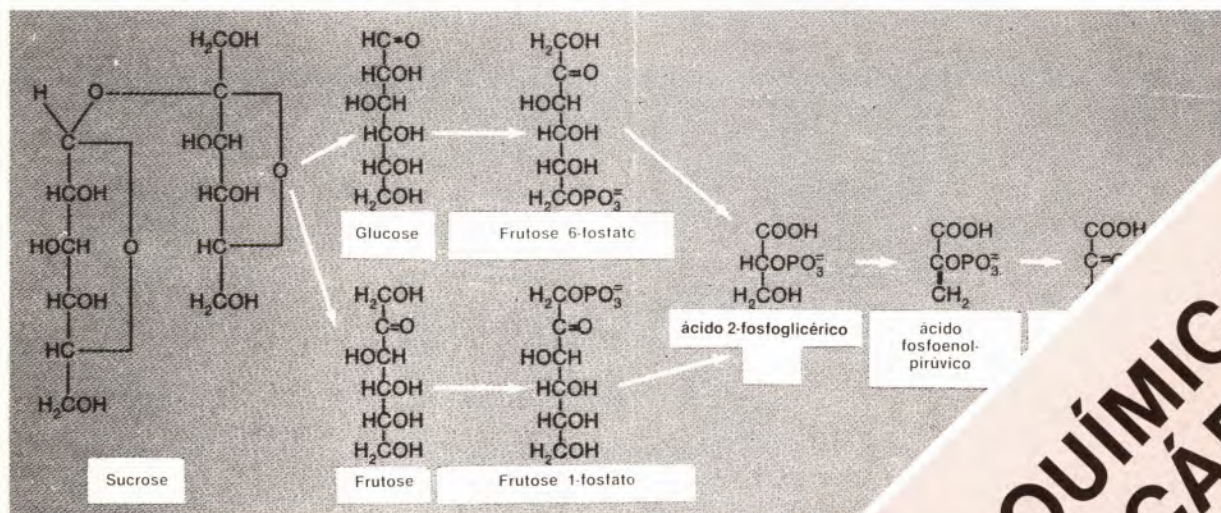
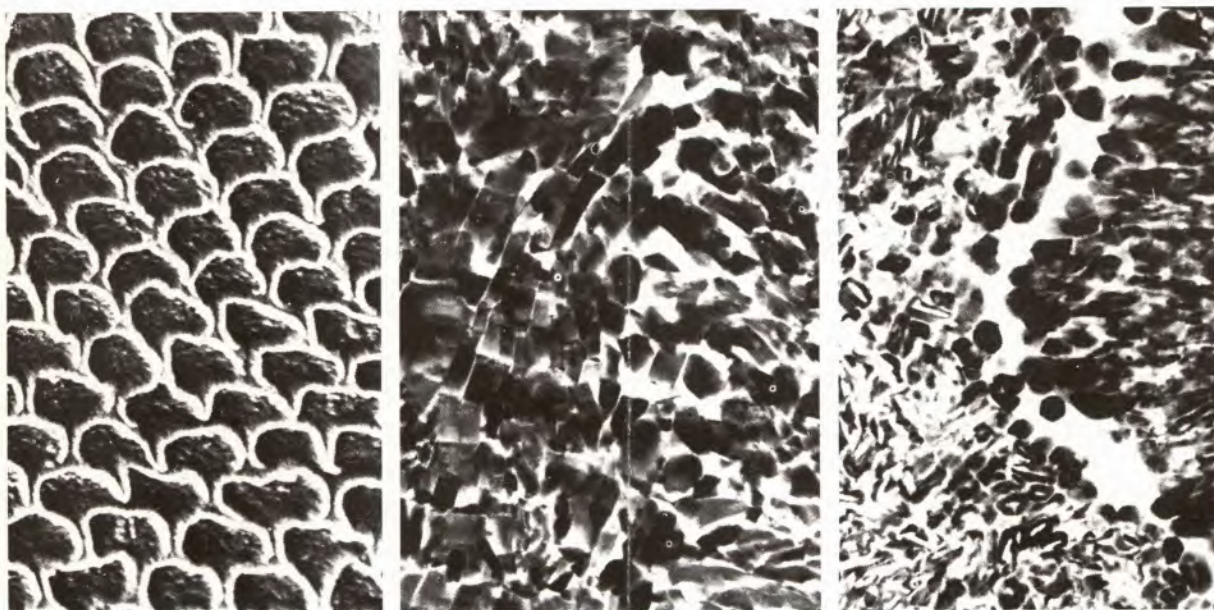


# boletim

SOCIEDADE  
PORTUGUESA  
DE  
QUÍMICA



Ano 3-Série II n.º 4 • SETEMBRO 1980 • Director: A. M. LOBO



A sucrose é decomposta primeiro em glucose e frutose. Por meio de uma série de reacções, estes cr...  
forte que se forma durante a fermentação dos ar...

**A QUÍMICA  
DA CÁRIE**  
Pág. 2

## SUMÁRIO

Editorial .....	1
Cárie — uma doença que pode ser evitada .....	2
Uma analogia para a quantização dos níveis de energia .....	14
Prémio Nobel de Química 1979 ....	17
Congressos e Conferências no Estrangeiro .....	19
Actividades da S.P.Q. ....	21
Divisão de Educação — Conclusões para o Ensino da Química resultantes do 3.º Encontro Nacional de Química .....	24
Noticiário .....	28
Segurança .....	29



# boletim

SOCIEDADE  
PORTUGUESA  
DE  
QUÍMICA



## DIRECÇÃO DA S.P.Q.

Presidente — **M. Alzira Amoster Ferreira**  
Vice-Presidente — **Manuel A. V. Ribeiro da Silva**  
Secretário Geral — **A. Romão Dias**  
Secretário Geral Adjunto — **M. Nunes da Ponte**  
Tesoureiro — **Francisco Pedroso**  
Secretário Adjunto — **M. Cândida Vaz**

## Conselho Fiscal

Presidente — **César Viana**  
Vice-Presidente — **Luís Alcácer**  
Relator — **V. Meira Soares**

## Mesa da Assembleia Geral

Presidente — **B. Herold**  
1.º Secretário — **Alberto Amaral**  
2.º Secretário — **Teixeira Dias**

## Assembleias Regionais

DELEGADO DO NORTE (Sede no Porto)

### Assembleia Regional

Presidente — **João Luís Cabreira de Oliveira Cabral**  
1.º Secretário — **José Luís C. Conceição Figueiredo**  
2.º Secretário — **Rui Adelino Torcato Barroca**

## Direcção da Delegação Regional

Presidente — **Manuel Aníbal V. Ribeiro da Silva**  
Secretário — **José Alberto Nunes Ferreira Gomes**  
Vogal — **José Luís Fontes da Costa Lima**

DELEGAÇÃO DO CENTRO (Sede em Coimbra)

### Assembleia Regional

Presidente — **António J. Campos Varandas**  
1.º Secretário — **Júlio António Marques da Cunha Pinto**  
2.º Secretário — **Maria Helena Ferreira Teixeira**

## Direcção da Delegação Regional

Presidente — **António José Ferrer Correia**  
Secretário — **Maria da Conceição Pedroso Lima**  
Vogal — **Maria Isabel Almeida Ferra**

DELEGAÇÃO DO SUL (Sede em Lisboa)

### Assembleia Regional

Presidente — **José Luis Cardoso Pereira**  
1.º Secretário — **José Dias Lopes da Silva**  
2.º Secretário — **Carlos José Rodrigues Crispim Romão**

## Direcção da Delegação Regional

Presidente — **Maria Alzira Almofter Ferreira**  
Secretário — **José Miguel da Costa Reis**  
Vogal — **Maria Isabel da Silva Martinho Simões**

A impressão deste número é patrocinada pela Junta Nacional de Investigação Científica e Tecnológica.

Execução gráfica — Proença, Coop. de Artes Gráficas, SCARL. Tel. 869249

## EDITORIAL

A incidência da química na vida dos povos é um daqueles factos incontestáveis a que não podemos escapar. Com efeito, o contributo desta ciência para a resolução dos grandes problemas da humanidade como a fome, a doença, o controle da natalidade, a produção de energia, etc., é do conhecimento público e por demais evidente.

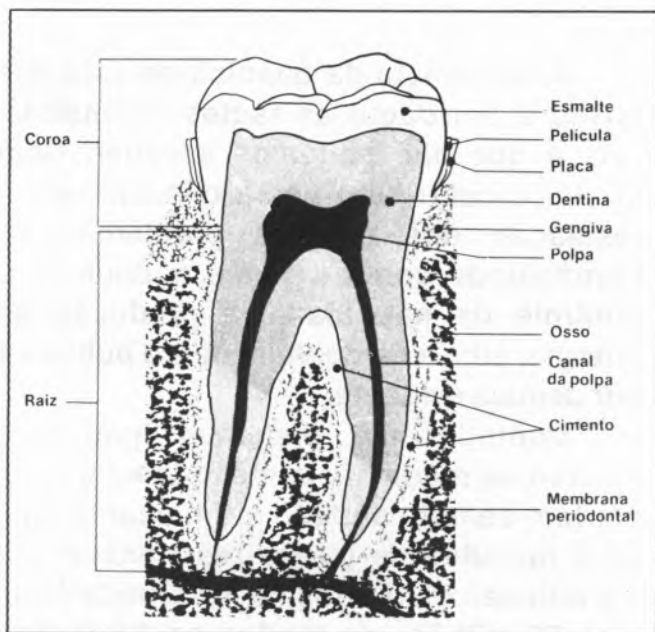
Contudo não podemos ignorar o reverso da medalha, isto é, que esta ciência tem sempre andado intimamente ligada à máquina de guerra responsável por 1,9 milhões de mortos na 1.ª Guerra Mundial, 55 milhões de mortos na 2.ª Guerra Mundial e 25 milhões de mortos, em guerras diversas, desde 1945 até ao presente. Neste momento, em termos de tonelagem bruta existe maior quantidade de material explosivo no nosso planeta do que de reservas alimentares e o investimento na máquina de guerra é de 2500 vezes superior ao da máquina de paz, sem que se vislumbre uma diminuição real deste número, antes pelo contrário.

Ora o químico pode e deve intervir para que a ciência que professa seja posta ao serviço da Humanidade e não se transforme em instrumento da sua destruição.

Particular responsabilidade cai sobre os ombros daqueles professores que são os responsáveis pela educação química do cidadão comum, responsabilidade essa que não pode ser transferida para outros, porque ela resulta justamente de uma formação científica própria, especializada.

A. M. LOBO

# CÁRIE — uma doença que pode ser evitada



Esta secção de um molar humano mostra depósitos de película e de placa próximo da linha da gengiva

Num dos laboratórios que dirige, na divisão de odontologia preventiva da Universidade de Colúmbia, o Dr. Irwin D. Mandel fala acerca dos actuais conhecimentos sobre as causas da cárie. «Actualmente — diz ele — compreendemos bem os mecanismos globais envolvidos. Os cientistas dentários agora dedicam-se principalmente ao estudo dos pormenores. Deste modo esperam poder localizar as etapas exactas do processo em que possam combater eficazmente os estragos causados por esta doença.»

Presentemente os cientistas estão a estudar o modo como as bactérias envolvidas na cárie podem ser inactivadas ou destruídas. Estão a investigar os papéis desempenhados pela dieta, pela saliva, pela composição do esmalte e pelas substâncias químicas que permitem às bactérias aderirem aos dentes. Estão também a testar novos processos para combater a cárie, entre os quais se contam as vacinas, os anti-sépticos e as resinas («sealants»).

A necessidade de métodos mais eficazes para combater a cárie é por de mais evidente. De facto, trata-se de uma doença mais vulgar do que a gripe comum e todos os anos se gastam somas elevadíssimas nos dentistas. Mas os prejuízos causados pela cárie não são apenas financeiros. A cárie pode causar dores excruciantes e requer longas horas nos consultórios dentários, em particular, se conduz à perda de dentes, pode implicar diminuição da capacidade de mastigação e de fala, alterações na aparência e bem-estar geral.

A idade é o principal factor na determinação da vulnerabilidade de um indivíduo à cárie. A cárie é a principal causa da perda de dentes antes dos 35 anos. Depois dessa idade, a causa principal da perda de dentes é a doença periodontal, que ataca as gengivas, o tecido conectivo e os ossos que rodeiam e suportam os dentes.

À medida que envelhecem, os dentes tornam-se mais resistentes à cárie. Crê-se que isso se deve, em parte, ao aumento da quantidade de fluor no esmalte. Os dentes mais velhos também

Traduzido e adaptado de «Tooth Decay», Howard J. Sanders, in Chem. & Eng. News, 1980, 58 (8), 30-42, por M.J.O. Baptista

Os cientistas estão a desenvolver muitos processos inovadores para prevenção da cárie, em vez de se limitarem a reparar os estragos por ela causados!

podem apresentar menos cavidades devido às áreas dentais mais susceptíveis já estarem protegidas por reconstruções.

Nos últimos trinta anos tem-se vindo a assistir a uma mudança básica na ênfase posta na pesquisa pela profissão dentária. Anteriormente o interesse centrava-se à volta da reconstrução e substituição dos dentes. Os pesquisadores preocupavam-se principalmente com problemas tais como o desenvolvimento de melhores produtos para reconstruções, dentaduras e coroas. Actualmente dão muito mais atenção à prevenção da cárie. Uma tal prevenção, é claro, requer um conhecimento muito maior dos factores subjacentes envolvidos no processo da cárie.

O apoio financeiro relativamente reduzido concedido à pesquisa no domínio da cárie reflecte a relativa indiferença da opinião pública em relação às doenças dentárias. As pessoas não se preocupam com a cárie do mesmo modo que se preocupam com o cancro ou as doenças cardíacas. Por um lado, ninguém morre de cárie, por outro, muitas pessoas aceitam-na como uma doença inevitável.

Porque a cárie não constitui uma ameaça à vida nem é capaz de causar incapacidade grave, não se trata de uma doença especialmente dramática.

## DESMINERALIZAÇÃO DO ESMALTE

O que é, de facto, a cárie? Trata-se da desmineralização localizada do esmalte dental e em geral também da dentina, que conduz eventualmente à formação de uma cavidade. Esta desmineralização é causada por ácidos orgânicos que penetram a superfície do esmalte. Por seu lado, estes ácidos são formados pela acção de bactérias específicas sobre açúcares e outros carboidratos fermentáveis presentes na placa aderente aos dentes.

Como aponta Walter E. Brown, director da American Dental Association's Health Foundation Research Unit do National

Bureau of Standards (NBS), «Nos últimos cinco anos, os progressos feitos na pesquisa dentária ocorrem em muitas pequenas etapas que gradualmente estão a conduzir a uma melhor compreensão do processo da cárie e de como ele pode ser inibido ou invertido. Obviamente fizeram-se importantes progressos, mesmo sem ter havido descobertas espectaculares.»

Os progressos mais importantes incluem:

- Uso de bactérias mortas para imunizar animais de laboratório contra os microrganismos envolvidos na cárie.
- Pesquisa de uma vacina anticárie que combata um enzima necessário à formação da placa dentária.
- Melhor conhecimento de como o anticorpo secretor de imunoglobulina A protege os dentes contra a cárie.
- Melhor compreensão de como actuam as proteínas antibacterianas não-imunológicas da saliva.
- Mais informações sobre as bactérias que colonizam os dentes.
- Crescente compreensão sobre o modo como as bactérias aderem aos dentes.
- Mais pormenores sobre como é que os dentes são des-mineralizados.
- Desenvolvimento de novos processos de aplicar fluoreto para protecção dos dentes.
- Investigação de vestígios metálicos que possam retardar a cárie.

A região dos dentes que maior interesse tem em cárie dentária é o esmalte, a camada exterior dos dentes acima das gengivas. Consiste em cerca de 98% de matéria inorgânica (incluindo água) e 2% de matéria orgânica, e é a substância mais dura do corpo humano.

Sob o esmalte encontra-se a dentina, que contém cerca de 70% de matéria inorgânica e 30% de matéria orgânica, e que se estende praticamente a todo o comprimento do dente. Na região mais interna do dente encontra-se a polpa, que contém nervos, vasos sanguíneos e tecido fibroso.

Estando o esmalte em contacto directo com as partículas dos alimentos, as bactérias e a saliva, é essa a parte do dente que é primeiramente atacada pela cárie. O processo envolve a remoção de parte do conteúdo mineral do esmalte. O mineral encontra-se principalmente sob a forma de prismas, cada um consistindo de biliões de pequeníssimos cristais de um derivado do fosfato de cálcio, a hidroxiapatite,  $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ , que forma a estrutura cristalina do osso. A hidroxiapatite mineral também contém pequenas quantidades de fluoreto, carbono e magnésio.

A matéria orgânica do esmalte é principalmente proteína, como a eukeratina. Durante o processo de cárie, alguma desta matéria orgânica é destruída por enzimas capazes de hidrolizar as proteínas que se encontram na placa bacteriana. Laurence C. Chow, cientista-chefe da divisão de química dentária da American Dental Association's Health Foundation Research Unit do NBS, faz notar que «a degradação de proteína dentária é em geral considerada como sendo relativamente insignificante na cárie. No entanto, algumas pessoas defendem que a degradação deste material proteico é importante porque destrói a matriz que mantém juntos os cristais do esmalte.»

A não ser que um dente tenha sido escurpulosamente limpo, as colónias de bactérias crescem em locais específicos da sua superfície, particularmente junto à linha da gengiva. Estas colónias fazem parte da placa dental, que consiste em cerca de 70% de bactérias; o resto da placa é constituído por produtos bacterianos (polissacaridos, enzimas, ácidos) e componentes da saliva.

A placa é uma substância branca ou esbranquiçada, de espessura variável. Bactérias específicas na placa formam os polissacaridos que permitem a estes microrganismos pegarem-se aos dentes e uns aos outros. Certas bactérias também convertem açúcares e outros carboidratos fermentáveis na placa em ácidos orgânicos que provocam a cárie.

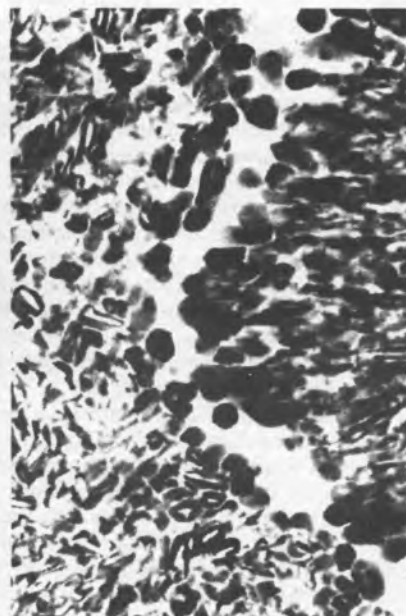
Em 1897 J. Leon Williams, um dentista americano, descreveu pela primeira vez a presença de placa dental no esmalte. Concluiu que a placa tende a manter uma concentração relativamente elevada de ácido na superfície do esmalte inibindo a sua diluição e a neutralização pela saliva.



