoxicolato usado na solubilização, assim haverá maior ou menor remoção de fosfolípidos e, consequentemente, menor ou maior actividade da referida esterase. A matriz lípido-proteica de estrutura micelar favorece o encontro entre o substrato, cofactor (es) e enzimas, menos eficaz num meio unicamente lipídico ou proteico.

Uma outra função celular importante, implícita em tudo quanto se disse, é a compartição imposta pelos lípidos entre o meio extra-celular e o citoplasma.

Em resumo:

- Os lípidos representam uma superfície de ligação para as proteínas, e como tal, podem modular a sua actividade.
- Os lípidos separam dois compartimentos aquosos, permitindo a coexistência de processos que envolvem transferência de íões, como a translocação de  $\text{Ca}^{++}$  e a fosforilação oxidativa.
- Os lípidos constituem um meio hidrofóbico ou uma interfase de ligações, necessárias para as enzimas do metabolismo lipídico e para as enzimas que difundem na membrana. Os lípidos são ainda necessários para dissolver cofactores, tais como o coenzima Q na mitocôndria.
- Os lípidos permitem que as proteínas estejam na conformação própria ou que a adquiram durante o processo catalítico, sendo necessários para a manutenção da vectorialidade proteica.

### Efeito dos lípidos na permeabilidade

A difusão passiva de solutos não electrolíticos através da dupla camada lipídica (investigada pela saída de

solutos dos liposomas ou pelo comportamento osmótico dos liposomas após a adição do composto a ser testado) depende sobretudo dos lípidos constituintes. Estes efeitos estão relacionados com a fluidez dos lípidos, dependente do grau de insaturação das cadeias dos ácidos gordos e da presença de colesterol. Para o esclarecimento do modo de acção do colesterol sobre os lípidos vizinhos têm sido feitos estudos abaixo e acima das temperaturas de transição, utilizando as técnicas de ressonância magnética nuclear e fluorescência. Acima das temperaturas de transição, a presença do colesterol modula negativamente a fluidez dos lípidos.

Por aumento da concentração de colesterol e ensaiando abaixo da temperatura de transição, removem-se os principais lípidos endotérmicos.

A natureza estrutural do sistema fosfolípido/colesterol ainda está em discussão, pensando-se que um modelo desordenado (Fig. 14b), em substituição dum complexo 2:1 fosfolípido-colesterol (Fig. 14a), é suficiente para racionalizar os dados existentes.

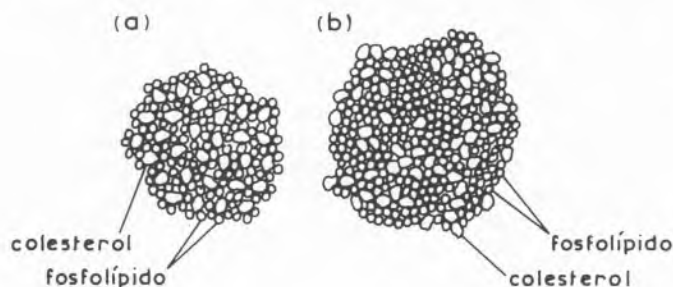


Fig. 14

(a) Arranjo ordenado das moléculas do complexo 2:1 fosfolípido-colesterol. (b) Modelo desordenado ao acaso das moléculas de colesterol e fosfolípidos (Chapman D., Fernandez J. C. G. Gioni F. M., 1979)

Quando em experiências com liposomas, os níveis de colesterol aumentam, a permeabilidade ao glicérol, ascorbato e catiões monovalentes tende a diminuir devido à formação dos complexos fosfolípido-colesterol.

Perto da temperatura de transição de fase dos lípidos verifica-se um aumento dos solutos contidos nos liposomas.

O aumento da permeabilidade perto da temperatura de transição revela alguma selectividade, relativamente às dimensões moleculares do composto penetrante. O grau de permeabilidade depende fortemente do comprimento da cadeia de carbonos das lecitinas saturadas.

O aumento da permeabilidade está relacionada com a separação da fase quando coexistem, na membrana, lípidos sólidos e fluidos. Da perturbação no equilíbrio por variações de temperatura resulta um aumento da saída de soluto; este facto acentua a importância do equilíbrio dinâmico na fronteira das duas fases coexistentes, com vista à formação de poros estatísticos\* através dos quais os solutos possam passar.

### 3 — Proteínas

As proteínas da membrana localizam-se na interfase da dupla camada de fosfolípidos ou nas fases exterior (em contacto com o meio extramolecular) e interior (em contacto com o citoplasma) daquela estrutura.

A concentração e variedades proteicas presentes em cada membrana dependerá da célula onde se encontra. As membranas plasmáticas de muitas células animais podem conter cerca de 10 a 20 proteínas diferentes.

No entanto, outras membranas apresentam composições muito específicas, como, por exemplo, a membrana retinal, que contém uma única proteína, a rodopsina.

As proteínas de membrana são classificadas, geralmente como extrínsecas ou intrínsecas, com base na maior ou menor facilidade com que se dissociam da membrana.

As proteínas extrínsecas são facilmente removidas por solutos com baixa ou alta força iónica. Em contrapartida, as proteínas intrínsecas necessitam dum tratamento mais forte, isto é, as membranas têm que ser submetidas à acção de detergentes ou de agentes caotrópicos para que as proteínas sejam removidas. Mesmo assim, os lípidos aparecem ligados às proteínas intrínsecas neste processo de solubilização, formando os proteolípidos. Estes complexos formam uma classe de proteínas intrínsecas definidas por Folch em 1951 como lipoproteínas hidrofóbicas, solúveis em misturas de clorofórmio/metanol mas insolúveis em água.

Os proteolípidos encontram-se nas membranas mitocondrial, eritrocitária e da mielina e actuam como receptores, íonoforos ou transportadores.

As proteínas intrínsecas penetram, e por vezes atravessam lado a lado, a matriz lipídica. As proteínas extrínsecas estão associadas com as extremidades polares dos lípidos da dupla camada e nalguns casos com as proteínas intrínsecas (Fig. 15). Em consequência desta disposição, será de esperar que os resíduos polares dos respectivos aminoácidos entrem em contacto com as extremidades polares dos lípidos ou com os meios aquosos e citoplasma; entretanto, os resíduos hidrofóbicos dos aminoácidos permaneceriam adjacentes às cadeias de ácidos gordos na dupla camada lipídica.

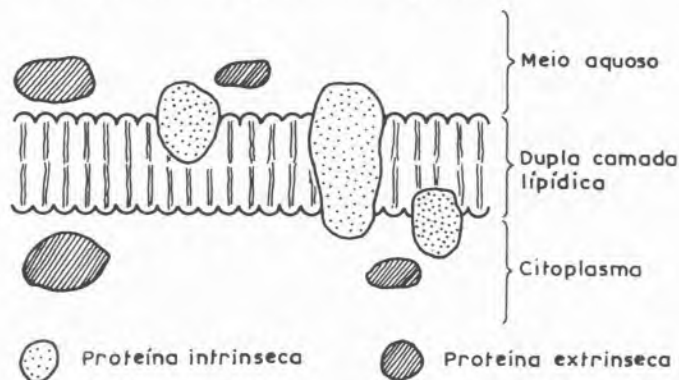


Fig. 15

Representação esquemática da localização das proteínas extrínsecas e intrínsecas na dupla camada lipídica da membrana

As proteínas das membranas dispõem-se frequentemente como complexos. Os mais conhecidos são os da membrana interna mitocondrial, especialmente a citocromo-oxidase e a ATPase. O complexo **Citocromo-oxidase** consiste em seis ou sete proteínas, quatro das quais são consideradas extrínsecas, de acordo com o critério de solubilidade em água e a reactividade observada como reagentes não penetrantes. Os restantes componentes são hidrofóbicos, localizando-se no interior da membrana.

O **complexo ATPase** apresenta um componente extrínseco (F) saliente para o espaço da matriz, ligado por

(\*) Os poros estatísticos são estruturas transitórias resultantes do estado fluido lipídico e do movimento ao acaso das cadeias dos hidrocarbonetos.

uma proteína intermediária a um factor da membrana, composta de quatro subunidades intrínsecas. As subunidades intrínsecas e extrínsecas parecem ser entidades separadas. De facto, os componentes intrínsecos são sintetizados pelo aparelho genético de síntese proteica intramitocondrial, enquanto a síntese das proteínas extrínsecas depende da informação transmitida dos genes nucleares para os ribosomas do citosol.

As proteínas intrínsecas podem difundir lateralmente, rodar ou no plano da membrana (rotação horizontal) ou num plano perpendicular (rotação vertical) (Fig. 16).

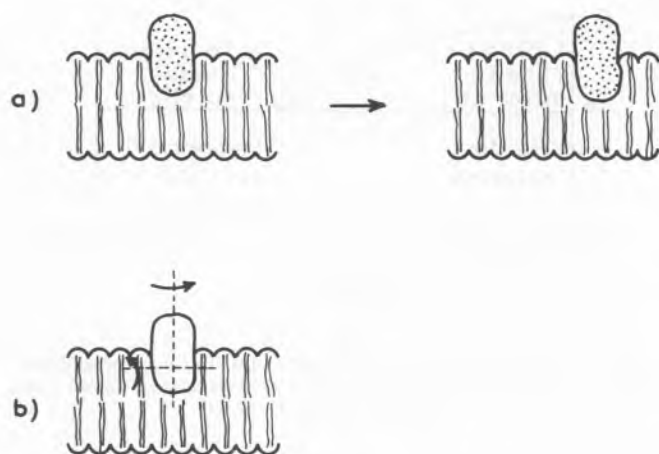


Fig. 16

O diagrama representa os movimentos possíveis de uma proteína intrínseca a) difusão lateral b) rotação horizontal; rotação vertical

### Proteínas da membrana eritrocitária

Tendo como base a classificação anterior, é possível distribuir as proteínas da membrana eritrocitária em quatro tipos (Fig. 17).

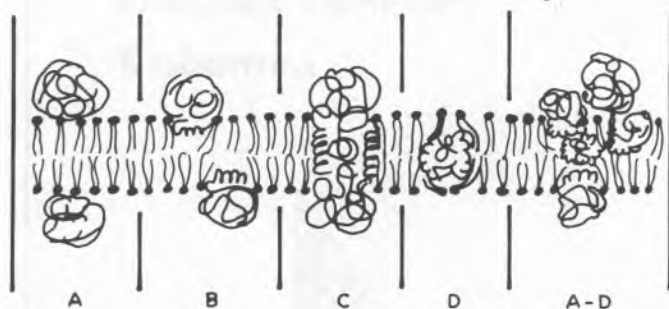


Fig. 17

Esquema mais detalhado da localização das proteínas da membrana que o apresentado na figura 15. A — Proteína extrínseca que interaccua com os lípidos por ligações polares. B — Proteína intrínseca que apresenta interações polares e hidrofóbicas com os lípidos da membrana. C — Proteína intrínseca que atravessa lado a lado a membrana. D — Proteína incluída na membrana, com interações hidrofóbicas com os lípidos. A-D — Complexo proteico

O tipo A representa as proteínas extrínsecas, de associação fraca à membrana e solúveis em água. As interações com os lípidos são essencialmente polares. A espectrina e a gliceraldeído desidrogenase fazem parte deste tipo.

As proteínas do tipo B são intrínsecas, fortemente ligadas à membrana, não são solúveis em água e apresentam ligações polares e hidrofóbicas com os lípidos. Co-

mo exemplos temos a acetilcolinesterase e a ATPase-Na<sup>+</sup>K<sup>+</sup>-dependente.

O tipo C engloba as proteínas intrínsecas que atravessam a membrana de lado a lado, fortemente ligadas, são também, como no caso anterior, insolúveis em água. As interações com os lípidos são predominantemente hidrofóbicas. Deste grupo fazem parte a glicoporina e a sialoglicoproteína.

O tipo D engloba as proteínas incluídas na membrana (completamente hidrofóbicas) e os proteolípídios.

Esta classificação é um esquema simplificado; na realidade a maior parte das proteínas só parcialmente corresponde a um daqueles tipos, revelando características comuns aos quatro tipos.

### Função das proteínas

A diversidade funcional das proteínas confere a cada membrana um carácter particular e distinto.

As proteínas extrínsecas, distribuídas assimetricamente, representam um apoio importante para a fixação das proteínas intrínsecas. Por exemplo, a espectrina forma uma malha na face interna da membrana eritrocitária e está em contacto com a extremidade carboxilica da glicoporina, comportando-se como um elemento limitante do movimento e difusão desta proteína. Dum modo geral as proteínas exercem funções estruturais, catalíticas, transporte, comunicação e transdução de energia.

Sabe-se muito pouco acerca do modo como as proteínas são inseridas na membrana após a síntese intracelular. Um dos processos será a formação de «proteínas pré-membrana» solúveis no citoplasma; após a síntese no citosol, aquelas fracções seriam encaminhadas para a membrana plasmática, onde se fixariam e seriam sujeitas a modificações químicas adequadas. Na sequência dessas alterações determinantes da conformação final, as partes hidrofóbicas da fracção proteica ficariam expostas aos lípidos da membrana. Um outro processo será a formação no local da síntese de vesículas de membrana, posteriormente transportadas até à superfície da membrana, onde difundem. No entanto, este último processo entra em conflito com a assimetria lipídica da membrana.

### Interações das proteínas com os lípidos

Como foi referido, as proteínas da membrana estão localizadas de vários modos na dupla camada lipídica. Com excepção das proteínas extrínsecas, as interações lípido-proteínas ocorrem nas áreas hidrofóbicas da membrana, implicando que as proteínas da membrana apresentem regiões hidrofóbicas na sua superfície, de forma a permitir interações apropriadas com as porções dos hidrocarbonetos da molécula lipídica.

Existem três maneiras pelas quais as proteínas podem satisfazer estas necessidades:

- As proteínas da membrana, podem conter uma alta proporção de aminoácidos com cadeias hidrofóbicas.
- As proteínas da membrana, embora mostrando uma composição semelhante às outras proteínas não-associadas à membrana, podem conter segmentos predominantemente hidrofóbicos e outros hidrofílicos, adquirindo características anfipáticas próprias (por exemplo, as glicoproteínas do glóbulo vermelho). O tratamento com enzimas proteolíticas, tais como a tripsina e a papaína, retiram a parte hidrofílica da proteína, deixando um segmento hidrofóbico na membrana.

— A terceira possibilidade poderá ser uma cadeia polipeptídica normal que se enrola formando uma estrutura terciária, com as cadeias hidrofóbicas expostas para o exterior e regiões hidrofílicas no interior.

A fim de considerarmos os efeitos físicos, provocados pelas proteínas intrínsecas na estrutura da dupla camada lipídica, temos que assinalar três pontos importantes. O primeiro relaciona-se com a escala de tempo duma determinada técnica física; assim uma molécula que parece ser rígida numa escala de tempo  $10^{-8}$  s quando ensaiando com ESR, é móvel usando o método de NMR na escala  $10^{-5}$  s. O segundo ponto a ter em conta diz respeito à concentração de proteínas e disposição dentro da dupla camada em estudo. Ao observarmos o plano da dupla camada lipídica concluímos que o aumento da concentração proteica eleva o número de contactos lípido-proteínas. A baixas concentrações proteicas predominam pequenos e simples contactos lípido-proteínas. Em terceiro lugar há que considerar se o sistema lipídico está abaixo ou acima de temperatura de transição; quando os lípidos estão abaixo da temperatura de transição e ocorre uma cristalização, as proteínas são empurradas para fora da rede cristalina.

A forma e tamanho da proteína provoca arranjos falsos na rede, ocorrendo densificações para altos conteúdo da razão proteína-lípido, formando-se misturas eutéticas (Fig. 18).

Os lípidos que se encontram dentro destas densificações não cristalizam, podendo no entanto estar em movimento a temperaturas inferiores às de transição devido à fusão da rede cristalina e consequentemente desagregação das densificações.

Os estudos efectuados com espectroscopia de Laser-Raman revelam que as proteínas intrínsecas provocam

uma redução (na escala de tempo  $10^{-4}$  s) dos isómeros «gauche» das cadeias dos hidrocarbonatos na concentração de 1 polipeptido/200 moléculas lipídicas.

Estudos com sondas fluorescentes indicam que o movimento de sonda é inibido por aumento da concentração proteica, sugerindo que a fluidez do lípido diminui ou que a microviscosidade aumenta.

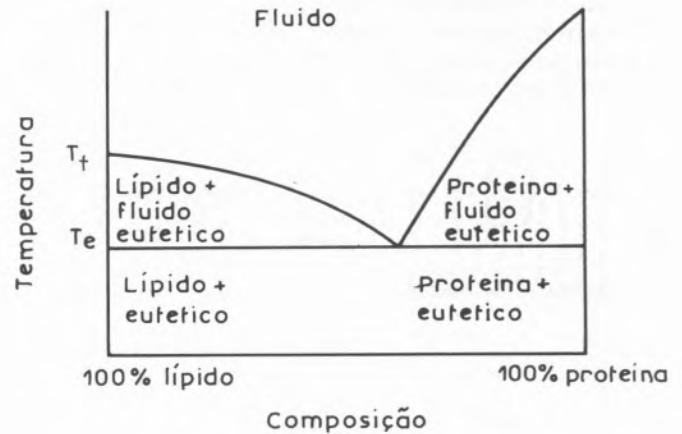


Fig. 18

Diagrama de fase, de misturas lípido-proteínas.  $T_e$  é a temperatura eutética e  $T_t$  corresponde à temperatura de transição do lípido puro (Chapman D. e Col., 1979)

As interacções da proteína com os grupos polares dos lípidos afectam a permeabilidade da membrana. Se considerarmos um fosfolípido adjacente a uma proteína isolada, o efeito de um sobre o outro pode ser grande devido à existência de numerosos grupos polares associados com os outros lípidos, que se encontram em contacto com o lípido. O efeito da proteína no lípido adjacente é assim um efeito a «dois corpos». Neste caso, a fluidez di-

espectrofotometro  
duplo-feixe UV-VIS

PERKIN-ELMER  
Lambda 3



REPRESENTADO POR:  
instrumentos de laboratório e científicos lda  
LISBOA PORTO PONTA DELGADA



minui com o aumento da concentração proteica considerando o estado líquido. Se a concentração proteica aumenta, as proteínas aderem ao lípido, de forma a que o grupo polar deste não fica em contacto com os grupos polares dos outros fosfolípidos mas sim próximo das secções polares das proteínas. Nesta situação o efeito chama-se efeito a «três corpos», o que significa que a qualquer temperatura a cadeia lipídica torna-se mais fluida que num sistema puro lípido/água.

Na membrana, os lípidos, proteínas e outros constituintes encontram-se num estado de actividade dinâmica. As cadeias de ácidos gordos estão em movimento rotativo que se transmite cooperativamente. No entanto, esse movimento é diminuído ou bloqueado na presença de colesterol, de tal modo que uma alteração provocada na membrana fica restringida ao local onde ocorre.

As moléculas lipídicas, também em movimento lateral dum lado para o outro (Fig. 4), estabelecem interacções dinâmicas com os iões e moléculas de dentro e fora da célula. A natureza destas acções depende dum certo número de factores, especialmente a natureza de substâncias indutoras e respectivas capacidades de ligação às proteínas da membrana ou a grupos polares dos lípidos. Esse movimento, ao repercutir-se nos lípidos adjacentes, pode baixar a permeabilidade da membrana.

As perturbações provocadas nas forças de ligação entre os vários componentes da membrana podem conduzir à completa ou parcial solubilização da membrana. Através dessas perturbações, provocadas por agentes externos físicos, é possível inferir do modo como se processam as interacções entre os vários constituintes da membrana.

Existe um determinado número de lípidos, de «fronteira», que envolvem as proteínas intrínsecas e a elas permanecem ligados no processo de solubilização. A troca entre os fosfolípidos da camada de «fronteira» com os da dupla camada livre é muito lenta.

Numa transição térmica, os lípidos de *fronteira* não apresentam variações do estado estrutural, enquanto que os da dupla camada apresentam uma mudança de fase (Fig. 19).

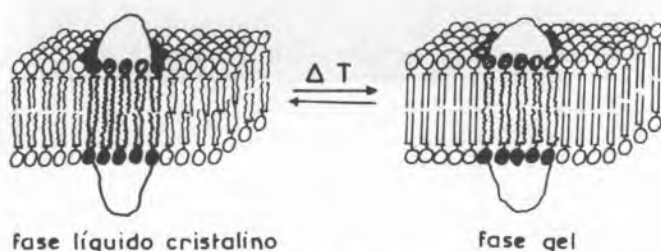


Fig. 19

*As camadas lipídicas, que envolvem a proteína intrínseca, estão num estado imobilizado e viscoso, não apresentando uma transição térmica normal. Estes lípidos não tem as mesmas propriedades dos restantes da dupla camada e designam-se por lípidos de fronteira*

As proteínas também são capazes de difundir e rodar no meio lipídico fluido (Fig. 16). As demonstrações qualitativas dos movimentos laterais das proteínas provêm de estudos feitos com certos agentes que provocam a agregação das proteínas das membranas.

De acordo com certos autores, a alteração na ordem das moléculas lipídicas tende a provocar a agregação da proteína envolvente.

Cada molécula proteica interfere com a estrutura dos lípidos adjacentes; no entanto, esta perturbação é pequena, provocando uma atracção entre as diferentes proteínas. A agregação proteica resulta do comportamento

termotrópico dos líquidos mas, no entanto, as transições nem sempre causam agregação proteica. A presença de ácidos gordos ramificados e de colesterol evita a agregação das proteínas.

#### Efeito das proteínas na fluidez dos lípidos

A fluidez dos lípidos é afectada pela presença das proteínas, bem como pelo tipo de interacções estabelecidas entre os dois tipos de macromoléculas.

As proteínas básicas estabelecem fortes ligações electrostáticas com os lípidos, aumentam a entalpia de transição e alteram (ou não) a temperatura de transição. O seu comportamento pode ser mascarado por catiões inorgânicos, tais como o  $Ca^{++}$ , devido à imobilização das extremidades polares dos lípidos.

Proteínas, tais como o citocromio C, que promovem ligações iónicas com a dupla camada lipídica, provocam decréscimos da entalpia e da temperatura de transição. Estas proteínas penetram ligeiramente na dupla camada, deformando-se ligeiramente. A alteração de transição está provavelmente relacionada com a reorganização dos grupos polares, por interacções iónicas com os grupos com carga das proteínas em posições fixas, conduzindo a uma menor eficiência na condensação das cadeias lipídicas.

Outras proteínas diminuem a variação de entalpia mas não alteram a temperatura de transição. Estas proteínas penetram completamente na membrana; no entanto, apenas entram em contacto, por ligações hidrofóbicas, com um número restrito de moléculas lipídicas, deixando imperturbável o resto da membrana.

#### 4 — Assimetria dos componentes da membrana

As proteínas extrínsecas e intrínsecas estão distribuídas assimetricamente. As proteínas extrínsecas estão ligadas apenas a uma das faces da membrana; as proteínas intrínsecas estão emersas assimetricamente ou atravessam a membrana de lado a lado, como a glicoporina, cuja extremidade aminada está orientada para o exterior, ligando-se a unidades de glícidos, enquanto a extremidade carboxilica se projecta para o citoplasma.

Os lípidos da membrana estão também dispostos assimetricamente. Por exemplo nos eritrócitos, existem fosfolípidos de colina, e colesterol na fase externa da membrana e, na fase interna, fosfatidiletanolamina e fosfatidilserina; a lecitina é trocada na monocamada da membrana externa pelos lipoproteínas séricas.

