

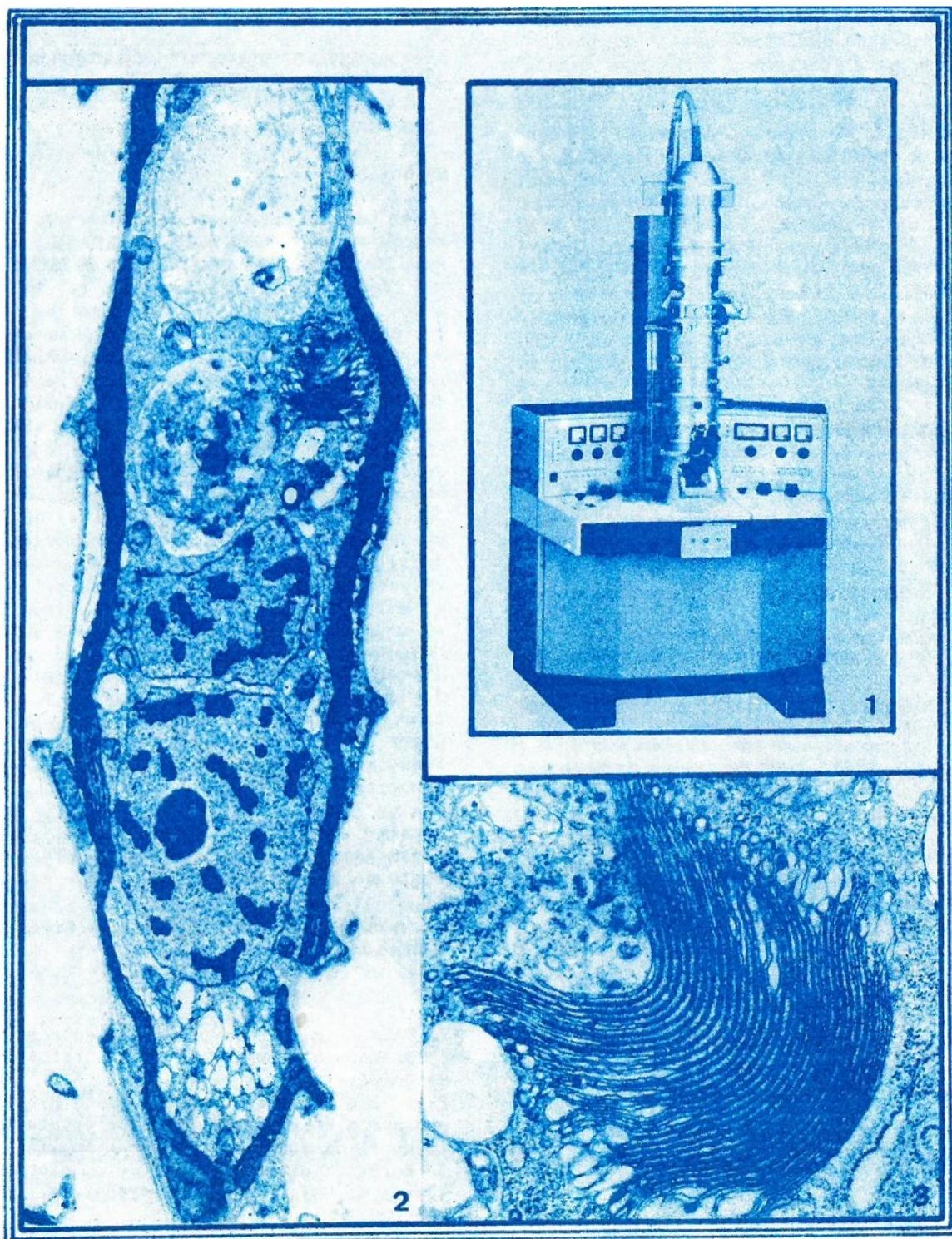


MACHO

REVISTA DE ESTUDANTES DA F.C.T.U.C.

nº 4

maio 1978



# EDITORIAL

Depois de ter projectado legislação sobre o estatuto da carreira docente, o Ministro da Educação e Cultura encara agora, com a mesma sobriedade e eficiência, a questão do estatuto da carreira discente. Para já, para já, o despacho nº 32/78 determina a contracção das licenciaturas de Ciências e Letras para 4 anos e a extinção dos respectivos bacharelados.

A ideia é a seguinte. Como o ano propedeutico veio para ficar e ficou mesmo, os alunos entram nas faculdades com uma melhor preparação básica, ou pelo menos mais demorada. Por outro lado, os estudos complementares referentes a determinadas especializações podem ser conseguidos através de cursos de pós-graduação. Os 4 anos chegam para fornecer a preparação básica ao professorado do ensino secundário, que continua a ser a saída profissional mais procurada.

No entanto, o primeiro argumento serve também para a aplicação do despacho às outras licenciaturas (Engenharia, Direito, Medicina, etc.). O segundo peca pelo simples facto de ninguém ter ainda garantido a regularidade e universalidade do funcionamento dos cursos de pós-graduação nos vários departamentos.

De modo que os benefícios do novo statuto não são evidentes. Necessitam de conveniente demonstração, que se afigura laboriosa e talvez inglória. Enumeramos só algumas hipotéticas vantagens gerais:

1- Vantagens políticas. O estudante, que tinha 5 anos para fazer a revolução, passa a ter só 4. O facto não deixa de constituir um desafio ao espírito inventivo e invectivo de alguns grupos da nossa praça e ao mesmo tempo uma séria limitação à sua actividade.

2- Vantagens sociais. Vai aumentar o número de ingressos nas profissões liberais. Ter-se-ão, a curto prazo, engenheiros em quantidade e qualidade suficientes para a reconstrução do porto de Sines. Por outro lado, aumentará o número de advogados disponíveis para novos readjustamentos dos elencos ministeriais.

3- Vantagens pedagógicas. O possível regime anual e misto (anual-semestral) e a consequente rarefacção de exames vão proporcionar aos encarregados das regências mais tempo livre, que aproveitarão para se dedicarem à elaboração de exames para os cursos de mestrado.

4- Vantagens científicas. Melhora a capacidade dos especialistas, que, depois de frequentarem os cursos de pós-graduação, ficam com "um nível de conhecimento que vai até as fronteiras da ciência e da tecnologia" (sic). A propósito: podem-se atravessar as fronteiras da ciência e da tecnologia com mais de 7 contos no bolso?

5- Estavamo para incluir 5 parágrafos, mas ficam só 4. Assim, mais livremente, cada um poderá pensar noutras eventuais vantagens.



## MOCHO

REVISTA DE ESTUDANTES DA FACULDADE  
DE CIÉNCIAS E TECNOLOGIA DA  
UNIVERSIDADE DE COIMBRA

Nº 4

MAIO 1978

Redacção: Gab. 002 - DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICA  
FACULDADE DE CIÉNCIAS E TECNOLOGIA  
COIMBRA

Equipe Coordenadora: Ana Isabel Rosendo, António  
José Leal Duarte, Carlos Fiolhais, João  
Filipe Queiró, João Gabriel Silva, Emílio  
da Conceição Pedrosa Duarte, Maria  
da Graça Simões de Carvalho, Maria Isabel  
Fraga Alves.

Composição e Impressão: Serviço de Textos da Universidade de Coimbra

## sumário

	Pág.
Entrevista	3
Microscópio Electrónico	5
O que é o $\pi$ ?	8
Teoria dos Quanta	11
Gomes Teixeira	13
Inquérito	16
Comportamento e Meio	20
Física 78	23
Humor	25
Organização da Universidade em 1877	28
Ponto de Interrogação	31

Os artigos assinados são da exclusiva responsabilidade dos seus autores



NA CAPA: Fig. 1 - Microscópio electrónico Siemens (Elmiskop-101) existente no Laboratório de M.E. da Universidade de Coimbra.  
Figs. 2 e 3 - Fotos obtidas neste M.E.: 2 - *Phacus pyrim* (Ehr) Stein (alga unicelular). Aspecto geral da estrutura interna. Ampliação: x 9000.  
3 - Pormenor ultraestrutural de um dictiosoma (corpo de Golgi) do mesmo organismo. Ampliação: x 30 000.

# ENTREVISTA

com o responsável do

## MICROSCÓPIO ELECTRÓNICO

Considerado um instrumento indispensável nas investigações biológicas a nível celular, o microscópio electrónico (M.E.) é um aparelho dispendioso e de manutenção delicada. A Universidade de Coimbra possui um, adquirido há relativamente poucos anos. "O Mocho" foi ouvir, aqui mesmo ao lado do gabinete que nos serve de Redacção, o encarregado do Laboratório de Microscopia Electrónica, Dr. José Firmino Moreira Mesquita (J.M.).