Esta micrografia electrónica de esmalte humano tratado com ácido mostra a estrutura prismática típica do esmalte dental

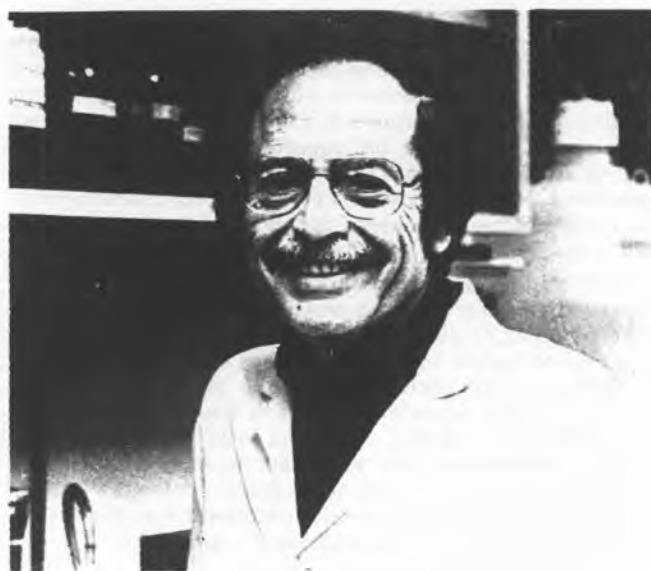


Micrografia electrónica de transmissão de esmalte humano mostrando cristais de hidroxiapatite. A amplificação é muito superior à da fotografia da esquerda



Esmalte humano em decomposição. Na área livre, os cristais de hidroxiapatite foram dissolvidos por ácido





MANDELL

#### AS BACTÉRIAS E A CÁRIE

Durante muitos anos debateu-se acesamente se as bactérias estão, de facto, envolvidas na cárie. E se assim é, que bactérias?

Em 1890, Willoughby D. Miller, um dentista americano então a trabalhar na Universidade de Berlim, descreveu que as bactérias são essenciais para a cárie, porque convertem os açúcares e outros carboidratos fermentáveis em ácidos capazes de destruir o esmalte. Embora Miller não tenha identificado essas bactérias, nem apreciado a importância da placa na cárie, um dos mais eminentes cientistas dentários afirma que as suas contribuições «abriram o caminho para a era moderna da pesquisa sobre a cárie.»

Em 1924, J. K. Clarke, no Hospital de St. Mary em Londres, descreveu que o tipo de bactérias mais frequentemente encontradas nas cavidades dentais humanas e mais provavelmente capaz de causar cárie era aquele que designou por *Streptococcus mutans*. Clarke escolheu esta designação por os segmentos da bactéria poderem mudar de uma forma esférica para uma forma em bastão.

No entanto, os pontos de vista de Clarke depararam com uma quase completa indiferença porque a opinião então prevalecente, e que se manteve por mais alguns anos, era a de que a cárie era principalmente causada pelo *Lactobacillus acidophilus* e outros *Lactobacilos* que, a partir de açúcares, produzem ácido láctico capaz de destruir o esmalte.

Hoje em dia os cientistas creem que os *Lactobacilos* apenas desempenham um papel menor na cárie. Uma das razões é que estas bactérias, ao contrário do *S. mutans*, não produzem uma substância pegajosa que lhes permita aderirem às superfícies lisas dos dentes. Além disso, os *Lactobacilos* apenas constituem uma percentagem muito pequena das bactérias presentes na placa dental.

Importante apoio a favor da tese segundo a qual são as bactérias que causam a cárie surgiu em 1954, do trabalho de pesquisa de Frank J. Orland e colaboradores, da Universidade de Chicago. Descobriram que ratos assépticos, quando infectados com um *Enterococcus* e alimentados com uma dieta rica em açúcar, desenvolviam cavidades nos dentes. No entanto, outros ratos assépticos alimentados com a mesma dieta, mas não infectados com a bactéria, não apresentavam cavidades nos dentes. Trabalhos subsequentes com ratos assépticos demonstrou que o *S. mutans* era um dos mais virulentos organismos produtores de cárie. Ernest Newbrun, professor de biologia oral na Universidade da Califórnia, São Francisco, afirma «Esta descoberta marcou uma nova era na pesquisa sobre a cárie.»

Em 1960, Robert J. Fitzgerald, então no NIDR e actualmente no Veterans Administration Hospital de Miami, e Paul H. Keys do NIDR, demonstraram a natureza infecciosa da cárie. Mostraram que *Streptococci* causadores de cárie, como o *S. mutans*, podem ser transmitidos por um hamster-fêmea à sua ninhada ou por animais infectados a outros não infectados que partilhem a mesma gaiola.

O *S. mutans* possui um certo número de propriedades que o tornam particularmente virulento como promotor de cárie:

- Contém o enzima laticodesidrogenase, que converte o ácido pirúvico (um produto da degradação da sacarose) em ácido láctico. Por seu turno, o ácido láctico desmineraliza o esmalte dos dentes.
- Contém o enzima glucosiltransferase, que polimeriza a glucose, obtida da sacarose, para dar glucanos. Estes polissacaridos extracelulares são substâncias extremamente pegajosas que permitem ao *S. mutans* e a outras bactérias aderirem umas às outras e acumularem-se nos dentes, especialmente nas superfícies lisas do esmalte.
- Forma colónias facilmente nas superfícies dos dentes. Estas colónias, juntamente com os glucanos, são os principais componentes da placa.
- Produz mais ácido do que outros *Streptococci*.
- Pode sobreviver num meio de baixo pH.
- Pode formar, a partir de açúcares, polissacaridos intracelulares do tipo amilopectina. Estes são armazenados nas células e depois convertidos em ácido.

O crescimento do *S. mutans* requer que na boca existam superfícies sólidas, quer dentes, quer dentaduras. Por exemplo, na boca das crianças não se encontra *S. mutans* até que os seus dentes tenham nascido. As bactérias não podem formar colónias nas membranas mucosas da boca porque não podem aderir a elas.

Que o *S. mutans* produz glucanos a partir de glucose derivada da sacarose foi demonstrado em hamsters por Fitzgerald e Keys em 1960, no NIDR. Verificaram eles que os glucanos desempenham um papel importante na produção da placa e portanto na promoção da cárie.

Por outro lado, os glucanos inibem (mas não impedem) a capacidade da saliva para remover as bactérias da superfície dos dentes. Os glucanos também reduzem a tendência da saliva para remover o ácido formado na placa.

Variam as estimativas quanto à importância relativa do *S. mutans* como causa da cárie em seres humanos. Ronald J. Gibbons, director do departamento de microbiologia do Centro Dentário Forsyth de Boston, afirma que o *S. mutans* pode ser isolado de 90 a 95% das cavidades do esmalte humano. Calcula ele que esta bactéria está envolvida na formação de cerca de 90% das cavidades dentais em seres humanos.

«Dados recentes — afirma Gibbons — tendem a confirmar a extraordinária importância do *S. mutans*. Estudos feitos em macacos, por exemplo, mostram que estes desenvolvem muito poucas cavidades se na sua boca não existir esta bactéria.»

Muita controvérsia rodeia a questão de que outras bactérias, para além do *S. mutans*, estão envolvidas na cárie. Entre as mais prováveis contam-se outros *Streptococci*, como o *S. sanguis* e o *S. mitis*. Outras possibilidades são o *Lactobacillus casei* e o *Actinomyces viscosus*.

Estes organismos exercem a sua acção em pontos particulares dos dentes. Vários *Lactobacilli* tendem a causar cáries nas concavidades e fissuras dos molares. Diversos *Actinomyces* atacam as raízes dos dentes. Vários *Streptococci* atacam as superfícies lisas e outras partes dos dentes.

#### ALIMENTOS PARA AS BACTÉRIAS

Para sobreviver obviamente as bactérias necessitam de alimentos. Ratos que têm bactérias causadoras de cáries orais mas que são alimentados com soluções de açúcar ministradas por um tubo directamente para o estômago não desenvolvem cavidades.

As principais fontes de açúcar na dieta incluem bebidas refrigerantes, rebuçados, bolos, sorvetes e cereais pré-açucarados.

O papel primordial do açúcar como causa da cárie tem sido demonstrado em muitos estudos epidemiológicos. Por exemplo, os esquimós que vivem no seu ambiente natural praticamente não têm cáries, porque a sua dieta consiste quase inteiramente de proteínas e gorduras animais. Quando os esquimós passam a ter uma dieta do tipo ocidental, repleta de consideráveis quantidades de açúcar, aumenta abruptamente a incidência da cárie.

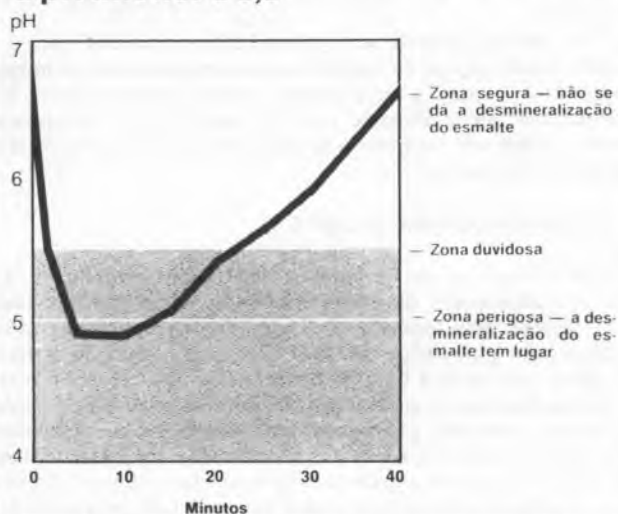
Em geral o amido não é considerado como causa significativa da cárie porque a sua conversão em açúcar, pelo enzima amilase, é excessivamente lenta para que muito açúcar possa ser convertido na boca.

Os alimentos variam consideravelmente quanto à sua tendência para promover a cárie. Frutos como as maçãs, que contêm mais de 10% de carbohidrato fermentável, tendem a promover a cárie. Ao contrário da crença popular, as maçãs não removem a placa ou limpam os dentes, aumentando, sim, o conteúdo de açúcar indesejável na placa. «Assim, e ao contrário daquilo que se tem pensado durante muitos anos — diz Leon M. Silverstone, director da divisão de cariologia da Universidade de Iowa — terminar uma refeição com uma maçã não é uma maneira eficiente de impedir a cárie.»

O que é importante, em termos do potencial causador de cárie de um alimento, não é só a quantidade de açúcar que contém, mas também o espaço de tempo durante o qual esse alimento permanece na boca. O açúcar sob a forma de caramelos, que se pegam aos dentes, é mais perigoso do que a mesma quantidade de açúcar num refrigerante, que apenas permanece na boca durante pouco tempo.

Também é importante a frequência com que se come o açúcar. De acordo com um estudo realizado por cientistas escandinavos, as pessoas que num ano consomem, em média, 70 kg de açúcar às refeições e 15 kg entre as refeições desenvolvem mais cavidades do que aquelas que consomem 94 kg de açúcar exclusivamente às refeições.

### O esmalte perde os iões cálcio e fosfato a pH inferior a 5,5



Esta curva, desenvolvida por R. M. Stephan do NIDR, mostra como o pH da placa se altera depois de bochechar com uma solução de glicose

O ácido principal causador da cárie é o ácido láctico, o principal ácido formado pela degradação da sacarose. Além disso, o ácido láctico é o ácido mais forte que se forma por fermentação de açúcares.

Outros ácidos orgânicos que também decompõem o esmalte incluem (por ordem decrescente de iões hidrogénio disponi-

veis, e portanto por ordem decrescente de torça ácida) os ácidos fórmico, succínico, butírico, acético e propiónico. Estes ácidos, que são produzidos em muito menores quantidades que o ácido láctico, são formados como parte do processo metabólico das bactérias da placa.

Quando estes ácidos fazem com que o pH da placa desça para 5,5 ou menos, podem causar uma lenta desmineralização do esmalte por perda de iões cálcio e fosfato. Quando se lava a boca com uma solução de glicose, cerca de dois minutos depois o pH da placa desce de cerca de 6,8 para 5,5 ou valores inferiores. O pH mantém-se nesta «zona de perigo» durante cerca de 20 minutos. O pH aumenta então para 6,0 ou mais, cessando a desmineralização. Finalmente após cerca de 40 minutos a placa volta ao seu pH original de 6,8.

A saliva, uma solução extremamente complexa que, entre outras funções, lubrifica os alimentos ingeridos e inicia a decomposição dos amidos, desempenha um papel crítico no processo de cárie. Quando são removidas as glândulas salivares de ratos, aumenta substancialmente a sua susceptibilidade à cárie. Nas pessoas cujas glândulas salivares foram expostas a radiação durante tratamento a cancro da cabeça ou do pescoço, geralmente observa-se uma evolução rápida e aguda da cárie.

A saliva ajuda a reduzir a cárie pois lava da superfície dos dentes as partículas dos alimentos, as bactérias e os ácidos. Actua também como um tampão químico, que reduz a extensão do decréscimo do pH da placa por acção dos ácidos. O mais importante tampão salivar é a mistura de ião bicarbonato ( $\text{HCO}_3^-$ ) e de ácido carbónico ( $\text{H}_2\text{CO}_3$ ), que tende a neutralizar parcialmente os ácidos causadores de cárie que são produzidos na placa.

Outro componente da saliva é a ureia. As bactérias da placa podem converter este composto em amoníaco, o qual também neutraliza alguns dos ácidos da placa.

Em 1972, Israel Kleinberg, presentemente na Universidade Estadual de Nova Iorque, Stony Brook, isolou da saliva um tetrapeptido (glicina-glicina-lisina-arginina) a que chamou sialina. Este composto pode ser metabolizado por diversos microrganismos da placa para formar amoníaco. No entanto, não está ainda esclarecido se suficiente sialina se pode difundir através da placa humana para ser eficiente na neutralização de ácidos por meio de amoníaco libertado.

A saliva contém a proteína lactoferrina. Esta é capaz de se complexar com dois átomos de ferro por molécula, podendo remover o ião férrico de que algumas bactérias necessitam para o seu metabolismo. Em consequência é inibido o crescimento dessas bactérias. Um grupo de investigadores descreveu que a lactoferrina pode destruir o *S. mutans*, podendo portanto ser útil no controlo da cárie.

Entre os muitos outros componentes da saliva encontram-se os iões cálcio e fosfato. Depositados no esmalte como fosfato de cálcio durante os estádios iniciais do desenvolvimento de uma cavidade, podem reparar cáries de menor importância.

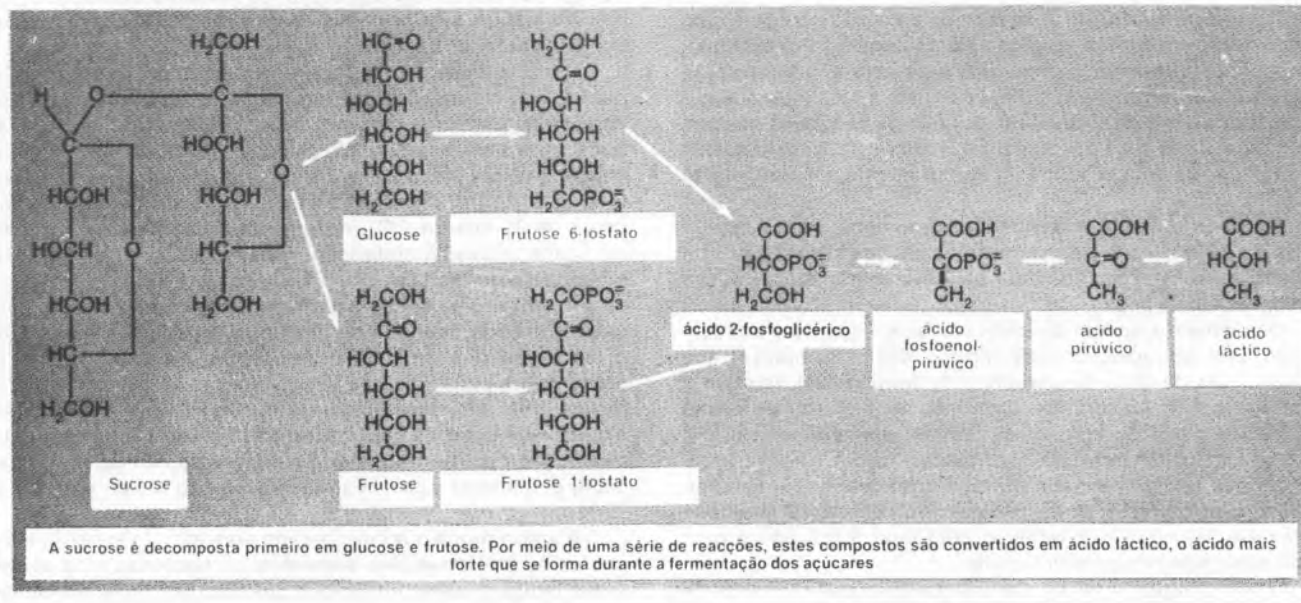
Investigação crescente centra-se actualmente numa fina camada orgânica, a película, situada entre o esmalte e a placa. A película, com cerca de 0,1 a 1 micron de espessura, é formada quando as proteínas da saliva são selectivamente adsorvidas no esmalte, e crê-se que desempenha diversas funções importantes na cárie. A película promove a ligação das bactérias à superfície do esmalte, influencia o transporte de ácidos para o esmalte e a difusão de iões cálcio e fosfato para fora do esmalte.

Irwin D. Mandel, da Universidade de Colúmbia, afirma que «O papel potencialmente protector desta barreira difusora ou modificador só agora começa a ser apreciado. A modificação da película pode ter um profundo impacto na desmineralização dos dentes.»

John W. Hein, director do Centro Dentário Forsyth, diz que «Quando soubermos mais sobre quais são as proteínas existentes na película, seremos capazes de as modificar de modo a que já não possam atrair bactérias.»



## Bactérias convertem sucrose em ácido láctico, que ataca o esmalte dental



Dos 32 dentes permanentes da boca, os molares são especialmente susceptíveis à cárie porque apresentam concavidades e fissuras que tendem a acumular partículas de alimentos que muitas vezes são difíceis de remover.

A cárie requer a existência simultânea de três factores principais:

- Dentes susceptíveis à cárie.
- Bactérias que podem causar cárie
- Alimentos que, quando actuados pelas bactérias, formam ácidos.

A vulnerabilidade dos dentes à cárie depende do seu conteúdo em certos iões, como o ião fluoreto. Depende também do espaçamento e forma dos dentes e portanto da tendência das partículas dos alimentos para se acumularem neles ou entre eles.

As cavidades dos dentes formam-se quando os ácidos decompõem a hidroxiapatite do esmalte, de acordo com a seguinte equação:



Os iões cálcio e fosfato difundem-se dos dentes e são levados pela saliva.

Embora possa parecer estranho, a cárie inicia-se sob a superfície do esmalte, em vez de à sua superfície, apesar de o ácido que a causa se formar na placa que cobre o dente.

Uma explicação para este facto é que o ião fluoreto (da água potável, dos alimentos de dentífricos ou de outras fontes) pode reagir com a hidroxiapatite para formar fluorapatite. Este composto está presente em maior concentração à superfície do esmalte (os 60 micrometros exteriores contêm cerca de 10 vezes mais fluoreto do que a camada interna do esmalte). A fluorapatite é muito mais resistente ao ataque pelos ácidos do que a hidroxiapatite. Assim, quando os ácidos penetram o esmalte através de poros minúsculos, desmineralizam o interior e deixam essencialmente intacto o esmalte mais resistente da superfície. O resultado é a formação de uma área desmineralizada sob a superfície do esmalte, a qual se apresenta como uma mancha branca opaca.

Uma outra teoria, proposta em 1974 por Edgard C. Moreno e colaboradores, do Centro Dentário Forsyth, e agora largamente aceite, é que, embora os ácidos ataquem a superfície do esmalte, este é reconstituído nesse local, quase tão rapidamente como se dissolve, por reprecipitação de iões cálcio e fosfato difundidos da região interna do esmalte. Como

faz notar Edgard Moreno, «A superfície do esmalte parece inalterada durante este processo simplesmente porque é continuamente regenerada.»