A assimetria dos lípidos está bem demonstrada tanto em trabalhos com vesículas como em membranas naturais.

A razão da assimetria pode ser explicada pela necessidade de acomodar fosfolípidos volumosos e/ou ionizados na face externa da membrana quando esta tem um pequeno raio de curvatura. Pode também haver razões biossintéticas, ou metabólicas que conduzam à assimetria.

Em todas as membranas, a assimetria pode ser devido às propriedades das proteínas permutadoras de fosfolípidos, necessários à distribuição dos mesmos ao longo da membrana celular, após a biossíntese. A troca extremamente lenta dos fosfolípidos entre as duas camadas permite manter a assimetria.

É razoável pensar que a presença assimétrica dos lípidos possa afectar a distribuição das proteínas de dois modos. Pode dar-se o caso de haver afinidade entre uma dada proteína e determinado tipo de lípido. Por exemplo

a  $\beta$ -hidroxibutirato-desidrogenase necessita de lecitina. A ATPase do retículo-endoplasmico, dispensa a presença do colesterol e dos lípidos ácidos, enquanto a mielina tem grande afinidade para o colesterol.

Devido à assimetria química, os lípidos podem estar em diferentes estruturas nas duas metades de membrana e daí a preferência de certas proteínas para certos lípidos. Quando a dupla camada lipídica passa por uma separação de fase, as proteínas são como que expelidas das regiões que se tornaram sólidas para as monocamadas mais fluídas.

A existência e manutenção da assimetria química e estrutural entre as monocamadas das membranas é necessária para a realização das funções celulares e, ao mesmo tempo, uma consequência termodinâmica do modelo de Singer Nicolson.

### 5 — Glicoproteínas e glicolípido

As membranas plasmáticas dos mamíferos contêm glicoproteínas e glicolípido.

As glicoproteínas são geralmente proteínas intrínsecas e, como tal, necessitam de solventes orgânicos, detergentes ou agentes caotrópicos para serem solubilizados. Os glicolípido podem ser extraídas usando solventes polares e, tal como os fosfolípido, movem-se por difusão lateral. Tanto as glicoproteínas como os glicolípido dispõem os resíduos glicídicos para o exterior da face externa das membranas celulares.

Não se sabe até ao momento se algumas glicoproteínas da superfície celular actuam como componentes estruturais, aumentando a estabilidade da membrana.

Bretscher sugeriu que a glicoporina da membrana eritrocitária tinha a função de aumentar a rigidez do eritrócito.

O maior obstáculo encontrado para a demonstração do papel estrutural desempenhado pelas glicoproteínas é que estas possam estar envolvidas em interacções dinâmicas com os componentes do cito-esqueleto. Assim, a capacidade da deformação celular poderá ser atribuída a alterações do cito-esqueleto.

Os glicídicos estão envolvidos em fenómenos de reconhecimento celular, funções celulares relacionadas com a superfície celular conferindo especificidade a essa estrutura. A existência de glicídicos na superfície da membrana eritrocitária permite a classificação dos grupos sanguíneos. O envelhecimento dos eritrócitos é acompanhado pela diminuição do conteúdo em glicídicos, mais concretamente em ácidos siálico. Concomitantemente, ocorre um aumento de D galactose e de N-acetilgalactosamina, que actuam como um sinal de reconhecimento e de eliminação dos eritrócitos semelhantes da circulação. A fracção de ácidos siálico na superfície celular é importante para a manutenção dos eritrócitos em circulação. Verificou-se também que a remoção do ácido siálico da superfície celular aumentava a deformabilidade da membrana do sarcoma 37. Esta alteração pode ser interpretada como uma rotura das interacções entre as unidades glicídicas, embora se atribua também a uma diminuição da carga total negativa na superfície celular.

### Agradecimentos

O autor expressa o seu reconhecimento ao Senhor Chim W. San pelas ilustrações aqui apresentadas.

Este trabalho encontra-se incluído no projecto de linha 2 do CMEL do Instituto Nacional de Investigação Científica.

### BIBLIOGRAFIA

- Bretscher, M. S. — Asymmetrical lipid bilayer structure for biological membranes *Nature New Biol.* 236:11,1972.
- Bretscher M. S. — Membrane structure: Some general principles *Science*, 181:622,1973.
- Chapman D., Gómez-Fernandez J. C., and Goni F. M. — *Febs letters* 98:211,1979.
- Choy Y. M., Wong S. L., Lee C. T. — Changes in surface carbohydrates of erythrocytes. *Biochem. Biophys. Research Commun.* 91:2,1979.
- Harrison, R. M. A. e Lunt, G. G. — «Biological membranes» Blackie e Son LTD, Glasgow 1975.
- Israelachvili J. N. — Refinement of the fluid-mosaic model of membrane structure *Biochem. Biophys. Acta*, 469:221,1977.
- Karnovsky M. J. — Lipid domains in biological membranes *Amer. J. Pathol.* 92:212,1979.
- Kruijff B., Cullis P. R. e Verkleij A. J. Non-bioayer lipid structures in model and biological membranes. *Tibs.*, 5:79,1980.
- Lodish H. F. and Rothman J. E. — The assembly of cell membranes *Sci. Amer.* 240:38,1979.
- Overath P., Thilo L. e Trauble H. Lipid phase transition and membrane function. *Tibs August*:187,1976.
- Singer S. J. e Nicolson G. L. — The fluid mosaic model of the structure of cell membranes. *Science*, 175:720,1972.
- Singer S. J. — Model of membranes structure. *Ann. N. Y. Acad. Sci* 195:18,1972.
- Smith I. C. P. — Organization and dynamics of membrane lipid as determined by magnetic resonance spectroscopy. *Can. J. Biochem* 57:1,1979.
- Zwaal, R. F. A., Demel R. A., Roelifsen B. and van Deenen L. L. M. — The lipid bilayer concept of cell membranes. *Tibs*, 5:112, 1976.

## À VENDA:



## EQUILÍBRIO QUÍMICO E CINÉTICA QUÍMICA

ANA MARIA NETO SIMÕES  
RAQUEL MARIA DA CRUZ GONÇALVES

SOCIEDADE PORTUGUESA DE QUÍMICA

1983

Preço:  
250\$00 sócios — 350\$00 não sócios

# A QUÍMICA EM PORTUGAL TAMBÉM TEM HISTÓRIA

## — A Química no Ensino Secundário no séc. XIX

Até ao séc. XVI, a Química tanto em Portugal como no estrangeiro não existia. Havia sim a alquímia e os alquimistas ambulantes estrangeiros que vinham a Portugal e que por vezes aqui se fixavam, deixavam-nos os seus conhecimentos.

O único alquímista português que conhecemos foi António Gouveia também chamado “Padre de Oiro”, considerado na época como um misto de sábio feiticeiro e que acabou por ser degredado para o Brasil.

A Química em Portugal nasce com o primeiro ensino e o primeiro laboratório universitários criados pela **reforma de 1772** pelo **Marquês de Pombal**. Considera-se que, por isso, a reforma Pombalina marca o estado zero da Química entre nós.

Marquês de Pombal recebeu o encargo de entregar à Universidade os novos estatutos. Não se limitando a expôr em letra de estatuto a reforma do ensino universitário, fez o possível para que este se tornasse eficiente dentro dos moldes da nova legislação. Para isso chamou a Portugal alguns sábios estrangeiros, entre os quais Vandelli. Destacando-se desde logo como químico, fez atrair a atenção do marquês que o convidou a reger a ciência da sua especialidade na Universidade de Coimbra. É na reforma de Marquês de Pombal que pela primeira vez se salienta a importância de que as aulas de Química teórica fossem acompanhadas de práticas. E é baseado nesta política que se criou o laboratório em Coimbra dirigido por Vandelli.

Em Lisboa o primeiro laboratório surge em 1780 no Castelo de São Jorge em dependências da Casa Pia. Em 1807 já existiam espalhados pelo país além dos já citados, os laboratórios do Príncipe Regente da Universidade de Coimbra, da Casa da Moeda e de António Alcoforado em Guimarães.

Para preencher as lacunas da reforma pombalina do ensino surge como primeira tentativa séria a **reforma de Passos Manuel (1836)**, num momento em que no resto da Europa se fazem sentir as consequências materiais e culturais da revolução industrial, estando por isso a indústria portuguesa necessitada de protecção ante a concorrência estrangeira. Passos Manuel, não obstante os “estorvos” das lutas liberais em que se envolveu, entregou-se a uma intensa tarefa de legislação. Lançou fundamentalmente as bases de uma renovação do ensino público, na qual se destaca a criação dos Liceus (dec. 15 de Nov. de 1836), fundação da Academia Politécnica no Porto com intuítos industriais, Escola Politécnica de Lisboa, além de outras. É, pois, Passos Manuel que com a sua reforma introduz a Química nos Liceus.

Na execução do seu projecto teve que lutar não só contra as naturais resistências do meio, mas também com os seus defeitos, tais como a falta de fixação na duração

dos cursos, a não distribuição das disciplinas por anos, o congestionamento das matérias e a uniformidade do tipo de ensino, inconveniente a que se vinha juntar a falta de preparação pedagógica dos professores.

Com efeito aos candidatos ao concurso público para professores não era de início exigida nenhuma habilitação prévia; só passados cinco anos começaria a ser exigida nomeadamente a formatura em Filosofia aos candidatos às cadeiras, entre outras a da Química. (Também chamada 7.ª Cadeira).

Todos os defeitos apontados contribuíram para retardar a execução da reforma de Passos Manuel de tal modo que quando em 1844 surge a **reforma de Costa Cabral** muitos dos Liceus então criados não estão ainda abertos!

Para remediar estes inconvenientes, Costa Cabral vai reformar todo o ensino público embora nem sempre o fizesse da melhor maneira. Assim, para descongestionar o quadro de disciplinas vai suprimir para além da Física e da História Natural, o ensino da Química nos Liceus.

À uniformidade do tipo liceal adoptado por Passos Manuel opunha a reforma de Costa Cabral um ensaio de orientação regionalista dos novos liceus nos quais, em torno dum núcleo comum de seis disciplinas fundamentais, se agrupavam outras matérias escolhidas segundo “as necessidades locais”, entre as quais o ensino da Química aplicada às Artes.

Só no início da segunda metade do séc. XIX com a **reforma de Fontes Pereira de Melo** é criado o ensino industrial (dec. 30/12/1852).

É porém na **legislação de Emídio Navarro** que o ensino industrial e comercial é organizado em Portugal.

Pelo decreto de 30/12/1886, Emídio Navarro deviou o ensino industrial em 3 graus:

- elementar
- preparatório
- especial

destinados a serem ministrados nos institutos industriais e comerciais de Lisboa e Porto.

O ensino deveria ter uma forma essencialmente prática e para esse fim acompanhado do trabalho manual apropriado às necessidades de cada especialidade, em oficinas anexas às escolas. Surge deste modo a criação em anexos aos institutos citados, um laboratório químico destinado não só a apoio prático das cadeiras de Química, como também para fazer face às necessidades da indústria.

Apesar do grande alcance da legislação de Emídio Navarro, o ensino técnico continuava a marcar passo devido às limitações de certos dirigentes, para quem a solução dos problemas nacionais consistia na criação ou supressão de escolas, na alteração de programas e na imitação servil do que se fazia lá por fora, sem atender às capacidades e necessidades da sociedade portuguesa.

No entanto as medidas legislativas em matéria de ensino técnico, posteriores à reforma de Emídio Navarro pouco ou nada contribuíram para o melhorar.

### BIBLIOGRAFIA:

- *História de Portugal*, Ed. de Barcelos, vol. II
- Joel Serrão, *Dicionário da História de Portugal*
- *Decretos*, Imprensa Nacional de Lisboa

#### Trabalho realizado por:

Maria da Graça Gonçalves  
 Maria Filomena Rita  
 Francisco F. Gírio  
 (alunos da Faculdade de Ciências de Lisboa)

#### Orientação de:

Ana Luísa Janeira

**DECRETO**

Atendendo a que a instrução secundária é de todas as partes da instrução pública aquela que mais carece de reforma, porquanto o sistema actual consta na maior parte dalguns ramos de erudição estéril, quasi inútil para a cultura das sciências, e sem nenhum elemento que possa produzir o aperfeiçoamento das artes e os progressos da civilização material do País;

Atendendo outrossim a que não pode haver illustração geral e proveitosa sem que as grandes massas de cidadãos, que não aspiram aos estudos superiores, possuam os elementos scientificos e técnicos indispensáveis aos usos da vida no estado actual das sociedades;

Hei por bem aprovar e decretar o plano dos liceus nacionais que me foi oferecido pelo vice-reitor da Universidade de Coimbra, o Dr. José Alexandre de Campos, e que vai assinado por Manuel da Silva Passos, Secretário de Estado dos Negócios do Reino, para fazer parte do plano geral que incessantemente continuará a ser-me apresentado.

O Secretário de Estado dos Negócios do Reino assim o tenha entendido e faça executar.

Palácio das Necessidades, em 17 de Novembro de 1836.  
— RAINHA — *Manuel da Silva Passos.*

Art.º 38.º — “A instrução secundária comprehende (...) § 6.º “Princípios de Chimica, de Fysica e de Mechanica applicadas às Artes e Offícios”.

Art.º 68.º — “Haverá em cada um dos Lyceus Jardim experimental destinado às applicações de Botânica, um Laboratório Chimico...”

Costa Cabral (Dec. 20/9/1844)  
*Instrução Secundária*

**Capitulo I****Da collocação das Escolas e objecto do ensino**

Art.º 46.º — Haverá um Lycêo em cada uma das Capitães dos Districtos Administrativos, e Dioceses do Reino.

Art.º 47.º — O curso dos Lycêos comprehenderá em todos, as seguintes disciplinas e Cadeiras:

- 1.ª Grammatica Portuguesa e Latina.
- 2.ª Latinidade.
- 3.ª A Arithmetica e a Geometria com applicações às Artes e primeiras noções de Álgebra.
- 4.ª Filosofia Racional, e Moral, e principios de Direito Natural.
- 5.ª Oratoria, Poetica, e Literatura Classica, especialmente a portuguesa.
- 6.ª História, Chronologia, e Geografia, especialmente a Commercial.

Art.º 49.º O Governo poderá, quando o julgar conveniente, estabelecer nos Lycêos das Capitães dos Districtos, segundo as circunstâncias e necessidades locais, Cadeiras das seguintes disciplinas:

Introdução à História Natural dos tres Reinos, com as suas mais usuas applicações à Indústria, e noções geraes de Physica.

Economia Industrial, e Escripuração.  
Chymica applicada às Artes.  
Agricultura e Economia rural.  
Mechanica industrial.  
Lingua Franceza e Ingleza.  
Musica.

Emidio Navarro. (Dec. 30/12/1886)

Art.º 15.º Em cada um dos institutos industriais e commerciaes, haverá as seguintes cadeiras:

- 1.º Rudimentos de matemática;
- 2.º Rudimentos de physica, de chimica e de electrotechnia;
- 3.º Rudimentos de mechanica;
- 4.º Arithmetica, algebra e geometria synthetica;
- 5.º Geometria discriptiva, stereotomia e topographia;
- 6.º Trigonometria plana, principios de geometria analytica, de algebra superior, e de calculo infinitesimal;
- 7.º Physica geral e suas applicações à indústria;
- 8.º Electrotechnia, Telegraphia e outras applicações da electricidade;
- 9.º Chimica mineral e orgânica;
- 10.º Technologia chimica (ceramica, tinturaria, estamperia e outras applicações da chimica); materias primas de origem mineral e suas transformações; caracteres physicos e chimicos d'essas mercadorias, seu valor commercial, suas falsificações e meios praticos de as reconhecer;

Art.º 54.º Haverá annexos a cada um dos institutos industriaes e commerciaes de Lisboa e Porto:

- 1.º Uma bibliotheca;
- 2.º Um laboratório chimico;
- 3.º Um gabinete de physica;
- 4.º Um laboratório mechanico;
- 5.º Um museu, comprehendendo os modelos, instrumentos, apparatus, desenhos, productos, amostras e materias necessarios para as demonstrações nas aulas dos differentes cursos e para as experiencias de que trata o § 4.º;
- 6.º Uma escola pratica de telegraphia e laboratório electrotechnico.

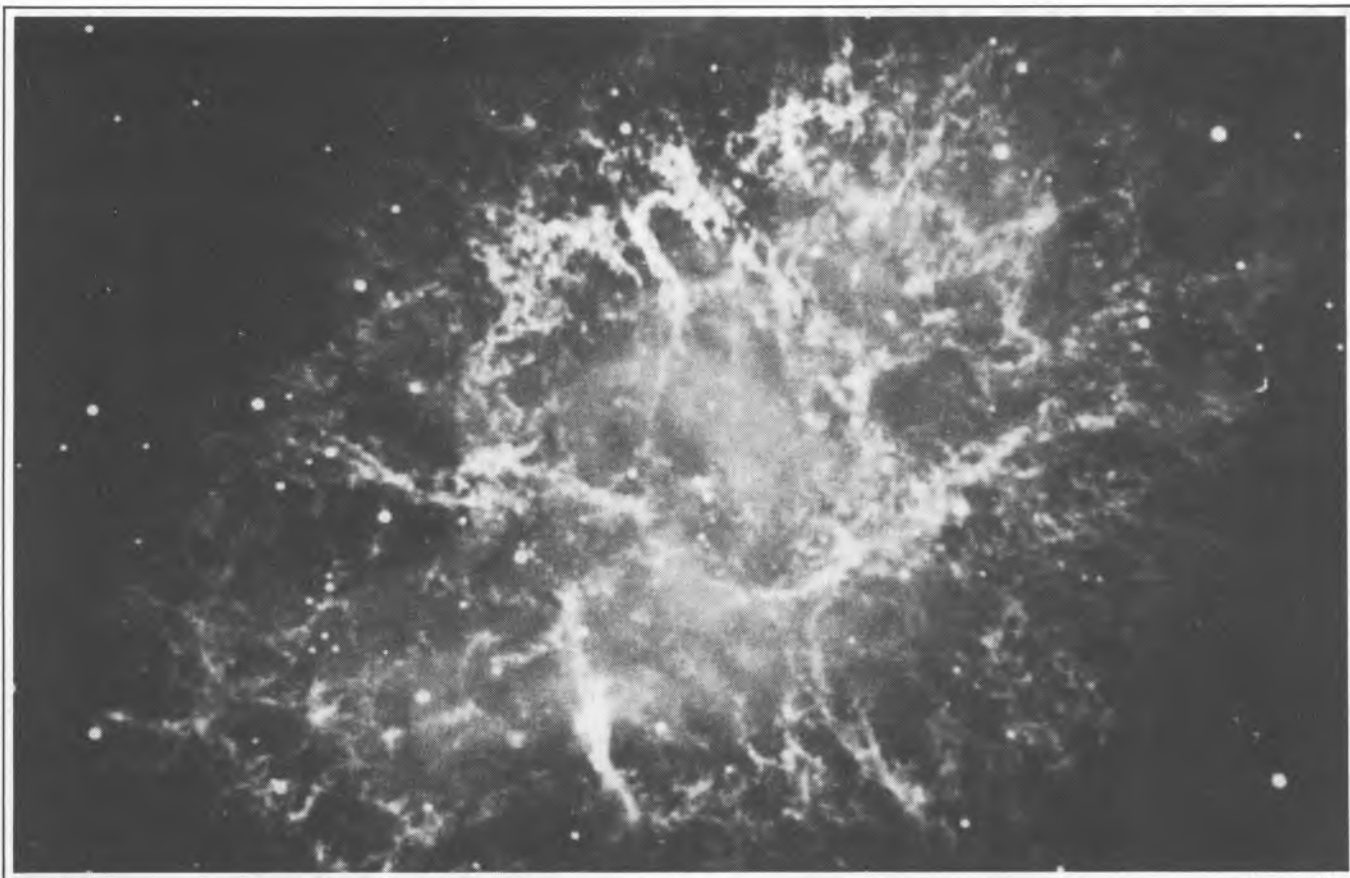
§ 1.º O laboratorio chimico é destinado não só a preparar as experiencias necessarias às lições oraes da cadeira de chimica e às manipulações dos alumnos do instituto para complemento do ensino theorico, mas também:

- a) A fazer as analyses, experiencias e ensaios, que lhe forem incumbidos pelo governo ou solicitados pelos particulares;
- b) A fazer as investigações scientificas ou technologicas ordenadas pelo respectivo director;
- c) A ministrar o ensino de chimica pratica aos individuos estranhos aos institutos, que se dediquem à indústria, segundo as necessidades especiaes de cada um;
- d) A facilitar aos particulares a execução de qualquer analyse ou trabalho compatível com o ensino.

**Da habilitação dos professores**

Art.º 46.º O que fica estabelecido nos artigos 7.º até 13.º, acerca das qualidades requeridas nos professores de instrução primária, natureza e maneira do seu provimento e método do exame, é inteiramente applicável aos professores de instrução secundária, guardada a differença das disciplinas; porém passados cinco anos depois da publicação deste decreto a formatura em matemática pela Universidade será habilitação necessária para o concurso da 5.ª cadeira, assim como a formatura em filosofia para o concurso da 7.ª e da 8.ª

(Dec. 17/11/1836)



# A EVOLUÇÃO QUÍMICA E O PROBLEMA DA ORIGEM DA VIDA — Uma nova secção do Boletim

Com Charles Darwin, cujo centenário da morte se comemorou recentemente, o conceito de **evolução** adquiriu estatuto científico. Tudo se passava então no âmbito da Biologia e ainda hoje quando falamos de evolução é muitas vezes para nos referirmos à evolução biológica, à evolução das espécies. No entanto, com o desenvolvimento das ciências, os diferentes problemas das origens (do Universo, das estrelas, do sistema solar, da vida, do homem,...) puderam passar a ser analisados de forma cada vez menos especulativa e o conceito de evolução passou a ser entendido de uma forma mais ampla, como descrição do processo geral de transformação da matéria no Universo. A evolução darwiniana, a evolução biológica, não é então senão um aspecto (ou uma etapa, ou uma fase) de um processo de evolução mais geral que designamos por **evolução cósmica**. Podemos dizer que a evolução cósmica inclui e relaciona diferentes processos como a formação dos átomos e moléculas no Universo, a formação das galáxias e das estrelas, a origem da vida e da inteligência, o desenvolvimento das sociedades, etc...

A designação de **Evolução Química** refere-se ao domínio da evolução cósmica que descreve a formação das moléculas no Universo: síntese molecular no espaço intersidereal, formação de moléculas simples na atmosfera primitiva da Terra, formação de moléculas complexas e de polímeros orgânicos nos oceanos e nas interfaces oceano-continente na Terra primitiva.

Fará em breve 30 anos que Stanley Miller publicou os resultados das suas primeiras experiências em que produziu aminoácidos, os constituintes das proteínas, em condições de simulação do ambiente atmosférico da Terra primitiva. O desenvolvimento a que se assistiu durante estas últimas três décadas no âmbito das ciências ligadas com o estudo da Origem da Vida veio transformar este tema extremamente interdisciplinar num dos domínios mais interessantes da investigação científica actual. Embora tal estudo constitua o objecto de investigações envolvendo muitas vezes conceitos, metodologias e equipamentos muito complexos, verifica-se que actualmente esta temática interessa não só um número cada vez maior de cientistas (envolvidos ou não neste tipo de investigação) como também desperta grande curiosidade no cidadão comum. Uma vez que a curiosidade constitui uma saudável motivação para a aquisição do conhecimento e da cultura, assiste-se hoje, um pouco por toda a parte, a uma apreciável movimentação no sentido da di-

vulgação da situação actual do pensamento científico neste campo, muitas vezes sob a forma de programas televisivos e da introdução da temática da evolução e da origem da vida nos programas do ensino secundário e superior.