O MOCHO - Actualmente em que Departamento da FC TUC está integrado o M.E. e quem é o responsável(eis) por ele? E ainda, quando e por iniciativa de quem foi adquirido? Tem havido problemas com a sua manutenção?

J.M.- Ainda bem que faz estas perguntas pois, pelo que me tem sido dado constatar, há muita gente mal informada a este respeito. Esta situação resulta essencialmente do facto do Laboratório de Microscopia Electrónica, como é correntemente designado, ainda não ter sido oficializado, nem como serviço da Faculdade, nem como estabelecimento universitário anexo à Reitoria.

A história é longa mas, sem entrar em grandes pormenores, posso dizer-lhe o seguinte: as diligências feitas por algumas Faculdades da nossa Universidade (particularmente Medicina e Ciências) para adquirirem um M.E. iniciaram-se há muito tempo, pois tal aparelho já nos anos 60 era considerado corrente e de uso imprescindível na larga maioria dos estabelecimentos universitários estrangeiros. Isso esteve para se conseguir aquando da instalação da Faculdade de Medicina mas, por razões de vária ordem, essa pretensão não chegou a ser satisfeita. Durante os anos de 1966 e 1967, como bolseiro da Fundação Calouste Gulbenkian, trabalhei na Universidade de Paris no domínio da Microscopia Electrónica. Como entretanto outros docentes e investigadores da nossa Universidade manifestaram deseo de investigar neste campo, achou-se oportuno solicitar à Fundação Gulbenkian a concessão de um subsídio para aquisição de um aparelho para a Universidade de Coimbra. Foi então que o Director do Instituto Botânico (Prof. Abílio Fernandes), por intermédio da Reitoria, levou o assunto ao Senado Universitário que, em Agosto de 1968, decidiu apresentar aquela pretensão à Fundação Gulbenkian.

As negociações arrastaram-se e só cerca de dois anos mais tarde (Maio de 1970) o pedido foi deferido.

E agora, respondendo mais concretamente às suas perguntas posso acrescentar que, na impossibilidade óbvia de se adquirirem aparelhos

para os diferentes Departamentos ou Serviços potencialmente interessados, o Senado Universitário decidiu que seria criado um "Centro de Microscopia Electrónica" anexo à Reitoria, integrando apenas o aparelho e acessórios indispensáveis, aonde se deslocariam os interessados para estudar as suas amostras preparadas nos respectivos Departamentos. Pôs-se então o problema de saber onde poderia ser instalado o M.E.. Após apreciação do assunto no Senado Universitário e no Conselho Escolar da F.C.T.U.C., este resolveu ceder, para o fim em vista, uma parte das traseiras do edifício da Matemática (sub-cave) onde estava instalada a Comissão de Obras da Cidade Universitária, que entretanto se ia transferir para outro local, e que ficou desde logo encarregada de proceder às obras de adaptação indispensáveis.

Foi então designada pelo Senado Universitário uma Comissão constituída pelos Profs. Abílio Fernandes (Ciências), Armando Tavares de Souza (Medicina) e José Ramos Bandeira (Farmácia) encarregada de superintender na instalação do M.E. e sua manutenção. Por incumbência do Presidente desta comissão (Prof. Abílio Fernandes) a companhei de perto as obras de adaptação da referida sub-cave e a instalação do M.E. que ficou operacional a partir de meados de 1973. A partir de então tenho tido efectivamente a meu cargo a manutenção do aparelho, tarefa para a qual recebi colaboração, em princípio, de um investigador da Faculdade de Medicina e actualmente dos meus mais directos colaboradores.

Essa manutenção, como é evidente, necessita de fundos. Como o Projecto de orçamento previamente elaborado ainda não tinha sido satisfeito em 1973, aproveitou-se uma visita do então Ministro da Educação Nacional Prof. José Viegas Simão à F.C.T.U.C. para se lhe expor o problema. Foi assim autorizada a contratação pela Faculdade dos 3 funcionários que presentemente prestam serviço no Laboratório e bem assim a concessão de um subsídio e a aprovação do orçamento, o que nunca veio a concretizar-se.

A manutenção da operacionalidade do M.E., assim como das próprias instalações, só tem por

isso sido possível graças a verbas concedidas pelo I.A.C. (actualmente I.N.I.C.), primeiro ao projecto de investigação CBI e posteriormente ao Centro de Biologia Celular, nos quais tenho estado integrado. Os professores que formalmente integravam a Comissão que já referi, encontram-se actualmente na situação de reformados ou jubilados. Entretanto, como a minha actividade de investigação é parte do serviço docente estão intimamente relacionados com o M.E., tenho continuado a ocupar-me da sua manutenção proporcionando condições de trabalho a quem o pretenda utilizar. Foram já feitas diligências junto do Sr. Reitor no sentido de, logo que possível, a situação ser normalizada.

O MOCHO - Concretamente com que fins é utilizado o M.E. e de que constam os projectos de investigação a ele ligados?

Há possibilidades de as pessoas fazerem visitas às instalações do M.E., nomeadamente a alunos do ensino secundário?

J.M. - A resposta a estas três questões está obviamente relacionada com o que tem sido a actividade deste Laboratório durante os pouco mais de quatro anos da sua "pseudo-existência"...

Antes de mais convém esclarecer que o M.E., não só pela natureza dos trabalhos em que se torne imprescindível utilizá-lo, mas também pelos cuidados que exige na sua manipulação e manutenção em condições eficazes de funcionamento, é um aparelho essencialmente destinado à investigação. Isto não significa, porém, que em determinadas condições, não possa ser utilizado com fins didácticos.

Tendo em conta estes factos, e dentro dos condicionalismos de natureza económica já referidos, temos procurado promover em Coimbra e de um modo geral na Zona Centro, a divulgação e o desenvolvimento da microscopia electrónica aplicada à Biologia. Assim, com o valioso apoio dos meus mais directos colaboradores, Dr. Maria de Fátima Almeida Santos e Dr. José Domingos Santos Dias, respectivamente investigadora e assistente da F.C.T.U.C., e ainda dos 3 funcionários que prestam serviço no Laboratório, foram desenvolvidas as seguintes actividades:

1. Apoio, de natureza técnica ou simplesmente informativo, aos docentes e investigadores de vários Departamentos da Universidade que têm mostrado interesse em utilizar este método de investigação no exercício das suas actividades científicas ou pedagógicas. Têm sido abrangidos sob este aspecto, os Departamentos de Botânica, Zoologia e Engenharia Mecânica da F.C.T.U.C., e os Serviços de Biologia Médica, Histologia e Embriologia, Anatomia Patológica e Bacteriologia da Faculdade de Medicina. Aproveito aqui a oportunidade para responder à sua segunda questão, incluindo nessa resposta algumas informações que, conforme me foi igualmente solicitado pelo vosso jornal, se destinam a um inquérito relativo à investigação científica na F.

#### C.T.U.C.

É evidente que o M.E., como "ferramenta" de trabalho, pode ser utilizado com objectivos muito diversos dependentes do plano de investigação de quem o utiliza. Como é óbvio, em relação a estes planos só os respectivos responsáveis se poderão pronunciar concretamente. Posso contudo acrescentar que o M.E. tem já sido utilizado por docentes e investigadores da F.C.T.U.C. e da Faculdade de Medicina, como método de investigação complementar, nos domínios da Bioquímica, Ecologia e Histo-Patologia Animal.

No respeitante à Biologia Vegetal, isto é, o campo em que exerce a minha actividade docente e de investigação, os nossos trabalhos relacionam-se com problemas de "Ultraestrutura Celular". Como é do conhecimento geral, a grande vantagem do emprego do M.E. no estudo da célula provém do seu limite de resolução ser muitíssimo menor (na prática, cerca de 400-500 vezes menor) que o conseguido com o microscópio óptico. Assim, foi possível pôr em evidência na célula novos organitos celulares ou pormenores estruturais de outros já conhecidos o que veio modificar radicalmente a "imagem" clássica da célula! Estes dados, em conjugação com os obtidos por técnicas complementares cada vez mais sofisticadas (bioquímicas, citoquímicas etc.), têm conduzido, nas duas últimas décadas, a um desenvolvimento "explosivo" dos conhecimentos no domínio da Biologia Celular o que equivale a dizer de todas as actividades relacionadas com a vida.