Moreno crê também que os ácidos se difundem para a zona mais interna do esmalte, onde produzem uma zona desmineralizada ou mancha branca. Gradualmente esta zona subsuperficial torna-se tão grande e a superfície adjacente do esmalte tão fina, que a camada superficial se quebra para formar uma cavidade exposta. Estas cavidades levam em geral cerca de 12 a 24 meses a desenvolver-se. Uma vez formadas, as bactérias podem invadir o interior do esmalte e acelerar a sua desintegração.

Se a cavidade não for obturada, a cárie geralmente continua através do esmalte e para a dentina. Quando eventualmente a cárie atinge a polpa do dente (o «nervo») surgem dores agudas.

No estudo da cárie, um método de considerável valor é o exame microscópico de espécimens de esmalte com luz polarizada. Uma vez que a luz polarizada produz diferenças de cor acentuadas, as regiões de esmalte parcialmente desmineralizado podem ser facilmente distinguidas das áreas em que o esmalte está intacto.

### O COMBATE CONTRA A CÁRIE

Enquanto muitos cientistas dentários investigam as causas subjacentes da cárie, outros preocupam-se em lutar para vencer esta doença. O Programa Nacional de Cárie estabelecido pelo NIDR em 1971 propunha quatro objectivos fundamentais na sua batalha contra a cárie — aumentar a resistência dos dentes à cárie (principalmente através do uso de fluoreto); encontrar processos para combater as bactérias causadoras da cárie; encorajar a mudanças na dieta, tornando-a menos capaz de causar cárie; e aumentar a disponibilidade dos métodos preventivos da cárie e sua aceitação pelo público.

A descoberta da eficácia do fluoreto na redução da cárie é geralmente aceite nos círculos científicos como o maior progresso realizado no campo da prevenção da cárie neste século. Irwin D. Mandel, da Universidade de Colúmbia, afirma que «Desde há alguns anos, os fluoretos têm sido o meio mais eficaz de prevenção da cárie.»

Newbrun, da Universidade da Califórnia, São Francisco, diz, «Quando submetidas a cuidadoso escrutínio científico, tem-se consistentemente provado serem infundadas as reclamações contra o uso do fluoreto... O tratamento da água com sais contendo fluoreto tem sido largamente aceite com



seguro e eficaz na redução da cárie por todas as pessoas ligadas aos problemas da saúde (médicos, epidemiologistas, toxicólogos e organismos de saúde públicos, e não apenas pelos dentistas).»

A utilização de água potável tratada com fluoreto resulta de uma descoberta feita em 1916 por Frederick S. McKay, um jovem dentista de Colorado Springs, no Colorado. McKay concluiu que o aparecimento de manchas ou descoloração do esmalte dos dentes que observou em muitos dos seus pacientes era causado por alguma substância presente na água que bebiam, e observou também que as pessoas cujos dentes apresentavam essas manchas tinham muito poucas cavidades.

No entanto, só em 1931 é que Harry V. Churchill, um químico analítico da Aluminium Co. of America, identificou essa substância como sendo fluoreto em concentrações elevadas.

Em 1938 os cientistas descobriram que no esmalte surgem manchas apreciáveis quando a água potável contém 2 ppm ou mais de fluoreto. Quando a água contém apenas 1 ppm de fluoreto, as manchas não surgem no esmalte, mas são muito reduzidas as novas cáries.

Em 1942, H. Trendley Dean e colaboradores, do Serviço de Saúde Pública dos Estados Unidos, descobriram que as crianças vivendo em comunidades cuja água potável continha 1 ppm de fluoreto desenvolviam cerca de 60% menos cavidades do que aquelas que consumiam água potável contendo fluoreto em concentrações muito inferiores. Foi em 1945, em Grand Rapids, Michigan, que pela primeira vez se procedeu ao tratamento com fluoreto da água potável de uma cidade para determinação do seu efeito sobre a cárie; a água foi tratada com fluoreto de sódio para elevar para 1 ppm o seu conteúdo em fluoreto.

Os defensores do tratamento da água potável com fluoreto apontam as suas numerosas vantagens. Por exemplo, as crianças que bebem água fluoretada apresentam cerca de 50 a 60% menos cavidades do que as que não bebem água contendo fluoreto. De acordo com um estudo feito, o

número de molares permanentes faltando em crianças de idades compreendidas entre os 12 e os 15 anos em comunidades dispoendo de água potável contendo 1 ppm de fluoreto era inferior em 75 a 95% do que nas crianças provenientes de comunidades cuja água potável só continha cerca de 0,1 ppm de fluoreto.

Beber água fluoretada é, em primeiro lugar, de valor para os jovens, cujos dentes estão a calcificar e a matutar. Embora em menor escala, também traz benefícios para os adultos, reduzindo a cárie.

O tratamento da água potável com fluoreto também ajuda a proteger os dentes a um custo relativamente baixo. Ainda uma outra vantagem da água fluoretada é que, tal como os dentífricos contendo fluoreto, permite a uma pessoa aumentar a sua resistência à cárie sem que para isso tenha de fazer um esforço consciente.

Embora algumas pessoas pensem no fluoreto como sendo exclusivamente um aditivo artificial, o facto é que se encontra presente em toda a água natural, bem como em diversos alimentos. As principais fontes alimentares de fluoreto incluem diversos tipos de peixe e o chá.

O tratamento da água potável com fluoreto continua a ter opositores, que se queixam de que é uma «medicação forçada» e acham que deveriam ter a liberdade de não beberem água tratada com fluoreto se assim o desejarem.

Através dos anos, as pessoas que se opõem ao tratamento da água com fluoreto têm alegado que causa cancro, doenças cardíacas, defeitos de nascença, alergias, doenças renais, mongolismo, desenvolvimento ósseo defeituoso, esterilidade e até que faz cair os dentes.

Por outro lado, um estudo levado a cabo pelo Organização Mundial de Saúde concluiu que não existem provas aceitáveis de que a água fluoretada, aos níveis recomendados cause quaisquer efeitos adversos. «A sobrevivência continuada da noção de que o tratamento da água com fluoreto é um 'assunto controverso' representa, na nossa geração, um dos maiores triunfos do mito sobre a ciência.»

No entanto, alguns cientistas dentários avisam de que o tratamento da água com fluoreto não deve ser considerado como um caso encerrado. Edward A. Sweeney, professor associado de odontologia pediátrica da Escola de Medicina Dentária de Harvard, diz que «Não é justo, nem cientificamente honesto, pôr de lado sem mais nem menos todas as críticas feitas à adição de fluoreto à água. Por exemplo, é admissível que, se forem devidamente investigadas, se possa demonstrar que algumas alergias estão associadas ao uso de fluoreto. No entanto, até à data os críticos da utilização de fluoreto não substanciaram por meio de métodos rigorosos as suas alegações de que o fluoreto causa alergias ou quaisquer outras desordens.»

#### COMO É QUE O FLUORETO COMBATE A CÁRIE?

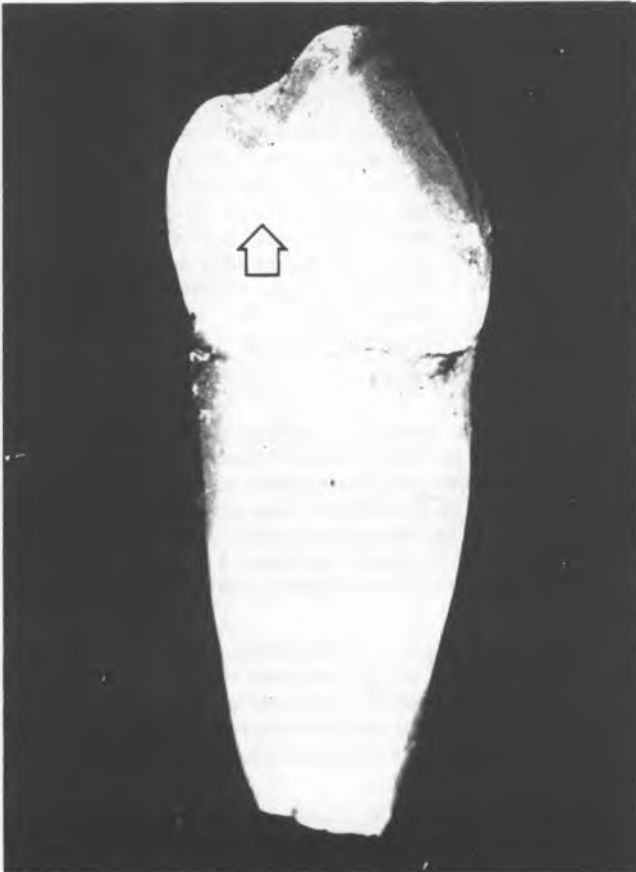
Quase ninguém duvida de que o fluoreto combate a cárie. O fluoreto actua, em parte, convertendo numa pequena extensão o principal constituinte do esmalte, a hidroxiapatite, em fluorapatite. A reacção é a seguinte:



O fluoreto reduz a cárie em parte porque o seu ião se encaixa melhor na rede cristalina da apatite do que o ião hidroxilo, que é ligeiramente maior. Assim, o fluoreto forma um cristal mais estável, menos solúvel em ácido. A solubilidade da fluorapatite no ácido láctico é de apenas 1/100 da da hidroxiapatite.

Segundo alguns cientistas, a fluorapatite pode preencher vazios ou reparar defeitos no esmalte dos dentes, tornando-o mais resistente aos ácidos. Pensa-se também que a formação de fluorapatite elimina diversas impurezas do esmalte, entre as quais o carbonato, que é relativamente solúvel em ácido.

De acordo com uma outra teoria, o ião fluoreto facilita a remineralização do esmalte com hidroxiapatite, fazendo com



Este dente mostra uma subsuperfície, região parcialmente desmineralizada (seta), referida normalmente por mancha branca

## Muitas hipóteses têm sido apresentadas para explicar como é que a cárie ataca os dentes

Ao longo dos séculos, numerosas hipóteses têm sido apresentadas para explicar as causas da cárie. À luz dos conhecimentos actuais, algumas dessas noções parecem ridículas, enquanto que outras fornecem respostas para pelo menos uma parte do quebra-cabeças. Hoje em dia há uma teoria que é geralmente aceite.

No século VII a.C., os Assírios acreditavam que era um verme que causava as cavidades dos dentes. Surpreendentemente, esta ideia persistiu nalguns quadrantes até cerca de 1850. A sua aceitação pode ter em parte resultado do facto de por vezes se terem encontrado nas cavidades dentais vermes provenientes de alimentos infestados. Além disso, muitas pessoas pensavam que, se os vermes podem abrir buracos na madeira, deviam poder fazer o mesmo aos dentes.

No tempo dos Gregos e dos Romanos, muitas pessoas pensavam que a cárie era causada por humores malignos ganhando ascendente sobre humores benignos nos dentes. Hipócrates concluiu que as cavidades eram causadas «pela estagnação de sucos depravados» nos dentes. Galeno pretendia que a cárie começava no interior do dente e era causada por uma condição anormal do sangue, resultando em «humores ácidos corrosivos».

Entre o final do século XVIII e meados do século XIX, uma ideia muito disseminada era a de que a cárie começava no interior de um dente, sendo assim análoga à gangrena óssea.

Em 1819, Parmlly sugeriu que a cárie era causada quando o esmalte era atacado por um «agente químico» externo. Acreditava ele que

esse composto químico destruidor, que não identificou, era formado pela putrefacção dos alimentos. Cerca de 1830 outros investigadores descobriram que os ácidos sulfúrico e nítrico podiam decompor o esmalte e a dentina.

No entanto, não foi com Parmlly que surgiu o conceito de que a dieta está envolvida na cárie. Nos tempos antigos, Aristóteles notou que, quando as pessoas comiam figos maduros, doces, e algum pedaço do fruto pegado aos dentes entrava em putrefacção, os dentes apresentavam maior tendência para a cárie.

Cerca de 1845, um médico de Dresden, Ficinus, descobriu vários micro-organismos em material removido de cavidades dentais. Ficinus sugeriu que estas bactérias, a que chamou *denticolae*, eram as causadoras da desintegração do esmalte, mas não explicou como isso acontecia.

Um dentista britânico, W. K. Bridgeman, fascinado pelas experiências de Michael Faraday, propôs em 1861 uma hipótese eléctrica da cárie. Acreditava que na boca existia o equivalente de uma pilha, em que os dentes são electrodos e a saliva o electólito, concluindo que era a passagem de electricidade na boca que causava a desintegração dos dentes.

Em 1890, Willoughby D. Miller, um dentista americano, publicou o seu tratado clássico «The Microorganisms of the Human Mouth», em que delineou a teoria da cárie que é, ainda hoje, a mais largamente aceite. Miller concluiu, como resultado de extensa experimentação, que a cárie é causada quando ácidos, com o ácido láctico, na superfi-

cie dos dentes desmineralizam o esmalte por remoção de cálcio. Dizia ele que estes ácidos não provêm da saliva (como outros pressupunham), sendo antes produzidos pelas bactérias a partir de açúcares e outros carboidratos fermentáveis das partículas alimentares aderentes aos dentes.

Uma outra hipótese, apresentada em 1944, sugeria que na cárie a etapa inicial não é a decomposição de compostos inorgânicos, como defendiam Miller e outros, mas sim a destruição de proteína por enzimas proteolíticas das bactérias. Estas proteínas, que constituem menos de 2% em peso do esmalte humano, formam uma delicada rede que rodeia os cristais de hidroxiapatite do esmalte. Alegava-se ainda que a dissolução subsequente dos sais inorgânicos do esmalte pelos ácidos era promovida por essa hidrólise de proteína.

Outra hipótese, proposta em 1955, é a de que o esmalte é desmineralizado quando o cálcio é removido sob a forma de quelatos. Substâncias como o lactato, o citrato e aminoácidos, que estão presentes na saliva e na placa, podem formar quelatos. De acordo com esta hipótese, a cárie pode ocorrer sem que haja formação de ácido, porque a formação de quelatos pode dar-se a pH alcalino ou neutro.

Muito provavelmente nos anos vindouros serão ainda propostas outras ideias para explicar a cárie. No entanto, a sua validade certamente será posta à prova, já que a maioria dos cientistas dentários crê que hoje em dia se conhece bem a maior parte dos aspectos do processo da cárie.

que esta precipite a concentrações mais baixas de iões cálcio e fosfato.

O fluoreto também pode evitar a cárie matando ou interferindo com o crescimento e metabolismo de bactérias da placa capazes de formar ácido, reduzindo a conversão de açúcares em ácidos. Um grupo de pesquisadores propôs uma tese segundo a qual o fluoreto interfere com o transporte de açúcar para as células bacterianas.

Além disso, o fluoreto pode auxiliar a combater a cárie inibindo a formação de polissacaridos que promovem a adesão de bactérias às superfícies do esmalte. Ainda não foi determinado se são ou não válidos este e outros mecanismos propostos para explicar a acção do fluoreto.

É claro que o dentes podem ser tratados com fluoreto sem que seja necessário o uso de água tratada com fluoreto. Muitas pastas de dentes contêm fluoretos, em geral na concentração de 0,1%, quer como fluoreto estânico, monofluorofosfato de sódio ou fluoreto de sódio.

Os fluoretos também podem ser periodicamente aplicados nos dentes, em concentração relativamente elevada (em geral

de 1 a 2%) como soluções aquosas de fluoreto de sódio, fluoreto estânico ou fluorofosfato acidulado.

Esse tratamento, se for efectuado uma ou duas vezes por ano, pode reduzir de 30 a 40% a cárie entre crianças e adultos jovens. O tratamento, embora relativamente dispendioso por ter de ser feito por profissionais dentários, é de especial utilidade em comunidades que não dispõem de água potável tratada com fluoreto.

Igualmente eficazes nessas comunidades são os programas de lavagem da boca que em geral são levados a cabo nas escolas. Um estudo realizado demonstrou que a cárie pode ser reduzida de 50% em crianças que diariamente e durante cerca de 1 minuto lavam a boca com uma solução contendo 0,02% de fluoreto.

Desde 1975 que o NIDR, através do seu Programa Nacional de Cárie, tem levado a efeito nas escolas programas de lavagem da boca. Mais de 8 milhões de crianças em idade escolar são abrangidas por esses programas, verificando-se que há uma redução da cárie, em média, de cerca de 35% nessas crianças,



que uma vez por semana utilizam uma solução contendo 0,09% de fluoreto para lavar a boca.

Para combater a cárie também existem comprimidos de fluoreto, que podem ser mastigados e engolidos. A cárie é, em média, reduzida de cerca de 35% nas crianças que diariamente tomam um comprimido contendo 1 mg de fluoreto.

A Abcor, de Cambridge, Massachussets, tem estado a testar um comprimido contendo fluoreto de sódio, microencapsulado em etil celulose. Libertando o fluoreto no organismo ao longo de um período de 18 a 24 horas, este comprimido mantém na saliva níveis elevados de fluoreto por períodos mais prolongados do que os comprimidos convencionais de fluoreto.

Um outro método para aplicação de fluoreto nos dentes envolve o uso de um gel com 0,5% de fluoreto, contido num bocal plástico feito sob medida. No entanto, este método apresenta algumas desvantagens importantes. Cada criança pode ter de usar um novo bocal tão frequentemente como de seis em seis meses. O uso do gel requer uma supervisão cuidada e é relativamente dispendioso, demorado e sujo.

Recentemente têm sido desenvolvidas unidades que libertam lentamente fluoreto na vizinhança dos dentes. Essas unidades, desenvolvidas por Donald R. Cowsar e Danny H. Lewis, do Southern Research Institute de Birmingham, Alabama, são em geral ligadas à superfície da mucosa bucal que toca num molar superior. Essas unidades podem libertar continuamente até 0,1 mg de fluoreto por dia durante um período de seis meses, e são essencialmente constituídas por um núcleo central de partículas de fluoreto de sódio dispersas num copolímero de metacrilato hidroxietílico e metacrilato de metilo. O núcleo encontra-se dentro de uma membrana feita de mesmo copolímero, que controla a velocidade de libertação do fluoreto de acordo com a espessura e a permeabilidade da membrana. Estas unidades começaram a ser testadas em 15 pessoas em Outubro de 1979, no NIDR.

Alguns investigadores têm estado a estudar diversos métodos que permitam aumentar a quantidade de fluoreto adquirida pelo esmalte dentário. No NBS, Walter E. Brown e Laurence C. Chow investigaram a utilização de uma solução contendo ácido fosfórico e saturada com hidrogenofosfato de cálcio ( $\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) para converter parte da superfície do esmalte neste composto de cálcio. Através do seu método conseguiram quase duplicar a quantidade de fluoreto permanentemente incorporado no esmalte de dentes de ratos. Brown explica que o fluoreto reage mais rapidamente com hidrogenofosfato de cálcio dihidratado do que com o esmalte não tratado.

Os cientistas continuam à procura de outros iões, para além do fluoreto, que também possam melhorar a resistência dos dentes à cárie. Alguns estudos epidemiológicos sugerem que o molibdénio e o vanádio podem combater a cárie, mas os dados existentes são ainda muito limitados.

Experiências em animais também sugerem que metais tais como o estrôncio, o molibdênio, o vanádio, o lítio, o bário e o boro podem sinergizar a acção do fluoreto no combate à cárie. Diz um pesquisador dentário que «Muitos dos dados ainda são equivocados e será necessário tempo para os destrinçar. No entanto, a combinação apropriada de metais deve aumentar para além dos níveis actuais a resistência dos dentes à cárie.»