Também em Portugal a temática da evolução cósmica (e da evolução química em particular) começa a interessar um número apreciável de pessoas ligadas ao ensino e à investigação, tanto no domínio das ciências ditas exactas como no das ciências humanas (do que é um exemplo a afluência que se verificou na série de conferências intitulada «A Química e a Vida», recentemente promovida pela nossa sociedade). É neste contexto que surge o projecto de criar neste Boletim uma secção na qual se procurarão tratar, de um ponto de vista formativo, determinados tópicos relacionados com a Origem da Vida e em particular aqueles que têm a ver com a **Evolução Química**. Neste contexto contamos publicar uma série de textos de natureza didáctica sobre aspectos gerais, textos esses em que se abordarão problemas como o da origem dos elementos, o da evolução química no espaço, no sistema solar, na Terra primitiva. Será esta a coluna vertebral da Secção, em que a abordagem química dos problemas será a nota dominante. Está também prevista a publicação de pequenos textos sobre problemas muito específicos relacionados com a Origem da Vida (e de carácter eventualmente não químico), assim como entrevistas e textos de carácter geral escritos por investigadores de nomeada nestes domínios. Procuraremos ainda dar uma atenção particular à interface entre o estudo da evolução química e o ensino da Química.

Um dos objectivos da criação no Boletim da SPQ desta secção é o de dar resposta a um interesse latente que pensamos existir, relativamente a esta problemática, em grande número de membros desta sociedade. No entanto, o prosseguimento deste projecto só terá sentido e só poderá ser levado a cabo em boas condições em contacto directo com os interessados através das suas sugestões e críticas, da sua colaboração. Aguardamos esse contacto.

António LOPES VIEIRA, I.S.T.  
Hernani MAIA, U. do Minho  
Joaquim José MOURA RAMOS, I.S.T.

# PONTOS DE VISTA MODERNOS SOBRE AS ORIGENS DA VIDA

François RAULIN(\*)

## Introdução

Durante séculos, a única teoria aceite sobre a Origem da Vida no nosso planeta foi o dogma da geração espontânea. A despeito de vários trabalhos entretanto realizados, em particular os de JOBLIN no século XVIII, a crença numa geração espontânea, pelo menos para o mundo vivo microscópico, ainda subsistia, em plenos meados do século XIX. Foi necessário esperar até 1862 pela célebre experiência de PASTEUR, para que este dogma fosse finalmente abandonado e para que a questão da origem dos seres vivos pudesse pôr-se claramente. Aliás nesta mesma época, DARWIN acabava de introduzir a noção de Evolução Biológica, permitindo assim uma simplificação importante da questão da Origem da Vida: o problema passou desde então a consistir em se explicar a origem de algumas espécies vivas primitivas extremamente simples.

Existem actualmente várias teorias sobre a origem destes primeiros sistemas vivos. Algumas pessoas inclinam-se para a ideia geral da Panspermia, desenvolvida por volta de 1900 pelo químico ARRHENIUS. Outras pessoas pendem para a teoria da Evolução Química, estabelecida nos anos 1920-1930 por OPARIN e HALDANE.

## Panspermia

Segundo ARRHENIUS, a vida teria aparecido na Terra na sequência duma sementeira de matérias vivas extraterrestres transportadas para a Terra pelas radiações cósmicas. ARRHENIUS admitia que a geração da vida deveria ser eterna, o que suprimia muito simplesmente o problema da origem desta semente viva. A ideia da panspermia não é defendida actualmente, senão por alguns investigadores, mas não pode ser totalmente posta à margem. Com efeito, se por um lado parece muito provável que qualquer germe da Vida não poderia suportar a uma viagem interestelar, devido às radiações mortais a que teria de submeter-se, por outro lado este germe, encerrado num meteorito ou no coração dum cometa, poderia sobreviver durante a viagem. Assim, para HOYLE e WICKAMASINGHE estes germes da Vida teriam sido formados espontaneamente nas núvens interestelares ou nos cometas e teriam sido transportados por estes para a Terra. Estes autores também supõem que actualmente o nosso planeta ainda é objecto desta sementeira, o que permitiria mesmo explicar a origem de certas epidemias! Sem ir tão longe nas especulações, é necessário entretanto notar que as núvens interestelares e os cometas são de facto sede duma Química orgânica que poderá ser relativamente complexa. A lista das moléculas interestelares já conhecidas compreende mais de 50 compostos dos quais uma quarentena são moléculas orgânicas. Compostos orgânicos, entre os quais HCN, estão também verosimil-

mente presentes nos cometas, e isto sugere que muitos compostos de interesses bioquímico, em particular bases heterocíclicas como a adenina, poderiam encontrar-se no núcleo dos cometas (as futuras missões a cometas deverão trazer informações muito importantes, entre outras, sobre a natureza dos compostos orgânicos do núcleo dos cometas). Para CRICK, a panspermia teria sido dirigida — os germes vivos teriam semeado a Terra, há mais de 3,5 mil milhões de anos, a partir duma sonda enviada por uma civilização extra-terrestre avançada. É necessário porém precisar que, dirigida ou não dirigida, a teoria da panspermia não faz senão relegar para longe o problema da origem do sistema vivo primitivo.

## Evolução química

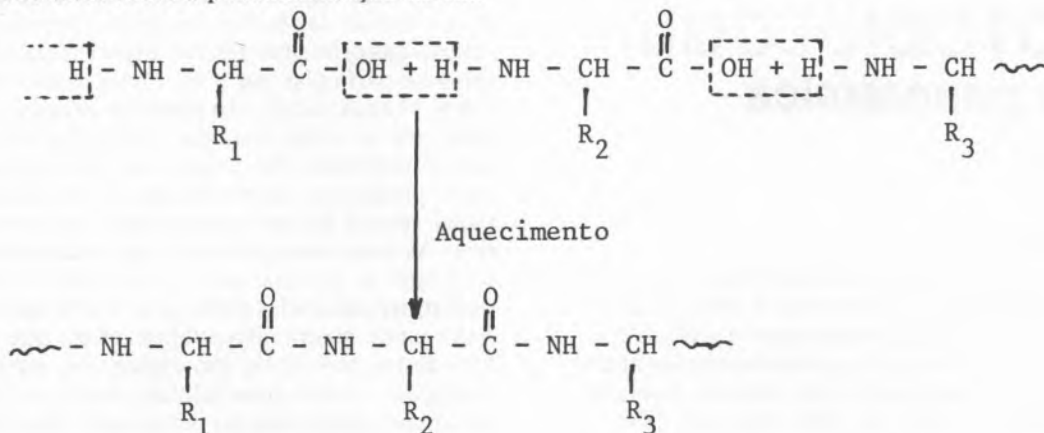
Com efeito, o cenário actualmente mais geralmente aceite é ainda o de OPARIN e HALDANE. Este considera uma longa evolução química terrestre, da matéria inerte para o ser vivo, passando pela formação de compostos orgânicos cada vez mais complexos. Podem distinguir-se esquematicamente as etapas seguintes:

- 1/ Há 4,5 mil milhões de anos, a evolução da atmosfera terrestre primitiva, diferente da atmosfera actual, sob a influência de energias variadas, conduz à formação, entre outros, de compostos orgânicos simples e voláteis.
- 2/ Estes compostos, verdadeiros "precursores atmosféricos", principalmente o formaldeído (HCHO) e o cianeto de hidrogénio (HCN), após dissolução em água evoluem dando moléculas orgânicas mais complexas, em particular os monómeros bioquímicos: aminoácidos, bases heterocíclicas e açúcares.
- 3/ Os monómeros condensam-se em polímeros de interesse biológico (peptídeos e polinucleótidos).
- 4/ O aparecimento duma fase orgânica separada da fase aquosa permite a diferenciação dos compostos. Aparecem coacervatos (ou microsferas).
- 5/ A complexidade do meio aumenta, permitindo o estabelecimento de processos autocatalíticos. Aparecem estruturas organizadas conduzindo à formação de sistemas auto-reprodutores e aos primeiros sistemas vivos primitivos, há mais de 3,5 mil milhões de anos.

Esta última fase da Evolução Química é ainda praticamente desconhecida. Em oposição, as quatro precedentes já deram lugar a numerosos trabalhos experimentais e teóricos, depois da experiência presentemente célebre de Stanley MILLER, cujos primeiros resultados foram publicados em 1953 na revista "Science". Os dados adquiridos até ao presente consubstanciam o esquema geral da Evolução Química. Todavia, claro, mesmo se nos limitarmos às primeiras etapas, muitas questões ainda estão por resolver.

A primeira questão diz respeito à composição da atmosfera da Terra primitiva. A nova ortodoxia neste domínio é a hipótese duma atmosfera neutra, composta principalmente por CO<sub>2</sub> e H<sub>2</sub>O. Ora, se bem que muito poucas experiências tenham sido efectuadas em misturas deste tipo, um tal modelo não parece de todo eficaz para a síntese dos precursores atmosféricos, como HCHO e principalmente HCN. Em particular, a incorporação do azoto nos compostos orgânicos prebióticos, a partir de modelos **não redutores** de atmosferas, constitui um problema não resolvido.

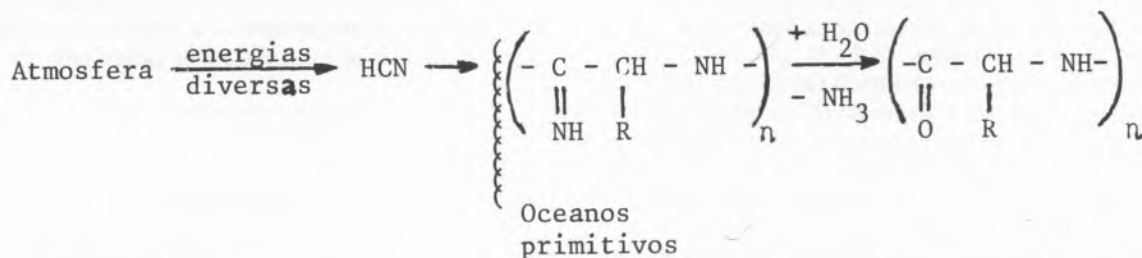
No entanto, não estamos a referir neste momento senão a síntese dos tijolos de ser vivo: estes tijolos ainda têm de ser montados! Ora um outro problema relaciona-se justamente com a formação dos polipéptidos. Os resultados dos estudos sobre a policondensação de ami-



Com efeito os trabalhos de FOX e os últimos trabalhos de DOSE mostram que esta via de síntese pode conduzir a polímeros pseudo-peptídicos que apresentariam uma ordenação não aleatória. Estes polímeros têm uma propriedade notável: colocados em água, em certas condições particulares de pH, dão estruturas assaz ordenadas parecendo-se com células: as microsferas.

noácidos têm sido muitas vezes decepcionantes neste contexto, uma vez que necessitam de condições de concentração elevada de aminoácidos, a fim de permitirem a formação de ligações peptídicas:

Assinalemos que também é considerada uma outra possível via de síntese, em particular por MATTHEWS. Este autor pensa que a polimerização de certos precursores atmosféricos, tais como HCN, deve produzir directamente heteropolipéptidos. Estes seriam destruídos durante o processo analítico e hidrolizados em aminoácidos que seriam, só eles, detectados nas experiências do tipo da experiência de MILLER:



Com o esquema de MATTHEWS, não será mais necessário recorrer-se a uma etapa de policondensação de aminoácidos, difícil de explicar em solução aquosa. Todavia, a estrutura dos polímeros de HCN não é ainda bem conhecida e a possibilidade duma tal via directa continua muito contestada.

Também é necessário citar os trabalhos extremamente encorajantes obtidos a partir de 1980 pela equipa de ORGEL sobre a síntese prebiótica de polinucleótidos. Esta equipa, utilizando a acção catalítica de certos cationes metálicos ( $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Pb}^{2+}$ ) conseguiu sintetizar oligómeros compreendendo mais de 50 nucleótidos.

Se se consideram as etapas ulteriores de Evolução Química, surgem numerosas questões dizendo respeito, por exemplo, ao problema da origem da quiralidade ou da do código genético. Duma maneira geral, a este nível da Evolução Química, o problema apresenta dois aspectos: — encontrar-se o tipo da informação “química” que apareceu sobre a Terra primitiva, e o seu suporte, — e — compreenderem-se os factores que impediram a dispersão desta informação. Para A. BLACK, estruturas peptídicas capazes de formarem folhas  $\beta$  teriam podido desempenhar esta função de suporte.

## Conclusão

As investigações realizadas posteriormente às primeiras experiências de MILLER em 1953, mostraram

uma tendência para os meios primordiais muito simples se complicarem consideravelmente, em direcção aos sistemas biológicos, quando submetidos a um fluxo de energia.

A síntese dos constituintes básicos do ser vivo ou a dos seus precursores, nas condições terrestres primitivas, aparece hoje como um fenómeno obrigatório, desde que um número mínimo de condições físico-químicas seja satisfeito.

Enfim, estas conclusões são largamente confirmadas pela descoberta da existência duma cosmoquímica do carbono de que, ainda há menos de 30 anos, não se suspeitava, e particularmente posta em evidência pela detecção na atmosfera de Titan de HCN,  $(\text{CN})_2$  e  $\text{CH}\equiv\text{C}-\text{CN}$ , três compostos de interesse biológico.

A química orgânica que se desenvolve à periferia deste satélite de Saturno é sem dúvida muito semelhante à que se desenvolveu na Terra há 4,5 mil milhões de anos. Assim, o estudo de Titan deverá fornecer informações preciosas no que respeita ao problema da origem da Vida na Terra, e mais geralmente no Universo.

(\*) O AUTOR: O Doutor François Raulin é professor da Universidade de Paris Val de Marne e director do grupo de **Evolução Química-Exobiologia** do Laboratório da Química Física do Ambiente da mesma Universidade.

# EVOLUÇÃO MOLECULAR E PROTOBIOLOGIA: — Uma panorâmica

Klaus DOSE(\*)

## I — Introdução

Nas conferências sobre o Darwinismo que proferiu no semestre de Inverno de 1865/66, o biólogo alemão Ernst Haeckel (1834-1919) propôs uma sequência evolutiva para explicar a origem das primeiras células através de processos de auto-agregação e de selecção. Estas conferências foram publicadas em 1868 (Haeckel, 1868). As ideias pioneiras de Haeckel constituíram na sua época uma violação da concepção reinante segundo a qual a origem da vida não podia ser objecto de investigação científica.

Esta concepção está mais claramente expressa em algumas afirmações proferidas por C. Darwin mais ou menos na mesma época. Em 1859 (C. Darwin, 1859) C. Darwin sugeria que todas as formas de vida que existiram sobre a Terra evoluíram a partir de um antepassado comum o qual teria sido criado por um acto divino. Em 1863 Darwin rejeitava mais uma vez a ideia de que o problema da origem da vida pudesse ser racionalmente analisado. Numa carta a Hooker (editada por F. Darwin, 1896) ele escrevia: "It is mere rubbish thinking at the presence of the origin of life — one might as well think of the origin of matter". Mas mais tarde, em 1871, talvez sensibilizado pelas teses de Haeckel, Darwin deixou de rejeitar o pensamento sobre uma origem evolutiva da vida (Darwin, 1959, póstumo).

O conceito formulado por Haeckel de uma auto-organização por etapas da matéria até conduzir a um sistema vivo era certamente um assunto polémico na época tanto mais que não era suportado por uma argumentação baseada em dados experimentais. A era moderna neste domínio foi iniciada em 1924 quando Oparine (Oparine, 1924) publicou pela primeira vez as suas concepções sobre a origem da vida. Mas Oparine limitou-se a retomar os conceitos de Haeckel datados já do século XIX. É certo que Oparine podia ser mais específico e basear-se mais em factos do que o podia fazer Haeckel cujas ideias surgem hoje como ingénuas em muitos pormenores. No entanto, o fosso entre as conceptualizações e os factos era ainda enorme em 1924. Foram precisos mais de 30 anos para que algumas das ideias de Oparine (e de Haeckel) sobre a formação espontânea de moléculas de interesse biológico a partir de precursores "inorgânicos" pudessem ser verificadas em laboratório. A história deste período da investigação foi abordada com pormenor em várias trabalhos (ver p. ex. Kenyon e Steinman, 1969; Miller e Orgel, 1974; Fox e Dose, 1977). Até 1955 muitas das experiências neste campo estavam relacionadas com a origem abiótica ou prebiótica das moléculas simples na Terra primitiva. Este domínio de investigação é frequentemente designado por "evolução química".

Também foi enorme o número de experiências realizadas sobre a origem das primeiras macromoléculas de interesse biológico e sobre a sua auto-organização em sistemas prebióticos incluindo modelos de protocélulas. Es-

te domínio é frequentemente designado por "evolução molecular", termo este geralmente aceite por analogia com "biologia molecular" para exprimir o envolvimento adicional das interacções moleculares (ou supramoleculares) para além do nível das reacções (bio)químicas típicas. Apesar das muitas intrigantes experiências sobre a origem das primeiras células, experiências essas levadas a cabo em particular por S.W. Fox e colaboradores nos últimos 30 anos, ainda não podemos afirmar sem ambiguidade que se tenha conseguido sintetizar em laboratório uma protocélula. No entanto as experiências com moléculas prebióticas demonstram de forma convincente o papel central da auto-organização no contexto prebiótico. As várias estruturas do tipo celular ou organela celular que se produziram em experiências de simulação podem ser encaradas como pré-células ou pré-organelas. Falta ainda no entanto estabelecer em que medida algumas destas pré-células são capazes de, em determinadas condições, evoluir para células primitivas (ou células primordiais), isto é para os precursores das células contemporâneas. Só estas estruturas pré-celulares podem ser designadas por protocélulas. A forma de "vida" que representam será pois uma protovida. A ciência que a estuda é a protobiologia.

Pensar no contexto da protobiologia ou da evolução molecular implica uma forma de pensamento diferente do da biologia: dado que ninguém assistiu ao aparecimento da vida, o tipo de pensamento dominante em protobiologia é em grande medida construcionista, ao passo que em biologia é essencialmente deducionista.

As diferentes etapas da evolução, desde a origem do Universo ao aparecimento das células contemporâneas podem resumir-se num esquema sintetizado na Fig. 1.

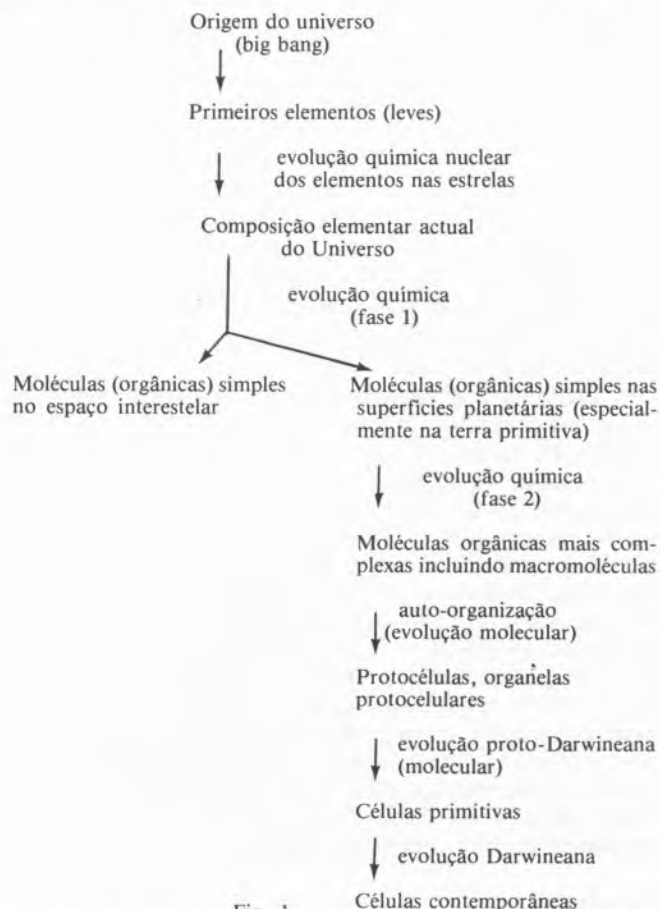


Fig. 1

Sequências da evolução nuclear, química e molecular. O esquema foi elaborado com base na experimentação, observação e considerações teóricas



## II — A abundância dos bioelementos nas nuvens presolares

Quando analisamos as abundâncias dos elementos nas nuvens de matéria interestelar, isto é nas nuvens que contêm os materiais de base para a formação de novas estrelas, incluindo estrelas do tipo do nosso Sol com o seu sistema planetário, verificamos que os quatro bioelementos mais importantes, hidrogéneo, carbono, oxigénio e azoto, são também os elementos mais abundantes para além dos gases raros hélio e néon (Fig. 2). A produ-

ção destes elementos através de processos químicos nucleares que ocorrem no interior das estrelas é directamente controlada pelas propriedades físicas dos neutrões, protões e outras partículas constitutivas do núcleo destes elementos. As leis da Física e as propriedades da matéria predeterminaram o nosso Universo a produzir predominantemente os quatro bioelementos (para além do hélio e do néon). Todos os elementos químicos (com excepção dos gases raros) têm facilidade para interagir quimicamente desde que as condições sejam favoráveis.

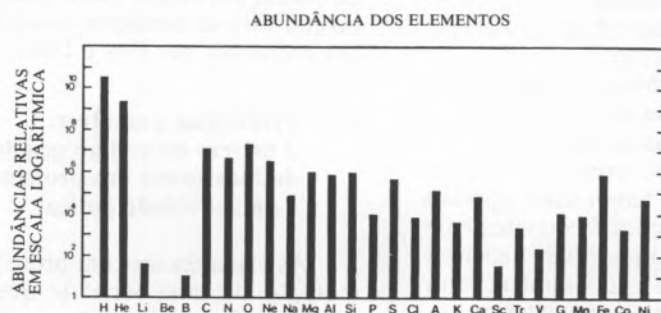


Fig. 2

Abundância interestelar dos elementos. Fonte: A.G.W. Cameron (1970)

A formação espontânea e a interconversão de moléculas são processos que ocorrem numa grande variedade de cenários cosmológicos, mesmo nas condições de extremamente baixas temperatura e pressão reinantes nas nuvens interestelares. A grande maioria destes compostos até hoje observados e identificados são compostos de car-

bono (Tabela 1). No entanto a espécie molecular mais abundante é a água. Os dados de que dispomos sobre a química do Universo sugerem que qualquer forma de vida que possamos imaginar será provavelmente baseada numa química de compostos de carbono, tendo a água como solvente.