À escala das infraestruturas, porém, há muitos problemas que só com o estudo aturado em células de proveniência muito diversa e em condições experimentais bem definidas poderão ser esclarecidos. Por exemplo: a "maturação" dos órgãos de uma planta e simultânea diferenciação das células, são acompanhadas de uma evolução da ultraestrutura dos organitos celulares. Como se processa essa evolução? Quais os factores susceptíveis de a modificar e em que medida? Que mecanismos ontogenéticos são responsáveis pelo aparecimento, nas "células maduras", de estruturas irreconhecíveis nas células embrionárias? Como se traduz, a nível citológico, a resistência ou sensibilidade de certas espécies ao tratamento de drogas de natureza química diversa (herbicidas, antibióticos, etc.)? Sem entrar em pormenores de natureza técnica, que penso não serem adequados a uma conversa deste género, aqui tem alguns dos problemas que têm sido e estão a ser estudados ao M.E. por mim e meus colaboradores. Como é norma em investigação científica, os resultados concretos obtidos constam dos textos das comunicações e artigos que têm sido publicados sobre o assunto.

Para terminar este aspecto apenas gostaria de lhe apontar dois factos que me parecem altamente positivos tendo em conta a divulgação e universalidade que devem caracterizar todas as realizações no domínio científico: em primeiro lugar, o de contarmos com a colaboração, em alguns destes trabalhos, de alunos frequentando normalmente os últimos anos do Curso de Biologia; em segundo lugar, o do intercâmbio regular com outros investigadores de Microscopia Electrónica, mormente através das Reuniões Anuais da

(continua na pág. 30)

# O FUNCIONAMENTO DO MICROSCÓPIO ELECTRÓNICO

GRACA SIMÕES DE CARVALHO  
(5º ano Biologia)

## O AMADORISMO À DESCOBERTA DO INVISÍVEL

A ideia do infinitamente grande desde sempre impressionou o espírito do Homem, pois ela podia nascer da observação do céu sem necessidade de se recorrer a qualquer instrumento. Pelo contrário, a observação do infinitamente pequeno não é possível sem o auxílio de instrumentos capazes de ampliar, até tornarem discerníveis os objectos demasiado pequenos para serem detectados a olho nu.

O progresso no conhecimento deste mundo invisível iniciou-se nos fins do séc. XVI, quando começou a ser moda na alta sociedade, a título de "hobby", a construção de lentes de vidro a fim de se fazerem observações de variados objectos. É então que vários "físicos" (entre os quais Hans, Zacharias Jansen e Kirsher) se apercebem de que a associação de lentes permite obter ampliações relativamente grandes e conseguir construir aparelhos bastante semelhantes aos atuais microscópios, isto é, com um condensador, uma objectiva e uma ocular.

Foi já no séc. XVII que um fabricante de panos holandês, Leeuwenhoek, conseguiu construir um aparelho em que uma lente simples estava apoiada numa lámina de prata finamente trabalhada e munido de um porta-objectos em forma de agulha capaz de ser regulado em altura e distância (fig. 1-A). Foi com este rudimentar aparelho que Leeuwenhoek atingiu a celebridade ao observar o que ele chamou de "animaculus" o que, de acordo com a sua descrição, é a primeira referência conhecida a bactérias.

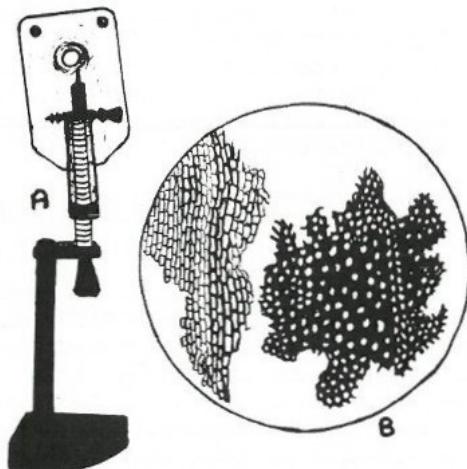


Fig. 1-Esquema do microscópio de Leeuwenhoek (A): o objecto era colocado na ponta da agulha e regulável em altura e distância; (B): o primeiro desenho do tecido vegetal (cortiça), mostrando a estrutura celular, por Robert Hooke.

Alguns anos mais tarde (em 1665), o físico inglês Robert Hooke apresenta a célebre obra "Micrographia or some physiological descriptions of minute bodies made by magnifying glasses with observations and inquiries thereupon" na qual introduz pela primeira vez os termos "célula" (cell) e "parede celular" (wall) ao observar a cortiça (fig. 1-B); com base nessa observação descreve que os tecidos são constituídos por cavidades (células) desprovidas de qualquer conteúdo.

Numerosos microscopistas foram progressivamente improvisando lentes, tendo-se generalizado, no inicio do séc. XIX, a concepção de que tanto as plantas como os animais são constituídos por células, tendo Dutrochet, já em 1824, enunciado a teoria celular. Esta teoria foi definitivamente estabelecida aquando das publicações (independentes) de dois alemães, Schleiden (1838) e Schwann (1839), em que o primeiro, botânico, considerava que a célula era a unidade estrutural das plantas. Paralelamente, Schwann, zoólogo, aplicava a mesma teoria aos animais.

Na segunda metade do séc. XIX desenvolvem-se extraordinariamente os métodos de preparação do material para observação microscópica. É então que se começam a utilizar métodos de preservação (isto é, fixação) da estrutura celular e se introduzem métodos novos de corte e coloração de tecidos. Foi com estas técnicas progressivamente mais aperfeiçoadas que se foram tornando cada vez mais claros os processos de crescimento e multiplicação celulares. Os pormenores detectados na divisão celular e fecundação (união dos núcleos do óvulo e do espermatozóide) tiveram grande importância para o progresso do conhecimento sobre a hereditariedade e a evolução.

## A DESCOBERTA DO MICROSCÓPIO ELECTRÓNICO

Para os microscopistas havia uma pergunta que persistia em toda a sua actividade: "Qual a ampliação máxima que eu poderei obter?". Infelizmente, a resposta não era tão simples como à primeira vista pode parecer, pois que, embora possamos aumentar a imagem do objecto centenas e mesmo milhares de vezes, chegaremos sempre a uma ampliação tal que os detalhes e a própria forma do objecto começam a deteriorar-se. Vejamos um exemplo elucidativo. Ao observarmos uma fotografia de jornal com uma lupa a fim de detectarmos mais pormenores, verificamos que, a partir de determinada ampliação, a fotografia nos aparece como um aglomerado de pontos pretos e brancos. Esta ampliação a partir da qual já não se conseguem observar mais pormenores do objecto é chamada ampliação máxima do instrumen-

to.

Há, pois, para cada sistema óptico, um limite na capacidade de pormenorizar o objecto. A este limite chama-se *limite de resolução* (L.R.) e pode ser definido como a distância mínima entre dois pontos de modo que as respectivas imagens fornecidas pelo sistema óptico sejam distintas. Para melhor compreendermos o significado do L.R. Vejamos dois exemplos. A olho nu podemos distinguir linhas finas separadas de 0,1mm, isto é, o L.R. do olho humano é de 0,1mm. Os microscópios ópticos utilizam radiações cujo comprimento de onda fica incluído na zona a que o olho humano é sensível ( $\lambda=0,55\mu$ ) e, seja qual for o sistema de lentes utilizado, o L.R. nunca poderá ser inferior a  $0,2\mu(0,2 \times 10^{-3}\text{mm})$ , ou seja, a distância mínima a que dois pontos do objecto podem estar para as suas imagens serem distintas é de  $0,2\mu$ .

Podemos portanto concluir que o aumento da capacidade de pormenorizar o objecto não está unicamente dependente da ampliação, mas está fundamentalmente relacionado com o L.R. do sistema. E, tal como vimos anteriormente, para aumentarmos a pormenorização do objecto teremos que baixar o L.R. do sistema; e como o L.R., além de outros factores, depende directamente do comprimento de onda da radiação utilizada, teremos de usar um feixe de electrões cujo comprimento de onda é muito baixo ( $0,05\text{ A}^0=0,05 \times 10^{-4}\mu$ ). A fórmula que relaciona o L.R. com o comprimento de onda  $\lambda$  é

$$L.R. = \frac{0,61\lambda}{AN}$$

onde AN designa a abertura numérica, que é definida por  $n \cdot \operatorname{sen} \theta$ , sendo n o índice de refracção do meio e  $\theta$  semi-ângulo de abertura do cone luminoso que entra na objectiva.