## VACINAS ANTICÁRIE

Um dos temas mais empolgantes dos últimos anos tem sido a pesquisa de vacinas para eliminar a cárie. Se as vacinas podem proteger os seres humanos contra doenças bacterianas como a difteria e o tétano, não poderá ser desenvolvida uma vacina para os proteger contra a cárie, outra doença bacteriana?

No início e nos meados do anos 70, ratos, hamsters ou macacos foram injectados quer com células vivas quer com células mortas de *S. mutans*. Em quase todos os casos os animais desenvolveram menos cavidades do que animais não tratados, quando ambos foram mais tarde alimentados com uma dieta rica em açúcar.

Tipicamente, os animais foram injectados com a vacina próxima das glândulas salivares, de modo a que produzisse o anticorpo secretor de imunoglobulina A (IgA) que pudesse combater eficazmente o *S. mutans*. Como faz notar James P. Carlos, director associado do NIDR, na luta contra a cárie é importante produzir a forma de IgA que está presente na saliva, em vez do tipo presente no sangue (soro IgA), visto que o esmalte não entra em contacto com a corrente sanguínea.

Ainda não se sabe bem como é que o anticorpo secretor de IgA interfere com a acção do *S. mutans*. Alguns cientistas crêem que impede a aderência das bactérias aos dentes ou que inibe a sua colonização nos dentes. Outros cientistas pensam que o anticorpo pode atacar directamente o *S. mutans*.

Diversos grupos de pesquisadores testaram em animais vacinas baseadas no *S. mutans*. Por exemplo, em 1972, William H. Bowen, então no Colégio Real dos Cirurgiões, de Londres, e presentemente chefe do ramo de prevenção e pesquisa da cárie do NIDR, descreveu os resultados de um estudo feito em cinco macacos, aos quais injectou *S. mutans*. Passados cinco anos após terem sido injectados, os animais não tinham desenvolvido cavidades nos dentes. Por outro lado, cinco macacos que não receberam a vacina mas foram alimentados com a mesma dieta desenvolveram 64 cavidades. Resultados prometedores análogos foram obtidos em estudos com animais em que se utilizou *S. mutans* morto quer com formaldeído quer pelo calor.

Alguns grupos americanos realizaram experiências muito limitadas com vacinas anticárie em seres humanos, para testar a sua segurança e determinar se produzem os anticorpos secretores desejados. Em 1978, Jiri Mestecky, Jerry R. McGhee e colaboradores, do Centro Médico da Universidade de Alabama, descreveram os resultados de testes em que, uma vez por dia durante catorze dias, quatro adultos tomaram cápsulas contendo *S. mutans* morto. Estes investigadores verificaram que, passada uma semana, na saliva destes voluntários estava presente um anticorpo IgA do *S. mutans*, além de que o processo não provocou efeitos nocivos. No entanto, os pesquisadores não determinaram se o método utilizado reduz a cárie em seres humanos.

No NIDR, na Universidade Estadual de Nova Iorque, Buffalo, e noutros locais têm sido também testadas em seres humanos vacinas orais contra a cárie.

Alguns cientistas estão apreensivos quanto à segurança da utilização de uma vacina inteiramente baseada em *S. mutans* vivo ou morto. Tal como aconteceu com outras vacinas estreptocócicas, algumas pessoas que recebem uma vacina daquele tipo poderão vir a sofrer de afecções cardíacas.

Diz um observador, «A administração de uma vacina contra o tétano, por exemplo, embora possa provocar alguns efeitos secundários adversos, pode justificar-se porque o tétano constitui uma ameaça à vida. Já tratar alguém contra a cárie com uma vacina potencialmente perigosa não parece ser uma ideia tão boa, visto que a cárie nunca é letal.»

Para uso em seres humanos os pesquisadores favorecem decididamente uma vacina anticárie para administração por via oral, em vez de por injeção próxima das glândulas salivares, a qual pode causar inflamação considerável.

Devido à preocupação sobre a segurança da utilização de uma vacina só constituída por células, alguns investigadores procuram uma vacina que combata não só o *S. mutans* mas também um enzima por este produzido, a glucosiltransferase (GTF). Se este enzima, que está envolvido no processo de polimerização da glucose derivado do açúcar para dar glucanos, for inactivado, os glucanos não se formam e as bactérias não podem aderir à superfície do esmalte. A grande vantagem potencial de uma vacina baseada na GTF em vez de no *S. mutans* é que o enzima é mais simples e mais puro, sendo assim menos apto a produzir efeitos colaterais indesejáveis.

Em 1977, Martin A. Taubman e Daniel J. Smith, do Centro Dentário Forsyth, descreveram experiências em que injectaram diversas fracções de GTF derivadas do *S. mutans* perto das glândulas salivares de ratos. Com resultado, estes animais desenvolveram até menos de 50% de cavidades do que ratos

alimentados com a mesma dieta mas que não foram injectados. Também foram obtidos bons resultados pelo uso de GTF em hamsters e macacos.

Em 1979 os cientistas do Centro Dentário Forsyth relataram experiências em que GTF foi ministrada a hamsters por via oral, em vez de por meio de injeção, e os resultados foram igualmente prometedores. Espera-se para breve a realização de testes com uma vacina GTF em seres humanos.

Alguns peritos têm dúvidas quanto à capacidade dos cientistas para desenvolverem uma vacina anticárie segura e potente para seres humanos. No entanto, outros observadores sentem-se mais confiantes.

Irwin Mandel diz que «apesar de toda a expectativa criada pelas últimas descobertas em estudos com animais, há muito para aprender antes que se possa ser optimista sobre uma vacina anticárie para seres humanos. É difícil prever quando é que de facto poderá ser produzida uma vacina simultaneamente segura e eficaz.»



BOWEN: Depois da injeção da vacina de *S. Mutans*, cinco macacos não desenvolveram cavidades dentárias durante cinco anos

William Bowen, do NIDR, afirma que «São excelentes as perspectivas de desenvolvimento de uma vacina anticárie para seres humanos, mas será preciso ter cautela.»

James H. Shaw, professor da Escola de Medicina Dentária de Harvard, comenta: «Não parece estar muito próxima a imunização de seres humanos contra a cárie. No entanto, o recurso a vacinas pode vir a tornar-se muito valioso no futuro.»

Segundo Solon A. Ellison, professor de medicina dentária na Universidade de Colúmbia, «Pode ser desenvolvida uma vacina anticárie eficaz para uso em larga escala em seres humanos. No entanto, essa vacina, tal como outras, comportará riscos. Mas estes riscos, creio eu, serão reduzidos.»

Uma outra via para o controlo da cárie envolve o recurso a bactérias muito semelhantes ao *S. mutans* mas que não convertem açúcar em ácido capaz de destruir o esmalte. Em 1977, Jeffrey D. Hillman, do Centro Dentário Forsyth, desenvolveu um mutante do *S. mutans* que, ao contrário da estirpe original, contém pouca ou nenhuma lactodesidrogenase, a qual está envolvida na formação de ácido láctico a partir da sacarose.

Quando se introduz o mutante na boca de ratos assépticos e estes são depois alimentados com uma dieta rica em açúcar, verifica-se que se desenvolvem muito poucas cavidades. Os estudos realizados mostram também que o mutante pode competir eficientemente com a estirpe original na colonização da superfície do esmalte, podendo nalguns casos excluir quase totalmente a estirpe original.

John Hein, do Centro Dentário Forsyth, refere: «As actuais descobertas em animais são muito encorajadoras. Sugerem que um modo de reduzir a cárie seria a pré-infecção de crianças com um mutante não virulento do *S. mutans*, antes de ser

adquirido o *S. mutans* virulento. No entanto, antes que este método possa ser experimentado em seres humanos, deve ser feita mais pesquisa nesta área.»

Numa outra via para combater a cárie, experiências com hamsters mostraram que o enzima dextranase é muito eficaz na degradação de glucanos e, portanto, no impedimento da adesão do *S. mutans* ao esmalte.

Estes resultados encorajadores levaram os investigadores a testar dextranase num grupo de crianças porto-riquenhas, aplicando-a aos seus dentes sob a forma de um gel contido num bocal feito sob medida. James Carlos, do NIDR, diz que os resultados foram muito desapontadores. Os glucanos produzidos nos seres humanos são muito mais complexos do que os produzidos em hamsters e assim, nos seres humanos, a dextranase apenas decompõe uma pequena percentagem dos glucanos nos dentes. Além disso, nos testes com hamsters os animais foram continuamente expostos ao enzima, o que é impraticável em seres humanos.

## SUBSTITUTOS DO AÇÚCAR

Uma vez que o açúcar desempenha um papel importante na cárie, os cientistas estão a investigar outros edulcorantes. Existem já muitos adoçantes alternativos — calóricos ou não-calóricos. No entanto, até muito recentemente não se deu grande atenção à possibilidade de os edulcorantes substituintes do açúcar serem armas eficazes contra a cárie. James Shaw, de Harvard, diz que «Prevejo que, na próxima década, os industriais de produtos alimentares promovam activamente muitos produtos novos não contendo açúcar pois têm menos probabilidades de causar cáries do que os produtos convencionais.»

Entre os edulcorantes calóricos não contendo açúcar encontram-se os álcoois polihídricos sorbitol, manitol e xilitol, que podem ser convertidos em ácido pelo *S. mutans*. No entanto, como essa conversão é lenta, o tampão presente na saliva neutraliza o ácido quase tão rapidamente como ele se forma. Assim o pH da placa diminui pouco e não é provável a cárie.

Há alguns anos, e principalmente como resultado de pesquisa feita na Finlândia, deu-se grande interesse ao xilitol como adoçante para produtos alimentares. Este composto é quase tão doce como a sacarose e duas vezes mais doce do que o sorbitol ou o manitol.

No início de 1977, a Wm. Wrigley Jr. Co. começou a comercializar uma pastilha elástica contendo xilitol. Embora a Wrigley fizesse propaganda do facto de o seu produto não conter açúcar, nunca afirmou que tinha menos probabilidades de causar cárie do que as pastilhas elásticas vulgares (embora esta fosse a implicação óbvia). Nos finais de 1978, o Centro de Pesquisa de Huntingdon, em Inglaterra, concluiu que o xilitol pode causar cancro da bexiga e cancro adrenal em ratos. Devido à publicidade adversa provocada pelo relatório, a Wrigley deixou de usar xilitol nessas pastilhas elásticas, substituindo-o por uma combinação de sorbitol e manitol. Além deste produto da Wrigley, existem no mercado duas outras pastilhas elásticas sem açúcar, que contêm sorbitol e manitol como edulcorantes.

Os três polióis referidos, quando consumidos em grandes quantidades, podem causar diarreia, o que limita o seu uso em larga escala como substitutos da sacarose.

Há cerca de dez anos, a G. D. Searle & Co. desenvolveu o substituto do açúcar aspártamo éster metílico da L-aspartil-L-fenilalanina, um dipeptido cerca de 180 vezes mais doce do que a sacarose. A Food & Drug Administration aprovou, em 1974, o uso de aspártamo em alimentos; no entanto, um ano depois, a FDA anulou essa aprovação em consequência de terem surgido dúvidas quanto à inocuidade do produto. Continuam a ser feitos testes para determinar se o aspártamo pode ser utilizado sem perigo para a saúde e muitos observadores estão optimistas quanto à sua eventual aprovação como aditivo alimentar.

Também tem interesse um grupo de edulcorantes quimicamente derivados de compostos presentes na casca das





S. mutans, fotografada por microscopia electrónica de transmissão, é a principal bactéria causadora da decomposição dentária

laranjas e das toranjas. Inicialmente desenvolvidos por cientistas do Departamento de Agricultura dos E.U.A., esses edulcorantes são conhecidos como dihidrocalconas. Entre estes compostos estão a naringina dihidrocalcona (100 vezes mais doce que a sacarose) e a neohesperidina dihidrocalcona (cerca de 2000 vezes mais doce que a sacarose). No entanto, estes compostos têm um sabor doce involuntariamente persistente que pode tornar indesejável a sua utilização em muitos produtos alimentares.

Em parte devido a esta desvantagem, em 1976, a Dynapol Corporation de Palo Alto, Califórnia, foi contratada pelo NIDR para sintetizar análogos da neohesperidina dihidrocalcona. Até à data, a Dynapol testou mais de 40 análogos, mas nenhum deles apresenta o rápido desaparecimento do sabor doce que em geral se deseja ao se utilizar um substituto da sacarose.

Presentemente o único edulcorante não-calórico no mercado americano é a sacarina, que não é convertida em ácido pelas bactérias da boca e que é cerca de 300 vezes mais doce do que a sacarose. Embora largamente usado, a utilização futura deste composto mantém-se duvidosa devido a relatórios de que, quando ministrada em largas doses, causa cancro da bexiga em ratos.

Outro edulcorante não-calórico que também não provoca cárie é o ciclamato, cerca de 30 vezes mais doce que a sacarose e que foi primeiramente comercializado nos E.U.A. pelos laboratórios Abbott, em 1950. Em 1969 a FDA banuiu o seu uso como aditivo alimentar devido a relatórios segundos os quais, quando ministrado em largas doses a ratos, causa cancro da bexiga.

Devido ao facto de a utilização de substitutos do açúcar quase nunca permitir que se obtenham produtos alimentares com as mesmas propriedades do que os que contêm açúcar, os produtores de alimentos preparados contendo substitutos do açúcar têm de defrontar-se com o problema da aceitação pelo público consumidor. Por outro lado, o enorme sucesso comercial dos refrigerantes para dietas indica que as pessoas aceitarão produtos de sabor menos atraente desde que tenham outra característica compensadora.

William Bowen, do NIDR, diz que «Hoje em dia a maioria das pessoas compra alimentos contendo substitutos do açúcar porque quer perder peso. É claro que ficaremos entusiasmados se esses mesmos alimentos também ajudarem a reduzir a cárie. Tendo em conta a crescente preocupação do público com o problema da cárie, acredito que futuramente muitas pessoas comprarão uma gama mais vasta de alimentos

contendo substituintes do açúcar para aumentarem a protecção dos seus dentes contra a cárie.»

Na batalha contra a cárie, alguns investigadores têm explorado o uso de antissépticos que destorem o S. mutans, como a clorohexidina e a alexidina.

A clorohexidina tem tido especial interesse, pois é retida na boca durante várias horas, aderindo fortemente às superfícies dos dentes e membranas mucosas orais, e, ao contrário de alguns outros antissépticos, não é rapidamente levada pela saliva.

Há alguns anos os cientistas esperavam que a clorohexidina pudesse vir a ser útil no combate à cárie em seres humanos, pois experiências realizadas com animais mostraram ter havido redução da cárie. No entanto, quando o composto foi testado em dentífricos e loções orais, não correspondeu às expectativas. Além disso, quando usada por períodos prolongados a clorohexidina provocou a descoloração dos dentes e algumas pessoas experimentaram alterações no paladar.

Vários investigadores têm testado antibióticos para destruir o S. mutans. Para que este método tivesse aplicação prática, os antibióticos teriam de ter pouco valor no tratamento de outras doenças importantes. Por exemplo, a penicilina não poderia ser utilizada durante um período prolongado para controlar a cárie porque eventualmente as bactérias se poderiam tornar resistentes a ela, deixando o antibiótico de ser tão eficaz no tratamento de outras doenças.

Os investigadores que procuram lutar contra a cárie têm investigado o uso de antibióticos menos populares do que a penicilina, como a vancomicina, a kanamicina e a nidamicina. No entanto, os estudos feitos nesta área têm avançado muito lentamente. Os cientistas estão preocupados com a possibilidade de que o uso de um antibiótico por períodos prolongados possa fazer com que o S. mutans se torne resistente a ele, além de que o antibiótico pode destruir bactérias benéficas existentes na boca.

## POLÍMETROS PROTECTORES DOS DENTES

Crescente atenção tem incidido no uso de substâncias plásticas para aumentar a resistência dos dentes à cárie, protegendo as superfícies de mastigação (particularmente as suas concavidades e fissuras) de bactérias e partículas dos alimentos. Estas substâncias são aplicadas aos dentes de modo semelhante a um verniz incolor para as unhas.

As primeiras substâncias estudadas para este fim foram os cianoacrilatos, como o metil-2-cianoacrilato. Trata-se de liqui-



BROWN: Tratamento do esmalte de ratos com fosfato dicálcico dihidrato aumenta a fixação de fluoreto

dos pouco viscosos que polimerizam formando sólidos duros. No entanto, a camada resultante da sua aplicação é gradualmente decomposta na boca por hidrólise, ou é gasta pela mastigação, pelo que a camada protectora deve ser substituída cada seis meses.

Actualmente o polímero mais usado para selar os dentes contra a cárie é obtido por reacção de metacrilato de glicidilo e bisfenol A. Desenvolvido por Rafael L. Bowen, do NBS, o produto de adição resultante polimeriza, formando uma resina dura.

Este material, vulgarmente conhecido como Bis-GMA, é aplicado nos dentes depois de estes terem sido tratados com um ácido (usualmente ácido fosfórico) para melhorar a sua aderência ao esmalte. Num destes produtos (Delton, fabricado pela Johnson & Johnson) a polimerização é feita por um catalisador. Um outro produto (Nuva-Seal, da L. D. Caulk Co.) é polimerizado por um catalizador activado por luz ultra-violeta. O Delton começa a polimerizar e a ficar mais espesso antes de ser aplicado, enquanto que o Nuva-Seal não começa a polimerizar antes de ser aplicado nos dentes é exposto à luz ultra-violeta, o que torna mais fácil o seu uso. Substâncias como o Bis-GMA protegem as concavidades e fissuras dos dentes contra a cárie, zonas essas que são as menos auxiliadas pela água tratada com fluoreto.

No entanto, o recurso a polímetros para protecção dos

dentes contra a cárie também tem algumas desvantagens. Trata-se de um método dispendioso, pois o produto só pode ser aplicado por um dentista, podendo o processo demorar meia hora ou mais. Além disso, os dentes tratados por este método devem ser inspecionados periodicamente para assegurar que a camada protectora se encontra intacta.

Irwin Mandel diz que «Do ponto de vista clínico, o uso de substâncias plásticas é eficiente, mas, dadas as presentes técnicas de aplicação e o tempo de retenção do produto, os custos podem ultrapassar os benefícios.»

Herschel S. Horowitz, um dos chefes de secção do Programa nacional de Cárie do NIDR, declara: «O custo da aplicação dos polímeros poderia ser muito reduzido, e o seu uso consequentemente alargado, se o trabalho pudesse ser feito não só por dentistas mas também por paraprofissionais dentários. De facto a aplicação correcta destes materiais não é assim tão difícil.»

Em muitos laboratórios continua o esforço para se encontrarem melhores processos para combater a cárie. Diz John W. Hein, director do Centro Dentário Forsyth: «Devido ao seu esforço determinado, os cientistas desenvolveram novos processos para prevenir a cárie. À medida que formos aplicando estes métodos, há uma boa probabilidade de que nas próximas décadas a cárie deixe de ser um dos principais problemas de saúde.»



## Pye Unicam



**ESPECTROFOTÓMETROS**

Ultravioleta/ Visível

Absorção Atómica

Infravermelho

**ELECTROQUÍMICA**

**CROMATOGRAFOS**

Fase Gasosa

Fase Líquida



**PHILIPS PORTUGUESA, S.A.R.L.**  
 DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA E INDÚSTRIA  
 Av. Eng. Duarte Pacheco, 6 - Apartado 1331-1009 LISBOA CODEX  
 Teleg. PHILAMP - Telex 12214 - 16494 - Telef. 657181-683121



# COMERCIAL LABORUM

MATERIAL PARA LABORATÓRIO E INDÚSTRIA, LDA.