TABELA 1

MOLÉCULAS INTERESTELARES OBSERVADAS nas nuvens moleculares densas			
INORGÂNICAS		ORGÂNICAS	
H <sub>2</sub> hidrogénio	-DIATÔMICAS	CH	metilidino
OH hidroxilo		CH <sup>+</sup>	ião metilidino
SiO monóxido de silício		CN	cianogénio
SiS sulfureto de silício		CO	monóxido de carbono
NS sulfureto de azoto		CS	monossulfureto de carbono
SO monóxido de enxofre			
H <sub>2</sub> O água	TRIATÔMICAS	CCH	etinal
H <sub>2</sub> H <sup>+</sup>		HCN	cianeto de hidrogénio
H <sub>2</sub> S sulfureto de hidrogénio		HNC	isocianeto de hidrogénio
SO <sub>2</sub> dióxido de enxofre		HCO <sup>+</sup>	ião formilo
		HCO	formilo
	OCS	sulfureto de carbonilo	
NH <sub>3</sub> amónia	4-ATÔMICAS	H <sub>2</sub> CO	formaldeído
		H <sub>2</sub> NCO	ácido isociânico
		H <sub>2</sub> CS	tioformaldeído
	5-ATÔMICAS	H <sub>2</sub> CHN	metanimina
		H <sub>2</sub> NCN	cianamida
		H <sub>2</sub> COOH	ácido fórmico
		HC <sub>3</sub> N	cianoacetileno
	6-ATÔMICAS	CH <sub>3</sub> OH	metanol
		CH <sub>3</sub> CN	cianometano
		HCONH <sub>2</sub>	formamida
	7-ATÔMICAS	CH <sub>3</sub> NH <sub>2</sub>	metilamina
		CH <sub>3</sub> C <sub>2</sub> H	metilacetileno
		HCOCH <sub>3</sub>	acetaldéido
		H <sub>2</sub> CCHCN	cianeto de vinilo
		HC <sub>3</sub> N	cianodiacetileno
	8-ATÔMICAS	HCOOCH <sub>3</sub>	formato de metilo
	9-ATÔMICAS	(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> O	éter dimetilico
		C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH	etanol
		HC <sub>7</sub> N	cianotriacetileno

### III — Moléculas prebióticas: a ocorrência prebiótica e biótica dos aminoácidos e dos seus polímeros

As experiências de simulação sobre a origem prebiótica das biomoléculas a partir de misturas simples contendo os elementos C, H, O e N mostram na generalidade que os aminoácidos (ou precursores facilmente hidrolizáveis para dar aminoácidos) se formam com rendimentos apreciáveis (ver p. ex. o artigo de revisão de Fox e Dose, 1977). Estes rendimentos são normalmente bastante superiores aos da formação de outros tipos de compostos orgânicos. A glicina, a alanina, o ácido glutâmico e o ácido aspártico são os  $\alpha$ -aminoácidos formados mais abundantemente em condições prebióticas e os aminoácidos quirais (assimétricos) formam-se em misturas racêmicas. Até hoje não existe ainda uma explicação satisfatória para o facto de os aminoácidos serem os produtos mais abundantemente formados e terem uma aptidão particular para sobreviver às condições frequentemente severas de diferentes ambientes geoquímicos. Sabemos apenas que a sua estabilidade geoquímica está estreitamente ligada com o seu carácter zwitteriônico, com os seus elevados pontos de fusão (decomposição), com as suas baixas pressões de vapor, a sua geralmente elevada solubilidade e estabilidade em água e a sua tendência para uma ligação selectiva a minerais com capacidade de permuta catiónica e aniónica.

Outra propriedade importante dos aminoácidos é a sua capacidade para sofrerem reacções de condensação intermolecular conduzindo à formação de polímeros relativamente estáveis tais como polipéptidos, proteínas e outros poliaminoácidos. Devido à existência destes processos e ao grande número de mecanismos bioquímicos envolvendo aminoácidos, este tipo de compostos apresenta também um elevado grau de ocorrência biológica.

As experiências de laboratório, em particular as realizadas por S.W. Fox e colaboradores (Fox e col., 1959 a, b e também o artigo de revisão de Fox e Dose, 1977), mostraram que misturas de aminoácidos podem ser polimerizadas em condições geológicas simuladas para dar origem a uma grande variedade de polímeros de sequências não aleatórias. Estes polímeros apresentam propriedades importantes que se revelam idênticas às das proteínas produzidas biologicamente (Fox e Dose, 1977). Por isso são habitualmente designados por proteinóides. O significado dos proteinóides como precursores prebióticos das proteínas, isto é como protoproteínas, foi recentemente discutido (Fox, 1981). Dada a origem geoquímica dos proteinóides (protoproteínas) estes compostos devem também ser considerados como moléculas geologicamente estáveis.

### IV — A capacidade de auto-agregação: a origem das protocelulas e de outras estruturas protobiológicas

Foram Fox e colaboradores (1959 a) quem primeiro descreveu a formação de “esfêrulas” durante o processo de arrefecimento de soluções (aquosas) saturadas de proteinóides. Mais tarde estas estruturas esféricas de tipo celular foram designadas por microsferas (proteinóides). Os proteinóides ricos em aminoácidos ácidos (ácido aspártico, ácido glutâmico) são geralmente bons materiais de base para a produção de microsferas. O processo é simples, rápido e relevante do ponto de vista geológico. As microsferas de proteinóides apresentam estruturas que se assemelham em vários aspectos aos “elementos

organizados” observados nas condrites carbonáceas ou em antigos sedimentos. No entanto as estruturas observadas nas condrites carbonáceas têm muito provavelmente uma origem não aquosa. O modelo que descreve a formação das protocelulas por auto-agregação a partir de proteinóides, ou a partir de proteinóides, lípidos e compostos afins encontrados nas membranas das células contemporâneas, é aquele que está mais fundamentado em resultados experimentais obtidos em experiências de simulação da evolução prebiótica.

As propriedades das microsferas de proteinóides e de outras estruturas afins, assim como o seu significado no contexto da evolução protobiológica foram discutidas em pormenor por Fox e Dose (1977).

### V — Problemas a resolver: a origem do código genético, da biossíntese das proteínas e da actividade óptica

As experiências com proteinóides conduziram à formulação de uma série de questões fundamentais das quais as três seguintes são particularmente importantes:

- Será que os proteinóides e os modelos de protocelulas formados em laboratório a partir dos proteinóides contêm, nas suas sequências não aleatórias de aminoácidos, a informação apropriada necessária para a evolução até as primeiras (primordiais) células vivas?
- Poderá esta informação ser considerada uma informação protogenética (uma informação a partir da qual evoluiu a informação genética contemporânea contida nos ácidos nucleicos)? Como poderá esta informação contida nos proteinóides (protoproteínas) ter sido traduzida na sequência dos nucleótidos dos ácidos nucleicos, em particular do ADN?
- Como surgiram os primeiros ácidos nucleicos e as suas estruturas estereoespecíficas necessárias para a sua replicação?

Alguns investigadores em biologia molecular e alguns teóricos postularam que a informação genética dos sistemas vivos surgiu **ab initio** nos polinucleótidos. O problema está em que os polinucleótidos não têm, por si sós, a propriedade de se auto-reproduzirem. Para isso precisam de enzimas. A probabilidade de uma formação praticamente simultânea de nucleótidos estereoquimicamente apropriados e de polinucleótidos replicases específicos deve ser extremamente pequena, praticamente nula de acordo com os dados experimentais hoje disponíveis.

Os dois argumentos óbvios que a seguir se apresentam são frequentemente utilizados para combater o conceito da “primazia dos genes”:

- Como já foi dito, não há auto-reprodução dos ácidos nucleicos nas células contemporâneas ou em sistemas não celulares. Para isso são necessários catalizadores. Nas células contemporâneas os catalizadores são replicases de ácidos nucleicos altamente específicas. A síntese destas enzimas, é codificada pelo ADN e pelo ARN.
- Mesmo se existir (o que até hoje apenas foi sugerido) um catalizador não-enzimático mas suficientemente específico para a replicação dos polinucleótidos, donde terá surgido o primeiro polinucleótido replicável? Para ser replicável o polinucleótido deverá ter uma estrutura altamente específica como a que apresenta o ADN contem-

porâneo (D-2-desoxirribose com as posições 3' e 5' esterificadas com ácido fosfórico e com a posição 1'( $\beta$ ) em ligação de tipo glicosídico com um átomo de azoto específico de uma base purínica ou pirimidínica).

Só se abstrairmos destas duas objecções é que o conceito da "primazia dos genes" (ver também lado direito da Fig. 3) pode dar origem a uma teoria realista. No entanto, a selecção e conservação prebiótica da D-ribose opticamente pura, assim como a formação espontânea de um oligonucleótido devidamente estruturado (talvez um decanucleótido) surgem como extremamente improváveis no contexto dos dados experimentais hoje disponíveis.

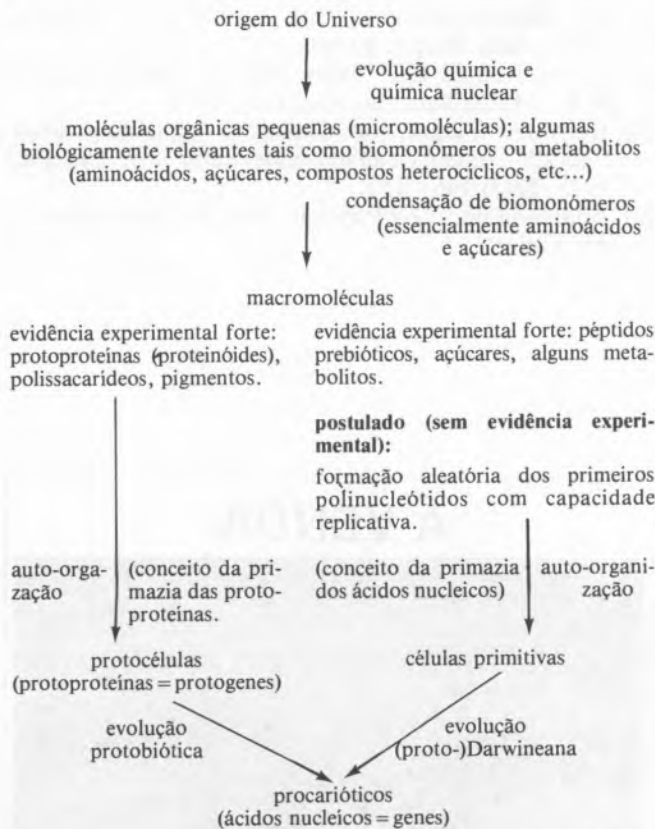


Fig. 3

Esquema de evolução dos procarióticos. De acordo com o "conceito da primazia das proteínas" (esquerda) os proteínóides (protoproteínas = protogenes) foram os primeiros biopolímeros informativos. Durante a evolução ulterior a sua informação foi traduzida em sequências nucleotídicas específicas nos primeiros ácidos nucleicos (informativos). De acordo com o "conceito da primazia dos ácidos nucleicos" (direita) a informação biológica surgiu ab initio nos polinucleótidos (protogenes) espontaneamente formados. Este último conceito não é confirmado pelas experiências de simulação da evolução prebiótica

Em síntese, as experiências de simulação prebiótica reforçam a ideia da primazia das protoproteínas (Fig. 3 à esquerda). A transição das sequências informativas de aminoácidos nos polipéptidos para as sequências de nucleótidos codificantes das sequências de aminoácidos não implica a inversão do que, em biologia molecular, se designa por translacção. O conhecido "dogma central da biologia molecular" apenas proíbe a inversão directa da translacção nas células contemporâneas. Mas este dogma não exclui a possibilidade de as proteínas catalizarem e dirigirem a síntese de sequências nucleotídicas específicas na ausência de um ácido nucleico que actue como molde. Este tipo de fluxo de informação foi, por exemplo, verificado no caso da  $Q\beta$ -replicase (Sumper e Luce, 1975).

Por isso insistimos em que a informação biológica pode passar das proteínas para os ácidos nucleicos. Do ponto de vista mecanístico existem várias formas de realizar este fluxo de informação por interacção directa de nucleótidos com posições activas específicas de uma nucleótido polimerase. Uma série de artigos presentes neste volume mostram que não é necessário violar o "dogma central" para demonstrar ou postular que os primeiros genes de ácidos nucleicos foram produzidos por proteínas (proteínóides).

## Referências

- Cameron, A.G.W. (1970). *Space Science Reviews* 15, 121-146
- Darwin, C. (1859). *On the Origin of Species by Means of Natural Selection*. Murray, London.
- Darwin, C. (1959, póstumo). *Some Unpublished Letters (1871)* (Sir Gavin de Beer, ed) *Notes Rec. R. Soc. London* 14, 1.
- Darwin, F. (1896). *The Life and Letters of Charles Darwin*. Vol. 2, p. 202. Appleton and Co., New York.
- Fox, S.W. (1981). *The American Biology Teacher* 43, 127-140.
- Fox, S.W. e Dose, K. (1977). *Molecular Evolution and the Origin of Life*. 2nd edn. Marcel Dekker, New York.
- Fox, S.W., Harada, K. e Kendrick, J. (1959 a). *Science* 129, 1221-1222.
- Fox, S.W., Harada, K. e Vegotsky, A. (1959 b). *Experimentia* 15, 81-84.
- Haeckel, E. (1868). *Natürliche Schöpfungsgeschichte*. G. Reimer, Berlin.
- Kenyon, D.H. e Streinman, G. (1969). *Biochemical Predestination*. McGraw-Hill Book Company, New York.
- Miller, S.L. e Orgel, L.E. (1974). *The Origins of Life on the Earth*, Prentice Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey.
- Oparin, A.I. (1924). *The Origin of Life*, 1st. edn. (russ. Proiskhozdenic Zhizny). Moskovski Rabochii, Moscow.
- Sumper, M. e Luce, R. (1975) *Proc. Nat. Acad. Sci.* 72, 162-166.

(\* O AUTOR: O Professor Klaus Dose é director do Instituto de Bioquímica da Universidade J. Gutenberg em Mogúncia (Mainz). Tem desenvolvido intenso trabalho no domínio da evolução molecular e é co-autor, com Sidney Fox, de um livro fundamental nesse domínio: "Molecular Evolution and the Origin of Life" (ver referências). O texto aqui apresentado destina-se a ser publicado num volume de homenagem a S.W. Fox.

# OS MODELOS EM CIÊNCIA

## — Uma abordagem para alunos do curso unificado

Carlos A. C. Campos

Esc. Sec. Infante D. Henrique

Este artigo não tem por objectivo fazer uma análise detalhada da construção de modelos em Ciências, mas apenas apresentar como se pode abordar aquele assunto a alunos do 8.º e 9.º anos de escolaridade.

Seria desnecessário referir a importância dos modelos no ensino da Química pois o seu uso é corrente e imprescindível na abordagem de conceitos abstractos, que cedo são introduzidos nos materiais curriculares do ensino secundário. Ao nível prático põe-se o problema das estratégias a usar no sentido de tornar acessível para alunos não formais, um conteúdo muito abstracto (átomo-molécula, orbital, etc.) e bastante quantitativo (equações de balanço, cálculo de transformações de energia, comparação de massas atómicas, etc.) como é o da Química.

Não posso esquecer um caso que ilustra bem a importância deste problema. Numa aula de Química, uma aluna do antigo 5.º ano liceal (15 anos de idade), confessou com tom carregado de certo "desespero", que não podia acreditar na existência de electrões, prótons e outras partículas, invocadas frequentemente naquelas aulas, pois eu próprio tinha afirmado que ninguém as podia "ver". Isto levantou uma acesa polémica na Turma e, do diálogo tido, tornou-se-me evidente que um grande número de assuntos do programa de Química apenas podia ser memorizado, pois, para além do seu carácter bastante abstracto, os alunos não tinham um suporte experimental suficiente nem faziam a menor ideia de como se construía um modelo em Ciência.

Por outro lado, não podemos esperar que alunos com idade compreendida entre os 13 e os 15 anos dominem as características do pensamento abstracto pois a maioria são operadores concretos ou estarão numa fase de transição em que as operações mentais abstractas estão ainda a desenvolver-se (1).

Até mesmo depois dos 15 anos são poucos os alunos que dominavam operações como proporções, probabilidades, combinações e controle de variáveis (2).

Embora muitos dos conceitos da Química do 8.º e 9.º anos de escolaridade não estejam adequados ao desenvolvimento cognitivo dos alunos, é importante introduzi-los bastante cedo, sob pena da Química se tornar num receituário fastidioso.

Uma das soluções propostas (3) é a introdução de conceitos sucedâneos, com uma ampla base de apoio experimental e a utilização alargada de modelos físicos, de maneira a permitir que alunos numa fase concreta do seu desenvolvimento cognitivo possam ter uma aprendizagem significativa e não baseada na memorização.

A utilização daqueles modelos deve ser feita cuidadosamente pois, para alunos que operam ao nível concreto, "os modelos representam a realidade concreta que

parece ser oferecida em vez de possibilidades abstractas trabalhadas por outros" (2).

A ficha de trabalho, que a seguir se transcreve (4) foi apresentada por mim a alunos do 8.º e 9.º ano, no sentido de os ajudar a compreender como foram constituídos, ao longo da História da Ciência, os vários modelos de átomo, desde Thomsom a Bohr.

### Referências:

- [1] Sequeira, M. "Padrões de raciocínio em alunos portugueses: implicações para o curriculum e ensino das Ciências na escola secundária", *Aprendizagem/Desenvolvimento*, vol. 1, n.º 3 - 3.º Trim./1981, Inst. Piaget, Lisboa.
- [2] Good, Ronald G., "How children Lear Science", N.Y., MacMillan Pub. Co. Inc., 1977.
- [3] Herron, "Piaget for Chemists: explaining what "good" students cannot understand". *J. Ch. Ed.* 1975, 52(3) 146 - 150.
- [4] Adaptada de : "La Physique pour la rédecouverte", ed. Vuilert.

## À VENDA:



## EQUILÍBRIO QUÍMICO E CINÉTICA QUÍMICA

ANA MARIA NETO SIMÕES  
RAQUEL MARIA DA CRUZ GONÇALVES

SOCIEDADE PORTUGUESA DE QUÍMICA

1983

Preço:

250\$00 sócios — 350\$00 não sócios

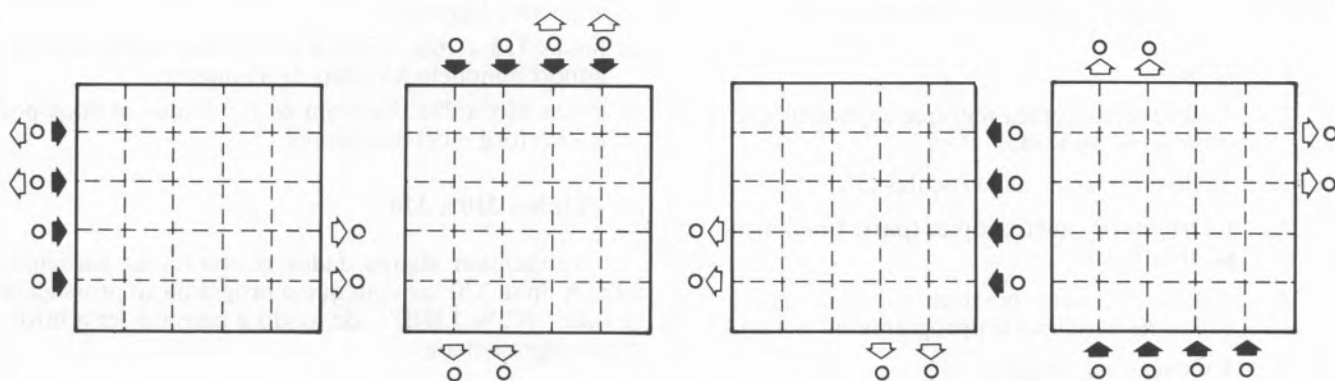
**Físico-Químicas/9.º ano de escolaridade**  
**Ficha de trabalho**

**OS MODELOS EM CIÊNCIA**

Muitos fenómenos físicos e químicos não podem ser percebidos directamente através dos nossos sentidos. Os cientistas empregam métodos indirectos de investigação que os ajudam a representar a realidade. À intuição de um Sherlock Holmes juntam-se métodos de estudo cada vez mais astuciosos e perfeitos que permitem conceber modelos cada vez mais representativos dos fenómenos naturais. Assim, por aproximações sucessivas, os cientistas aumentam os seus conhecimentos sobre a Natureza.

Os jogos que a seguir te são propostos pretendem ajudar-te a compreender como se pode construir um modelo através de métodos indirectos de investigação.

1. Um objecto desconhecido está escondido dentro de um écran opaco de forma quadrada. Com o fim de descobrir o maior número de características do objecto (forma, composição, volume, peso, etc.) atiram-se pequenas esferas metálicas que são reflectidas como está indicado nas figuras que se seguem. Com a ajuda dos dados obtidos em cada um dos ensaios, desenha um modelo do objecto escondido.



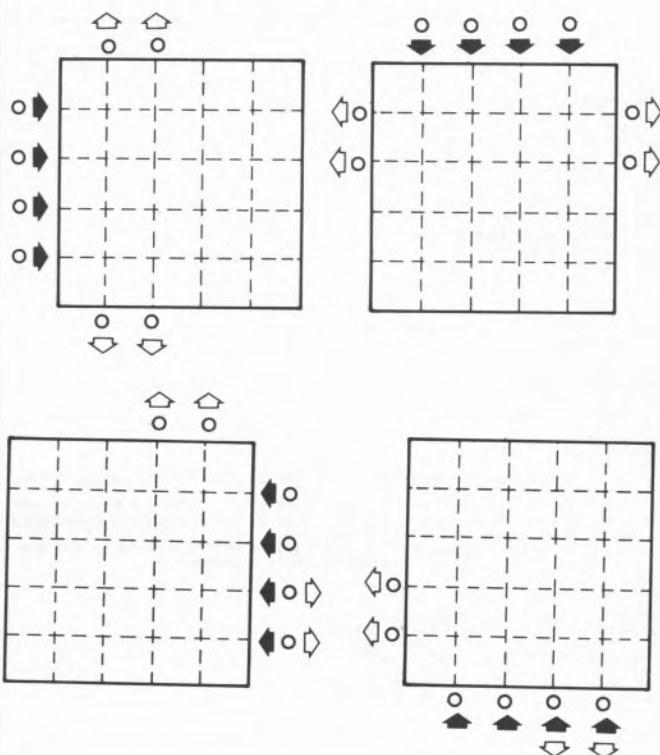
NOTA: As setas a branco indicam o sentido e a direcção do movimento das esferas ao saírem do écran opaco de forma quadrada.

2. Como no exercício anterior, desenha do objecto desconhecido com base nos dados que as figuras que se seguem te fornecem.

Acabaste de desenhar um objecto desconhecido por um método indirecto, isto é, sem ver directamente o objecto.

**Será que o desenho que sugeres é o único possível?**

3. Compara a tua representação do objecto com a dos teus colegas. Tenta para cada caso apresentar duas ou três soluções possíveis, diferentes da tua.
4. Sugere outros métodos indirectos de investigação que poderias utilizar para descobrires outras características do objecto escondido (por exemplo, substância de que é feito, se é opaco ou transparente, etc).
5. Tenta explicar em que sentido se pode associar este jogo ao trabalho dos cientistas na construção de modelos.



NOTA: A propósito da noção de modelo em Ciência deves ser capaz de:

- Reconhecer que um modelo se constrói a partir de factos.
- Identificar modelo como uma explicação para um grande conjunto de fenómenos/factos.
- Reconhecer que um determinado modelo é modificado perante novas evidências.
- Distinguir modelo de realidade.

# PROGRAMA PARA SIMULAÇÃO DA EXPERIÊNCIA DE DISPERSÃO DAS PARTÍCULAS ALFA

Este programa foi escrito na linguagem BASIC para o computador ZX81 (com extensão de memória 16K) e pretende ilustrar a experiência de Rutherford. Está dividido em várias partes, tendo execução automática:

- 1 — Título
- 2 — Visão macroscópica (em que se esquematiza a montagem utilizada)
- 3 — Dados referentes às partículas alfa
- 4 — Interpretação microscópica (parte fundamental do programa)
- 5 — Opções (tornam possível voltar a qualquer ponto de execução do programa ou parar)
- 6 — Execução automática

## Descrição das várias partes

### 1 — Linhas 5 a 25

Apresentam o título e uma introdução ao programa

José António L. M. Lopes

José Paulo A. Carvalho

(alunos do 12.º ano da Escola Secundária de Almada)

### 2 — Linhas 30 a 295

- a) linhas 30 a 110: desenharam o esquema da experiência e respectiva legenda;
- b) linhas 115 a 160: ilustram os resultados previstos segundo o modelo atómico de Thomson;
- c) linhas 165 a 295: ilustram os resultados obtidos por Rutherford e colaboradores.