Foi então que os cientistas resolveram utilizar as já conhecidas propriedades associadas ao feixe de electrões - o feixe tem propriedades ondulatórias (1924), o comprimento de onda é inversamente proporcional à velocidade dos electrões (de Broglie, 1924) e o feixe de electrões pode ser focado ao passar através de um campo magnético (Busch, 1926) - e construiram um aparelho, o chamado *microscópio electrónico* (M.E.) cujo L.R. teórico é muito pequeno ( $2A^0 = 2 \times 10^{-7}\text{mm}$ ), conseguindo-se detectar na prática macromoléculas

#### FUNCIONAMENTO DO MICROSCÓPIO ELECTRÓNICO

Basicamente, o M.E. consiste numa coluna em cujo interior se faz o vácuo e que contém, sucessivamente: um filamento de tungsténio (cátodo), uma placa de metal com uma abertura central (ânodo), vários campos electro-magnéticos, um écran fluorescente e uma chapa fotográfica (fig. 2).

A corrente, ao passar pelo filamento de tungsténio, provoca um sobreaquecimento e produz-se uma emissão de electrões. Uma alta voltagem aplicada ao filamento origina uma enorme diferença de potencial entre o filamento e o ânodo, que está ligado à terra. Esta grande diferença de potencial acelera os electrões em di-

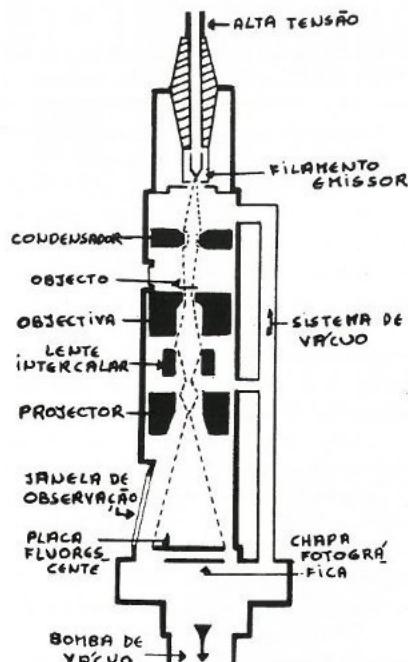


Fig. 2 Esquema de um corte na coluna de um microscópio electrónico. O trajecto do feixe de electrões está representado a tracejado.

recção ao ânodo, e os que passam na abertura central do ânodo continuam ao longo da coluna na forma de feixe de electrões. Este feixe é, logo de início, focado pelo primeiro campo electro-magnético (condensador) e seguidamente atinge o objecto. A maioria dos electrões passa sem qualquer desvio, mas alguns são dispersados pelos átomos pesados "adicionados" ao material em observação e são afastados do feixe não desviado. Isso forma no feixe emergente um padrão que é transformado em imagem quando o feixe é novamente focado pelo segundo campo electro-magnético (objectiva). Esta imagem é seguidamente ampliada pelo terceiro campo electro-magnético (projector). Esta nova imagem pode ser captada no écran fluorescente, ou, quando este é retirado do trajecto do feixe, numa película fotográfica localizada por baixo dele.

Em muitos trabalhos, as microfotografias podem ter uma ampliação de 100 000 vezes, mas este valor pode ser ainda aumentado fotograficamente para cima de 10 vezes.

#### PREPARAÇÃO DO MATERIAL BIOLÓGICO PARA OBSERVAÇÃO AO M.E.

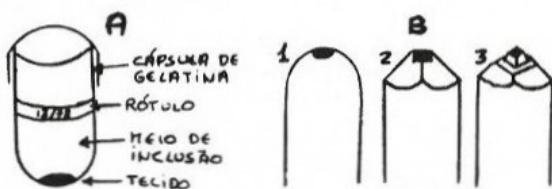
A observação da amostra ao M.E. exige que esta esteja colocada no trajecto dos electrões, o que implica que esteja num meio mantido no vácuo o que obriga a que as substâncias a observar não sejam voláteis. Por outro lado, as preparações submetidas ao bombardeio de electrões sofrem uma elevação de temperatura, pelo que têm que ser resistentes a esse aquecimento.

No caso de material biológico, as condições de observação ao M.E. de tipo comum (isto é, com exclusão do M.E. de muito alta voltagem) tornam impossível o estudo de células vivas. Há portanto necessidade de se proceder à fixação das células, isto é, matar as células sem alte-

rar sensivelmente a sua estrutura; como dizia Lison (1960), a fixação consiste em consolidar "uma disposição especial existente mas fraca criando ligações com moléculas vizinhas, ligações suficientemente fortes para que suportem as manipulações necessárias para a técnica histológica". Normalmente utilizam-se como fixadores o tetróxido de ósmio, o permanganato de potássio ou aldeídos como o aldeído fórmico e o glutaraldeído.

Após fixação das células, há necessidade de as endurecer suficientemente para que se possam realizar cortes de  $0,05\text{--}0,1\mu$  de espessura. Utilizam-se para esse fim vários meios de inclusão de natureza plástica, sendo mais usual o EPON - 812. Como esta resina não é miscível com a água, é necessário substituir a abundante água das células fixadas por álcool (é o processo de desidratação) e seguidamente por óxido de propileno no qual o EPON é solúvel. Após a desidratação, as peças estão prontas para serem incluídas em EPON cujos moldes são normalmente cápsulas de gelatina (é o processo de inclusão) (fig. 3-A). O EPON polimeriza ao calor e obtém-se assim blocos com dureza suficiente para se realizarem os cortes no ultramicrótomo.

Após a polimerização retira-se a cápsula de gelatina e secciona-se o bloco de maneira a



(A) Inclusão. (B) Modo de talhar o bloco: 1)-bloco interno; 2)- 1<sup>a</sup> pirâmide; 3)- 2<sup>a</sup> pirâmide.

Fig. 3

obter-se um tronco de pirâmide que contenha a amostra à superfície (fig. 3-B). A peça assim pre-

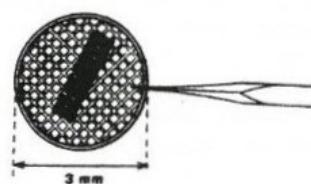


Realização de cortes no ultramicrótomo.

Fig. 4

parada é agora fixada no porta-objectos do ultramicrótomo e é seccionada com uma faca de diamante ou de vidro (é a confecção de cortes) (fig. 4). Os cortes ficam à superfície da água do "bar-

quinho" sustidos pela tensão superficial. Se o bloco estiver bem talhado, obtém-se uma ténia perfeita (fig. 4). Os cortes recolhem-se segui-



Grelha para suporte de ténias

Fig. 5

damente numa grelha que será o suporte das amostras no próprio microscópio electrónico (fig. 5)

A dispersão dos electrões, é função da espessura e da densidade do arranjo das moléculas do objecto e depende essencialmente do número atómico dos elementos. Quanto mais elevado for o número atómico maior é a dispersão; isto em virtude de uma maior densidade do material em que incidem os electrões. Como a maioria dos elementos que constituem as estruturas biológicas (C, H, O, N) têm um número atómico baixo, a formação de imagem é deficiente. Esta dificuldade é minimizada pela "adição" de átomos pesados de uranilo, chumbo, etc.) que se fixam selectivamente a certas estruturas, diversificando as densidades e fazendo portanto variar a dispersão e fazendo portanto variar a dispersão electrónica, e, consequentemente, aumentando o contraste (é o processo de coloração). ■

Agradece-se a colaboração do Professor José Firmino Moreira Mesquita na revisão deste artigo.

#### BIBLIOGRAFIA

- BUVAT, R. - *La cellule végétale*, Machete, Paris (1969)
- WEAKLEY, B. S. - *A Beginner's Handbook in Biological Electron Microscopy*, Chur chull divingstone, London (1972)
- DURAND, M. e FAVARD, P. - *La Celula*, Edições Omega S.A., Barcelona (1971)
- ROBERTIS e NOWINSKIESAEZ - *Cell Biology*, W.B. Saunders Company, London (1965)
- DI FIORI - *Diagnóstico Histológico*, Editorial "El Ateneo", Barcelona (1959)
- JUNQUEIRA e CARNEIRO - *Histologia Básica*, Guanabara Koogan, Rio de Janeiro

#### HUMOR (continuado da pág. 25)

#### III. MÉTODOS DA FÍSICA EXPERIMENTAL

11. O método termodinâmico. Construímos uma membrana semi-permeável, permeável a tudo excepto a leões, e varremos o deserto com ela.

12. O método da cisão atómica. Irradiamos o deserto com neutrões lentos. O leão torna-se radioactivo e inicia-se um processo de desintegração. Quando já estiver enfraquecido, o leão ficará incapaz de mostrar espírito de luta.

Henri Pétard, da Sociedade para a Investigação Inútil in American Mathematical Monthly, XLV (1938), 446 (adapt.).