Estamos aptos a equipar totalmente o seu laboratório com:

**Microscópios WILL—Espectrofotómetros—Lasers  
—Aparelhagem de criogenia—Bombas de vácuo—  
Centrífugas—Equipamentos CENCO—Mufas—  
Aparelhos de PH, etc.**

**FABRICAÇÃO PRÓPRIA DE:**

**BANCADAS—MESAS DE BALANÇA—HOTTES—ESTUFAS, ETC.**

**RUA DA RESTAURAÇÃO, 83-2°**

TELEF. 695767-699382 • TELEX-23156

4300 PORTO

TELEF. 676773

RUA PADRE FRANCISCO, 22 CIV DT°

1300 LISBOA

# UMA ANALOGIA PARA A QUANTIZAÇÃO DOS NÍVEIS DE ENERGIA

## — As moléculas como livros



S. S. Washburne

Stephen S. Washburne e David R. Dalton  
Temple University  
Philadelphia, PA 19122

É corrente uma rápida aceitação, pelos nossos alunos principiantes, da natureza quantizada da radiação electromagnética (como pequenas balas, pacotes de energia, etc.) e da quantização dos níveis de energia atômicos (átomo de Bohr, órbitas dos electrões, etc.).

Contudo, parece existir ainda alguma resistência ao conceito de que os níveis de energia moleculares estão também quantizados, não apenas electronicamente mas também vibracional e rotacionalmente.

Uma vez que se trata de um conceito básico para discutir a determinação da estrutura orgânica, a fotoquímica e a espectroscopia molecular, é essencial que seja dominado bem cedo, logo no início de um curso de Química.

Usamos uma analogia que os alunos consideram simples e intuitivamente aceitável.

Considerem-se as moléculas como livros armazenados numa biblioteca. Esta tem diversos andares e cada um deles é um nível de energia electrónico. Cada andar tem diversas prateleiras, umas sobre as outras; cada prateleira é um nível vibracional. É claro que, em geral, os livros são guardados verticalmente nas prateleiras mas esta biblioteca (Biblioteca da Energia Molecular) é especial: os livros são nela armazenados no sentido horizontal, em pilhas sobre cada prateleira. Então, cada pilha é comparável a um conjunto de níveis rotacionais, podendo cada livro (molécula) encontrar-se no fundo (mais perto da prateleira), no meio ou no topo da pilha. Ora cada livro da biblioteca tem de ocupar um lugar discreto, o que significa que poderá estar no primeiro ou no segundo andar, mas nunca no primeiro andar e meio. Do mesmo modo, cada livro deve estar numa prateleira específica e numa determinada posição (horizontal) nessa prateleira; existem, assim, níveis vibracionais e rotacionais determinados.

É também intuitivo que os níveis electrónicos (andares) estão mais espaçados que os níveis vibracionais (prateleiras) os quais, por seu lado, estão mais espaçados que os níveis rotacionais.

Os conceitos de energia potencial, encarada como a altura medida a partir do andar mais baixo, de espectroscopia electrónica (ultravioleta) associada a transições entre andares diferentes, de espectroscopia de infravermelhos, como transi-

ções entre prateleiras, de espectroscopia de microondas, como transições entre posições relativas numa prateleira, bem como das energias relativas necessárias a tais transições, são assim facilmente introduzidos. Por último podem ainda considerar-se outros Conceitos (ver adenda) como, por exemplo, uma biblioteca do tripleto, com localização adjacente (mais acima), a incerteza na posição (livro requisitado ou não) e no momento (curiosidade intelectual despertada) etc., à medida que o assunto é desenvolvido e que o tempo e uma certa extravagância o permitem.

### ADENDA 1

#### A BIBLIOTECA DO TRIPLETO

Junto à Biblioteca principal construiu-se um anexo (a biblioteca do estado tripleto). Como é vulgar em tais construções, foram edificadas passagens para se atingir os andares de cima. Mas, uma vez que os andares da biblioteca do tripleto não estão separados pela mesma distância que os da biblioteca principal do singlete), apenas alguns andares se ajustam suficientemente bem para justificar a construção de passagens entre eles. E porque a biblioteca do tripleto é um pouco especializada, a entrada só é acessível pelos andares superiores. De facto, uma vez que o piso se inclina para cima quando se vai da biblioteca principal para a biblioteca do tripleto, o primeiro nível desta última está quase à mesma altura que o segundo nível da biblioteca do singlete.

#### PRINCÍPIO DE INCERTEZA

Como se sabe, os bibliotecários são muito ciosos dos seus livros e gostariam de conhecer a todo o momento a sua localização exacta (andar e prateleira). Para eles, o ideal seria nunca deixar de ver os livros, isto é, que a sua **posição** estivesse **rigorosamente especificada**.

Pelo contrário, o valor de um livro para um estudante está nas ideias e conhecimentos que pode desenvolver no leitor, ou, se quisermos, no seu **momento** intelectual. Este momento depende do número de pessoas que lêem o livro.



O conflito, ao que parece, irreconciliável, entre o bibliotecário que pretende livros nas prateleiras e o estudante que os quer passados de mão em mão, difundindo o seu momento intelectual, é o **princípio de incerteza** das moléculas, quando consideradas como livros.

## SPIN

Suponhamos que um homem cego é encarregado da tarefa de arrumar os livros. É claro que ele os coloca verticalmente nas prateleiras, mas pode fazê-lo de duas maneiras: voltados para cima ou

para baixo. É indiferente, para o sistema de catalogação, qual a orientação (**spin**) na prateleira.

## ADENDA 2

Um livro tem um e um só número finito de orientações possíveis. Poderia pensar-se num campo magnético orientando as moléculas como sendo o bibliotecário, que quer todos os seus livros voltados para cima. A medida que são consultados pelos estudantes e de novo guardados ao acaso pelo homem cego, retomam lentamente uma orientação aleatória.

# AOS PROFESSORES PROFISSIONALIZADOS

**ASSUNTO:** Assistência na Invalidez e na 3.ª Idade.

**1 — Professores profissionalizados** — São alguns milhares, de ambos sexos, na actividade, na invalidez e na aposentação, os Professores Profissionalizados espalhados por todo o país. O seu elevado número e qualidade são segura garantia para se poder vir a constituir uma Instituição Assistencial de grande projecção verdadeiramente humanitária, se, na sua formação e estruturação, houver espírito de classe, grande compreensão e fraternidade humana de Um por todos e todos por Um.

**2 — Assistência na Invalidez** — Em qualquer idade, no exercício das profissões ou no decorrer das suas Vidas, os Professores, como qualquer outro ser humano, estão sujeitos a invalidar-se por acidente ou por doença, com necessidade de assistência temporária ou permanente, com ou sem necessidade de internamente hospitalar ou casa de saúde.

**3 — Assistência na 3.ª Idade** — Os Professores, como quaisquer outros seus semelhantes depois de muitos anos de esforços de profissionalização e de trabalhos da profissão, quando atingem a chamada 3.ª Idade apresentam desgastes físicos e deficiências mentais que determinam o seu afastamento das actividades profissionais por imposição da Vida e da Lei, promovendo-se a sua aposentação ou Reforma, com carência da assistência nesta idade.

**4 — Lares para a 3.ª Idade** — Embora àquelas aposentações correspondam as Pensões de Reforma respectivas dos Professores, ou sejam os meios materiais, elas não são tudo para conceder e proporcionar, aos idosos, além do alojamento e manutenção, a assistência, os cuidados e carinhos de toda a ordem, de que carecem na sua 3.ª Idade, com todas as suas deficiências, insuficiências e inibições.

**5 — Ainda os Professores Profissionalizados** — Um pequeno grupo destes professores deliberou alertar e aliciar o grande número dos seus milhares de colegas para o Humanitário Movimento Pró-lares da 3.ª idade dos da sua classe, lançando a ideia na esperança de que as suas gotas de água se transformem num rio fluente de realidade, com novas ideias e novos esforços de colaboração e continuação, para o muito que será necessário fazer para se alcançarem os objectivos agora enunciados, na certeza de que se está começando pelo princípio entre nós, os Professores Profissionalizados.

**6 — Ideia-Sugestão** — Numa primeira ideia-sugestão, seria constituída uma Associação a que pertenceriam os Professores Profissionalizados que se inscrevessem, passando a subscrever-se com uma quota mensal para os FUNDOS da ASSOCIAÇÃO, a partir da data da inscrição.

Creemos que a classe venha a sentir, num futuro muito próximo, a necessidade da inscrição obrigatória na data da sua profissionalização.

**7 — Contacto** — Todas as adesões, sugestões e propostas de colaboração, serão dirigidas aos colegas:

a — Maria Helena Romão Figueiredo, professora efectiva do 4.º A na Escola Secundária D. Dinis, R. Dr. Manuel T. Gomes, 1900 Lisboa.

R. Cidade da Beira 51 Olivais sul, 1800 Lisboa. Tel. 312953.

b — Maria Manuela Machado da Costa Rosa, professora efectiva do 4.º A na Escola Secundária Sebastião e Silva, 2780 Oeiras.

R. Belmonte LOTE 8-1.º E 2780 Santo Amaro de Oeiras. Tel. 24 34 243.

c — Maria Orquídea Almeida e Costa, professora efectiva do 1.º grupo na Escola Secundária dos Olivais, 1800 Lisboa.

R. Cidade da Beira, Lote 19-4.º C Olivais Sul, 1800 Lisboa. Tel. 312679.

d — Maria Alice Duarte da Silveira

Mascarenhas, professora efectiva do 11.º B na Escola Secundária Maria Amália Vaz de Carvalho, R. Rodrigo da Fonseca, Lisboa. Av. Grão Vasco n.º 49-5.º E, 1500 Lisboa. Tel. 705205.

e — Afíce Maia Magalhães, professora efectiva do 4.º A na Escola Secundária Maria Amália Vaz de Carvalho, R. Rodrigo da Fonseca, Lisboa.

Largo do Monte n.º 1, 1100 Lisboa. Tel. 863088.

f — Maria da Conceição Almeida, professora efectiva do 4.º A na Escola Secundária Rainha Santa Isabel, Porto. R. D. Pedro V, 348 4400 Vila Nova de Gaia. Tel. 02393 300.

g — Maria Lígia Silva Pereira, professora efectiva 11.º A na Escola Secundária D. Dinis, R. Dr. Manuel T. Gomes, 1900 Lisboa.

R. Vila de Catió lote 399-6.º E Olivais Sul, 1800 Lisboa. Tel. 316471.

h — Maria Henriqueta Duarte Oliveira, professora efectiva 4.º A na Escola Secundária D. Dinis, R. Dr. Manuel T. Gomes, 1900 Lisboa.

R. Cidade da Beira Lote 8-7.º D, 1800 Lisboa. Tel. 314443.

i — Óscar Lopes Carvalho, professor efectivo de 11.º B na Escola Secundária D. Dinis, R. Dr. Manuel Teixeira Gomes, 1900 Lisboa.

Praceta Alto do Varejão, 1-1.º E., 1900 Lisboa. Tel. 820441.

j — Avelino Pedrosa Afonso, professor efectivo do 1.º grupo na Escola Secundária D. Pedro V, Estrada das Laranjeiras, 122, 1600 Lisboa.

Vale Grande, Lote 25-1.º D, Caneças.

l — José António de Abreu Araújo, professor efectivo do 10.º A na Escola Secundária de Sta. Maria, 2710 Sintra.

Praça 25 de Abril n.º 1-5.º E, 2710 Sintra. Tel. 2931685.

8 — Todos os professores interessados poderão ser dinamizadores desta ideia junto dos colegas;

- (a) de Escola;
- (b) Amigos;
- (c) Aposentados;
- (d) Inválidos.

# Espectrofotómetros **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 milhar de espectrofotómetros 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



# PRÊMIO NOBEL DA QUÍMICA

Em Outubro de 1979 foram galardoados com o prêmio Nobel da Química os Professores Herbert C. Brown da Universidade de Purdue (E.U.A.) e Georg Wittig da Universidade de Heidelberg (R.F.A.), ambos químicos orgânicos. Esta, porém não é a única característica comum de Brown e Wittig:

- ambos se ocupam de compostos orgânicos de metais dos grupos principais
- ambos fizeram as suas descobertas baseados em experiências muito simples e pouco dispendiosas
- para ambos a investigação científica é uma actividade apaixonante que lhes dá um prazer enorme
- ambos fizeram as suas descobertas a meio da década de 50 (1956 e 1953 respectivamente).

Ora o testamento de Alfred Nobel diz que os prémios devem ser atribuídos aos cientistas cujos trabalhos «no ano transacto tenham constituído o maior benefício para a humanidade, ... por trabalhos mais antigos, todavia, só quando a sua importância apenas se tenha revelado nos últimos tempos.»



WITTIG



BROWN

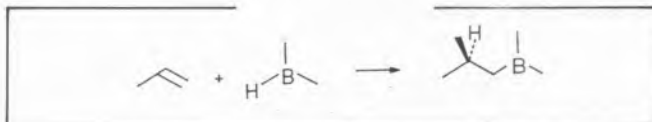
Quando Brown e Wittig descobriram reacções importantes para a síntese orgânica na década de cinquenta, apenas passado algum tempo os mais entendidos na matéria começaram a compreender que o alcance das suas descobertas era enorme. No entanto, os responsáveis pela atribuição do prêmio Nobel da Química nessa altura preferiram atribuir esse prêmio a outros químicos. Entretanto essas reacções, a boridificação\*) de Brown e a reacção de olefinação de carbonilos de Wittig foram sendo aplicadas na síntese de um número rapidamente crescente de compostos orgânicos, alguns dos quais da maior importância para o bem-estar da humanidade. Hoje estão-se a sintetizar industrialmente, por métodos criados por estes autores, por exemplo, numerosos produtos de interesse farmacêutico. A atribuição do prêmio foi portanto como que a liquidação de uma dívida que se ia avolumando cada vez mais. Não admira que a exclamação de Wittig quando recebeu a notícia do prêmio, «Até que enfim», não tenha feito sequer escândalo nos meios científicos, em que Wittig pelo contrário até é conhecido pelo seu acanhamento e humildade.

Vejamos a biografia de cada um dos dois premiados:

Herbert C. Brown nasceu em 1912 e doutorou-se na Universidade de Chicago com um químico inorgânico, Schlesinger, trabalhando em compostos do alumínio e boro. No âmbito de projectos de investigação de interesse militar e para a energia nuclear trabalhou com boranato (tetra-hidretoborato) de sódio,

$\text{NaBH}_4$  que usou para produzir diborano  $\text{B}_2\text{H}_6$ . Resolveu então fazer uma incursão na química orgânica fazendo reagir com olefinas os complexos obtidos a partir do diborano ao dissolvê-los em éteres.

O resultado é uma adição anti-Markovnikov cis com elevada regiospecificidade e estereospecificidade:



Os boranos podem ser transformados por diversas reacções de conversão funcional noutros compostos orgânicos



X = H, halogénio, OH, = O, OOH, SR', NH<sub>2</sub>, NHR', metal X, R', CHO, CH<sub>2</sub>CHO, COR', CH<sub>2</sub>COR', CH<sub>2</sub>CN, CH<sub>2</sub>COOR'

Além disso podem dar-se nos boranos migrações, transferências para outra olefina e ciclizações. Este método tem centenas de aplicações, algumas das quais em síntese de produtos de interesse farmacêutico.

Brown tem, além disso, vasta obra científica noutros domínios da química orgânica. Reintroduziu na Química Orgânica um estilo de polémica que se pensava pertencer mais ao século dezanove com a causa célebre "carbocátions clássicos contra não clássicos", que apesar de iniciada há cerca de 20 anos, continua a fazer correr muita tinta.

As pessoas que o visitaram recentemente em Purdue, onde é actualmente Professor Jubilado, ou ouviram as suas conferências admiram-se da sua vitalidade, agressividade e entusiasmo. Se forem europeus acham-no tipicamente norte-americano.

G. Wittig nasceu em 1897. Depois de ter sido prisioneiro de guerra na primeira guerra mundial inscreveu-se na Universidade de Berlim, dizendo que a partir daí «só se interessaria por piano e química». Em 1923 doutorou-se com von Auwers, um químico orgânico, e preparou-se seguidamente para a sua agregação, «Habilitation», em Marburgo. Os seus primeiros trabalhos científicos independentes versaram sobre radicais livres (particularmente di-radicais) persistentes («estáveis») e de vida curta («instáveis»). No entanto, passados alguns anos começaria a interessar-se pela utilização de um reagente que achava fascinante: o fenil-lítio  $\text{C}_6\text{H}_5\text{Li}$ . Este reagente que, analogamente aos compostos estudados por Brown, é um reagente organometálico, tem carácter carbaniónico (carbono com carga fortemente negativa) com elevada reactividade. Este reagente, a que costumava chamar «o reagente da casa», foi estudado sob múltiplos aspectos pelos seus colaboradores.

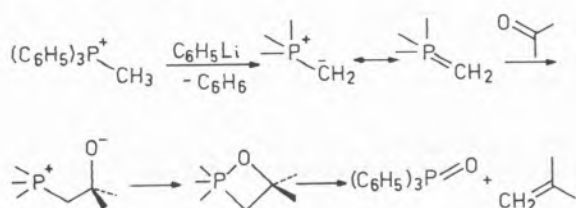
A basicidade forte do fenil-lítio permite-lhe abstrair prótons de certos hidrocarbonetos com propriedades muito fracamente ácidas e de permutar o átomo de halogénio de um halogeneto de alquila ou arila pelo de lítio. Dentro desta linha interessou-se por gerar em reacções compostos que, pela sua elevada reactividade, ou iam ter uma vida curta como intermediários, dando origem a outros compostos estáveis, ou podiam ser isolados, sem por isso deixarem de ser muito reactivos. Assim

\*) Em inglês «hydroboration».

foi o primeiro a estudar um *o*-xilileno *o* de-hidrobenzeno (benzino, um intermediário reactivo de vida curta) e os iletos\*), compostos que nalguns casos eram isoláveis.



Ao estudar os iletos de fósforo obtidos por abstracção de um próton de um sal de fosfónio por meio de fenil-lítio, para provar a estrutura do composto que tinha obtido, fê-lo reagir com uma cetona analogamente ao que tinha feito com iletos de azoto com o fim de os armadilhar.



O que obteve foi óxido de trifenilfosfina e uma olefina. Embora a intenção não tivesse sido a de encontrar uma síntese de olefinas, uma vez descoberta, a reacção encontrou numerosas aplicações que se foram multiplicando, de tal forma que hoje são muitas centenas as sínteses de alcenos por olefinação de carbonilo. Essas sínteses foram importantes na investigação de muitos alcenos novos, e além disso encontraram muitas aplicações industriais, por exemplo na síntese industrial da vitamina A,  $\beta$ -caroteno, citranaxantina (dois corantes usados para alimentos, que ocorrem naturalmente em citrinos), vários terpenoides que são constituintes dos aromas naturais da laranja, um branqueador óptico, feromonas sexuais utilizáveis no combate aos insectos em lugar de insecticidas, e prostaglandinas. É interessante notar que a descoberta desta reacção com tanta importância económica foi feita dentro de uma actividade de investigação

sem outra finalidade que não fosse a curiosidade científica e a exploração sistemática de classes de compostos potencialmente com propriedades invulgaras.

Wittig é professor, hoje jubilado, da Universidade de Heidelberg, na qual orientou muitas dezenas de doutoramentos. Muitos dos seus alunos são professores universitários e muitos outros químicos industriais. Aos 82 anos ainda pratica alpinismo e, embora já não toque piano, tem um interesse muito vivo pela música. Como pessoa muito original de grande vivacidade citam-se-lhe muitas frases que ficaram célebres por serem manifestação de um humor «seco especial».