### 3 — Linhas 310 a 370

Apresentam alguns dados referentes às partículas alfa. A linha 370 faz com que o programa só prossiga se se fizer "NEW LINE", de modo a permitir ler a informação apresentada.

### 4 — Linhas 380 a 1150

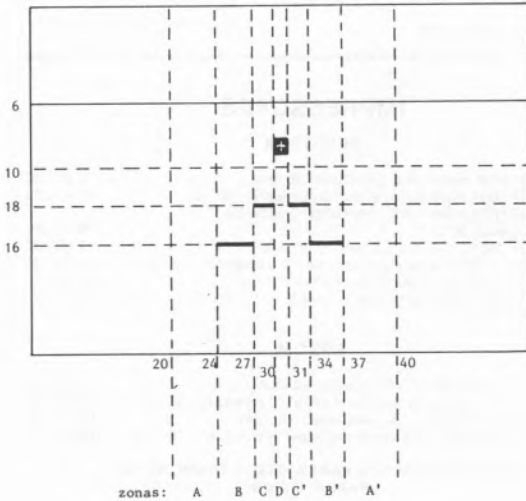
- a) linhas 380 a 560: fazem uma legendagem do que irá aparecer no écran e desenharam um núcleo atómico e um alvo para detecção das partículas alfa;
- b) para compreender a parte mais complexa do programa, na qual se provoca a mudança de direcção das

```

1 REM ESTE PROGRAMA FOI ELABORADO POR JOSE ANTONIO L. M. LOPES E JOSE PAULO A. C
2 ARVALHO DO G.1.D.C. NA ESCOLA SECUNDARIA DE ALMADA
3 CLS
4 PRINT AT 5,3;"EXPERIENCIA DE RUTHERFORD"
5 PAUSE 100
6 PRINT AT 8,2;"BASEADA NO BOMBARDAMENTO DE UMA CHAPA MUITO FINA DE OURO COM C
7 ERCA DE 10000 ATOMOS DE EXCESSURA POR PARTICULAS ALFA"
8 PAUSE 400
9 CLS
10 PRINT AT 6,0;"7 GRAPHICS A"
11 FOR A=6 TO 13
12 PRINT AT A,0;"1 GRAPHICS A"AT A,7;"1 GRAPHICS A"
13 NEXT A
14 PRINT AT 10,7;" "
15 PRINT AT 15,0;"7 GRAPHICS A"
16 FOR A=0 TO 21
17 PRINT AT A,24;"/"
18 NEXT A
19 PRINT AT 3,0;"CRIA DE"
20 PRINT AT 4,1;"CHUMBO"
21 PRINT AT 20,20;"CHAPA DE"
22 PRINT AT 21,20;"OURO"
23 PRINT AT 10,6;"INVERS SPACE"
24 PRINT AT 17,0;"COM AMOSTRA"
25 PRINT AT 18,4;"DE RADIO"
26 PRINT AT 0,0;"RESULTADOS ESPERADOS SEGUNDO O MODELO DE THOMSON"
27 FOR A=1 TO 15
28 FOR B=15 TO 50 STEP 3
29 PRINT AT 10,24;"/"
30 LET C=22
31 UNPLOT B-3,C
32 FLOT B,C
33 NEXT B
34 UNPLOT B-3,C
35 NEXT A
36 PRINT AT 0,0;"RESULTADOS OBTIDOS POR RUTHERFORD E COLABORADORES"
37 FOR A=1 TO 10
38 FOR B=15 TO 50 STEP 3
39 PRINT AT 10,24;"/"
40 IF A=4 AND B=48 THEN GOTO 253
41 IF A=6 THEN GOTO 220
42 IF A=8 AND B=48 THEN GOTO 270
43 UNPLOT B-3,C
44 FLOT B,C
45 NEXT B
46 PRINT AT 10,24;"/"
47 UNPLOT B-3,C
48 NEXT A
49 GOTO 310
50 GOTO 310
51 FOR B=45 TO 10 STEP -3
52 UNPLOT B+3,C
53 FLOT B,C
54 NEXT B
55 UNPLOT B+3,C
56 GOTO 210
57 LET V=22
58 FOR B=48 TO 58 STEP 3
59 PRINT AT 9,24;"/"
60 LET W=42
61 UNPLOT B-3,V-2
62 FLOT B,V
63 NEXT B
64 UNPLOT B-3,V
65 GOTO 200
66 LET L=22
67 FOR B=48 TO 58 STEP 3
68 LET L=L-2
69 UNPLOT B-3,L+2
70 FLOT B,L
71 PRINT AT 11,24;"/"
72 NEXT B
73 UNPLOT B-3,L
74 GOTO 200
75 CLS
76 PRINT AT 3,0;"PARTICULAS ALFA => PARTICULA CONSTITUIDA POR 2 PROTONS E 2 NEU
77 TRONS"
78 PRINT AT 7,0;"PARTICULA ALFA => OBTÉM-SE DE ÁTOMOS DE HÉLIO A QUE SE RETIRAM
79 2 ELECTROES. ESTAS PARTICULAS TEM CERCA DE 4 VEZES MAIS MASSA QUE O HÍDROGÉNIO E
80 PORTANTO 3000 VEZES MAIS QUE O ELECTRO"
81 PRINT AT 15,0;"PARTICULA ALFA => DISPANAR ESTA PARTICULA CONTRA UM ELECTRO
82 E QUALQUER COISA COMO ATIPAR UMA AVIÃO CONTRA UM FARDAL"
83 PRINT AT 21,0;"PRIMA N/L"
84 INPUT A#
85 CLS
86 PRINT AT 0,0;"32 INVERS SPACE"
87 PRINT AT 1,0;"VISAO MICROSCOPICA"
88 PRINT AT 2,0;"32 INVERS SPACE"
89 PRINT AT 4,0;"+ NUCLEO DE OURO"
90 PRINT AT 6,0;"= ALVO"
91 PRINT AT 8,0;"PARTICULA ALFA"
92 PRINT AT 10,0;"PARA PARAR PRIMA UMA TECLA"

```

partículas que incidem no núcleo ou que se aproximam o suficiente para serem deflectidas, é necessário compreender o esquema de divisão do écran:



- zona A: as partículas não sofrem desvio  
 zona B: as partículas sofrem um desvio de um certo ângulo  
 zona C: as partículas sofrem um desvio de um ângulo inferior ao anterior  
 zona D: as partículas voltam para trás  
 (o mesmo sucede nas zonas B', C' e A')

Na linha 570 atribui-se à ordenada da partícula um valor aleatório entre 20 e 40.

Nas linhas 580 a 610, identifica-se a zona em que a partícula se encontra e determina-se, por conseguinte, o ângulo de deflexão que a partícula deve sofrer.

Se a partícula incide na zona A, as linhas 620 a 660 levam a partícula até ao alvo, sem alterar a sua direcção.

Em seguida vai para o fim desta parte do programa — linhas 1140 a 1150.

Se a partícula incide nas zonas B ou B', as linhas 670 a 710 levam a partícula em linha recta até à ordenada 16. A linha 730 determina se a partícula está na zona B ou B'. Em seguida a ordenada da partícula é alterada de 2 em 2 posições, de modo a simular uma mudança de direcção.

Se a partícula incide nas zonas C ou C', as linhas 860 a 1040 procedem à mudança de direcção do movimento da partícula, mas agora segundo um ângulo menor.

Se a partícula incide na zona D, as linhas 1050 a 1130 levam a partícula até ao núcleo, provocando em seguida o seu retrocesso, segundo a mesma trajectória.

## 5 — Linhas 1140 a 1360

A linha permite que quando uma partícula atinge o alvo se possa parar ou voltar atrás no programa. Assim, se se carregar numa tecla qualquer quando a partícula atingir o alvo, o programa dá uma série de opções. Se não o fizer, o programa nunca pára, uma vez que provoca o aparecimento de uma nova partícula — linha 570.

## 6 — Linhas 1500 a 1520

Estas linhas fazem com que o programa comece a ser executado automaticamente, após passar do gravador para a memória.

Após a escrita do programa, para o gravar pode-se escrever RUN 1500 em vez de SAVE.

O programa ocupa cerca de 5 kbytes.

**Nota:** Esta listagem não foi feita na impressora do ZX81. Deste modo, GRAPHICS e INVERS pretendem apenas indicar qual a tecla a utilizar e não devem ser tomados como caracteres.

Ex.: "7 GRAPHICS A" pretende indicar que se deve escrever sete vezes o sinal gráfico da tecla A.

```

470 PRINT AT 13,0;"1 GRAPHICS G";
480 FOR L=1 TO 255
490 PRINT "1 GRAPHICS G";
500 NEXT L
510 PAUSE 250
520 CLS
530 PRINT AT 10,15;"+"
540 FOR L=0 TO 30
550 PRINT AT 6,L;"="
560 NEXT L
570 LET A=INT (RND*20)+20
580 IF A<=24 OR A>=37 THEN GOTO 620
590 IF A<=27 OR A>=34 THEN GOTO 670
600 IF A<=30 OR A>=31 THEN GOTO 860
610 IF A=31 OR A=30 THEN GOTO 1050
620 FOR B=2 TO 30 STEP 2
630 UNPLOT A,B-2
640 PLOT A,B
650 NEXT B
660 GOTO 1140
670 LET D=A
680 FOR B=2 TO 16 STEP 2
690 UNPLOT A,B-2
700 PLOT A,B
710 NEXT B
720 UNPLOT A,16
730 IF A<=30 THEN GOTO 800
740 FOR B=16 TO 30 STEP 2
750 LET D=D+1
760 UNPLOT D-1,B-2
770 PLOT D,B
780 NEXT B
790 GOTO 1140
800 FOR B=16 TO 30 STEP 2
810 LET D=D-1
820 UNPLOT D-1,B-2
830 PLOT D,B
840 NEXT B
850 GOTO 1140
860 LET D=A
870 FOR B=2 TO 16 STEP 2
880 UNPLOT D,B-2
890 PLOT D,B
900 NEXT B
910 UNPLOT D,16
920 IF A<=31 THEN GOTO 990
930 FOR B=16 TO 30
940 LET D=D+2
950 IF D=A+30 THEN GOTO 1140
960 UNPLOT D-2,B-1
970 PLOT D,B
980 NEXT B
990 FOR B=16 TO 30
1000 LET D=D-2
1010 IF D=A-30 THEN GOTO 1140
1020 UNPLOT D+2,B-1
1030 PLOT D,B
1040 NEXT B
1050 FOR B=2 TO 18 STEP 2
1060 UNPLOT A,B-2
1070 PLOT A,B
1080 NEXT B
1090 FOR B=18 TO 2 STEP -2
1100 UNPLOT A,B+2
1110 PLOT A,B
1120 NEXT B
1130 UNPLOT A,2
1140 IF INKEY# "<" THEN GOTO 1160
1150 GOTO 570
1160 CLS
1170 PRINT AT 5,2;"CARREGUE NA TECLA DESEJADA"
1180 PRINT
1190 PRINT
1200 PRINT
1210 PRINT "2=>COMECAR"
1220 PRINT
1230 PRINT
1240 PRINT "4=>PARTICULA ALFA"
1250 PRINT
1260 PRINT
1270 PRINT "6=>VISAO MACROSCOPICA"
1280 PRINT
1290 PRINT
1300 PRINT "8=>PARAR"
1310 LET A#=INKEY#
1320 IF A#="2" THEN GOTO 1
1330 IF A#="4" THEN GOTO 310
1340 IF A#="6" THEN GOTO 380
1350 IF A#="8" THEN STOP
1360 GOTO 1310
1500 SAVE "EXPERIENCIA DE RUTHERFORD"
1520 RUN

```



# ENGENHEIROS CONSULTORES, LDA.

VEJA TAMBÉM OS NOSSOS PREÇOS POR CONJUNTOS COMPLETOS

TODOS OS PREÇOS JÁ INCLUEM O I. T.

## COMPUTADORES

### SINCLAIR

Sinclair ZX81, com fonte de alimentação e manual em Português .....	9 000.00
Módulo de 16 k RAM para ZX81 .....	4 500.00
Impressora ZX Printer .....	9 500.00
Módulo 32 k RAM para "motherboard" .....	6 500.00
Módulo 32 k RAM para ligação directa a ZX81 .....	7 500.00
Módulos de gráficos de alta resolução para "motherboard" .....	10 000.00
Módulo gerador de som (sintetizador digital) .....	4 500.00
Teclado em Kit para ZX81 .....	5 300.00
Módulo de 64 k RAM para ligação directa a ZX81 (Memotech) .....	15 500.00
Interface Centronics para ligação de impressora Seikosha, Epson ou OKI .....	8 900.00
ZX Spectrum 16 k RAM, com fonte de alimentação e manuais .....	19 000.00
ZX Spectrum 48 k RAM, com fonte de alimentação e manuais .....	26 000.00
DEZENAS DE CASSETES COM PROGRAMAS E LIVROS PARA ZX81 E ZX SPECTRUM .....	

### NEWBRAIN

NewBrain modelo A (sem visor integral) .....	50 000.00
NewBrain modelo AD (com visor integral) .....	57 500.00
Módulo de 64 k RAM (preço previsto) .....	16 500.00
Módulo de 512 k RAM (preço previsto) .....	97 900.00
Módulo de comunicações série (8 canais) (preço previsto) .....	31 900.00
Módulo de comunicações série (32 canais) (preço previsto) .....	100 500.00
Unidade de diskettes 100 k (preço previsto) .....	55 000.00
Unidade de diskettes 1 M (preço previsto) .....	99 000.00

### CASSETES COM PROGRAMAS PARA NEWBRAIN

### APPLE

Apple II Europlus 48 k RAM .....	129 600.00
Unidade de diskettes com controlador .....	72 900.00
Unidade de diskettes sem controlador .....	59 400.00
Módulo de 16 k RAM .....	16 000.00

DISCOS RÍGIDOS A PARTIR DE 270 000.00 (3 MEGABYTES)  
TODOS OS PROGRAMAS E ACESSÓRIOS PARA APPLE II, INCLUINDO LINGUAGENS DE PROGRAMAÇÃO (PASCAL, FORTRAN, BASIC COMPILADO, COBOL, LOGO, FORTH, ASSEMBLER, ETC.

### BBC

BBC modelo A (16 k RAM) .....	70 200.00
BBC modelo B (32 k RAM, interfaces) .....	90 000.00

TODOS OS PROGRAMAS E ACESSÓRIOS PARA BBC

### VIC 20

Commodore VIC com fonte de alimentação e manual .....	34 000.00
Unidade de cassetes para VIC 20 .....	9 500.00
Módulo Super Expander (3 k RAM e comandos de gráficos e som) .....	6 840.00
Módulo Programmer's Aid .....	6 840.00

TODOS OS PROGRAMAS E ACESSÓRIOS PARA VIC 20

### COMODORE 64

Comodore 64 k .....	75 000.00
Drive .....	72 000.00

### ATARI

Atari 400 16 k, com BASIC, fonte de alimentação e manuais .....	52 800.00
Atari 800 16 k, com BASIC, fonte de alimentação e manuais .....	84 500.00
Gravador Atari .....	10 600.00
Unidade de diskettes Atari .....	63 200.00

TODOS OS PROGRAMAS E ACESSÓRIOS PARA ATARI

### SIRIUS 1

Sirius 1 128 k RAM, 1, 2 M em diskettes .....	550 000.00
Sirius 1 128 k RAM, 2, 4 M em diskettes .....	665 000.00
Sirius 1 128 k RAM, disco rígido 10 M + diskettes 1,2 M (preço previsto) .....	980 000.00
Módulo 128 k RAM adicional .....	85 000.00

TODOS OS PROGRAMAS E ACESSÓRIOS PARA SIRIUS 1, INCLUINDO LINGUAGENS DE PROGRAMAÇÃO E SISTEMAS OPERATIVOS

### JUPITER ACE

Jupiter ACE c/ linguagem Fasth .....	18 500.00
--------------------------------------	-----------

### ORIC

Oric — 1 c/ 16 k RAM .....	21 000.00
c/ 48 k RAM .....	35 500.00
Comunicações MODEM .....	16 800.00

## IMPRESSORAS

### SEIKOSHA

Seikosha GP80M (papel de 8 polegadas, 30 cps) .....	34 400.00
Seikosha GP100A Mark II (papel de 10 polegadas, 50 cps) .....	44 000.00
Seikosha GP100A Mark II NB (P/NewBrain, papel de 10 polegadas, 50 cps) .....	48 000.00
Seikosha GP100VC (p/VIC 20, papel 10 polegadas, 30 cps) .....	40 150.00
Seikosha GP 100DB (p/Sharp, papel de 10 polegadas, 30 cps) .....	55 450.00
Seikosha GP250X (papel de 10 polegadas, 50 cps) .....	51 000.00
INTERFACES SEIKOSHA PARA APPLE II, TRS80, COMMODORE, RS232C, IEEE488, HPIL .....	

### EPSON

Epson MX80 FT/3 (papel 10 polegadas, 80 cps) .....	76 500.00
Epson MX80 FT/3 NB (para NewBrain, papel 10 polegadas, 80 cps) .....	86 000.00
Epson MX100 FT/3 (papel 14 polegadas, 100 cps) .....	97 300.00
Epson MX100 FT/3 NB (para NewBrain, papel 14 polegadas, 100 cps) .....	106 800.00

### INTERFACES EPSON PARA APPLE II, TRS80, RS232C, SHARP, SIRIUS

### OKI

OKI Microline 82 A (gráficos, papel de 10 polegadas, 120 cps) .....	78 000.00
OKI Microline 83A (gráficos, papel de 14 polegadas, 120 cps) .....	110 000.00

### IMPRESSORAS "LETTER QUALITY"

Olivetti Praxis com interface paralelo .....	81 000.00
Smith Corona TP 1 com interface paralelo .....	81 000.00
Smith Corona TP 1 com interface série RS232C .....	81 000.00
Smith Corona TP 1 NB, para NewBrain .....	64 000.00

TODOS OS CONSUMÍVEIS PARA IMPRESSORAS EPSON, OKI, SEIKOSHA, ETC...

## MONITORES DE VIDEO

Monitor Hitachi 12 polegadas, fósforo verde .....	23 000.00
Monitor Zenith 12 polegadas, fósforo verde .....	17 000.00
Televisor preto e branco, 12 polegadas, Decca .....	10 000.00
Televisor a cores Decca .....	35 000.00

## GRAVADORES DE CASSETES PARA ARQUIVO DE PROGRAMAS E DADOS

Gravador Sanyo modificado para arquivo de programas .....	5 750.00
Gravador Sanyo M500 com conta rotações .....	9 000.00

## CONSUMÍVEIS MAGNÉTICOS

Cassetes C40 "Computer Grade" .....	80.00
Conjunto de 10 cassetes C40 "Computer Grade" .....	600.00
Caixa de 10 diskettes SSSD 40 pistas .....	3 780.00
Caixa de 10 diskettes SSSD 77 pistas .....	6 750.00

DEZENAS DE LIVROS PARA ZX81, ZX SPECTRUM, APPLE II, VIC 20, ATARI, BBC, SIRIUS, LIVROS DE INFORMÁTICA GERAL, SOBRE BASIC, PASCAL, FORTH, COBOL, FORTRAN, CP/M, PROGRAMAS DE APLICAÇÕES, MICROPROCESSADORES E SUA PROGRAMAÇÃO, EDUCAÇÃO, ROBOTICA, ETC...

COMPONENTES ELECTRÓNICOS DIGITAIS LSI, FICHAS E CONECTORES, CABOS

## CONJUNTOS COMPLETOS

PREÇO NORMAL PREÇO DE CONJUNTO

APPLE .....	380 980.00	360 000.00
SIRIUS .....	673 150.00	620 000.00
NEWBRAIN .....	116 020.00	110 000.00
ZX81 .....	29 550.00	28 100.00
VIC 20 .....	49 980.00	47 500.00
ATARI .....	67 900.00	64 500.00

APPLE II: 1 drive c/ control, 1 drive s/ control, 1 monitor, 1 caixa diskettes, 1 caixa papel, 1 impressora EPSON, 1 interface.

SIRIUS: 1 Ok-Microline 83A, 1 caixa diskettes, 1 caixa papel.

NEWBRAIN: Model AD: 1 printer, 1 gravador, 1 caixa papel.

ZX81: 1 - 16 k, 1 impressor, 1 gravador, 1 cassette, 28 programas.

VIC 20: 1 gravador, 1 super-expander.

ATARI 400: 1 gravador, 1 par jaysticks.

Visite-nos na Rua Tomás da Anunciação, 53-A, 1300 LISBOA  
(ao Jardim da Parada em Campo de Ourique)  
Telefones: 68 13 44/68 12 43/68 48 27 — Telex: 43 436



# AVALIAÇÃO DO CURRÍCULO DA FORMAÇÃO VOCACIONAL DA QUIMICOTECNIA

## Relatório (Julho 1980)

Miranda da Mota

### I — INTRODUÇÃO

#### 1. Objectivo deste trabalho

Analisar e avaliar os resultados obtidos na formação vocacional de Quimicotecnia nas 3 escolas secundárias que foram acompanhadas ao longo do ano lectivo de 79/80, pelo coordenador da Área, Miranda da Mota.

#### 2. Agradecimento

Não quero deixar de exprimir uma palavra de sincera gratidão e satisfação pela forma como todos os professores das 3 escolas com quem contactei se dispuseram a colaborar neste trabalho, demonstrando uma consciência profissional de salientar, quer através de uma participação activa em todas as reuniões efectuadas, quer por todo o trabalho desenvolvido ao longo do ano na preparação de textos e de fichas superando a falta de elementos de estudo dos alunos, quer ainda pelo empenho demonstrado na aplicação dos questionários aos alunos e encarregados de educação no final do ano lectivo.

Igualmente uma palavra de apreço pela preciosa colaboração do professor Victor Teodoro que no terminal de um computador instalado na escola secundária Pedro Nunes, se dispôs, pacientemente, a fazer o tratamento dos dados fornecidos pelos questionários, não obstante o volume de trabalho que o assoberbava, até porque, enquanto decorria a época de exames.

#### 3. Escolas secundárias acompanhadas

As 3 escolas foram escolhidas tendo em consideração as diferenças de equipamento e de condições de funcionamento laboratorial que elas apresentam entre si.

Escola Secundária Infante D. Henrique — Porto
» » das Caldas da Rainha
» » de Alverca

#### 4. Metodologia do acompanhamento

Foi concebida de modo a incluir:

- Reuniões nas 3 escolas com todos os professores que leccionavam as disciplinas de Quimicotecnia do 10.º e 11.º anos nas quais se debatiam as dificuldades encontradas na aplicação dos programas, as estratégias a utilizar pelos professores para leccionarem as diferentes rubricas dos programas, as condições locais de trabalho (laboratório, apoio bibliográfico, etc.), o nível de conhecimentos anteriores dos alunos (nomeadamente de Química), as dificuldades sentidas pelos alunos na aprendizagem e o rendimento escolar dos alunos;
- Questionários aos professores das disciplinas de Quimicotecnia do 10.º e 11.º anos dessas 3 escolas, aos alunos respectivos e aos pais (1).