# AFINAL...

# QUE É O $\pi$ ?

ISABEL FRAGA ALVES

(2º ano Matemática)<sup>1</sup>

Se fizermos esta pergunta a uma criança dos nossos dias, ela responderá prontamente que se trata do valor 3,14 que utiliza nos cálculos que envolvem áreas e comprimentos de circunferências. Mas aperceber-se-á ela dos anos de estudo que foram necessários para dar esta resposta que hoje se nos afigura tão insignificante?

Já muitos anos antes de Cristo se tinha observado que são iguais os quocientes entre os comprimentos de duas circunferências e os respectivos diâmetros. Daqui se concluia ser constante, numa circunferência, a razão entre o perímetro e o diâmetro. Destas observações, iria nascer uma designação - a letra grega  $\pi$  só seria utilizada pela primeira vez por Euler! - para essa constante, definida como o quociente entre o comprimento duma circunferência rectificada e o seu diâmetro.

Resumindo o que acaba de ser dito e representando por  $C$  o comprimento da circunferência rectificada (da qual o leitor pode ter uma imagem considerando esticado o fio AB que, dobrado, formasse a circunferência (fig. 1) e por  $r$  o seu raio

$$\pi = \frac{C}{2r}$$

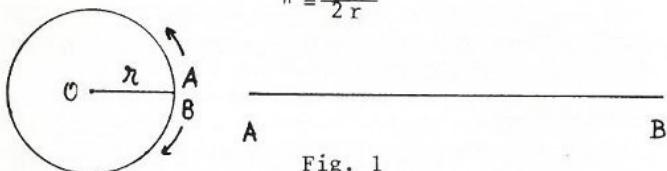


Fig. 1

## INTRODUÇÃO HISTÓRICA SOBRE O CÁLCULO DE $\pi$

"Fez também um mar de fundição, de dez côvados (1) duma borda à outra, redondo, e de cinco côvados de alto; cingia-o em roda um cordão de 30 côvados".

(Antigo Testamento - Livro 3º dos Reis, VII, 23, II Crónicas IV, 2).

$\pi = 3,14159$	26535	89793	23846	26433	83279
50288	41971	69399	37510	58209	74944
59230	78164	06286	20809	86280	34825
34211	70679	82148	08651	32823	06647
09384	46095	50582	23172	53594	08128
48111	74502	84102	70193	85211	05559
64462	29489	54930	38196	44288	10975
66593	34461	28475	64823	37867	83165
27120	19091	45648	56692	34603	48610
45432	66482	13393	60726	02491	41273
72458	70066	06315	58817	48815	20920
96282	92540	91715	36436	78925	90360
01133	05305	48820	46652	13841	46951
94151	18094	33057	27036	57595	91953
09218	61173	81932	61179	31051	18548
07446	23799	62749	56735	18857	52724
89122	79381	83011	94912	98336	73362
44065	66430	86021	39501	00924	48077
23094	36285	53096	62027	55693	97986
95022	24749	96206	07497	03041	23668
86199	51100	89202	38377	02131	41694
11902	98858	25446	81639	79990	46597
00081	70029	63123	77381	34208	41307
91451	18398	05709	85...		

Roy. Soc. London, 23, 1874, p. 45.

Analisando a passagem da Bíblia apresentada acima, sobre a descrição do local de banho dos sacerdotes, no templo de Salomão, podemos interpretá-la do seguinte modo:

Salomão terá mandado construir um local de banhos, redondo, com 10 côvados de diâmetro e cujo perímetro seria de 30 côvados. Que deduzimos daqui? Representemos por  $d$  o diâmetro e por  $P$  o perímetro; então

$$\pi = \frac{30}{10} = 3;$$

tudo parece assim indicar que os antigos judeus acreditavam que  $\pi$  era igual a 3.

O abismo que separa a aproximação grosseira dada pela Bíblia do cálculo de  $\pi$  efectuado por Shanks em 1874 com 707 decimais exactas é tão considerável que parece difícil dele fazer uma ideia. No entanto, apenas é necessário conhecer  $\pi$  com quatro decimais para termos uma precisão suficiente para as necessidades práticas.

Por exemplo:

Se um homem, ao abrir um poço, põe este problema - o poço tem 2 m de diâmetro; quanto tem de circunferência? - a resposta é imediata:  $P = 2 \times 3,14 = 6,28m$ . Se tomássemos o valor de  $\pi$  aproximado até à quarta casa decimal, teríamos:  $P = 2 \times 3,1416 = 6,2832m$  resposta cuja precisão já não interessa porque ninguém vai entrar com décimas de milímetro em medidas de poços!

Com 16 decimais, obtém-se o comprimento duma circunferência que tenha por raio a distância média da Terra ao Sol com um erro inferior à espessura dum cabelo!

Substituam o Sol pela nebulosa mais longínqua e o cabelo pelo mais pequeno corpúsculo conhecido dos físicos: para atender a esta precisão fantástica, não necessitarão mais do que quarenta decimais.

E não estejas já a dizer, leitor mais interessado nestes problemas matemáticos: "isso ultrapassa a imaginação!". Pelo contrário, lendo a história do número  $\pi$ , irás penetrar no fundo do mundo matemático, esse mundo maravilhoso onde a imaginação tem a sua parte mais bela.

O COMPRIMENTO DUMA CIRCUNFERÊNCIA É PROPORCIONAL AO DIÂMETRO; A ÁREA DUM CÍRCULO É PROPORCIONAL AO QUADRADO DO RAIO; O COEFICIENTE DE PROPORCIONALIDADE É O MESMO NÚMERO  $\pi$ , aproximadamente igual a 3,14.

(1)- Côvado - antiga medida equivalente a 0,66m.

O que sabe a criança de hoje, os gregos levaram dois séculos a estabelecer!

Desde a mais alta antiguidade se têm procurado determinações de  $\pi$ . Mas, desde que se acentuou o interesse à volta do problema do número  $\pi$ , iniciou-se um longo período de penosos esforços (que só vêm a terminar no final do séc XIX) para, não só o determinar com a maior exactidão possível, como ainda prescurtar a sua natureza teórica e resolver os problemas que com ela andam ligados.

Iremos, em seguida, debruçar-nos sobre o primeiro objectivo deste artigo:

#### HISTÓRIA DA DETERMINAÇÃO DO VALOR DE $\pi$ :

Para melhor sistematização do problema, agruparemos as diversas tentativas de aproximação do valor de  $\pi$  em três períodos:

- Até Arquimedes;
- De Arquimedes a Viète;
- De Viète à actualidade.

#### 1º Período - Até Arquimedes - Período empírico

São do Médio Oriente as mais antigas determinações aproximadas que se conhecem de  $\pi$ .

Como vimos anteriormente, na Babilónia e entre os hebreus tomava-se simplesmente  $\pi=3$ . Este valor é 5% menor do que o real, mas já anteriormente, entre os egípcios, era conhecido um valor mais exacto. No célebre Papiro de Rhind, redigido certamente antes de 1700 A.C., portanto há aproximadamente 4 000 anos, o sacerdote Ahmes dá a seguinte regra para determinar a área dum campo circular: "dividir o diâmetro em nove partes, tirar-lhe uma dessas partes e quadrar".

Com os nossos símbolos de hoje, obtemos, desse modo, para a área do círculo

$$A = (2r - \frac{2r}{9})^2 = (\frac{16}{9})^2 \cdot r^2 \quad (1)$$

Ora, saber-se-ia na época de Arquimedes (incluído no 2º Período), que a área dum círculo é igual à de um triângulo rectângulo que tenha por base a respectiva circunferência rectificada e, por altura o raio; ou seja

$$A_1 = A_2 = \frac{2\pi r \cdot r}{2} = \pi r^2$$

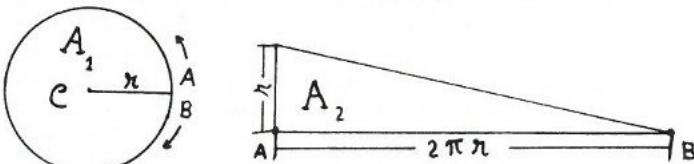


Fig. 2

Comparando com a regra (1) de Ahmes vem:

$$\pi = (\frac{16}{9})^2 = 3,16 \text{ por defeito,}$$

o que é menos do que 1% a mais do real valor de  $\pi$ .

Podemos ainda considerar incluído neste período um contemporâneo de Sócrates - Antifonte (469-399 A.C.) - que inscreve à circunferê-

cia um quadrado (ou um triângulo equilátero), depois um octógono e imagina duplicar o número de lados até ao momento em que o polígono obtido coincide praticamente com a circunferência.