No Outono de 1962 visitou Portugal por iniciativa do Prof. Kurt Jacobsohn, tendo feito conferências sobre a «sua reacção» a convite da Sociedade Portuguesa de Química nas Faculdades de Ciências das Universidades de Lisboa, Coimbra e Porto. O resumo das suas impressões das Faculdades de Ciências e do Instituto Superior Técnico: «Vocês têm de realizar doutoramentos em química nas vossas Universidades, é aí que começa a investigação». Ao mostrar-lhe à laia de desculpa a pobreza franciscana dos laboratórios retorquiu: «Ora essa, têm aqui bancadas, águas, gás, electricidade e tubos de ensaio. O que precisam mais? Quando preparei o meu doutoramento só tinha uma tábua num vão de uma janela». E daí a bocado: «Um canário, para cantar bem, não precisa de uma gaiola dourada».

#### Bibliografia:

G. Zweifei, H.C. Brown. «Hydration of Olefins, Dienes and Acetylenes via Hydroboration», *Organic Reactions* **13**, 1.54, J. Wiley & Sons, Inc., New York 1963.

H.C. Brown, «Organic Synthesis via Boranes», J. Wiley & Sons, Inc., New York 1975.

A. Maercker, «The Wittig Reaction, *Organic Reactions*», **14**, 270-490, J. Wiley & Sons, Inc., New York 1965.

H. Pommer, «The Wittig Reaction in Industrial Practice», *Angew. Chem. Internat. Ed. Engl.* **16**, 423-492 (1977).

B. J. Herold \*\*  
I.S.T., U.T.L.

\* Em inglês «ylides».

\*\* Doutorou-se em 1962 debaixo da supervisão do Prof. G. Wittig.

# QUÍMICA DOS PROCESSOS CATALÍTICOS

## CURSO DE POST-GRADUAÇÃO

INÍCIO: MARÇO/ABRIL 1981

DURAÇÃO: 2 ANOS, INCLUINDO NO 1.º ANO AS SEGUINTE MATÉRIAS:  
CINÉTICA, QUÍMICA ORGANOMETÁLICA, BIOQUÍMICA, MECANISMOS REACCIONAIS, REACÇÕES ENZIMÁTICAS, QUÍMICA-FÍSICA DO ESTADO SÓLIDO E DAS SUPERFÍCIES, PROJECTO E OPERAÇÃO DE REACTORES, POLIMERIZAÇÃO, HIDROGENAÇÃO, HIDROFORMILAÇÃO, OXIDAÇÃO, ETC.  
O 2.º ANO É DEDICADO A UM PROJECTO DE INVESTIGAÇÃO

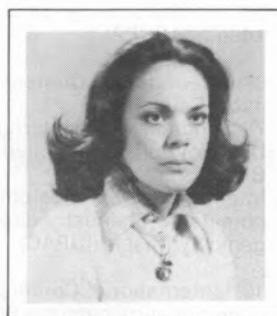
ABERTO A LICENCIADOS EM QUÍMICA E EM ENGENHARIA QUÍMICA  
PARA MAIS DETALHES CONTACTAR:

**A. ROMÃO DIAS**

CENTRO DE QUÍMICA ESTRUTURAL, COMPLEXO I  
INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO  
AV. ROVISCO PAIS, 1096 LISBOA — CODEX



# CONGRESSOS E CONFERÊNCIAS NO ESTRANGEIRO



coordenação  
de M. Regina Tavares

## NOVOS ANÚNCIOS 1981

### Fevereiro

2- 9	Séoul (Coreia S.)	KORCHEM 81 — Chemical Engineering Exhibition	11-15
17-20	Viena (Áustria)	European Conference on Food Chemistry	21-25

### Março

4- 7	Barcelona (Espanha)	Symposium on Chemical Indices and Mechanisms of Organ-Directed Toxicity (IUPAC).	
10-13	Birmingham (G. B.)	POWTECH Conference 1981 (Symposium)	
16-21	Canberra (Austrália)	International Symposium on Interaction of Particles in Colloidal Suspension (IUPAC)	
24-26	Karlsruhe (R.F.A.)	Material Behaviour and Physical Chemistry in Liquid Metal Systems	
29-3/4	Atlanta (Ga.U.S.A.)	A.C.S. Spring Meeting	
29-4/4	Jerusalém (Israel)	International Conference on Arid Soils	
30-5/4	Berlim (R.F.A.)	Wasser Berlin 1981	

### Abril

6-10	Eastbourne (G.B.)	2nd European Congress on Biotechnology	
7- 9	Guilford (G.B.)	Chemical Society Annual Congress	
13-15	Bristol (G.B.)	Gen. Discussion: «Very high Resolution Molecular Spectroscopy»	
13-15	Miami Beach (Fa.U.S.A.)	International Symposium on Metal Hydrogen Systems	
13-17	Kashmir (India)	International Conference on the Application of the Mossbauer Effect (IUPAC)	
19-25 (Portugal)	Porto	CHEMPOR'	
26-1/5	Singapour	1st Asian + Pacific Chemistry Congress	

### Mai

6- 8	La Haye (Holanda)	4th International Conference on Electrostatic	
6- 9	Nuremberg (R.F.A.)	3rd International Symposium Agglomeration (F.E.G.C.)	

24-28	Bâle (Suíça)	18 <sup>e</sup> Didacta — Foire européenne du matériel didactique	
25-27	Groningen (Holanda)	3rd International Symposium «Relations between Homogeneous and Heterogeneous Catalysis».	
	Avignon (França)	5 <sup>e</sup> Symposium International de Chromatographie en phase liquide	
	Perth (Austrália)	4th International Conference on the Trace Element Metabolism in Man and Animals	
	Stress (Itália)	ESOC II — 2nd European Symposium on Organic Chemistry	
	San Francisco (Ca, U.S.A.)	Symposium on Instrumentation and Control for Fossil Energy Processes	
	Harrogate (G.B.)	International Rubber Conference and Exhibition	
	Stockholm (Suécia)	International Symposium on Wood and Pulping Chemistry — The «Ekman-days»	
	Budapeste (Hungria)	XIII Conference on Silicate Industry and Silicate Science	

### Junho

1- 5	Stress (Itália)	ESOC II — 2nd European Symposium on Organic Chemistry	
8-10	San Francisco (Ca, U.S.A.)	Symposium on Instrumentation and Control for Fossil Energy Processes	
8-12	Harrogate (G.B.)	International Rubber Conference and Exhibition	
9-12	Stockholm (Suécia)	International Symposium on Wood and Pulping Chemistry — The «Ekman-days»	
	Budapeste (Hungria)	XIII Conference on Silicate Industry and Silicate Science	

### Julho

	Praga (Checoslov.)	22nd Prague Microsymposium on Characterization of Dynamic and Geometrical Structure of Polymer Systems by NMR Spectra (IUPAC).	
5-10	Jerusalém (Israel)	4th International Conference on Surface and Colloid Science (IUPAC)	
6- 9	Strasbourg (França)	IUPAC — 27th International Symposium on Macromolecular Chemistry	
12-17	Exeter (G.B.)	5th International Meeting on NMR Spectroscopy	
13-17	Durham (G.B.)	International Symposium on Advances in Polymer Characterization (IUPAC)	
19-24	Bristol (G.B.)	International Conference on the Chemistry of Platinum Group Metals	
19-24	Tokyo (Japão)	8th Congress of the International Union of Pharmacology	
20-23	Oxford (G.B.)	7th International Symposium on Synthesis in Organic Chemistry	

26-31	Liverpool (G.B.)	6 <sup>th</sup> International Symposium on Carotenoids (IUPAC)	1- 4	Siofok (Hungria)	3 <sup>rd</sup> Danube Symposium on Chromatography
<b>Agosto</b>	Maryland (U.S.A.) Mexico (México)	6 <sup>th</sup> International Conferenc in Chemical Education 7 <sup>th</sup> Congress of the International Union of Pure and Applied Biophysics	6-11	Mayence (França)	8 <sup>th</sup> International Congress of Metallic Corrosion
2- 6	Fort Collins (Co, U.S.A.)	International Symposium on Organometallic Chemistry directed to Organic Synthesis (IUPAC)	14-16	Nottingham (G.B.)	General Discussion: «Selectivity in Heterogeneous Catalysis»
9-14	Toronto (Canadá)	10 <sup>th</sup> International Conference on Organometallic Chemistry (IUPAC)	28-30	Budapeste (Hungria)	VIII <sup>th</sup> Symposium on Industrial Crystallization
16-22	Vancouver (Canadá)	28 <sup>th</sup> Congress of the International Union of Pure and Applied Chemistry IUPAC	<b>Outubro</b>		
16-25	Ottawa (Canadá)	International Congress of Crystallography	1- 7	Moscovo (U.R.S.S.)	International Symposium on Chemical Physics (IUPAC)
20-21	Helsínquia (Finlândia)	Symposium on Harmonisation of Collaborative Analytical Studies (IUPAC)	4- 9	Montréal (Canadá)	2 <sup>nd</sup> World Congress on Chemical Engineering IX Interamerican Congress of Chemical Engineering
23-28	Helsínquia (Finlândia)	EUROANALYSIS IV	4-10	Detroit (Mich., U.S.A.)	International Convention of the Water Pollution Control Federation
23-28	New York (U.S.A.7	A.C.S. Fall Meeting (dedicated to R. B. Woodward)	<b>Dezembro</b>		
24-28	Brighton (G.B.)	International Solar Energy Congress	18-19	Francfort (R.F.A.)	European Conference on Environmental Pollution
25-28	Noordwijkerhout (Holanda)	Symposium on the Strategy of Drug Research	<b>1982</b>		
26-3/9	Bucareste (Roménia)	16 <sup>th</sup> International Congress on the History of Science	<b>Março</b>	Braunschweig	2 <sup>nd</sup> EUROPEAN SYMPOSIUM ON STORAGE AND HANDLING OF PARTICULATE SOLIDS
30-4/9	Jerusalém (Israel)	4 <sup>th</sup> International Symposium on Chemistry of Nonbenzoid Aromatic Compounds (IUPAC)	<b>Junho</b>		
30-5/9	Viena (Áustria)	XI International Congress of Clinical Chemistry — IV European Congress of Clinical Chemistry	6-15	Frankfurt (R.F.A.)	EUROPEAN MEETING OF CHEMICAL ENGINEERING ANDACHEMA EXHIBITION CONGRESS
<b>Setembro</b>	Creta (Grécia)	10 <sup>th</sup> International Conference on Photochemistry	<b>Setembro</b>		
			6-13	Munike (R.F.A.)	7 <sup>th</sup> INTERNATIONAL HEAT TRANSFER CONFERENC
			13-17	Filadélfia (U.S.A.)	3 <sup>eme</sup> CONGRÈS INTERNATIONAL DE LA FILTRATION
			<b>1984</b>		
			<b>Agosto</b>		
				Praga (Checoslov.)	8 <sup>th</sup> CONGRESS CHISA

---

## MEDALHAS

---

### DO 3.º ENCONTRO

---

## NACIONAL DE QUÍMICA

---

Encontram-se à venda na Delegação de Coimbra e na Sede da SPQ em Lisboa.

500\$00 CADA MEDALHA

**UNIVERSIDADE DO PORTO**  
**CURSO DE MESTRADO**

## QUÍMICA TEÓRICA

Destinado a licenciados interessados em investigação científica. Início do curso em Outubro de 1980. Parte escolar de dois semestres, seguida da elaboração de uma tese. As inscrições, em número limitado, terminam em 15 de Outubro, havendo algumas bolsas para residentes fora do Porto.

**Informações:** Departamento de Química  
Faculdade de Ciências, 4000 PORTO



# ACTIVIDADES DA S.P.Q.

## 4.º ENCONTRO ANUAL da Sociedade Portuguesa de Química

ABRIL 1981  
LISBOA

INVESTIGAÇÃO  
INDÚSTRIA  
ENSINO  
MATERIAL BIBLIOGRÁFICO,  
CIENTÍFICO E DIDÁCTICO

### COMISSÃO COORDENADORA

A. ROMÃO DIAS (Secretário-Geral da S.P.Q.)  
J. A. MARTINHO SIMÕES (Secretário Executi-  
vo do 4.º ENCONTRO)  
FRANCISCO PEDROSO (Tesoureiro do 4.º  
ENCONTRO).  
MARIA ALZIRA A. FERREIRA (Região Sul).  
CORREIA CARDOSO (Região Centro).  
JOSÉ LUÍS DA COSTA LIMA (Região Norte).

### ORGANIZAÇÃO GERAL

O Encontro terá a duração de uma semana e será dividido em 3 blocos **consecutivos**: investigação, indústria e educação.

Os interessados podem inscrever-se em um ou mais blocos.

### BLOCO INVESTIGAÇÃO (3 DIAS)

6 Lições Plenárias  
8 Comunicações convidadas  
Todas as outras comunicações serão apre-  
sentadas como cartazes.

### BLOCO INDÚSTRIA (1 DIA)

Haverá lições plenárias, comunicações e dis-  
cussão sobre temas como análise química na in-  
dústria, poluição, integração europeia, etc.

### BLOCO ENSINO (1,5 DIAS)

2 Lições Plenárias  
Cartazes e realização de experiências  
Filmes Didácticos  
Grupos de Trabalho preparados sobre:

#### 1. Bancos de Objectivos

a. Curso Geral

- b. Curso Complementar  
c. 12.º Ano  
d. 1.º Ano da Universidade
2. Improvisação de material de Laboratório
  3. Conceito de mole
  4. Segurança e organização do Laboratório
  5. Investigação de dificuldades de aprendi-  
zagem
  6. Psicologia na aprendizagem da Química
  7. Avaliação: projectos de testes padroniza-  
dos
  8. Avaliação do trabalho de laboratório  
Durante todo o Encontro estará patente  
uma exposição de material bibliográfico,  
científico e didáctico.

INFORMAÇÃO COMPLEMENTAR SOBRE OS  
3 BLOCOS ALÉM DE INFORMAÇÃO SOBRE HO-  
TÉIS, PROGRAMA SOCIAL E PATROCINADORES  
SERÁ APRESENTADA NA 2.ª CIRCULAR, QUE IN-  
CLUIRÁ TAMBÉM O BOLETIM PARA A  
INSCRIÇÃO DEFINITIVA.

### UMA ANÁLISE DAS INSCRIÇÕES PROVISÓRIAS

O número de inscrições provisórias recebidas  
até meados de Agosto foi de 420. Este resultado  
demonstra grande interesse pelo Encontro  
especialmente se atendermos a que: 1) a inscrição  
provisória não era obrigatória; 2) o envio da 1.ª  
circular foi tardio e 3) a morada da sede da SPQ  
estava errada na primeira circular (o número da  
porta da sede é 37 e não 137). Estes factores e a  
experiência anterior fazem prever para as  
inscrições definitivas um factor multiplicativo de  
pelo menos 2.

Uma análise das inscrições provisórias  
permite desde já verificar tendências, detectar  
falhas e orientar a fase final de preparação do  
Encontro. Passamos a apresentar os resultados  
principais dessa análise usando para isso  
percentagens aproximadas.

## 1. ORIGEM

DOCENTES DO SECUN-DÁRIO	DOCENTES DO TER-CIÁRIO	ESTUDAN-TES	INVESTIGADO-RES DE ORGA-NISMOS PÚ-BLICOS
52%	21%	10%	5%
ESPAÑHÓIS (todos do terciário)	INDÚSTRIA	OUTROS	
8%	3%	1%	

## 2. INSCRIÇÕES POR BLOCOS

TOTAL	INVESTIGAÇÃO	ENSINO	INDÚSTRIA
25%	17%	38%	2%
	ENS/IND	ENS/INV	INV/IND
	7%	4%	7%

## 3. PREFERÊNCIAS DENTRO DE CADA ORIGEM

### a) Docentes do Secundário

TOTAL	ENSINO	ENS/INV	ENS/IND
13%	73%	2%	12%

### b) Docentes do Terciário

TOTAL	INVESTIGAÇÃO	INV/IND	INV/ENS
44%	32%	9%	15%

### c) Estudantes

TOTAL	INVESTIGAÇÃO	INV/IND
67%	13%	13%

Os restantes 7% distribuem-se pelas outras opções possíveis.

### d) Espanhóis

INVESTIGAÇÃO
94%

Os restantes 6% distribuem-se pelo total, INV/ENS e INV/IND.

### c) Organismos Públicos

Quase totalidade interessados por investigação embora haja alguns casos de INV/IND.

## 4. COMUNICAÇÕES

Número global: 110

INVESTIGAÇÃO	INDÚSTRIA	ENSINO
87	10	13

## CONCLUSÕES

Os números falam por si próprios. Gostaria, porém, de realçar alguns pontos:

- Mais de 50% das inscrições têm origem no secundário. É normal mas, mais uma vez chamo a atenção da Direcção da SPQ e da Comissão Coordenadora do Encontro para a necessidade de corresponder **eficientemente** a este interesse.
- A grande maioria dos docentes do secundário só está interessada no bloco de ensino. Isto demonstra que a divisão do Encontro em blocos consecutivos correspondeu ao sentir de um grande número de professores. Como é natural, muito poucos docentes do secundário se interessam só por ensino e investigação. Ensino e indústria é, por razões profissionais, uma preocupação de um número razoável de professores. Os 13% que querem assistir a tudo são animadores, e creio que demonstram uma vontade de manter os horizontes abertos.
- Treze comunicações na área do ensino (e esperando que o factor multiplicativo de 2 se venha também a aplicar aqui) já é qualquer coisa, mas creio que pode e deve vir a ser melhorado. Grande parte dessas comunicações vêm de docentes do terciário; será que os docentes do secundário não têm experiências e estudos que seriam interessantes para comunicar aos colegas e que poderiam dar origem a um cartaz? Deixo isto aqui como um pedido e um desafio. Reconheço também que os domínios que estão a ser preparados para os grupos de trabalho (e que espero possam vir a ser distribuídos com suficiente antecedência) poderão vir a constituir contribuições originais que complementarão as comunicações.
- Nos docentes do terciário o único aspecto um pouco surpreendente é a percentagem relativamente elevada que se quer inscrever só para o bloco de investigação. Presumo que isso não se deva a falta de tempo para passar uma semana inteira num Encontro.
- Interessar e orientar os jovens é uma das tarefas importantes de uma Sociedade Científica. Os 10% de inscrições de estudantes parecem-me inferiores ao habitual, mas presumo que a percentagem venha a ser corrigida nas inscrições definitivas. Espero também que o Encontro seja organizado de forma a poder contribuir para a sua formação e aumentar o seu gosto pela profissão de Químico nas suas múltiplas facetas.
- Embora sem dados concretos creio que 5% de químicos de organismos públicos não corresponde à importância deste sector. Não sei como interpretar este facto. Certamente que não pode ter origem em dificuldades burocráticas para assistir ao Encontro nem num desinteresse e enclausuramento rotineiros. Talvez as inscrições definitivas venham a corrigir esta primeira avaliação.