#### 5. Currículo da formação vocacional de Quimicotecnia

10.º ano — Química Geral e Analítica (Q.G.A.)  
1 + 1 + 2 + 2 = 6 horas

11.º ano — Química (Q.)  
1 + 2 = 3 horas

11.º ano — Química Analítica (Q.A.)  
2 + 2 = 4 horas

11.º ano — Processos Químicos de Fabrico (P.Q.F.)  
1 + 1 = 2 horas

### II — DESENVOLVIMENTO DA ACÇÃO REALIZADA

#### 1. Reuniões nas escolas

Foram efectuadas as seguintes reuniões ao longo do ano lectivo:

Escola Sec. Infante D. Henrique — 4 reuniões  
24 NOV. 7 JAN. 13 MAIO 17 JUN.

Escola Sec. das Caldas da Rainha — 3 reuniões  
21 JAN. 21 MAR. 18 JUN.

Escola Sec. de Alverca — 5 reuniões  
14 NOV. 5 DEZ. 14 JAN. 19 MAR. 16 JUN.

#### 2. Condições locais de trabalho

*Escola Sec. Infante D. Henrique:*

Laboratório: a escola tem 3 laboratórios todos com boas condições no que respeita a segurança e funcionamento.

Preparador: há uma preparadora e uma outra funcionária com o curso de Química que também presta apoio aos laboratórios.

(1) Ver, em anexo, os questionários.

Material e equipamento: não há falta de material nem de equipamento para a realização dos trabalhos práticos.

Reagentes: a escola tem vivido das boas reservas dos anos anteriores, mas se não for dotado de uma verba maior para reagentes pode vir a sentir, a curto prazo, faltas neste domínio.

Biblioteca: a escola tem na biblioteca um armário próprio só para a Química com bons e numerosos livros da especialidade.

N.º de alunos por grupo nas aulas práticas: 1-2

Material didáctico: há algum, nomeadamente para apoio à disciplina de P.Q.F.

*Escola Sec. das Caldas da Rainha:*

Laboratório: a escola tem 1 laboratório apenas (aliás, improvisado), com pavimento de madeira, uma só torneira na rede de alimentação de água e deficientes condições de esgoto. Só com muito boa vontade, perseverança e improvisação de material foi possível aos professores desenvolverem o seu trabalho e conseguindo, apesar disso, motivar os alunos com a realização de experiências laboratoriais nestas condições.

Preparador: não há, embora existam 2 funcionários que prestam algum apoio ao laboratório.

Material e equipamento: há falta, essencialmente, de balança automática, centrífuga, desionizador, medidor de pH, estufa e mufla.

Reagentes: têm conseguido comprar todos os de que sentem necessidade.

Biblioteca: os professores do grupo organizaram uma biblioteca da especialidade num gabinete contíguo ao laboratório, tornando-se, assim, fáceis e rápidas as consultas para os alunos.

N.º de alunos por grupo nas aulas práticas: 3-4.

Material didáctico: há alguns quadros, elaborados por um dos professores de Quimicotecnia, sobre ligações químicas.

*Escola Sec. de Alverca:*

Laboratório: a escola tem 1 laboratório razoável, minimamente apetrechado, embora pequeno.

Preparador: não há, embora exista uma funcionária com o Curso Geral de Química que presta apoio ao laboratório.

Material e equipamento: falta, essencialmente, o medidor de pH, a estufa e a mufla.

Reagentes: não tem sentido dificuldade em adquirir os de que têm necessidade.

Biblioteca: há uma biblioteca geral da escola que contém alguns livros da especialidade.

N.º de alunos por grupo nas aulas práticas: 2

Material didáctico: não há.

Ruído: as oficinas de mecânica da escola são contíguas ao laboratório de química e como as instalações são em pavilhões, o ruído causado pelo martelar nas oficinas torna-se, frequentemente, num elemento de perturbação e mal-estar no laboratório.

**3. Número de alunos por escola a frequentar Quimicotecnia**

		Infante	Caldas	Alverca
	Total matriculados	31	30	29
10.º ano	Escolheram Quimicotecnia em 1.º lugar	16 51,6%	18 60,0%	22 75,9%
	Total matriculados	14	27	18
11.º ano	Escolheram Quimicotecnia em 1.º lugar em 78/79	11 78,6%	6 22,2%	7 38,9%

Nota-se um aumento substancial de 78/79 para 79/80 (escolas das Caldas e de Alverca) na percentagem de alunos que, estando a frequentar Quimicotecnia, optaram em 1.º lugar por esta formação vocacional o que equivale por dizer que se manifesta uma tendência para a formação de turmas mais homogêneas no que respeita aos interesses dos alunos possibilitando, provavelmente, um rendimento escolar de melhor nível em face de uma maior receptividade dos alunos.

**4. Experiência profissional dos docentes**

Funcionou apenas uma turma no 10.º e outra no 11.º ano nas 3 escolas acompanhadas pelo que houve somente um professor por disciplina em cada uma dessas escolas. No quadro que se segue estão registados os anos de serviço docente de cada um dos professores das diferentes disciplinas.

	Q.G.A.	Q.	Q.A.	P.Q.F.
Infante	25	25	19	—
Caldas	16	4	6	6
Alverca	4	7	2	—

## 5. Resultados do questionário aos professores

## 5.1 Programas

I — Esc. Sec. Infante D. Henrique

C — Esc. Sec. Caldas da Rainha

A — Esc. Sec. Alverca

## a. Q.G.A.

Finalidades (1)	Finalidades atingidas			Adequação das rubricas às finalidades			Adequação das rubricas ao nível etário		
	I	C	A	I	C	A	I	C	A
1	5	5	4	5	5	4	5	5	4
2	5	5	4	4	4	4	5	4	4
3	5	5	4	5	5	4	5	5	4
4	5	4	4	5	5	4	5	4	4
5	5	5	4	5	5	4	5	5	4
6	5	5	3	5	5	4	5	5	3
7	5	5	3	5	5	2	5	5	4
8	5	5	4	5	5	3	5	5	4
9	5	4	4	5	5	4	5	4	4

## b. Química

1	5	5	4	5	5	4	5	5	4
2	5	3	4	5	5	4	5	5	4
3	5	3	3	5	4	3	5	4	2
4	4	5	4	4	5	4	5	4	5
5	5	5	3	5	4	3	5	5	5
6	5	4	4	5	4	2	5	4	4
7	5	4	4	5	4	4	5	4	3

## c. Q. Analítica

1	5	4	5	5	4	4	5	4	5
2	4	4	5	5	4	5	5	4	5
3	5	4	5	5	4	4	5	4	5
4	5	5	4	5	4	2	5	4	4
5	4	3	4	5	3	3	5	4	4
6	5	3	4	5	3	4	5	3	4
7	5	4	4	5	4	4	5	4	4

## d. P.Q.F.

1	—	4	—	—	2	—	—	4	—
2	—	4	—	—	3	—	—	4	—
3	—	4	—	—	3	—	—	3	—

Pode dizer-se que há uma certa concordância na apreciação e consecução das finalidades dos programas pelos professores das 3 escolas. No entanto, como que “fugindo à regra”, pode apontar-se o seguinte:

Programa de Q.G.A.: a professora de Alverca considera duvidosamente adequadas as rubricas tendo em vista “desenvolver e manter, no aluno, uma curiosidade permanente pela Química e um desejo de saber mais”. Será que se poderá ignorar, em relação a esta finalidade, o papel desempenhado pelo professor (a sua atitude) na motivação dos alunos?

Programa de Química: a professora de Alverca considera duvidosamente adequadas as rubricas em relação a “desenvolver e manter, no aluno, uma curiosidade permanente pela Química e um desejo de saber mais”. Põe-se aqui, igualmente, a questão já enunciada em relação ao programa de Q.G.A.: Qual a importância da atitude do professor neste caso? Ainda a mesma professora considera duvidosamente adequadas as rubricas do programa em relação ao nível etário dos alunos a fim de “desenvolver a capacidade de abstracção através da especulação teórica baseada em factos experimentais”.

Programa de Analítica: a professora de Alverca é de opinião que as rubricas do programa estão duvidosamente

adequadas em relação a “criar, no aluno, interesse pela influência que a análise quantitativa tem na Sociedade Tecnológica em que vivemos.” Parece, também aqui, não ser de ignorar a importância da atitude do professor na exploração das rubricas com vista a atingir-se esta finalidade.

Programa de P.Q.F.: como esta disciplina apenas funcionou na escola das Caldas da Rainha só há a opinião de um professor que considera duvidosamente adequadas as rubricas do programa em relação a “proporcionar ao aluno uma abertura aos problemas da indústria neste País”. Será, ainda aqui, de descurar a importância do papel do professor?

**Em conclusão:** da observação do quadro anterior parece poder-se concluir que as finalidades expressas nos programas foram atingidas e que as rubricas estão adequadas às finalidades enunciadas e ao nível etário dos alunos, apesar de uma ou outra discordância manifestada pontualmente.

(1) Ver questionário.

5.2 Perfil das aulas <sup>(1)</sup>

	Actividades ( <sup>1</sup> )	Q.G.A.			Q.			Q.A.			P.Q.F.		
		I	C	A	I	C	A	I	C	A	I	C	A
Exposições orais	1	6	6	6	6	5	6	3	5	4	—	6	—
	2	1	1	3	1	1	3	1	6	3	—	3	—
Experiências laboratoriais	3	5	3	3	5	2	3	3	3	3	—	1	—
	4	6	6	6	2	4	3	6	6	6	—	1	—
	5	4	1	1	3	1	3	1	1	1	—	1	—
Relatórios e Consultas	6	2	5	3	3	1	1	1	3	1	—	4	—
	7	3	4	2	3	3	2	1	5	1	—	1	—
	8	6	4	5	1	4	1	5	5	5	—	1	—
Construção de equipamento	9	1	3	1	1	1	1	1	1	1	—	1	—
Elaboração de textos	10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	—	3	—
	11	1	1	1	1	1	1	1	1	1	—	1	—
Visitas	12	3	2	2	3	2	1	3	1	1	—	4	—
Projeções	13	5	3	1	4	3	1	1	1	1	—	5	—
	14	1	1	1	1	1	1	1	1	1	—	1	—
Discussões	15	5	5	2	5	3	3	4	4	3	—	4	—
	16	1	1	1	4	1	3	1	3	1	—	2	—
	17	6	4	1	1	3	1	5	4	1	—	2	—
Outras actividades	18	1	3	1	1	1	1	1	1	1	—	1	—
	19	1	1	1	1	1	1	1	1	1	—	1	—
	20	1	1	1	1	1	1	1	1	1	—	1	—

## a. Aulas de Q.G.A.

Da observação do quadro parece concluir-se que o perfil das aulas dos professores das escolas Infante D. Henrique e das Caldas da Rainha é bastante semelhante, enquanto o das aulas da professora de Alverca difere destes, essencialmente, por não ter efectuado projecções de acetatos ou diapositivos (13) e por não ter promovido discussões dirigidas pelo professor (15) ou em pequenos grupos (17). Registe-se, ainda, que os únicos alunos a construir equipamento para experiências (9) e a realizarem experiências em casa (18) foram os das Caldas da Rainha do 10.º ano (Q.G.A.).

## b. Aulas de Química

Verifica-se nesta disciplina, também, um perfil semelhante das aulas dos professores das escolas Infante D. Henrique e das Caldas da Rainha e que difere do das aulas da professora de Alverca por, essencialmente, os alunos não terem efectuado consultas bibliográficas (6) nem terem elaborado relatórios (8) assim como não assistiram a projecções de acetatos ou diapositivos (13).

## c. Aulas de Q. Analítica

Notam-se, aqui, algumas diferenças pontuais no perfil das aulas dos professores das 3 escolas:

- as professoras das Caldas da Rainha e de Alverca imprimiram um maior número de intervenções de natureza teórica e expositiva às aulas em relação à professora da escola Infante D. Henrique (1 e 2);
- apenas os alunos das Caldas da Rainha efectuaram consultas bibliográficas e construíram gráficos (6 e 7);
- apenas os alunos da escola Infante D. Henrique efectuaram visitas de estudo (12);
- os professores das escolas Infante D. Henrique e das Caldas da Rainha promoveram um maior número de discussões que a professora de Alverca (15, 16 e 17).

## d. Aulas de P.Q.F.

O perfil definido no quadro parece corresponder ao que, em princípio e de modo geral, seria de aconselhar para as aulas desta disciplina:

- exposições com a intervenção dos alunos (1 e 2);
- consultas bibliográficas (6);
- elaboração de textos pelos alunos (10);
- visitas de estudo (12);
- projecções (13);
- discussões dirigidas pelo professor (15).

Como nota final assinala-se que nenhum professor procedeu à:

- elaboração de um jornal de parede ou de um cartaz (11);
- projecção de filmes (14);
- pesquisa interdisciplinar de um tema (19);
- organização de mesas-redondas ou exposições por peritos (20).

## 5.3 Cumprimento dos programas

## Q.G.A.

Não foi cumprido integralmente em nenhuma das 3 escolas acompanhadas, essencialmente por três ordens de razões:

- a. má preparação anterior dos alunos em conhecimentos de química o que tornou inevitável a necessidade de rever (e, por vezes, de iniciar em Química os alunos!) certas noções fundamentais;

(<sup>1</sup>) Ver questionário

- b. início tardio do ano escolar acrescido das semanas sem aulas devido aos exames do ano propedêutico;
- c. inexistência de textos de apoio para os alunos.

**Química**

Não foi cumprido integralmente em nenhuma das 3 escolas devido a:

- a. necessidade de terem sido leccionados 2 temas (equilíbrio em reacções de complexação e reacções de oxidação-redução) que actualmente constam do programa do 10.º ano de Q.G.A.;
- b. início tardio do ano escolar acrescido das semanas sem aulas devido aos exames do ano propedêutico;
- c. inexistência de textos de apoio para os alunos.

**Q. Analítica**

Apenas foi abordada a totalidade dos temas deste programa na escola das Caldas da Rainha. Num ano sem interrupções de aulas e começando no início de Outubro, será possível cumpri-lo totalmente.

**P.Q.F.**

Foram abordadas todas as rubricas do programa na única, das 3 escolas acompanhadas, onde funcionou esta disciplina.

**5.4 Causas da não realização de trabalhos práticos**  
(Ver questionário - pág. 6)

Das causas referidas no questionário, apenas na disciplina de Q.G.A. se sentiu a impossibilidade de realização de um trabalho por falta de equipamento assim como, por uma única vez também, não foi realizado um trabalho em Química Analítica por falta de reagentes. Estas 2 situações ocorreram na escola de Alverca.

Professores das Caldas da Rainha, embora tivessem conseguido realizar os trabalhos propostos nos programas, viram-se, por vezes, na necessidade de improvisar para compensar a falta de material que se faz sentir no seu laboratório.

**5.5 Aspectos prioritários para melhorar o ensino das disciplinas de Quimicotecnia (1)**

Os professores responderam ao questionário optando pelos seguintes aspectos:

	Q.G.A.	Q.	Q.A.	P.Q.F.
	I C A	I C A	I C A	I C A
Textos de apoio para alunos	x x	x	x x x	
Textos de apoio para professor.				
Livros na biblioteca da Escola		x	x	x
Aparelhos de projecção				
Cursos de reciclagem	x	x x	x	x
Material didáctico	x	x		
Verbas para reagentes			x	
Verbas para material				
Verbas para equipamento	x x x			

(1) Como se pode observar no quadro, foi manifestado a necessidade, principalmente, de textos de apoio para os alunos, de cursos de reciclagem para professores e de livros da especialidade na biblioteca das escolas bem como de verbas para equipamento.

**6. Resultados do questionário aos alunos**

Foram recolhidos 132 questionários, sendo 78 de alunos do 10.º ano e 54 de alunos do 11.º ano, assim repartidos:

	10.º ANO			11.º ANO		
		Masc.	Fem.		Masc.	Fem.
Infante	26	7	19	11	8	3
Caldas	28	12	16	25	9	16
Alverca	24	9	15	18	3	15
TOTAL	78	28	50	54	20	34

Nos quadros que se irão apresentar a seguir, encontram-se assinalados com O os resultados que se consideram de salientar o que não significa, de modo algum, que não se possam e devam ainda efectuar leituras mais exaustivas que a urgência da conclusão deste trabalho não permitiu. Esses resultados assinalados constituirão assim, portanto, um ponto de reflexão quer pelo que significam comparados com os que estão juntos nos quadros.

**6.1 Sexo dos inquiridos**

	MASC.		FEM.	
		%		%
10.º ANO	28	35,9	50	64,1
11.º ANO	20	37,0	34	63,0
TOTAL	48	36,4	84	63,6

**6.2 Número de anos de repetência**

		0	1	2	3	>4				
INFANTE	10.º ano	22	3	1	—	—				
	11.º ano	7	3	1	—	—				
CALDAS	10.º ano	18	7	2	1	—				
	11.º ano	20	4	1	—	—				
ALVERCA	10.º ano	18	5	1	—	—				
	11.º ano	13	4	1	—	—				
TOTAL	10.º ano	58	74,4	15	19,2	4	5,1	1	1,3	—
	11.º ano	40	74,1	11	20,4	3	5,5	—	—	—

**6.3 Idade dos alunos**

		15	16	17	18	19	>20					
INFANTE	10.º ano	9	13	2	—	2	—					
	11.º ano	—	4	6	1	—	—					
CALDAS	10.º ano	2	18	6	1	1	—					
	11.º ano	—	5	15	3	2	—					
ALVERCA	10.º ano	9	9	4	1	1	—					
	11.º ano	—	—	9	7	2	—					
TOTAL	10.º ano	20	25,6	40	51,3	12	15,4	2	2,6	4	5,1	—
	11.º ano	—	—	9	16,7	30	55,5	11	20,4	4	7,4	—

(1) Ver questionário.

**6.4 Alunos com familiares ligados profissionalmente à química**

	SIM		NÃO		S/RESPOSTA	
	10.º ano	11.º ano	10.º ano	11.º ano	10.º ano	11.º ano
10.º ano	11		66		1	
11.º ano	3		51		—	
TOTAL	14	10,6%	117	88,6%	1	0,8%

MÃES	Grupo A	Grupo B	Grupo C	Grupo D	S/Resposta
	—	—	—	—	—
Grupo A	14	6	20	15,2	
Grupo B	14	9	23	17,4	
Grupo C	50	37	87	65,9	
Grupo D	—	2	2	1,5	

**6.5 Alunos com local isolado de estudo**

	SIM		NÃO		S/RESPOSTA	
	10.º ano	11.º ano	10.º ano	11.º ano	10.º ano	11.º ano
10.º ano	60		18		—	
11.º ano	41		11		2	
TOTAL	101	76,5%	29	22,0%	2	1,5%

**Estratificação socio-profissional dos pais dos alunos**

Classificação adoptada  
Profissões dos Pais

Grupo A — Quadros superiores, profissões liberais

Grupo B — Trabalhadores, empregados bancários e de escritório, funcionários médios, professores, militares (oficiais e sargentos), enfermeiros.

Grupo C — Trabalhadores manuais, empregados de balcão, contínuos, militares patente inferior a sargento.

Profissões das Mães

Grupo A — Idem dos Pais  
Grupo B — Idem dos Pais  
Grupo C — Idem dos Pais  
Grupo D — Doméstica

**6.6 Estratificação socio-profissional dos pais dos alunos**

PAIS	10.º ano	11.º ano	TOTAL	%
Grupo A	8	1	9	6,8
Grupo B	39	23	62	47,0
Grupo C	29	28	57	43,2
S/Resposta	2	2	4	3,0

**6.7 Habilitações escolares dos pais dos alunos**

	PAIS				MÃES			
	10.º		11.º		10.º		11.º	
		%		%		%		%
Nunca foi à escola	—		4	3,0	3		5	6,1
Instrução primária	39	52,3	30	28,8	49	62,8	34	62,8
Ensino secundário	26	28,8	12	11,3	19	24,4	7	13,3
Curso médio	4	5,3	3	2,8	6	7,7	2	3,7
Curso superior	2	2,6	2	1,9	1	1,3	1	1,9
S/Resposta	2	2,6	3	2,8	—		5	6,1

**6.8 Disciplinas preferidas pelos alunos**  
(resultados em %)

	10.º ANO				11.º ANO			
	I	C	A	TOTAL	I	C	A	TOTAL
Português	11,5	3,6	8,3	7,7	9,1	12,0	—	7,4
Filosofia	11,5	10,7	45,8	21,8	—	4,0	11,1	5,6
Francês	11,5	32,1	16,7	20,5	—	—	5,6	1,9
Inglês	—	3,6	—	1,3	—	4,0	—	1,9
Ed. Física	11,5	7,1	—	6,4	—	12,0	—	5,5
Matemática	57,7	53,6	58,3	56,4	27,3	8,0	22,2	16,7
Física e Química	42,3	53,6	20,8	39,7	27,3	16,0	5,6	14,8
Biologia	84,6	46,4	66,7	65,4	—	24,0	11,1	14,8
Psicologia	—	—	—	—	—	12,0	—	9,3
Geologia	—	—	—	—	—	28,0	16,7	18,5
Geografia	—	—	—	—	—	20,0	5,6	11,1
Disciplinas de Quimicotecnia	46,2	82,1	58,3	62,8	86,3	45,5	63,8	58,2

**6.9 Apreciação dos resultados escolares pelos alunos**

(Resultados em %)

		MAUS		MEDÍOCRES		MÉDIOS		BONS		MUITO BONS	
		G <sup>(1)</sup>	Q <sup>(1)</sup>	G	Q	G	Q	G	Q	G	Q
INFANTE	10.º ano	—	7,7	7,7	7,7	76,9	61,5	7,7	11,5	7,7	7,7
	11.º ano	—	—	9,1	—	63,6	27,3	27,3	36,4	—	36,4
CALDAS	10.º ano	—	—	14,3	14,3	60,7	57,1	21,4	17,9	3,6	10,7
	11.º ano	—	4,0	4,0	8,0	84,0	64,0	12,0	24,0	—	—
ALVERCA	10.º ano	—	12,5	12,5	20,8	62,5	50,0	20,8	16,7	4,2	—
	11.º ano	—	—	—	—	77,8	72,2	22,2	22,2	—	5,6
TOTAL	10.º ano	—	6,4	11,5	14,1	66,7	56,4	16,7	15,4	5,1	6,4
	11.º ano	—	1,9	3,7	3,7	77,8	59,3	18,5	25,9	—	9,3

(<sup>1</sup>) G— Conjunto de todas as disciplinas  
Q — Disciplinas de Quimicotecnia

**6.10 Alunos que pensam continuar a estudar**

(Resultados em %)

		SIM	NÃO	S/RESPOSTA
		INFANTE	10.º ano	96,2
	11.º ano	100,0	—	—
CALDAS	10.º ano	100,0	—	—
	11.º ano	88,0	12,0	—
ALVERCA	10.º ano	91,6	4,2	4,2
	11.º ano	94,4	—	5,6
TOTAL	10.º ano	96,2	1,3	2,5
	11.º ano	92,6	5,6	1,8

**6.11 Conversas frequentes dos alunos com os pais acerca do que aprendem na escola**

(Resultados em %)

		SIM	NÃO	S/RESPOSTA
		INFANTE	10.º ano	61,5
	11.º ano	63,6	36,4	—
CALDAS	10.º ano	85,2	14,3	—
	11.º ano	68,0	32,0	—
ALVERCA	10.º ano	33,3	66,7	—
	11.º ano	33,3	66,7	—
TOTAL	10.º ano	61,5	37,2	1,3
	11.º ano	55,6	44,4	—

**6.12 Razões da frequência da formação vocacional de Quimicotecnia**

(Resultados em %)