Por outro lado, Brison (na mesma época e seguidor da linha pitagórica) faz intervir os polígonos circunscritos à circunferência.

Consideramos assim que Antifonte e Brison são os mais importantes precursores do método futuramente utilizado por Arquimedes para a determinação do valor de  $\pi$ .

#### 2º Período - de Arquimedes a Viète - 1º período teórico

Com Euclides e, sobretudo, com Arquimedes, inicia-se o 2º período na história das determinações de  $\pi$ ; nele se encontram não apenas regras empíricas, mas o cuidado de justificar os resultados.

Com efeito, o maior passo entre os Gregos foi dado por Arquimedes (287-212 A.C.) com o qual o problema em causa toma uma nova proporção; com um método que hoje se nos afigura incontestavelmente fatigante (método de exaustão) Arquimedes compara e desenvolve os resultados obtidos por Antifonte e Brison; deste modo, inscreve e circunscreve à circunferência polígonos regulares de 6, 12, 24, 48 e 96 lados, calcula os perímetros desses polígonos e obtém, assim, o que hoje chamariamos um limite inferior e um limite superior para o comprimento da circunferência rectificada. Este procedimento implica:

- a) admitir que o comprimento da circunferência existe;
- b) que ele é o limite comum dos perímetros dos polígonos regulares inscritos e circunscritos quando o número dos seus lados tende para infinito.

Arquimedes admite ambos os factos sem que, no entanto, desse uma formulação rigorosa do segundo, o que estava fora das preocupações e dos recursos da Análise do seu tempo, mesmo para uma mentalidade da força da sua.

Destes cálculos deduz que "o perímetro da circunferência excede 3 vezes o seu diâmetro por uma parte que é menor do que a sétima parte do diâmetro e maior que o décuplo do diâmetro dividido por 71", ou seja,

$$3 \frac{10}{71} < \pi < 3 \frac{1}{7}$$

ou, em escrita decimal,

$$3,140845 < \pi < 3,142857$$

$3 \frac{1}{7}$  tem sido muitas vezes chamado o valor arquimediano de  $\pi$ ; durante muito tempo, aproximação (0,2% maior do que o real valor) não foi ultrapassada, embora tenham sido feitas tentativas para o conseguir, principalmente pelas civilizações orientais. Como iremos ver, naquela época o Oriente estava bastante mais avançado do que o Ocidente em matéria de conhecimentos científicos.

Um dos valores de  $\pi$  mais utilizado na Antigüidade Oriental e mesmo abusivamente na Idade Média foi o de

$$\pi = \sqrt{10}$$

que foi indidado na China por Chang-Hing (78-139 D.C.) e na Índia por Brahmagupta (nascido em 598 D.C.).

Alguns autores consideram que a razão de ser deste valor seria uma fórmula de aproximação muito utilizada naquela época.

$$\sqrt{a^2 + r^2} a + \frac{1}{2a+r}$$

ou seja, no nosso caso, para o valor arquimedeano de  $\pi$ ,

$$3 + \frac{1}{7} = 3 + \frac{1}{2 \cdot 3 + 1} \approx \sqrt{9+1} = \sqrt{10}$$

No séc. III D.C. o matemático chinês Lui Hui, calculando perímetros de polígonos regulares inscritos até 192 lados, encontrou  $\pi = 3,14$  (por defeito) e que estava de acordo com a determinação arquimediana.

Mas o astrônomo chinês Tsu-Ching-Chih (nascido em 430 D.C.) fez ainda melhor: mostrar que  $\pi$  está compreendido entre 3,141 592 6 e 3,141 592 7 e propõe os valores aproximados  $\frac{355}{113}$  e  $\frac{22}{7}$ , este último já usado por Arquimedes.

Na Índia, Aryabhatta (500 D.C.) considera como insuficiente o valor  $\frac{22}{7}$  e dá o valor "exato"

$$\pi = 3,1416 = \frac{3927}{1250}$$

Mas os hindus não fizeram grande uso dele, já que tomavam habitualmente ou  $\pi = 3$  ou  $\pi = \sqrt{10}$ .

No séc. XII, o matemático hindu Bhaskara dâ o valor arquimediano  $\frac{22}{7}$  e também o valor  $3927/1250$ ; este parece ter sido obtido pelo método arquimediano com polígonos até 384 lados!

Este mesmo valor aparece também mencionado pelo matemático árabe Al-Khowarizmi (séc. IX), mas parece que os árabes posteriormente o esqueceram e continuaram a tomar nas aplicações  $\pi = \sqrt{10}$ .

Na Europa, desde o séc. XIII que o cálculo de  $\pi$  chama de novo a atenção dos espíritos curiosos dos matemáticos,

Na sua obra *Practica Geometriae*, escrita em 1220, Leonardo de Pisa propõe o valor 3,1418, média dos limites obtidos com os polígonos de 96 lados:

$$3,1410 < \pi < 3,1427$$

No séc. XVI, Adrianus Romanus (1561-1615), um matemático dos Países Baixos, calculou  $\pi$  com 15 decimais usando o método arquimediano, e um seu contemporâneo, Ludolph van Ceulen (1540-1610) levou, pelo mesmo método, o cálculo até 32 (35?) decimais! Devido ao seu trabalho prodigioso as 32 (35?) decimais foram gravadas sobre o seu túmulo e a  $\pi$  se deu o nome de

"número de Ludolph", designação que durante muito tempo foi usada na Alemanha.

Mas, por muito extraordinária que a todos tenha parecido a proeza de Van Ceulen ela deveria ser brevemente eclipsada graças aos notáveis aperfeiçoamentos que Snellius (1580-1626) e Huyghens (1629-1665) introduzem no método arquimediano; este último já tinha estabelecido ao seu tempo um teorema fundamental que se pode enunciar do seguinte modo:

- "um arco  $x$  ( $0 < x < \frac{\pi}{2}$ ) está compreendido entre o seu seno e a sua tangente".

Melhorando consideravelmente este resultado, Snellius encontra, uma nova relação muito importante para os novos cálculos de  $\pi$ :

$$\frac{3 \sin x}{2 + \cos x} < x < \frac{2 \sin x + \tan x}{3}$$

Com este novo método, Snellius obtém 34 decimais exactas, partindo do quadrado e duplicando 28 vezes o número dos lados.

Utilizando um método semelhante ao de Snellius, Huyghens calcula  $\pi$  com 9 decimais exactas sem utilizar outros polígonos além ...do hexágono!

Um novo método está a despontar na história da determinação do valor de  $\pi$ . Esse método novo é o método dos limites, que começa a aparecer pela segunda metade do séc. XVI e tem grande implantação no séc. XVII. Caracteriza-o o recurso aos processos infinitos de cálculo, isto é, o manuseamento de expressões em que figura uma infinidade de operações, o que era inteiramente desconhecido dos matemáticos da Antiguidade.

O cálculo infinitesimal e, mais particularmente, a teoria das séries e dos produtos infinitos, forneceram fórmulas notáveis para a descoberta do valor de  $\pi$ .

É o matemático francês Viète (1540-1603) quem obtém a primeira fórmula deste tipo (algoritmo infinito):

$$\frac{\pi}{2} = \frac{1}{\sqrt{\frac{1}{2}} \sqrt{\frac{1}{2} + \frac{1}{2} \sqrt{\frac{1}{2}}} \sqrt{\frac{1}{2} + \frac{1}{2} \sqrt{\frac{1}{2} + \frac{1}{2} \sqrt{\frac{1}{2}}}} \dots}$$

Esta expressão de  $\pi$ , por meio dum produto infinito convergente, não faz intervir senão os algarismos 1 e 2 e provém da relação de recorrência que existe entre as áreas dos polígonos regulares de  $2^n$  e  $2^{n+1}$  lados.

Pouco depois, John Wallis (1616-1703), um dos criadores da Análise, deu a expressão:

$$\frac{\pi}{2} = \frac{2}{1} \frac{2}{3} \frac{4}{3} \frac{4}{5} \dots \frac{2n}{2n-1} \frac{2n}{2n+1} \frac{2n+2}{2n+1}$$

obtida calculando de duas maneiras a área do semi-círculo que tem por diâmetro a unidade, isto é, escrevendo

$$\frac{\pi}{2} = \int_0^1 \sqrt{x(1-x)} dx$$

(continua pág 32)

# A RADIAÇÃO TÉRMICA

VITOR TORRES  
(5º ano Física)

## E A TEORIA DOS QUANTA

A radiação térmica tornou-se nos fins do século passado um assunto escaldante. Nessa época, a quase totalidade dos fenômenos físicos conhecidos tinha explicação teórica. Acreditava-se até ter-se chegado ao limiar do conhecimento científico, sendo a tarefa futura do físico explicar alguns fenômenos novos, dentro do contexto da física de então (agora chamada clássica). Porém, todas as tentativas de explicação do espectro da radiação térmica, no âmbito da física clássica, se revelaram incompatíveis com os dados fornecidos por experiências. Parecia que a natureza conspirava contra o dogmatismo de muitos físicos.