7. A indústria continua a ser o calcanhar de Aquiles. **O que se passa?** Será que a Sociedade (que são todos os seus sócios) não tem nada a oferecer à Indústria? Será que a Indústria não precisa de nada? Ou será apenas que ainda não conseguimos chegar ao diálogo e ultrapassar a barreira que o nosso subdesenvolvimento tem imposto entre a Indústria e a Universidade? Eu aposto na última hipótese e a SPQ vai multiplicar os seus esforços para que esta situação anómala venha a ser, pelo menos parcialmente, corrigida na fase das inscrições definitivas. A Indústria e a Universidade, se quiserem ultrapassar um certo nível de mediocridade, precisam uma da outra. Os Encontros da SPQ podem ser um local privilegiado para iniciar ou desenvolver o diálogo.
8. Os colegas espanhóis continuam a prestar grande colaboração aos nossos encontros. Aqui está o exemplo de uma barreira que se vai desfazendo e de amizades e colaboração que se vão criando. Creio que esta interacção pode ser extremamente útil para o desenvolvimento da Química nos dois países e a Direcção da SPQ agradece todas as sugestões e propostas que possam ajudar a incrementá-la.
9. O número de inscrições provenientes do Brasil

e de países africanos de expressão portuguesa é muito limitado. Embora as razões económicas associadas à distância sejam importantes, este é um aspecto que deve merecer a nossa atenção e que devemos procurar melhorar.

10. Os dados disponíveis sobre a exposição de material científico e didáctico e bibliográfico são ainda limitados. Consideramos esta faceta do Encontro como importante e esperamos que venha a haver uma boa resposta por parte das firmas contactadas.

Para acabar, gostaria de agradecer a todos os que enviaram a inscrição provisória, pedindo desculpa pelos inconvenientes que criei ao enganar-me na morada. Os dados que nos forneceram são preciosos para o trabalho futuro. A comparação entre os resultados que agora apresentamos e a estatística a ser feita das inscrições definitivas será interessante. Faremos todos os esforços para conseguir um produto final que corresponda às várias aspirações e que contribua para o desenvolvimento da Química em Portugal, desde o primeiro ensino no secundário até ao desenvolvimento tecnológico mais recente.

A.R. Dias  
Secretário-Geral  
da S.P.Q.



# BPA

BANCO  
PORTUGUÊS DO ATLÂNTICO  
ao seu serviço

# DIVISÃO DE EDUCAÇÃO

## Conclusões para o ensino da Química resultantes do 3.º Encontro Nacional de Química (1980)

Conforme oportunamente anunciámos publicam-se neste número as conclusões dos grupos de trabalho estabelecidos durante o 3.º Encontro Nacional de Química, que teve lugar em Coimbra em Abril último. Os textos dos dinamizadores que foram utilizados durante o trabalho dos grupos serão publicados no próximo número do Boletim.

### ENSINO DA QUÍMICA

#### CONCLUSÕES DO GRUPO DE TRABALHO G1

Química e desenvolvimento intelectual

Ao grupo de trabalho foram apresentados os principais tópicos que a investigação em Educação Química abrange por uma palestra introdutória.

Formaram-se subsequentemente quatro subgrupos que foram convidados a procurar identificar os principais problemas em Educação Química de acordo com a experiência pessoal de cada um e independentemente de serem passíveis de solução através de investigação. Os problemas mais focados pelos grupos foram os seguintes:

- Falta de coordenação entre programas.
- Estrutura curricular adequada ao nível etário.
- Ligação da Química com a vida real.
- Condições materiais das escolas.
- Número de alunos por aula.
- Dificuldades de linguagem.
- Dificuldade de raciocínio e deficiências na formação matemática.
- Problemas relacionados com a formação de professores e interesse destes pela profissão.
- Dificuldades do ensino experimental.

Seguidamente foram feitas três intervenções em plenário de grupo por pessoas que já tinham conduzido investigações em Educação Química em Portugal, que relataram sumariamente o seu trabalho e o Prof. Waddington respondeu a perguntas sobre diversos aspectos da Educação Química.

Os subgrupos foram convidados a procurar quais dos problemas levantados teriam solução por investigação e se possível propor alguma solução para a metodologia. Os resultados foram os seguintes:

- Investigação da ligação da química com a vida real por meio de testes que relacionem os conhecimentos adquiridos com a vida real e inquéritos directos aos alunos no sentido de averiguar se estes acham que o ensino está relacionado com a vida real.
- Detecção de dificuldades de aprendizagem através de testes objectivos sobre os conceitos e da subsequente análise por entrevistas semi-estruturadas (tipo Piaget) de amostras de alunos das subpopulações superior e inferior à média.
- Investigação da existência de dificuldades de raciocínio partindo duma situação problema e averiguando se existem ou não dificuldades inatas. No caso de não as haver dever-se-ia investigar as origens das dificuldades, como por exemplo, o ensino superior, o conteúdo programático deficiente, estratégias inadequadas, etc.
- Investigação das causas das dificuldades do ensino da Química por análise da actuação do professor na situação real em que trabalha, por estudo do comportamento dos alunos e por

análise dos conteúdos programáticos das disciplinas afins.

— Detecção de noções inadequadas ao nível etário dos alunos.

— Investigação sobre dificuldades de abstracção e expressão e sobre a falta de domínio da linguagem matemática.

Seguidamente discutiram-se em plenário as conclusões e mais duas intervenções foram feitas comunicando investigações já produzidas e discutindo os pormenores de realização.

A terminar o grupo de trabalho considerou que continuam a ser pertinentes certas conclusões aprovadas pelos grupos de trabalho em encontros anteriores, nomeadamente

— Inclusão do ensino da Química e da Física no 7.º ano unificado.

— Separação da Química e da Física nos 10.º, 11.º e 12.º anos (curso complementar).

— Inclusão de aulas práticas laboratoriais em Química no 10.º, 11.º e 12.º anos (curso complementar).

#### CONCLUSÕES DO GRUPO DE TRABALHO G2.A

Metas e objectivos, programas e curricula: apreciação crítica geral relativamente à Química no ensino secundário. Curso unificado e 10.º, 11.º e 12.º anos (acesso ao ensino superior).

### 1. INTRODUÇÃO

O tema deste grupo é muito ambicioso e deveria corresponder a um trabalho de muitos meses feito por uma equipa devidamente estruturada, constituída por professores do ensino secundário e do ensino superior, e por representantes do MEC. Dados os condicionamentos de tempo, limitamo-nos a apontar alguns tópicos mais salientes, e indicar como entendemos que o assunto deveria ser tratado.

Em especial, preocupou-nos a urgência de reintrodução da disciplina Física e Química ao nível do 7.º ano de escolaridade, e a necessidade de criar um mecanismo de avaliação periódica do ensino e dos programas, com vista a um melhoramento contínuo, e evitando as modificações ao sabor da ocasião que são a dominante actual.

### 2. OBJECTIVOS GERAIS

#### 2.1 — ENSINO UNIFICADO

- Desenvolver a capacidade de observação.
- Desenvolver a capacidade de observação.
- Conduzir à interpretação dos fenómenos químicos da vida quotidiana.

Introduzir progressivamente os alunos na linguagem e simbologia próprias da Química.

#### 2.2 — CURSO COMPLEMENTAR

— Aprofundar a formação geral dos alunos tendo em conta o seu nível etário e a soma dos conhecimentos anteriormente adquiridos.

— Dar continuidade aos conhecimentos fundamentais da

Química de modo a proporcionar aos alunos a informação necessária e útil para os estudos subsequentes.

— Proporcionar aos alunos uma preparação no domínio da Química que lhes permita adquirir uma perspectiva crítica do ponto de vista humanista face a problemas de ordem científica ou tecnológica actuais, por exemplo a problemática das centrais nucleares.

(Os objectivos aqui enunciados para o curso complementar coincidem em parte com os apontados pelo ministério para o 10.º e 11.º anos)

### 3. ASPECTOS GERAIS DOS PROGRAMAS

#### 3.1 — RELAÇÃO ENTRE A METODOLOGIA E O CONTEÚDO DOS PROGRAMAS

Há que ajustar reciprocamente metodologia e conteúdo; onde isto seja impossível, o conteúdo tem de ser modificado, até que seja possível melhorar as condições de ensino. Os programas devem, efectivamente ser elaborados de forma a poder ser cumprido na generalidade das Escolas, tendo em conta deficiências de instalações, de material, de preparação de muitos docentes (daí a necessidade de cursos de actualização) e mesmo dificuldades regionais diversas.

#### 3.2 — NECESSIDADE DE UMA LIGAÇÃO ADEQUADA ENTRE O CURSO UNIFICADO E O CURSO COMPLEMENTAR

A descontinuidade existente, quer em métodos, quer em conteúdo, foi já diversas vezes apontada e é geralmente conhecida.

Para remediar esta situação é necessário reformular completamente, (como aliás é dito nas conclusões) o programa da Química do curso Unificado, nomeadamente com a reintrodução da disciplina de Química no 7.º ano e dando ênfase ao desenvolvimento das técnicas experimentais indispensáveis.

#### 3.3 — NECESSIDADE DE UM PROCESSO DE AVALIAÇÃO PERIÓDICA DOS PROGRAMAS E SUA MODIFICAÇÃO SEMPRE QUE INDICADO

Sendo esta avaliação e actuação correctora correspondente obviamente necessária, deverá ser criado um mecanismo institucionalizado que permita fazê-lo de forma contínua e sistemática.

#### 3.4 — PROBLEMAS ESPECIAIS DO 12.º ANO

Os problemas de deficiências de instalações, material e preparação de professores focados na generalidade põem-se de forma particularmente aguda em relação ao futuro 12.º ano.

É evidente que o programa do 12.º ano deverá estar dependente dos programas do 10.º e 11.º anos. Como se entende que estes programas devem ser reexaminados por comissões apropriadas a elaboração do programa para o 12.º ano deverá ter em conta essa transitoriedade.

#### 3.5 — A QUÍMICA E A MATEMÁTICA

A Matemática é, para a Química, e outras Ciências um instrumento de trabalho indispensável. Actualmente os alunos, especialmente no Curso Complementar, evidenciam uma carência considerável de formação matemática, carência que é urgente remediar para se conseguir um ensino eficiente da Química.

#### 3.6 — BALANÇO RELATIVO DA ESTRUTURA DA MATÉRIA E DAS REACÇÕES QUÍMICAS NO ENSINO SECUNDÁRIO

A experiência com alunos que estão a entrar no ensino superior sugere que se tem nos últimos anos dado um avanço desproporcionado ao ensino da Estrutura da Matéria, enquanto às Reacções Químicas é, em comparação, dada menos atenção.

É particularmente notória a dificuldade de muitos alunos em realizar os mais elementares cálculos referentes a concentrações, diluições, equilíbrios em soluções, etc.

#### 3.7 — ENSINO DA QUÍMICA ORGÂNICA E DA BIOQUÍMICA

Talvez que a maior falha do ensino da Química no Curso Complementar seja a ausência completa de Química Orgânica.

A curto prazo esta terá de ser introduzida a nível do 12.º ano.

A médio prazo a situação terá de ser resolvida como referido nas conclusões.

#### 3.8 — ENSINO EXPERIMENTAL DE QUÍMICA E ESCOLARIDADE

O aspecto descritivo de Química e o seu ensino laboratorial são actualmente desprezados de uma maneira escandalosa no Curso Complementar. Tal situação exige revisão urgente, com a instituição regular de aulas de prática laboratorial. Para isso torna-se necessário separar a Química da Física, e atribuir a cada uma escolaridade compatível com a exigência.

### 4 — CONCLUSÕES

Em face do que atrás fica exposto propomos que: 4.1 sejam organizadas comissões permanentes de professores do ensino secundário e do ensino superior, que estando ligadas às necessidades dos respectivos ensinamentos se encarreguem da elaboração de programas sempre actualizados, que efectivamente sirvam para a prática do ensino nas nossas escolas. Essas comissões deveriam estudar e efectivar o mecanismo de avaliação do seu trabalho necessário ao prosseguimento deste. 4.2 nos anos lectivos de 1980/81 e 1981/82 o conteúdo do programa do 12.º ano seja essencialmente a aplicação teórico-prática e de prática laboratorial, do conteúdo dos programas do 10.º e 11.º anos, com excepção da Química Orgânica e de um outro caso de pontos importantes omissos nos programas dos anos anteriores.

### CONCLUSÕES DO GRUPO DE TRABALHO G2.B

Metas e objectivos, programas e curricula; apreciação crítica geral relativamente à Química no ensino secundário. Curso unificado e 10.º e 12.º anos (formação profissional).

#### A — METAS E OBJECTIVOS

1. O ensino da Química deve iniciar-se no 7.º ano de escolaridade e ser continuado ininterruptamente até ao 12.º.

2. Durante o 7.º, 8.º e 9.º anos a Química poderá ser ensinada conjuntamente com a Física, tal como actualmente se trata, mas após o 9.º ano a Química deverá constituir uma disciplina independente.

3. Nos 7.º, 8.º e 9.º anos o ensino da Química não deve ser profissionalizante sendo orientado no sentido de auxiliar o estudante a obter uma melhor compreensão do meio que o cerca e a conseguir fazer desse meio um aproveitamento mais racional.

4. Nos 10.º e 11.º anos o ensino da Química continuará a não ser profissionalizante visando o aprofundamento de um tronco central de conhecimentos em estreita correlação com os estudos efectuados em outras áreas do conhecimento.

5. O 12.º ano será o ano da opção entre o ensino da Química com vista ao prosseguimento de estudos universitários ou à prática de uma profissão.

6. A preparação profissional será conseguida em catorze intensivos após o 9.º e/ou o 12.º anos para a implantação dos quais deverão contribuir e ser em larga medida determinantes os interesses regionais.



## B — PROGRAMAS E CURRÍCULA

7. A elaboração dos programas deve ser feita por uma comissão permanente constituída por professores do ensino secundário e universitários com experiência de ensino. Os programas devem ser largamente debatidos pelos professores e só implementados após ter sido conseguido para eles uma considerável convergência de opiniões. A comissão encarregada dos programas dos cursos profissionalizantes deverá incluir obrigatoriamente, além daqueles professores profissionais experimentados das respectivas áreas de actividade.

8. Os programas do 7.º, 8.º e 9.º anos, em especial, deverão ser elaborados por forma a garantir uma interdisciplinaridade tão extensa quanto possível com todas as áreas do conhecimento relevante para a interpretação do funcionamento do meio ambiente em especial a Física, Biologia, Geologia, Matemática e Geografia.

9. O Ministério da Educação deverá fornecer aos professores um apoio permanente e intensivo nomeadamente através da elaboração de Guias do Professor para os diferentes anos, da indicação de bibliografia actualizada, da sugestão de métodos e experiências adequadas e da realização regular de cursos de reciclagem e actualização.

10.º Os programas do 7.º, 8.º e 9.º anos deverão dar maior ênfase à Química descritiva e experimental e à importância da Química no funcionamento dos seres vivos na preservação ou recuperação da qualidade do meio ambiente e na extracção e preparação de matérias-primas industriais.

11.º Os programas do 10.º e 11.º anos não deverão levar a interpretação da estrutura da matéria para além do modelo atómico de Bohr e das estruturas de Lewis, deixando-se a introdução ao estudo das propriedades ondulatórias da matéria somente para o 12.º ano e apenas se necessário. Outras alterações aos programas se afiguram também desejáveis.

12. A escolaridade das disciplinas de Química nos 10.º, 11.º e 12.º anos não deverá ser diminuída pelo facto de haver separação da Física obtendo-se o tempo necessário através do desaparecimento das cadeiras vocacionais agora existentes. O tempo extra porventura deixado livre deverá ser ocupado por disciplinas de opção.

cursos de adultos sem prévios estudos de qualquer natureza, com graves problemas de cariz socioeconómico, sem reais capacidades académicas, e sem interesse pela matéria, pois o seu único desejo é a obtenção de um dado diploma. É o caso de muitos cursos nocturnos do ensino secundário português. O problema ainda se agrava pela inclusão nesses cursos de adolescentes que reprovaram no ensino normal diurno. Esta situação é deplorável e não existiria numa sociedade equilibrada. Mas é pelo facto de infelizmente existir que o ensino de Química para estes adultos põem problemas diferentes do ensino normal.

Assim:

1.º — Dever-se-iam separar os alunos por grupos etários apropriados.

2.º — Dever-se-iam separar os alunos consoante a experiência profissional previamente adquirida.

Por exemplo, ajudante de farmácia a tirar esses cursos têm interesses e experiências diferentes de serralheiro mecânicos.

3.º — Estes alunos deveriam adquirir a cultura que pretendem por intermédio de cursos livres e não serem obrigados ao curriculum geral do ensino secundário, destinado a dar uma preparação básica geral para um tipo de vida que já não é, em geral, aquela a que aspiram estes adultos. Deste modo, teríamos em Química alunos mais interessados do que nestes casos temos.

4.º — Nestes circunstancialismos poderíamos adaptar o ensino dos conceitos de Química consoante as características do curso. Assim, por exemplo, o ensino do Número de Avogadro, seria adaptado à capacidade de os alunos conceberem números extremamente largos, o ensino de orbital à sua capacidade de compreenderem o conceito de probabilidade, etc.

Este ensino deveria ser fundamentalmente prático, pois os adultos têm já uma responsabilidade e comportamento dentro do laboratório que permite um ensino laboratorial mais efectivo que no caso de crianças.

## CONCLUSÕES DO GRUPO DE TRABALHO G2.C

Metas e objectivos, programas e currícula: apreciação crítica geral relativamente à Química no ensino secundário. Química para adultos.

Atendendo a que:

- 1.º — o ensino é um direito de qualquer cidadão enquanto criança;
- 2.º — há necessidade de uma formação geral global comum a qualquer cidadão;
- 3.º — esse ensino deve ser garantido a todas as crianças na idade própria;

O problema do ensino da Química para adultos sem qualquer conhecimento básico do assunto, não devia ter oportunidade.

No entanto, dados os circunstancialismos da nossa sociedade, é um facto que aparecem pessoas adultas a frequentarem cursos cujas matérias deveriam ter sido ministradas noutras idades e por isso o problema do ensino da Química a essas pessoas reveste-se de características diferentes do idêntico ensino a crianças.

O facto primordial a ter em atenção, é a natureza do curso de adultos que em cada caso concreto se tem de ministrar. Na realidade vários dos participantes têm experiências diferentes. Assim, alguns têm ministrado conhecimentos de química a adultos com boa preparação geral de Física e Matemática, embora sem qualquer preparação em Química, com capacidade mental e dispostos a absorver os conhecimentos. Outros têm

## CONCLUSÕES DO GRUPO DE TRABALHO G3

## PROPRIEDADES DOS ELEMENTOS E QUADRO PERIÓDICO NO ENSINO SECUNDÁRIO

1 — Deve o Quadro Periódico começar a ser apresentado a partir do 8.º ano unificado.

2 — A metodologia mais adequada a esta apresentação parece ser a de partir da estrutura atómica dos elementos, pois parece pouco viável e bastante difícil abordar a periodicidade das propriedades dos elementos sem o conhecimento prévio mínimo da configuração electrónica dos átomos. Todavia, pensa-se que a apresentação da estrutura atómica dos átomos, a nível do curso geral, não deverá ir além do modelo atómico de Bohr.

3 — Dentro desta orientação, pensa-se que o tratamento dado ao Quadro Periódico no actual programa do 9.º ano pode ser tomado como válido, na sua generalidade, para base do programa a estabelecer, sobre o assunto, para o 8.º ano.

4 — A nível do Curso Complementar julga-se que o actual programa sobre o tópico Quadro Periódico é, na sua generalidade, adequado mas incompleto.

Julga-se com efeito que ele deveria incluir um primeiro tratamento teórico, acompanhado de um suporte laboratorial apropriado, sobre os elementos artificiais e radioactividade. Este tópico poderia ser introduzido a nível do 10.º ano.

— A formalizar-se um 12.º ano de escolaridade no ensino secundário propõe-se que nele seja incluído, formativa e informativamente, os tópicos referidos na parte final do documento que serviu de base de estudo do grupo, nomeadamente: inter-

acções da radiação electromagnética com a matéria, reacções nucleares induzidas, a fusão nuclear, o estado-plasma, origem e abundância dos elementos no sistema solar.