	10.º ANO				11.º ANO			
	I	C	A	TOTAL	I	C	A	TOTAL
— Escolha voluntária	53,8	57,1	62,5	57,7	100,0	32,0	33,3	46,3
— Não havia na escola a F.V. da área A preenchida	23,1	10,7	—	11,5	—	20,0	11,1	13,0
— Só havia vaga em Quimicotecnia	—	17,9	20,8	12,8	—	44,0	50,0	37,0
— Outros motivos	15,4	14,3	16,7	15,4	—	4,0	5,6	3,7
— Sem resposta	7,7	—	—	2,6	—	—	—	—

6.13 Resultados do questionário de opinião dos alunos sobre as actividades escolares em quimicotecnia. (1)

(Os valores representados são as médias)

Para o cálculo das médias foram atribuídos os seguintes valores às respostas:

Concordo totalmente	_____	1
Concordo parcialmente	_____	2
Não concordo nem discordo	_____	3
Discordo parcialmente	_____	4
Discordo totalmente	_____	5

	10.º ANO				11.º ANO			
	I	C	A	TOTAL	I	C	A	TOTAL
1. Os prof. de química explicam bem a matéria	1,5	1,1	1,6	1,4	1,4	2,1	2,1	1,9
2. Foi um autêntico azar ter frequentado quimicotecnia	4,0	4,3	3,5	4,0	4,8	3,4	4,1	4,2
3. O laboratório é um local agradável para se ter uma aula	1,7	1,7	1,8	1,7	1,2	2,5	2,2	2,1
4. Não vejo relação entre o que se estudou em quimicotecnia e a vida prática	2,8	4,2	3,3	3,4	4,3	4,0	3,9	4,0
5. Se voltasse atrás inscrever-me-ia novamente em quimicotecnia	2,3	2,2	2,6	2,3	1,5	2,6	2,7	2,4
6. Os professores organizam bem as aulas de química	1,8	1,1	2,1	1,6	1,4	2,2	2,2	2,0
7. As aulas no laboratório são um aborrecimento	4,4	4,8	4,3	4,5	4,9	4,3	4,2	4,4
8. As aulas de química estão mal organizadas	3,7	4,5	3,4	3,9	4,7	3,3	3,8	3,7
9. O laboratório de química é bastante razoável	1,6	2,0	3,5	2,3	1,4	3,1	3,2	2,8
10. Aprende-se dificilmente a matéria nas aulas de química	3,7	4,2	2,5	3,5	4,7	3,3	3,9	3,8
11. O laboratório de química está insuficientemente equipado	3,7	3,3	2,4	3,2	4,3	2,4	1,9	2,6
12. A form. voc. de quimicotecnia satisfaz-me completamente	2,5	2,5	2,9	2,6	1,4	3,0	2,7	2,6
13. Se pudesse voltar a inscrever-me no 10.º ano não escolhia quimicotecnia	3,9	3,2	3,5	3,5	4,5	3,4	3,6	3,7
14. As matérias que estudamos em quimicotecnia parecem ter um grande interesse prático	3,1	1,8	2,5	2,4	1,8	2,1	2,2	2,1

Como se pode verificar, as 14 afirmações são contraditórias 2 a 2 permitindo, deste modo, uma maior validação das conclusões a tirar pela confirmação dos resultados que possibilita. Esses pares são os seguintes:

- 1 \_\_\_\_\_ 10
- 2 \_\_\_\_\_ 12
- 3 \_\_\_\_\_ 7
- 4 \_\_\_\_\_ 14
- 6 \_\_\_\_\_ 8
- 9 \_\_\_\_\_ 11
- 5 \_\_\_\_\_ 13

Uma simples verificação dos valores do quadro permitirá confirmar o que ficou dito atrás já que a concordância de valores é suficientemente significativa.

Da observação dos valores insertos no quadro, poderá salientar-se:

- a. uma concordância apreciável entre as médias relativas aos resultados globais dos alunos do 10.º e do 11.º ano.
- b. que a posição dos alunos do 10.º ano da escola das Caldas da Rainha é consideravelmente diferente da dos outros do mesmo ano, na questão 4, o que poderá ser significativo (da atitude, até, do professor?) em relação ao assunto em questão.
- c. que a posição dos alunos do 10.º ano da escola de Alverca é significativamente diferente (2) da dos outros do mesmo ano nas questões 9, 10 e 11, o que equivale a dizer que esses alunos não consideram o seu labora-

tório razoável nem suficientemente equipado e que acham a matéria difícil de aprender (daí (?) a justificação do seu pior rendimento na Q.G.A. traduzido numa % de aproveitamento bastante inferior ao dos alunos das outras 2 escolas, como se verá mais adiante num quadro onde está registado o aproveitamento dos alunos).

- d. que os alunos do 11.º ano das escolas das Caldas da Rainha e de Alverca apresentam opiniões bastante semelhantes entre si, mas que diferem significativamente (1) nas questões 3, 5, 8, 9, 10, 11 e 12 das dos alunos do 11.º ano da escola Infante D. Henrique que, como se vê, manifestam possuir outras condições laboratoriais (bem melhores!) e, portanto, denotam outro "sentir" do mundo da química.

Será que o melhor apetrechamento dos laboratórios e, conseqüentemente, a realização do trabalho laboratorial em condições adequadas, estará a constituir um factor poderoso na formação de uma mentalidade que "vê" no laboratório e na realização de trabalhos práticos, o coração e a alma da Quimicotecnia? Esse terá de ser, estou convicto, o caminho a seguir.

Apresentam-se, a seguir, os resultados deste questionário de opinião nas escalas de opinião, considerando, primeiro, os resultados dos alunos do 10.º e do 11.º anos e, depois, os resultados totais.

(1) Ver questionário.

(2) Esta opinião não está ainda confirmada por teste estatístico.



**ALUNOS DO 10.º ANO**

**RESULTADOS NAS ESCALAS DE OPINIÃO**

ESCALA	MÉDIA	ERRO- -PAD. DA M.	SUM. QUAD.	DESVIO- -PAD.
1	1.40	.07	30.68	.63
2	3.96	.15	142.88	1.35
3	1.72	.11	69.79	.95
4	3.44	.14	121.18	1.25
5	2.35	.17	185.65	1.54
6	1.64	.10	57.95	.86
7	4.54	.10	59.38	.87
8	3.91	.15	128.37	1.28
9	2.33	.14	123.33	1.26
10	3.49	.15	139.49	1.34
11	3.17	.15	142.83	1.35
12	2.63	.15	142.22	1.35
13	3.53	.18	197.45	1.59
14	2.44	.15	133.18	1.31

NÚMERO DE TESTES —	78
NÚMERO DE ESCALAS —	14
MÉDIA —	30.4744
ERRO PADRÃO DA MÉDIA —	1.1006
DESVIO PADRÃO —	9.7201
VARIANCIA —	94.4801
SKEWNESS —	.4099
KURTOSIS —	-.9257
COEFICIENTE DE FIDELIDADE (ALFA) =	.8322

**ALUNOS DO 10.º E DO 11.º ANOS**

**RESULTADOS NAS ESCALAS DE OPINIÃO**

ESCALA	MÉDIA	ERRO- -PAD. DA M.	SUM. QUAD.	DESVIO- -PAD.
1	1.61	.06	63.30	.69
2	4.05	.11	225.73	1.31
3	1.88	.10	160.06	1.10
4	3.68	.10	188.64	1.20
5	2.37	.14	330.81	1.58
6	1.80	.07	96.88	.86
7	4.48	.08	108.93	.91
8	3.83	.11	192.33	1.21
9	2.52	.11	220.93	1.29
10	3.61	.11	207.30	1.25
11	2.95	.12	254.63	1.39
12	2.61	.12	249.30	1.37
13	3.60	.14	329.72	1.58
14	2.29	.10	191.06	1.20

NÚMERO DE TESTES —	132
NÚMERO DE ESCALAS —	14
MÉDIA —	30.8939
ERRO PADRÃO DA MÉDIA —	.8402
DESVIO PADRÃO —	9.6533
VARIANCIA —	93.1857
SKEWNESS —	.2582
KURTOSIS —	-1.05
COEFICIENTE DE FIDELIDADE (ALFA) =	.8301

**ALUNOS DO 11.º ANO**

**RESULTADOS NAS ESCALAS DE OPINIÃO**

ESCALA	MÉDIA	ERRO- -PAD. DA M.	SUM. QUAD.	DESVIO- -PAD.
1	1.93	.09	23.70	.66
2	4.17	.17	81.50	1.23
3	2.11	.17	85.33	1.26
4	4.04	.14	55.93	1.02
5	2.41	.22	145.04	1.64
6	2.04	.11	33.93	.79
7	4.39	.13	48.83	.95
8	3.72	.15	62.83	1.08
9	2.80	.18	90.76	1.30
10	3.80	.15	64.76	1.10
11	2.63	.19	102.59	1.38
12	2.59	.19	107.04	1.41
13	3.70	.21	131.26	1.56
14	2.07	.14	53.70	1.00

NÚMERO DE TESTES —	54
NÚMERO DE ESCALAS —	14
MÉDIA —	31.50
ERRO PADRÃO DA MÉDIA —	1.296
DESVIO PADRÃO —	9.5234
VARIANCIA —	90.6944
SKEWNESS —	.0355
KURTOSIS —	-1.1595
COEFICIENTE DE FIDELIDADE (ALFA) =	.8379

**5. Questionário aos Pais**

Dada a acumulação de trabalho que o lançamento do 12.º ano envolveu, não foi possível entregar aos alunos, tão cedo quanto seria intenção, os questionários destinados aos pais. Por esse motivo, e apesar dos esforços dos professores, a percentagem de recolha não foi alta já que só nos últimos dias do ano lectivo se concretizou a distribuição.

Foram recolhidos 84 exemplares dos cerca de 140 possíveis. Por este motivo não se extraíram resultados desses questionários no intuito de o presente trabalho traduzir, tanto quanto possível, a realidade da situação vivida pelos principais intervenientes na vida escolar: professores, alunos e encarregados de educação.

Em anexo pode consultar-se, contudo, um exemplar deste questionário.

**8. Resultados do aproveitamento dos alunos na formação vocacional de Quimicotecnia**

Com os resultados recolhidos nas 3 escolas organizaram-se os seguintes quadros cuja leitura é, só por si, elucidativa do bom rendimento obtido em todas as disciplinas e, portanto, na formação vocacional de quimicotecnia, apesar das diferentes condições locais de trabalho vividas em cada uma das 3 escolas acompanhadas.

## FORMAÇÃO VOCACIONAL DE QUIMICOTECNIA

## APROVEITAMENTO NA DISCIPLINA DE QUÍMICA GERAL E ANALÍTICA — 10.º ANO

ESCOLA SECUNDÁRIA	ALUNOS MATRICULADOS	ALUNOS CLASSIFICADOS NO 3.º PERÍODO	CLASSIFICAÇÕES NO 3.º PERÍODO			% DE APROVEITAMENTO NA FREQUÊNCIA DA DISCIPLINA
			<9	10-12	>13	
INFANTE D. HENRIQUE	29	39	1	19	9	97
CALDAS DA RAINHA	30	30	0	19	11	100
ALVERCA	30	25	9	11	5	64

RESULTADOS TOTAIS	91	84	10	49	25	88
-------------------	----	----	----	----	----	----

## APROVEITAMENTO NA DISCIPLINA DE PROCESSOS QUÍMICOS DE FABRICO — 11.º ANO

ESCOLA SECUNDÁRIA	ALUNOS MATRICULADOS	ALUNOS CLASSIFICADOS NO 3.º PERÍODO	CLASSIFICAÇÕES NO 3.º PERÍODO			% DE APROVEITAMENTO NA FREQUÊNCIA DA DISCIPLINA
			<9	10-12	>13	
INFANTE D. HENRIQUE	a)					
CALDAS DA RAINHA	28	27	1	14	12	96
ALVERCA	a)					

RESULTADOS TOTAIS	28	27	1	14	12	96
-------------------	----	----	---	----	----	----

a) — Nesta Escola não funcionou a disciplina de Processos Químicos de Fabrico este ano lectivo pois em 78/79 a componente foi forte.

**FORMAÇÃO VOCACIONAL DE QUIMICOTECNIA**  
**APROVEITAMENTO NA DISCIPLINA DE QUÍMICA DO 11.º ANO**

ESCOLA SECUNDÁRIA	ALUNOS MATRICULADOS	ALUNOS CLASSIFICADOS NO 3.º PERÍODO	CLASSIFICAÇÕES NO 3.º PERÍODO			% DE APROVEITAMENTO NA FREQUÊNCIA DA DISCIPLINA
			<9	10-12	>13	
INFANTE D. HENRIQUE	14	12	0	5	7	100
CALDAS DA RAINHA	28	27	6	15	6	78
ALVERCA	18	18	0	8	10	100

<b>RESULTADOS TOTAIS</b>	<b>60</b>	<b>57</b>	<b>86</b>	<b>28</b>	<b>23</b>	<b>90</b>
--------------------------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------

**APROVEITAMENTO NA DISCIPLINA DE QUÍMICA ANALÍTICA DO 11.º ANO**

ESCOLA SECUNDÁRIA	ALUNOS MATRICULADOS	ALUNOS CLASSIFICADOS NO 3.º PERÍODO	CLASSIFICAÇÕES NO 3.º PERÍODO			% DE APROVEITAMENTO NA FREQUÊNCIA DA DISCIPLINA
			<9	10-12	>13	
INFANTE D. HENRIQUE	14	12	2	3	7	83
CALDAS DA RAINHA	28	27	1	18	8	96
ALVERCA	18	18	0	7	11	100

<b>RESULTADOS TOTAIS</b>	<b>60</b>	<b>57</b>	<b>3</b>	<b>28</b>	<b>26</b>	<b>95</b>
--------------------------	-----------	-----------	----------	-----------	-----------	-----------

## APROVEITAMENTO GLOBAL NA FORMAÇÃO VOCACIONAL DE QUIMICOTECNIA

(ALUNOS DO 11.º ANO)

ESCOLAS SECUNDÁRIA	ALUNOS MATRICULADOS	ALUNOS QUE ANULARAM A MATRÍCULA		ALUNOS CLASSIFICADOS NO 3.º PERÍODO		ALUNOS REPROVADOS NA F. VOCA-CIONAL		ALUNOS ADMITIDOS A EXAME NA F. V.		ALUNOS DISPENSADOS DE EXAME NA F. V.		% DE APROVEITAMENTO NA FREQUÊNCIA DA F. V.
			%		%		%		%		%	
INFANTE D. HENRIQUE	14	2	14	12	86	0	0	4	33	8	67	100
CALDAS DA RAINHA	28	1	4	27	96	1	4	16	59	10	37	96
ALVERCA	18	0	0	18	100	0	0	8	44	10	56	100
<b>RESULTADOS TOTAIS</b>	<b>60</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>57</b>	<b>95</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>28</b>	<b>49</b>	<b>28</b>	<b>49</b>	<b>98</b>

### 9. Conclusões/recomendação acerca da formação vocacional de Quimicotecnia

De tudo quanto consta anteriormente neste relatório, de outras reflexões que só uma maior disponibilidade em tempo permitiria que me explanasse mais sobre o assunto e de todas as reuniões havidas ao longo do ano lectivo nas 3 escolas acompanhadas bem como nas reuniões com os professores das outras cerca de 60 escolas que foram por mim visitadas como coordenador de quimicotecnia, ressaltam naturalmente aspectos que, neste momento, urge salientar como epílogo de todo um trabalho desenvolvido cujo objectivo era analisar e avaliar a estrutura e os resultados da formação vocacional de quimicotecnia.

Assim, e dado que a aplicação dos programas resultou claramente positiva (o aproveitamento dos alunos e as opiniões dos professores são prova insofismável), parece-me recomendável o seguinte para melhorar a qualidade de ensino nas disciplinas de Quimicotecnia:

- a) **Reforçar** o apoio às escolas em vários domínios:
  - maiores verbas para reagentes, material e equipamento
  - existência de preparadores
  - cursos de reciclagem para professores
  - textos de apoio para alunos
  - distribuição de bibliografia adequada
2. **Fomentar** as aulas de laboratório como base indispensável do ensino da Química, em turnos que não excedam 15 alunos;

**Nota:** Observe-se, porém, curiosamente, que a linguagem fria dos números que a estatística nos oferece, diz-nos que o aproveitamento dos alunos na frequência nas três escolas acompanhadas é relativamente semelhante, não mostrando a diferença de condições de trabalho laboratorial, mas... será que a preparação dos

alunos dessas três escolas terá sido a mesma? Que acontecerá mais tarde, na Universidade ou na vida prática, quando esses alunos forem postos em confronto uns com os outros? Olhe-se para o rendimento, é certo, mas não se fique, apenas, pela observação abstracta dos números pelo menos numa ciência experimental como é a Química, onde o desenvolvimento da capacidade e aptidão de manipulação de equipamento laboratorial e de execução de experiências aliado à interpretação dos fenómenos químicos, é de primordial importância. O laboratório é a pedra de toque, terá de ser a alma da Quimicotecnia, sob pena de esta se poder tornar um pesadelo para os alunos, quer queiramos admitir ou não, esse facto (aliás, a opinião expressa pelos alunos nas respostas ao questionário que lhes foi apresentado é disso prova bastante clara).

3. **Aumentar** em 1 hora semanal (teórica) a carga horária da disciplina de Química Geral e Analítica do 10.º ano dado que, por vezes e lamentavelmente, uma percentagem elevada de alunos chega ao 10.º ano sem ter iniciado o estudo da Química. Esta posição é largamente defendida pelos professores desta disciplina;
4. **Aumentar** em 1 hora semanal (teórica) a carga horária da disciplina de Química Analítica do 11.º ano (actualmente tem 2 aulas práticas apenas) a fim de permitir a inclusão do estudo teórico da Hidrólise, dos Indicadores e das Soluções Tampão (actualmente no programa de Química do 11.º ano) bem como de outras rubricas de apoio à realização dos ensaios de análise quantitativa;
5. **Criar** no 11.º ano, em substituição da disciplina de Química, a disciplina de Química do Carbono (1 + 2 horas) que incluirá, naturalmente, apenas o estudo dos Compostos de Carbono. Permitir-se-ia, assim, um estudo mais aprofundado de assuntos com cada vez maior interesse prático como são os compostos de carbono.

LISBOA, JULHO 1980

**Questionário aos Pais (79/80)**

Exmo(a) Sr(a).

Este questionário — **ANÓNIMO** — destina-se a colher a vossa opinião acerca da frequência pelo(a) vosso(a) filho(a) da formação vocacional de Quimicotecnia e sua relação com perspectivas futuras de concretização de uma actividade profissional.

O questionário insere-se num trabalho de avaliação do currículo da formação vocacional de Quimicotecnia, realizado pelo Coordenador desta Área, pelo que se solicita toda a boa vontade e colaboração para o estudo em causa, já que o sucesso do mesmo poderá

recomendar uma eventual reestruturação desta formação vocacional.

Pede-se o favor de:

- 1 — **assinalar com um círculo o algarismo** que corresponda à vossa resposta, ou **escrever a resposta**, conforme os casos;
- 2 — devolver este questionário, o mais brevemente possível, por intermédio do vosso(a) filho(a) que o entregará ao professor que lho distribuir;
- 3 — **não preencher os quadrados que se encontram na margem direita de cada folha.**  
Muito obrigado pela vossa colaboração.

1 — É o pai do(a) aluno(a) do 10.º ano _____ 1	
É a mãe do(a) aluno(a) do 10.º ano _____ 2	
É outro familiar (diga qual: _____ )	
do(a) aluno(a) do 10.º ano _____ 3	
É o pai do(a) aluno(a) do 11.º ano _____ 4	
É a mãe do(a) aluno(a) do 11.º ano _____ 5	
É outro familiar (diga qual: _____ )	
do(a) aluno(a) do 11.º ano _____ 6	<input type="checkbox"/>
2 — Qual é a sua profissão? _____	<input type="checkbox"/>
3 — Qual é o seu nível de formação (estudos)? _____	<input type="checkbox"/>
4 — A casa onde o(a) seu (sua) filho(a) habitualmente vive tem um local adequado onde ele(a) possa estudar?	
sim _____ 1	
não _____ 2	<input type="checkbox"/>
5 — Conversa com o(a) seu(sua) filho(a) sobre o conteúdo das matérias das disciplinas de Quimicotecnia?	
sim _____ 1	
não _____ 2	<input type="checkbox"/>
6 — Foi informado sobre as "formações vocacionais"?	
sim _____ 1	
não _____ 2	<input type="checkbox"/>
7 — Teve alguma influência na escolha da formação vocacional de Quimicotecnia feita pelo(a) seu (sua) filho(a)?	
sim _____ 1	
não _____ 2	<input type="checkbox"/>

Se sim, ele(ela seguiu os seus conselhos?	
sim _____ 1	
não _____ 2	<input type="checkbox"/>
8 — Já teve oportunidade de discutir com o(a) seu(sua) filho(a) o futuro escolar e profissional dele(a)?	
sim _____ 1	
não _____ 2	<input type="checkbox"/>
9 — Que profissão desejaria para o(a) seu(sua) filho(a)? _____	<input type="checkbox"/>
10 — Acha que o(a) seu(sua) filho(a) poderá um dia vir a ter essa profissão que deseja para ele(ela)?	
sim _____ 1	
não _____ 2	<input type="checkbox"/>
Porquê? _____	
11 — Que pensa acerca do número (diversidade) de formações vocacionais existentes no 10.º e 11.º anos de escolaridade?	
está adequado _____ 1	
é escasso _____ 2	
é excessivo _____ 3	<input type="checkbox"/>
12 — Está informado sobre o que irão ser os novos cursos criados através de um 12.º ano profissionalizante a lançar em 80/81?	
sim _____ 1	
não _____ 2	<input type="checkbox"/>
não conheço quem esteja informado _____ 1	
conheço quem esteja informado _____ 2	<input type="checkbox"/>

**— Inquérito aos alunos —**

1. Escola que frequentas: _____	<input type="checkbox"/>
2. Ano de escolaridade que frequentas: _____	<input type="checkbox"/>
3. Idade: _____	<input type="checkbox"/>
4. Sexo: _____	<input type="checkbox"/>
5. Quantos anos já repetiste (desde a escola primária)? _____	<input type="checkbox"/>
6. Tens alguém na família ligado profissionalmente à Química? 1 — sim <input type="checkbox"/> 2 — não <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. Tens algum local onde possas estudar isoladamente? 1 — sim <input type="checkbox"/> 2 — não <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8. Qual a profissão actual dos teus pais? (Se algum já faleceu ou está reformado, indica a profissão que tinha)	

Pai: _____	<input type="checkbox"/>
Mãe: _____	<input type="checkbox"/>
9. Quais as habilitações escolares dos teus pais? Pai: _____ Mãe: _____	<input type="checkbox"/>
10. Quais as três disciplinas, de todas as que frequentaste no curso complementar, que mais gostaste? _____	<input type="checkbox"/>
11. De um modo geral (no conjunto de todas as disciplinas), os teus resultados escolares são:	
<input type="checkbox"/> 1 — maus	
<input type="checkbox"/> 2 — medíocres	
<input type="checkbox"/> 3 — médios	
<input type="checkbox"/> 4 — bons	
<input type="checkbox"/> 5 — muito bons	<input type="checkbox"/>

12. Nas disciplinas da formação vocacional de quimicotecnia, os teus resultados escolares são:
- 1 — maus
  - 2 — medíocres
  - 3 — médios
  - 4 — bons
  - 5 — muito bons
13. Pensas continuar a estudar?  
1 — sim  2 — não
14. No caso de pensares continuar a estudar, qual o curso que gostavas de tirar?  
\_\_\_\_\_
15. Qual a profissão que gostavas de exercer?  
\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

16. Falas muitas vezes com os teus pais (ou encarregados de educação) acerca do que aprendes na escola?  
1 — sim  2 — não
17. Dos motivos seguintes, assinala aquele que se adequa ao teu caso: frequentaste quimicotecnia porque:
- 1 — escolheste a formação vocacional
  - 2 — não havia na escola a formação vocacional da área A (científico-naturais) que pretendias
  - 3 — só havia vaga nesta formação vocacional
  - 4 — outro motivo (Qual? \_\_\_\_\_)

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

## (Escala de atitude face ao trabalho escolar)

Escola \_\_\_\_\_

Ano \_\_\_\_\_ Turma \_\_\_\_\_ Idade \_\_\_\_\_ Sexo \_\_\_\_\_

Com este teste pretende-se determinar a opinião da tua turma sobre as actividades escolares em quimicotecnia. Não há respostas certas nem erradas: as respostas devem traduzir apenas a tua opinião. Para responderes tens de proceder como a seguir se exemplifica. Considera a seguinte afirmação: "as aulas de química estão mal organizadas". Se concordares totalmente com esta afirmação, inscreves uma cruz do seguinte modo:

concordo totalmente	concordo parcialmente	não concordo nem discordo	discordo parcialmente	discordo totalmente
x				

Se estiveres indeciso ou não tiveres opinião deves inscrever a cruz na coluna do meio. Se tiveres qualquer outra opinião, inscreves a cruz na coluna respectiva. Como já estás esclarecido, podes situar a tua opinião acerca das afirmações a seguir indicadas.