Face a esta situação, Max Planck, físico alemão e prêmio Nobel em 1918, introduziu uma condição à energia, a qual adiou o limiar do conhecimento científico para um tempo desconhecido.

Vejamos brevemente os passos significativos que levaram à teoria da radiação térmica e por conseguinte à teoria dos quanta.

As primeiras tentativas de explicação científica do calor levaram a concluir que se tratava de um fluido, o "calórico". Durante o século passado, no entanto, constatou-se que toda a matéria contém energia devida ao movimento das suas partículas. O calor é esta energia e é explicitado pela temperatura.

A matéria tende sempre para o equilíbrio térmico. Dois ou mais corpos a diferentes temperaturas tendem a ficar com uma mesma temperatura.

Para haver equilíbrio térmico, a energia chamada calor tem de se propagar. A propagação

do calor dá-se por condução ou convecção, que são processos que exigem um meio material. Pode dar-se ainda propagação do calor no vácuo, pelo que existe também propagação por radiação térmica.

A radiação térmica é semelhante à radiação luminosa, diferindo desta por ter maior comprimento de onda, e também porque é invisível ao olho humano. Sofre, como a radiação luminosa, fenômenos de absorção, reflexão, difração, etc.

A absorção de radiação varia de corpo para corpo. Usamos no Verão roupas claras pois estas são mais frescas do que as roupas escuras. Ou seja, as roupas claras absorvem menos calor do que as escuras. Em presença de radiação, um corpo nunca a absorve na totalidade, porque uma parte da radiação é reflectida.

Um corpo que absorva toda a radiação que nele incide chama-se "corpo negro". Na realidade não existem corpos negros. A melhor aproximação dum corpo negro consiste num pequeno orifício numa parede que dá acesso a uma cavidade (fig. 1). Toda a radiação incidente no orifício é absorvida por sucessivas reflexões da radiação nas paredes da cavidade.

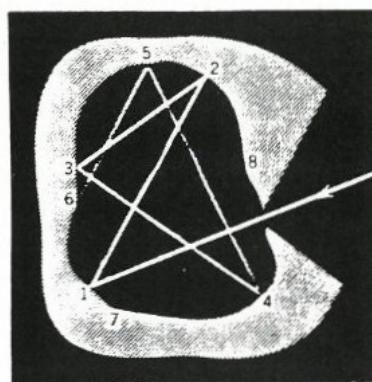


Fig. 1

Todos os corpos negros se comportam da mesma maneira. Assim, o corpo negro é o ideal para o estudo da radiação térmica. Para que haja equilíbrio térmico, toda a matéria, e também os corpos negros, emite e absorve radiação.

Na teoria da radiação térmica, estuda-se a relação da energia emitida por unidade de superfície e de tempo,  $U_T(v)$ , com a temperatura  $T$  do corpo negro em equilíbrio térmico, e a frequência  $v$  da radiação. Pode provar-se que  $U_T(v)$  é proporcional a  $\rho_T(v)$ , densidade de energia no interior da cavidade.

Lummer e Pringsheim efectuaram medições muito precisas de  $U_T(v)$ , cujos resultados estão

representados na fig. 2.

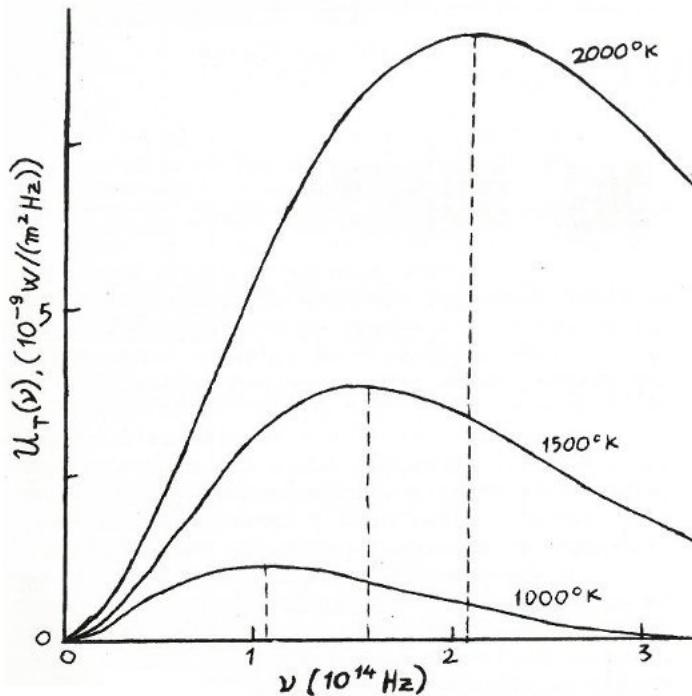


Fig. 2

Porém, as tentativas para determinar teoricamente a distribuição espectral do corpo negro,  $U_T(v)$ , conduziram a resultados que estavam em contradição flagrante com as medições referidas.

A tentativa mais brilhante foi a de Rayleigh e Jeans. Reduziram o campo da radiação a um conjunto de osciladores harmônicos simples, chamados "osciladores de radiação". Um oscilador harmônico simples é um sistema que executa pequenas oscilações livres em volta duma posição de equilíbrio estável.

Ora, a densidade de energia  $\rho_T(v)$  é o produto da energia média  $\bar{\epsilon}$  de cada oscilador pelo número de osciladores por unidade de volume,  $N(v)$ , que vibram com a frequência particular  $v$ , isto é,

$$\rho_T(v) = N(v) \cdot \bar{\epsilon} \quad 1)$$

Segundo a física estatística,

$$N(v) = \frac{8\pi v^2}{c^3} \quad 2)$$

em que  $c$  é a velocidade da luz ( $c=3 \times 10^{10}$  cm/s), e também

$$\bar{\epsilon} = k \cdot T \quad 3)$$

em que  $k$  é a constante de Boltzmann ( $k=1,38 \times 10^{-16}$  erg/K) e  $T$  é a temperatura absoluta. A equação 2) é um caso especial do "teorema da equipartição". Substituindo 2) e 3) na equação 1), tem-se que

$$\rho_T(v) = \frac{8\pi v^2}{c^3} kT \quad 4)$$

que é um resultado que não satisfaz os dados experimentais, como se vê na fig. 3.

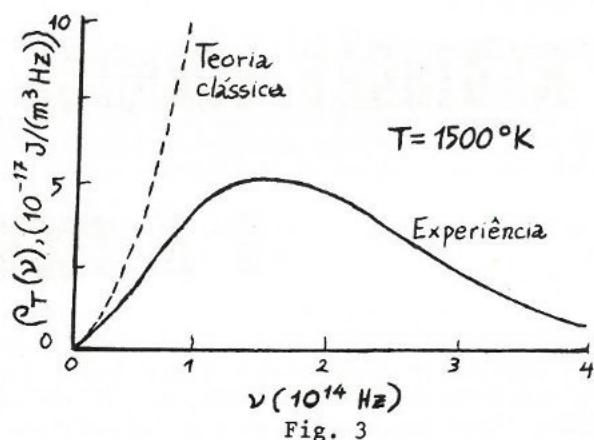


Fig. 3

E aqui estava o problema. Como poderia o raciocínio estar errado sem contradizer as teorias físicas então vigentes?

Foi Planck quem solucionou o problema, admitindo, em 1900, que os osciladores só emitem energia E em quantidades múltiplas inteiras do quantum de energia  $hv$ , ou seja,

$$E = n h v \quad 5)$$

em que  $n$  é um número inteiro e  $h$  é a chamada constante de Planck ( $h=6,626 \times 10^{-34}$  erg.s).

Planck supôs que esta condição era causada por fenômenos desconhecidos de troca de energia, não violando assim a física clássica.

Com esta condição, tem-se para a energia média

$$\bar{\epsilon} = \frac{h v}{e^{\frac{h v}{k T}} - 1} \quad 6)$$

e substituindo este valor na equação 1), vem

$$\rho_T(v) = \frac{8\pi}{c^3} \cdot \frac{h v^3}{e^{\frac{h v}{k T}} - 1} \quad 7)$$

que é a lei de radiação de Planck. A lei de radiação de Planck está em perfeito acordo com as medições de Lummer e Pringsheim, como mostra a fig. 4.