NOTA — O grupo foi unânime em considerar que o ensino da Química deve ser iniciado no 7.º ano de escolaridade. Foi também de parecer que, tanto quanto possível, no Curso Complementar deveria haver separação de disciplinas de Física e Química.

#### CONCLUSÕES DO GRUPO DE TRABALHO G4

##### LIGAÇÃO QUÍMICA E ESTRUTURA MOLECULAR, NO ENSINO SECUNDÁRIO

Como consequência da reflexão deste grupo, foram levantadas algumas questões sobre o tema, indicando-se, apenas, as seguintes:

- Em que altura do curriculum se deve iniciar o estudo da ligação Química?
- Como introduzir o seu estudo?
  - com motivação laboratorial prévia?
  - de um modo puramente teórico?
- Qual o desenvolvimento a dar ao tema proposto?

Como metodologia a adoptar na Química, sugere-se que o seu ensino a nível secundário se dirija inicialmente para a observação, registo de dados, descoberta de regularidades, estabelecimento de regras e, posteriormente, já com fundamentação teórica, com maior incidência estrutural.

Esta sequência tem como finalidade desenvolver no aluno uma mentalidade correcta, que o leve a sentir a Química como ciência experimental.

Ao analisar as questões inicialmente postas, reconhecem-se, em primeiro lugar a dificuldade de estabelecer uma lista única de tópicos que fosse aceite com o ideal.

Contudo foi possível indicar uma orientação para o curso unificado e curso complementar. Assim, no 9.º ano, introduzir-se-ia a ligação química com exemplos simples que ilustrassem cada um dos tipos de ligação, sempre com a preocupação de estabelecer relações com as propriedades macroscópicas observadas. Posteriormente no curso complementar, retomar-se-ia o tema tendo em linha de conta a energia de ionização e afinidade electrónica; apresentar-se-iam exemplos de moléculas diatómicas homonucleares e heteronucleares conjuntamente com os parâmetros de ligação começando a usar a notação de Lewis; com moléculas triatómicas simples, ilustrar-se-ia, seguidamente, a necessidade de indicar uma geometria da molécula, relacionando dados experimentais com a polaridade; como tentativa de explicação da geometria molecular, far-se-ia referência à teoria de repulsão dos pares electrónicos. Viria, então, a apresentação dos tipos de ligação em sólidos e líquidos tendo em conta as propriedades características das substâncias.

Para cumprir os objectivos propostos, julga-se indispensável a existência de condições, nomeadamente, instalações adequadas e devidamente apetrechadas, bem como turmas com um número de alunos mais reduzido.

Segere-se, mais uma vez, tanto a necessidade de se iniciar o estudo da Química no 7.º ano unificado, como alargar o número de horas para o ensino destas matérias no curso complementar.

#### CONCLUSÕES DO GRUPO DE TRABALHO G5

##### REACÇÕES QUÍMICAS, NO ENSINO SECUNDÁRIO: A PROPORÇÃO ENTRE O FACTO E A TEORIA

###### I — CONSIDERAÇÕES PRÉVIAS

No Curso Preparatório, parece-nos que os alunos deverão adquirir uma visão macroscópica e integrada do mundo que os rodeia no domínio da Física, Química, Biologia, Ecologia, Matemática, etc.

No aspecto formativo, durante este período, deverão aprender a observar, recolher dados e relacionar factos.

Somos de opinião que o curriculum do 7.º ano Unificado deve já incluir a disciplina de Química e Física integradas continuando como tal no 8.º e 9.º anos.

A partir do 10.º ano já a Química e Física deverão ser estudadas separadamente.

###### II — REACÇÕES QUÍMICAS E TEORIA

O estudo da matéria e suas transformações no Curso Unificado deve, sempre que possível, partir da observação de substâncias e factos com que o aluno contacte no dia a dia, com aulas experimentais em que ele programa experiências manipula correctamente material e produtos químicos, fa: leituras e registo de dados, estabelece relações, tira conclusões desenvolvendo sempre a criatividade e o espírito crítico.

Antes de estudar reacções químicas deverão iniciar-se nos processos de separação e purificação de substâncias.

Virá depois a apresentação gradual de reacções químicas, interpretação com linguagem própria e equações químicas quando possível.

A interpretação das reacções observadas pode ser feita em termos de teoria cinético-molecular que, da nossa experiência, nos parece acessível a este nível etário.

A previsão de novas reacções por analogia (combustões, ácido-base), tem sido tentado, e é perfeitamente possível.

Parece-nos que no fim do Curso Unificado, a respeito de «Reacções Químicas» os alunos deverão ter um conhecimento correcto, ainda que não demasiado elaborado de:

- 1 — estrutura atómica e molecular
- 2 — interpretação de uma reacção química em geral
- 3 — tradução das reacções mais simples pelas respectivas equações químicas.
- 4 — significado quantitativo de uma equação e sua utilização na realização de cálculos estequiométricos (incluindo a noção de mole).
- 5 — velocidade de reacção, reversibilidade e equilíbrio químico.

#### CONCLUSÕES DO GRUPO DE TRABALHO G6

##### QUÍMICA ORGÂNICA (E BIOQUÍMICA), NO ENSINO SECUNDÁRIO

A — Introdução, a nível muito elementar, da química do carbono no 9.º ano, pressupondo que a iniciação nas Ciências Físico-Químicas se realize no 7.º ano de escolaridade, uma vez, que tanto a Física como a Química são ciências básicas para o estudo da Geografia e das Ciências Naturais.

Esta proposta implica três horas semanais durante cada um dos 3 anos para a disciplina de Ciências Físico-Químicas.

B — Para o Curso Complementar propomos:

- 1.º — A separação da Física da Química (3 horas semanais para cada uma destas disciplinas com inclusão de aulas laboratoriais).

2.º — O desenvolvimento da Química Orgânica distribuído pelos 10.º e 11.º anos precedido dos conhecimentos necessários de estrutura do átomo, T.P., ligação química, cinética química e equilíbrio.

Esta proposta visa contemplar os alunos com conhecimentos necessários para o estudo da Biologia que, a nosso ver, consideramos dever ser introduzido no currículo do 11.º ano e não no 10.º ano.

3.º — No 12.º ano a Química Orgânica teria o desenvolvimento aconselhável às carreiras escolhidas pelos alunos. Nesta altura poder-se-iam inserir algumas noções de Bioquímica para os cursos ligados a este ramo da Ciência.

C — A alteração de programas que propomos implica as seguintes condições:

1.º — Chegada dos programas às escolas, acompanhados de um inquérito, com a antecedência necessária para que o M.E.C. programe a tempo o apoio pedagógico a dar aos professores.

2.º — Reciclagem dos professores incluindo apoio pedagógico que deverá ser dado pelos centros de formação de professores.

3.º — Existência de brigadas regionais móveis para apoio directo às escolas. Este apoio incluiria livros, diapositivos, filmes, e as máquinas necessárias para as projecções, etc.

4.º — Melhoria das condições de trabalho de laboratório existentes nas escolas para que o estudo da Química Orgânica se possa realizar de uma forma atraente, útil mas, ao mesmo tempo em condições de segurança.

## NOTICIÁRIO

Realizou-se em Coimbra, entre 23 e 26 de Setembro, o 1.º Congresso Luso-Espanhol de Bioquímica, uma reunião conjunta das Sociedades Portuguesa e Espanhola de Bioquímica.

Realizaram-se sessões de painéis, conferências plenárias e simpósios sobre temas de bioquímica pura e aplicada, tais como:

- Biomembranas
- Fixação do azoto
- Biologia Molecular da Peste Suína Africana
- Bioquímica Industrial
- Regulação do metabolismo I e II
- Radicais Oxigénio
- Neuroquímica
- Metaloproteínas
- Bioquímica da Formação de Biogás
- Regulação da Expressão Genética em Eucariontes
- Análise de Estruturas Macromoleculares
- Mecanismos enzimáticos

## OBTENHA UM DOUTORAMENTO NOS E.U.A.

A Temple University de Filadélfia (berço da liberdade americana) oferece cursos e facilidades de investigação conduzindo a Ph.D. em Química Analítica Biológica, Orgânica, Inorgânica e Física:

- as áreas de especialização incluem produtos naturais, síntese orgânica e organometálica, espectroscopia molecular, estado sólido, termodinâmica e ressonância magnética.

- as bolsas para alunos graduados vão

até US. \$6000/ano, com supervisão grátis.

- a Faculdade tem 18 docentes incluindo os Profs. A.M. Ponte Gonçalves (Eng., I.S.T.) e S.S. Washburne (bolsa da Comissão Luso-Americana).

**INTERESSADO(A)? Escreva em Português ou Inglês para:**

**Director of Graduate Admissions  
Department of Chemistry  
TEMPLE UNIVERSITY  
Philadelphia, PA 19122  
E.U.A.**



# SEGURANÇA



Coordenação de  
M. J. O. Baptista

## ACETONITRILO (Cianeto de metilo) ( $\text{CH}_3\text{CN}$ )

É um líquido incolor e volátil, de cheiro semelhante ao da acetamida, miscível com a água, p.e.  $80^\circ\text{C}$ .

É MUITO INFLAMÁVEL, LIBERTA VAPOR VENENOSO E CORREM-SE RISCOS GRAVES DE ENVENENAMENTO POR INALAÇÃO OU INGESTÃO. Não inalar o vapor. Evitar o contacto com a pele e os olhos. VLT 40 ppm ( $70 \text{ mg m}^{-3}$ ).

**Efeitos tóxicos** — A inalação do vapor pode causar cansaço, náuseas, diarreia e dores abdominais; em casos graves pode haver delírio, convulsões, paralisia e coma. Não existem dados sobre os efeitos da absorção cutânea e da ingestão, mas podem ser análogos aos resultantes da inalação.

**Reacções perigosas** — O acetonitrilo reage violenta ou explosivamente com tetróxido de dinítrógeno (na presença de índio), compostos N-fluorados, ácido nítrico, ácido sulfúrico.

**Perigo de incêndio** — Ponto de fulgor  $6^\circ\text{C}$ ; limites de explosividade 4 — 16%; temperatura de ignição  $524^\circ\text{C}$ . Extintores: espuma, pó químico, neve carbónica ou líquidos vaporizantes.

**Remoção de resíduos** — Eliminar todas as possíveis fontes de ignição e manter as outras pessoas a uma distância segura. Usar máscara respiratória e luvas. Lavar com muita água e diluir com muita água corrente. Ventilar bem toda a zona afectada.

## ÁCIDO ACÉTICO ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ )

O ácido acético é um líquido incolor, de cheiro irritante, p.e.  $118^\circ\text{C}$ . Em tempo frio congela num sólido cristalino. É miscível com a água.

É INFLAMÁVEL E CAUSA QUEIMADURAS. Evitar inalar o vapor. Evitar o contacto do líquido com os olhos e a pele. VLT 10 ppm ( $25 \text{ mg m}^{-3}$ ).

**Efeitos tóxicos** — O vapor irrita as vias respiratórias e os olhos. O líquido causa queimaduras graves nos olhos, irrita a pele e pode provocar queimaduras e úlceras. A ingestão do líquido causa irritação e lesões internas.

**Reacções perigosas** — O ácido acético provoca a polimerização exotérmica do acetaldeído.

Reage violenta ou explosivamente com oxidantes, como  $\text{BrF}_5$ ,  $\text{CrO}_3$ ,  $\text{KMnO}_4$  ou  $\text{Na}_2\text{O}_2$ .

**Perigo de incêndio** — Ponto de fulgor  $43^\circ\text{C}$ ; limites de explosividade 4 — 16%; temperatura de ignição  $426^\circ\text{C}$ . Extintores: água, pó químico, anidrido carbónico ou líquidos vaporizantes.

**Remoção de resíduos** — Eliminar todas as possíveis fontes de ignição. Usar visor de protecção e luvas. Limpar com muita água e deitar fora diluindo com muita água corrente. Ventilar bem toda a área afectada.

## ANIDRIDO ACÉTICO ( $(\text{CH}_3\text{CO})_2\text{O}$ )

O anidrido acético é um líquido incolor, de cheiro ácido forte, p.e.  $140^\circ\text{C}$ , que reage lentamente com a água produzindo ácido acético.

É INFLAMÁVEL E CAUSA QUEIMADURAS. Evitar inalar o vapor e o contacto do líquido com os olhos e a pele. VLT 5 ppm ( $20 \text{ mg m}^{-3}$ ).

**Efeitos tóxicos** — O vapor irrita as vias respiratórias e os olhos. O líquido causa queimaduras graves nos olhos, podendo as lesões manifestar-se só após algum tempo, e irrita a pele, podendo causar queimaduras severas, com bolhas e escamação da pele. Quando ingerido, o líquido causa irritação imediata, dores e vômitos.

**Reacções perigosas** — O anidrido acético é violentamente oxidado pelo  $\text{CrO}_3$ , nitratos metálicos, ácido nítrico,  $\text{KMnO}_4$ . Reage violentamente com glicerol/ $\text{POCl}_3$ , ácido perclórico/água, e com água quando lentamente adicionado a misturas de ácido acético.

**Perigo de incêndio** — Ponto de fulgor  $54^\circ\text{C}$ ; limites de explosividade 3 — 10%; temperatura de ignição  $380^\circ\text{C}$ . Extintores: água, pó químico, neve carbónica ou líquidos vaporizantes.

**Remoção de resíduos** — Eliminar todas as possíveis fontes de ignição e manter todas as pessoas a distância segura. Usar máscara respiratória e luvas. Absorver em areia, pôr em baldes, transportar para um local seguro e deitar numa grande quantidade de água. Deixar decompor antes de decantar o líquido, que deve ser diluído com muita água corrente. Lavar o local afectado com água e sabão ou um detergente e ventilar bem toda a área.



**SOQUÍMICA**

**METTLER**

**METTLER INSTRUMENTE A. G.**

Balanças analíticas e de precisão, balanças electrónicas, termobalanças, aparelhos de ponto de fusão, sistemas de recolha e tratamento dos resultados das pesagens.



**METROHM A. G.**

Aparelhos de pH e de oxigenio dissolvido, polarografos, coulómetros, potenciografos, condutímetros, colorímetros tituladores de Karl Fisher, tituladores automáticos, buretas automáticas.



**HEWLETT PACKARD**

Cromatógrafos, espectrómetros de massa, integradores.



**Instrumentation Laboratory**

**INSTRUMENTATION LABORATORY**

Espectrofotómetros de Absorção Atómica.



**Sociedade de Representações de Química, Lda.**

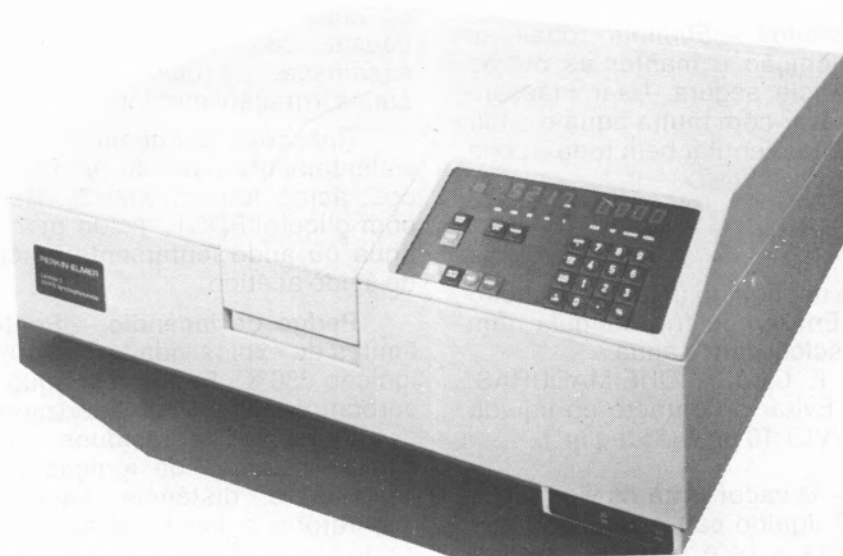
Lisboa: Av. da Liberdade nº 220-2.º - Tel: 562181/2/3 - 1298 LISBOA CODEX

Porto: Rua 5 de Outubro nº 347-4.º - Tel: 693069 - 4100 PORTO

**espectrofotometro  
- duplo-feixe UV-VIS**

**PERKIN-ELMER**

**Lambda 3**



**REPRESENTADO POR:**

**instrumentos de laboratório e científicos lda**

**LISBOA PORTO PONTA DELGADA**

# DOS ESTATUTOS DA SOCIEDADE PORTUGUESA DE QUIMICA

O arranjo gráfico da publicidade será da responsabilidade dos anunciantes.

**Preços:**

Uma página	—	10 000\$00
1/2	»	5 000\$00
1/4	»	2 500\$00
1/8	»	1 250\$00

Director da Publicidade:  
**Dr. José L.F.C. Lima**  
Faculdade de Ciências  
Departamento de Química  
4000 PORTO



## DOS ESTATUTOS DA SOCIEDADE PORTUGUESA DE QUÍMICA

Artigo 1.º — A «Sociedade Portuguesa de Química» tem por objectivo promover, cultivar e desenvolver, em Portugal, o ensino, a investigação e a aplicação da Química e das Ciências com esta mais directamente relacionados.

Artigo 2.º — A «Sociedade Portuguesa de Química» tem a sua Sede em Lisboa e Delegações em qualquer ponto do território nacional onde se justifiquem. Por «Delegação» entende-se uma representação permanente da Sociedade, com actividade própria. A criação ou dissolução de Delegações depende de aprovação da Assembleia Geral da Sociedade Portuguesa de Química.

Parágrafo único — Consideram-se desde já criadas as Delegações de Coimbra, Lisboa e Porto.

Artigo 4.º — A «Sociedade Portuguesa de Química» tem cinco categorias de sócios: a) Sócios honorários; b) Sócios beneméritos; c) Sócios Colectivos; d) Sócios efectivos; e) Sócios estudantes. (...) Serão **sócios colectivos** instituições públicas ou privadas com actividade no domínio da Química ou de Ciências afins. Serão **sócios efectivos** indivíduos, nacionais ou estrangeiros, cuja actividade profissional se processe no domínio da Química ou de Ciências afins, ou que tenham dado provas de terem contribuído para o progresso dessa Ciência ou para a realização de outros objectivos da Sociedade. Serão **sócios estudantes** os estudantes que se interessem pelo estudo da Química ou de Ciências afins.

Artigo 5.º — A admissão de sócios colectivos, efectivos e estudantes é feita pela Direcção da Delegação respectiva, devendo a proposta ser subscrita por dois sócios efectivos em pleno uso dos seus direitos.

Parágrafo primeiro — Os sócios colectivos, efectivos e estudantes podem escolher a delegação à qual desejam pertencer, sendo-lhes também facultadas a transferência para qualquer outra Delegação quando o requeiram, com a única limitação de o fazerem uma só vez em cada ano social.

Artigo 7.º — A quota mínima anual dos sócios colectivos é de cinco mil escudos; a dos sócios efectivos é de trezentos escudos; e a dos sócios estudantes é de cento e cinquenta escudos. (...)

Parágrafo segundo — As quotas deverão ser liquidadas durante o primeiro trimestre de cada ano. Caso tal não se verifique as regalias serão suspensas até ao pagamento integral das quotas em atraso.

Artigo 42.º — Poderão ser criados, na Sociedade Portuguesa de Química, «Divisões» com o objectivo de grupos de sócios com interesses científicos afins.

Artigo 44.º — A coordenação das actividades de cada Divisão compete a um dos seus membros, eleito pelos sócios que se agregarem à Divisão.



---

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

---