1. Os professores de química explicam bem a matéria
2. Foi um autêntico azar ter frequentado a formação vocacional de quimicotecnia
3. O laboratório é um local agradável para se ter uma aula
4. Não vejo relação alguma entre o que se estudou em quimicotecnia e a vida prática
5. Se voltasse atrás, inscrever-me-ia novamente em quimicotecnia
6. Os professores organizam bem as aulas de química
7. As aulas no laboratório são um aborrecimento
8. As aulas de química estão mal organizadas
9. O laboratório de química é bastante razoável

	concordo totalmente	concordo parcialmente	não concordo nem discordo	discordo parcialmente	discordo totalmente
1. Os professores de química explicam bem a matéria					
2. Foi um autêntico azar ter frequentado a formação vocacional de quimicotecnia					
3. O laboratório é um local agradável para se ter uma aula					
4. Não vejo relação alguma entre o que se estudou em quimicotecnia e a vida prática					
5. Se voltasse atrás, inscrever-me-ia novamente em quimicotecnia					
6. Os professores organizam bem as aulas de química					
7. As aulas no laboratório são um aborrecimento					
8. As aulas de química estão mal organizadas					
9. O laboratório de química é bastante razoável					

	concordo totalmente	concordo parcialmente	não concordo nem discordo	discordo parcialmente	discordo totalmente
10. Aprende-se dificilmente a matéria nas aulas de química					
11. O laboratório de química está insuficientemente equipado					
12. A formação vocacional de quimicotecnia satisfiz-me completamente					
13. Se pudesse voltar a inscrever-me no 10.º ano não escolhia quimicotecnia					
14. As matérias que estudámos na formação vocacional de quimicotecnia parecem ter um grande interesse prático					

Questionário aos Professores da disciplina de Química Geral e Analítica do 10.º ano (79/80)

- 3 — fracamente adequadas
- 4 — medianamente adequadas
- 5 — completamente adequadas

A. Nome: .....  
 Escola: .....  
 Anos de serviço: .....

B. 1. As finalidades expressas no programa foram atingidas?

Resposta de acordo com a seguinte chave:

- 1 — Finalidade não atingida
- 2 — » duvidosamente atingida
- 3 — » francamente atingida
- 4 — » medianamente atingida
- 5 — » completamente atingida

- 1.1 Dar a conhecer as leis e os princípios da Química de modo a permitir compreender a estrutura e as transformações da matéria.
- 1.2 Dar a conhecer as principais técnicas laboratoriais utilizadas em análise química qualitativa.
- 1.3 Desenvolver o pensamento crítico, a criatividade e a capacidade de resolver problemas, de modo a preparar o aluno para a vida numa sociedade essencialmente tecnológica e em constante evolução.
- 1.4 Levar o aluno a aprender a pensar em termos abstractos através da especulação teórica baseada em factos experimentais.
- 1.5 Desenvolver a capacidade de manipulação do equipamento de laboratório e de execução de experiências químicas, de modo a tornar o aluno competente, confiante e seguro no trabalho de laboratório.
- 1.6 Fazer sentir, ao aluno, a importância e a necessidade de ser cuidadoso ao efectuar observações, ao tirar conclusões e ao elaborar relatórios.
- 1.7 Desenvolver e manter, no aluno, uma curiosidade permanente pela Química e um desejo de "saber mais".
- 1.8 Estimular o interesse pela pesquisa e desenvolver a capacidade de a realizar.
- 1.9 Fornecer uma preparação de base suficiente que possibilite, por um lado, a entrada a curto prazo no mundo do trabalho e, por outro, o ingresso no ensino superior.

- 2.1 Dar a conhecer as leis e os princípios da Química de modo a permitir compreender a estrutura e as transformações da matéria.
- 2.2 Dar a conhecer as principais técnicas laboratoriais utilizadas em análise química qualitativa.
- 2.3 Desenvolver o pensamento crítico, a criatividade e a capacidade de resolver problemas, de modo a preparar o aluno para a vida numa sociedade essencialmente tecnológica e em constante evolução.
- 2.4 Levar o aluno a aprender a pensar em termos abstractos através da especulação teórica baseada em factos experimentais.
- 2.5 Desenvolver a capacidade de manipulação do equipamento de laboratório e de execução de experiências químicas, de modo a tornar o aluno competente, confiante e seguro no trabalho de laboratório.
- 2.6 Fazer sentir, ao aluno, a importância e a necessidade de ser cuidadoso ao efectuar observações, ao tirar conclusões e ao elaborar relatórios.
- 2.7 Desenvolver e manter, no aluno, uma curiosidade permanente pela Química e um desejo de "saber mais".
- 2.8 Estimular o interesse pela pesquisa e desenvolver a capacidade de a realizar.
- 2.9 Fornecer uma preparação de base suficiente que possibilite, por um lado, a entrada a curto prazo no mundo do trabalho e, por outro, o ingresso no ensino superior.

3. As finalidades expressas no programa estão adequadas ao nível etário dos alunos?

Resposta de acordo com a seguinte chave:

- 1 — não adequadas
- 2 — duvidosamente adequadas
- 3 — francamente adequadas
- 4 — medianamente adequadas
- 5 — completamente adequadas

2. As rubricas que compõem o conteúdo do programa estão adequadas às finalidades enunciadas?

Resposta de acordo com a seguinte chave:

- 1 — não adequadas
- 2 — duvidosamente adequadas

- 3.1 Dar a conhecer as leis e os princípios da Química de modo a permitir compreender a estrutura e as transformações da matéria.
- 3.2 Dar a conhecer as principais técnicas laboratoriais utilizadas em análise química qualitativa.
- 3.3 Desenvolver o pensamento crítico, a criatividade e a capacidade de resolver problemas, de modo a preparar o aluno para a vida numa sociedade essencialmente tecnológica e em constante evolução.
- 3.4 Levar o aluno a aprender a pensar em termos abstractos através da especulação teórica baseada em factos experimentais.

- 3.5 Desenvolver a capacidade de manipulação do equipamento de laboratório e de execução de experiências químicas, de modo a tornar o aluno competente, confiante e seguro no trabalho de laboratório .....
- 3.6 Fazer sentir, ao aluno, a importância e necessidade de ser cuidadoso ao efectuar observações, ao tirar conclusões e ao elaborar relatórios .....
- 3.7 Desenvolver e manter, no aluno, uma curiosidade permanente pela Química e um desejo de "saber mais" .....
- 3.8 Estimular o interesse pela pesquisa e desenvolver a capacidade de a realizar .....
- 3.9 Fornecer uma preparação de base suficiente que possibilite, por um lado, a entrada a curto prazo no mundo do trabalho e, por outro, o ingresso no ensino superior .....

4. Para cada uma das actividades referidas, qual o número de vezes utilizada durante o ano lectivo?

Responda de acordo com a seguinte chave:

- 1 — nunca  
2 — 1 vez  
3 — 2 - 5 vezes  
4 — 6 - 9 vezes  
5 — 10 - 20 vezes  
6 — mais de 20 vezes

- 4.1 Exposições de classe .....
- 4.2 Exposições orais dos alunos .....
- 4.3 Demonstrações à classe pelo professor .....
- 4.4 Experimentação em grupo de alunos .....
- 4.5 Demonstrações à classe pelos alunos .....
- 4.6 Consultas bibliográficas pelos alunos .....
- 4.7 Construção de gráficos .....
- 4.8 Elaboração de relatórios .....
- 4.9 Construção de equipamento para experiências .....
- 4.10 Edição de textos elaborados pelos alunos .....
- 4.11 Elaboração de um jornal de parede ou de um cartaz .....
- 4.12 Visitas de estudo .....
- 4.13 Projecção de acetatos e/ou diapositivos .....
- 4.14 Projecção de filmes .....
- 4.15 Discussões dirigidas pelo professor .....
- 4.16 Discussões dirigidas pelos alunos .....
- 4.17 Discussão em pequenos grupos .....
- 4.18 Experiências realizadas em casa pelos alunos .....
- 4.19 Pesquisa interdisciplinar de um tema .....
- 4.20 Mesas redondas ou exposições por peritos .....

5. Qual o número de tempos lectivos (50 minutos) utilizados para leccionar cada um dos temas do programa?

Responda de acordo com a seguinte chave:

- 1 — 1 - 2 tempos lectivos  
2 — 3 - 5 » »  
3 — 6 - 8 » »  
4 — 9 - 11 » »  
5 — 15 - 15 » »  
6 — mais de 15 tempos lectivos

- 5.1 Revisão e ampliação de conhecimentos básicos .....
- 5.2 Relações quantitativas nas equações químicas .....
- 5.3 Soluções aquosas .....
- 5.4 Equilíbrio químico .....
- 5.5 Equilíbrio de solubilidade .....

- 5.6 Equilíbrio em reacções de complexação .....
- 5.7 Reacções de oxidação-redução .....
- 5.8 Equilíbrio em reacções de ácido-base .....
- 5.9 Análise qualitativa .....

6. Por cada um dos seguintes motivos, qual o número de vezes que os alunos se viram impedidos de realizar trabalhos práticos?

Responda de acordo com a seguinte chave:

- 1 — nunca  
2 — 1 vez  
3 — 2 - 4 vezes  
4 — mais de 4 vezes

- 6.1 Falta de reagentes .....
- 6.2 Falta de material de vidro .....
- 6.3 Falta de material de porcelana .....
- 6.4 Falta de material metálico .....
- 6.5 Falta de material de madeira .....
- 6.6 Falta de equipamento .....
- 6.7 Falta de elementos sobre o trabalho .....
- 6.8 Inexistência de preparador .....
- 6.9 Avaria da rede de água .....
- 6.10 Avaria da rede de esgotos .....
- 6.11 Avaria da rede de gás .....
- 6.12 Avaria da rede de electricidade .....
- 6.13 Falta de água .....
- 6.14 Falta de gás .....
- 6.15 Falta de electricidade .....
- 6.16 Outros factores (indique quais) .....

7. Quais os **2 aspectos** que considera prioritários para melhorar o ensino da disciplina a que se reporta este questionário?

Assinale com um **X** esses **dois pontos**.

- 7.1 Textos de apoio para alunos .....
- 7.2 Textos de apoio para professores .....
- 7.3 Livros da especialidade na Biblioteca da Escola .....
- 7.4 Aparelhos de projecção .....
- 7.5 Cursos de reciclagem para professores .....
- 7.6 Material didáctico .....
- 7.7 Verbas destinadas a regentes .....
- 7.8 Verbas destinadas a material .....
- 7.9 Verbas destinadas a equipamento .....

8. Que outras considerações, sobre aspectos não abrangidos por este questionário e ainda relacionados com o currículo da formação vocacional de Quimicotecnica, considera pertinentes fazer? .....

- .....
- .....
- .....
- .....
- .....
- .....
- .....
- .....
- .....
- .....

Questionário aos professores da disciplina de Química do 11.º ano (79/80)

- 1.1 Dar a conhecer as leis e os princípios da Química de modo a permitir compreender a estrutura e as transformações da matéria .....
- 1.2 Desenvolver o pensamento crítico, a actividade e a capacidade de resolver problemas, de modo a preparar o aluno para a vida numa sociedade essencialmente tecnológica e em constante evolução .....

Formalmente idêntico ao anterior, com excepção das finalidades e das rubricas do programa que a seguir se transcrevem:



- 1.3 Desenvolver a capacidade de abstracção através da especulação teórica baseada em factos experimentais.....
- 1.4 Desenvolver a capacidade de manipulação do equipamento de laboratório e de execução de experiências, de modo a tornar o aluno competente, confiante e seguro no trabalho de laboratório.....
- 1.5 Fazer sentir, ao aluno, a importância e a necessidade de ser cuidadoso ao efectuar observações, ao tirar conclusões e ao elaborar relatórios.....

- 1.6 Desenvolver e manter, no aluno, uma curiosidade permanente pela química e um desejo de "saber mais".....
- 1.7 Fornecer uma preparação de base suficiente que possibilite, por um lado, a entrada a curto prazo no mundo do trabalho e, por outro, o prosseguimento dos estudos.....

Questionário aos Professores da disciplina de Química Analítica do 11.º ano (79/80)

Formalmente idêntico ao questionário dos professores da disciplina de Química do 10.º ano, com excepção das finalidades e das rubricas do programa que a seguir se transcrevem:

- 1.1 Fornecer, ao aluno, ocasiões de se familiarizar com as técnicas de análise quantitativa, de modo a torná-lo competente e confiante na realização de um ensaio analítico.....
- 1.2 Desenvolver, no aluno, a capacidade de realizar ensaios individualmente e de um modo correcto, responsabilizando-o pela precisão do resultado.....
- 1.3 Tornar claro, ao aluno, as possibilidades e limitações dos métodos de análise quantitativa.....
- 1.4 Criar, no aluno, interesse pela influência que a Análise Quantitativa tem na sociedade tecnológica em que vivemos.....
- 1.5 Levar o aluno a fazer uma apreciação crítica do seu trabalho e a propor recomendações que possibilitem melhores resultados em trabalhos futuros.....

- 1.6 Preparar o aluno para seleccionar o método mais adequado a uma determinada análise, sempre que isso lhe seja solicitado.....
- 1.7 Preparar o aluno para, num futuro próximo, ingressar no ensino superior ou trabalhar num laboratório de análises.....

5. Qual o número de tempos lectivos (50 minutos) utilizados para leccionar cada um dos temas do programa?

Responda de acordo com a seguinte chave:

- 1 — 1 - 2 tempos lectivos
- 2 — 3 - 5 » »
- 3 — 6 - 8 » »
- 4 — 9 - 11 » »
- 5 — 12 - 15 » »
- 6 — mais de 15 tempos lectivos

- 5.1 Introdução à análise quantitativa.....
- 5.2 Análise volumétrica.....
- 5.3 Volumetria de ácido-base.....
- 5.4 Volumetria de precisão.....
- 5.5 Volumetria de complexação.....
- 5.6 Volumetria de oxidação-redução.....
- 5.7 Análise gravimétrica.....

Questionário aos Professores da disciplina de Processos Químicos de Fabrico do 11.º ano (79/80)

Formalmente idêntico ao questionário dos professores da disciplina de Química do 10.º ano, com excepção das finalidades e das rubricas do programa que a seguir se transcrevem:

- 1.1 Proporcionar ao aluno uma abertura aos problemas da indústria neste País.....
- 1.2 Introduzir o aluno nas técnicas mais generalizadas de fabrico.....
- 1.3 Levar o aluno a compreender o desenrolar de um processo de fabrico em toda a sua extensão.....

- 5.2 Equilíbrio em reacções de complexação.....
- 5.3 Reacções de oxidação-redução.....
- 5.4 Gases perfeitos e gases reais.....
- 5.5 Química dos compostos do carbono (3.1 a 3.7).....
- 5.6 química dos compostos de carbono (3.8 a 3.13).....

5. Qual o número de tempos lectivos (50 minutos) utilizados para leccionar cada um dos temas do programa?

Responda de acordo com a seguinte chave:

- 1 — 1 - 2 tempos lectivos
- 2 — 3 - 5 » »
- 3 — 6 - 8 » »
- 4 — 9 - 11 » »
- 5 — 12 - 15 » »
- 6 — mais de 15 tempos lectivos

5. Qual o número de tempos lectivos (50 minutos) utilizados para leccionar cada um dos temas do programa?

Responda de acordo com a seguinte chave:

- 1 — 1 - 2 tempos lectivos
- 2 — 3 - 5 » »
- 3 — 6 - 8 » »
- 4 — 9 - 11 » »
- 5 — 12 - 15 » »
- 6 — mais de 15 tempos lectivos

- 5.1 A indústria na vida quotidiana.....
- 5.2 Símbolo e diagramas.....
- 5.3 Matérias-primas fundamentais ao fabrico de produtos inorgânicos.....
- 5.4 Processos físicos básicos.....
- 5.5 Processos químicos básicos.....
- 5.6 A indústria siderúrgica.....
- 5.7 A indústria do ácido sulfúrico.....

- 5.1 Aplicação da noção de pH. Hidrólise, titulações ácido-base e soluções tampão.....

# CONGRESSOS E CONFERÊNCIAS NO ESTRANGEIRO

Para informação adicional contactar a sede da S.P.Q., Av. da República, 37-4.º — 1000 Lisboa — Tel. 73 46 37.

1983

Maio

4-6	Londres (G.-B.)	Biotech 83 - 1e Conférence et 1e exposition mondiales sur les applications et les implications commerciales de la biotechnologie	16-18	Dublin (Irlanda)	2nd International Conference on Boundary and Interior layers. Computational and asymptotic methods
4-10	Paris (França)	9e Salon International "Traitements de surface et Finitions industrielles"	21-23	Stuttgart (R.F.A.)	2nd International Conference in Science and Technology of Zirconia-Zirconia 83
15-21	Toulouse (França)	SECO XX - 20e Semaine d'Etude de Chimie Organique	27-29	Londres (G.-B.)	Industry Education Interactions at the Graduate and Senior Technician Level
17-19	Copenhague (Dinamarca)	21e congrès européen des hautes pressions	29-1/7	Londres (G.-B.)	Colloque: Fatigue dans les polymères
16-18	Lisboa (Portugal)	Materiais 83 - 1.º Encontro do S.P.M.			
23-27	Florença (Itália)	1er Congrès Mondial sur le Dessalement e le Traitement de l'Eau	?	Saragoça (Espanha)	15th Conference of the European Group for Atomic Spectroscopy
23-27	Pont-à-Mousson (França)	3e Conférence Internationale sur les composés d'insertion du graphite	3-8	Amsterdam (Holanda)	7th International Congress of Radiation Research
26-28	Porto (Portugal)	Jornadas de Bioquímica (S.P.Q.7)	4-8	Grenoble (França)	4th International Conference on Solid State Ionics
30-2/7	Melbourne (Austrália)	International Conference on Chromatographic Detectors	5-8	Brighton (G.-B.)	International Conference on the Chemistry of Chromium, Molybdenum and Tungsten
30-3/6	Capri (Itália)	Symposium international "Relations de phase et propriétés de systèmes polymères à plusieurs composants"	6-9	Paris (França)	International Association of Biological Standardization of Monoclonal Antibodies: Standardization in their Production and Use

Junho

1-3	Lucerne (Suíça)	5e Conférence Internationale "Progrès dans la stabilisation et la dégradation contrôlée des polymères"	10-15	Edimburgo (Escócia G.B.)	6th International Meeting on NMR Spectroscopy
2-3	Berlim (R.F.A.)	International Conference "Polymer Photochemistry"	11-14	Praga (U.R.S.S.)	24th Microsymposium ou Macromolecules. "Copolymers: Structure and Solution Properties"
5-10	Cologne (R.F.A.)	29th International Congress of Pure and Applied Chemistry	11-15	Mayence (R.F.A.)	7e Conférence internationale sur les Origines de la vie
6-9	Midland (MI, U.S.A.)	Symposium "Milestones and Trends in Polymer Science: a tribute to Turner Alfrey"	11-15	Swansea (G.-B.)	Imeboron V-Organic and Inorganic
6-10	Birmingham (G.-B.)	International Chemical and Process Engineering Show and Conference-Eurochem 83	11-15	Athènes (Grécia)	0e Conférence international sur la science et la technologie dans les revêtements organiques
12-16	Stockholm (Suécia)	EUCHEM Conference: "High Resolution Electron Microscopy in Solid State Chemistry"	17-23	Edimburgo (Escócia G.B.)	International Conference and Exhibition on Analytical Chemistry-Sac 83
13-16	Londres (G.-B.)	Corrosion of Reinforcement in Concrete Construction	18-21	Praga (U.R.S.S.)	25th Microsymposium on Macromolecules. "Processing and Long-Term Stabilities of Hydrocarbon Polymers".
13-17	Ystad (Suécia)	Euchem Conference on Synthetic Uses of Ring-Opening Reactions of Aromatic Heterocycles	19-22	Montreal (Canadá)	2nd International Conference on the chemical Chemistry and Chemical Toxicology of Metals
13-17	Florença (Itália)	1st International Conference on Bioinorganic Chemistry	19-21	Cambridge (G.-B.)	8th International Symposium in Organic Chemistry (R.S.C., Perkin Div)
15-17	Galway (Irlanda)	3rd International Conference on the Numerical analysis of semiconductors devices and integrated circuits	22-23	Sherbrooke (Canadá)	Atelier sur les développements industriels des plasmas
			25-28	Montréal (Canadá)	6e Symposium international sur la chimie des plasmas ISPC-6

# Espectrofotômetros **SPECTRONIC** INSTRUMENTOS PRECISOS PARA UM TRABALHO RIGOROSO E ECONÓMICO

Os aparelhos Bausch & Lomb são construídos de modo a proporcionarem um trabalho de excelente características muitas vezes conseguidos somente por instrumentos de custo muito mais elevado. Peça-nos o catálogo geral e tabela

de preços dos vários modelos que normalmente existem para entrega imediata e não se esqueça que em Portugal mais de um milhão de espectrofotômetros Spectronic são a sua garantia de bons resultados.



adapt. OPAL

**BAUSCH & LOMB**   
ANALYTICAL SYSTEMS DIVISION

Representantes em Portugal

**EMÍLIO DE AZEVEDO CAMPOS & CA., LDA.**

R. 31 de Janeiro, 137-4019 PORTO CODEX  
R. Antero de Quental, 17-1.º-1000 LISBOA

REMETE:

SECRETARIADO DA SOCIEDADE  
PORTUGUESA DE QUÍMICA  
AV. DA REPÚBLICA, 37-4.º  
1000 LISBOA — PORTUGAL

A SUA MORADA

ACTUALIZE A SUA MORADA

ACTUALIZE A SUA MORADA

ACTUALIZE A SUA MORADA

ACTUALIZE A SUA MORADA

ACTUALIZE A SUA MORADA

ACTUALIZE

Boletim (n.º avulso) — PORTUGAL ESC. 100

ESPAÑHA PES. 200

U. K. £1.20

OUTROS PAISES US\$3