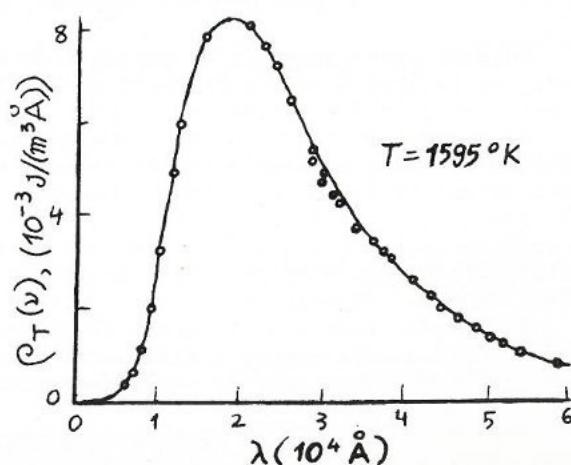


Fig. 4

(continua pág 32)

# GOMES TEIXEIRA

ANTÓNIO LEAL DUARTE

(5º ano Matemática)

Quem foi Gomes Teixeira? Quais os factos da sua vida que justificam a atribuição do seu nome a uma sala do Departamento de Matemática? Estas são algumas das perguntas que com certeza se põem quando se depara com a referida sala, as quais vamos tentar dar uma resposta, ainda que incompleta, neste pequeno esboço biográfico. Para começar poderemos dizer que se trata, como seria de esperar, de um matemático que a par dos seus trabalhos de investigação, graças aos quais foi considerado um dos grandes matemáticos do seu tempo, desenvolveu também uma enorme acção pedagógica, impulsionando extraordinariamente o estudo da matemática em Portugal.

Mas vejamos mais em pormenor a sua vida e a sua obra.

\*

FRANCISCO GOMES TEIXEIRA nasceu a 28 de Janeiro de 1851 em S. Cosmado, uma pequena povoação do concelho de Armamar onde seus pais eram pequenos comerciantes, e aí decorreu sem história a sua infância.

Terminada a instrução primária em S. Cosmado, fez na vizinha cidade de Lamego os estudos liceais aos quais deveria seguir-se, segundo os desejos dos pais, o curso de teologia com vista a uma futura carreira eclesiástica; aliás, também então a matemática não se contava entre as disciplinas que mais entusiasmavam o jovem Gomes Teixeira, segundo ele declara numa entrevista dada em 1927:

*Atraiu-me nessa distante mocidade a literatura latina, sobretudo Vergílio, que estudei com verdadeira paixão. Também me atraía a literatura portuguesa, especialmente os nossos clássicos. Li Os Lusiadas umas poucas de vezes. Li Filinto Elísio, Bocage, etc. Li por inteiro o que havia publicado de Herculano, Garret e Camilo. Tinha um especial interesse pela História, sobretudo pela História de Portugal...*

E quanto às ciências diz:

*A que mais chamou a minha atenção foi a Física, por explicar fenómenos que via diariamente. As matemáticas não tinha afecto nem aversão. Estudei-as, e bem, apenas para cumprir o meu dever escolar.*

Em Lamego, foi seu primeiro professor de matemática o médico Francisco Maria de Carvalho que era ainda seu parente e em casa de quem Gomes Teixeira estava hospedado. Este médico, reconhecendo talvez no seu aluno certas aptidões para as matemáticas, propôs a troca da teologia por essa ciência. Perante esta alternativa o interessado mostrou-se indiferente e a família hesitante; como o problema parecia de difícil so-

lução, ele foi resolvido muito simplesmente por lançamento de sortes, tendo o acaso decidido precisamente a troca da teologia pela matemática.

Obedecendo à escolha assim feita, apresentou Gomes Teixeira em 1869 a sua matrícula na Faculdade de Matemática da Universidade de Coimbra, que então atravessava uma época de decadência. De facto, apesar do nível científico e pedagógico atingido por essa Faculdade, aquando da sua criação em 1772, com Monteiro da Rocha e Anastácio da Cunha, o período que se lhe seguiu (e que só terminará com Gomes Teixeira) não corresponde a esse nível, pois se houve alguns bons professores, investigação foi coisa que pouco se fez (o que em parte se pode explicar pela falta de apoio oficial e pelo agitado período político de então). A única exceção que neste período nos surge é Daniel da Silva que, no entanto, não era professor em Coimbra mas sim na Escola Naval. A agravar este estado de coisas, havia ainda o quase completo isolamento em que os matemáticos portugueses se encontravam, isolamento esse particularmente sentido por Daniel da Silva. De isto tudo se ressentia o ensino, que pouco e volviu (pelo menos em comparação com a evolução então sofrida pela ciência ensinada) desde os tempos de Monteiro da Rocha. O panorama mostrava-se pois pouco animador para quem se interessasse verdadeiramente por estas ciências; este não era no entanto o caso de Gomes Teixeira quando ingressou na Universidade; eis o que ele diz na entrevista já citada sobre o aparecimento da sua vocação:

*Um dos meus professores, o Dr. Torres Coelho, depois de me chamar duas vezes à lição, foi dizer ao Dr. Filipe de Quental, em casa de quem eu estava hospedado, que lhe parecia ser eu o melhor aluno do curso. Sabedor disso senti-me estimulado. Esse facto decidiu das minhas predileções definitivas. Consagrei-me desde então com absoluto exclusivismo as matemáticas.*

Os efeitos desta decisão não se fazem esperar: logo no primeiro ano obtém Gomes Teixeira a nota máxima (não sem alguma oposição de alguns professores da Faculdade, pois tal nota não costumava ser dada no primeiro ano) e o mesmo se passa nos restantes anos do curso, terminando-o com a classificação final de 20 valores. E já então não lhe bastava o que aprendia nas aulas; de facto, data do terceiro ano o seu primeiro trabalho de investigação, que é publicado a conselho de um professor seu com o título *Desenvolvimento das funções em fracções contínuas*; como Gomes Teixeira não era propriamente um menino prodígio, o interesse científico deste trabalho é muito pequeno (o seu autor nem sequer o incluiu nas suas *Obras sobre Matemática* publicadas a par

tir de 1904); no entanto, se atendermos ao facto de ter sido escrito por um aluno do terceiro ano e ao estado do ensino, ele deve ser considerado uma obra prima; pelo menos assim o considerou Daniel da Silva a quem Gomes Teixeira havia oferecido um exemplar; na carta em que aquele agradece a oferta pode ler-se:

... Restou-me porém das ruínas do meu passado científico a afeição admirativa, o vivo interesse de simpatia que me ligam sempre àqueles que se distinguiram de modo notável na ciência que foi objecto das minhas predileções.

Dizer pois que estimo desde já o autor da memória que recebi é muito mais que um cumprimento epistolar; é o simples enunciado de uma condição inevitável da minha organização.

Esta carta deu início a uma grande amizade entre o autor e o destinatário que, apesar de só durar sete anos (Daniel da Silva morreu em 1878) e durante esse tempo só se terem encontrado duas vezes, muita influência vai ter sobre Gomes Teixeira. De facto, através de uma assídua correspondência, Daniel da Silva tornou-se num verdadeiro mestre do jovem matemático aconselhando-lhe livros e temas de estudo, incentivando-o e dando-lhe orientações bastante úteis.

Será talvez interessante indicar agora o método de estudo que normalmente Gomes Teixeira seguia: quando estudava um trabalho não lia as demonstrações dos teoremas que ali se encontravam mas apenas o seu enunciado, tentando ele próprio fazer as demonstrações; claro que nem sempre o conseguia, mas só depois de vários esforços ele dava uma vista de olhos rápida à demonstração em causa que depois tentava reconstituir, se não o conseguia estudava-a então tal como ela se encontrava no trabalho que era objecto do seu estudo. Com semelhante método de estudo não é de admirar que os resultados obtidos fossem excelentes!

Em 1875 apresentou Gomes Teixeira a sua dissertação de doutoramento com o título: *Integração das equações às derivadas parciais de 2.ª ordem* onde generalizou alguns resultados de Ampère e apresentou alguns novos métodos de integração dessas equações, doutorando-se com a nota de 20 valores que pela primeira vez a Faculdade de Matemática concedia.

Tentando quebrar o isolamento em que os matemáticos portugueses se encontravam apressou-se o novo doutor em traduzir para francês os principais resultados da sua tese e a enviá-los para revistas estrangeiras, sendo publicados em mais do que uma; teve esse trabalho um certo impacto não só em Portugal (o presidente do júri do seu doutoramento havia declarado, com exagero evidente, que a ciência havia recebido um impulso digno de Newton) mas também noutros países, sendo por exemplo bastante citado por Goursat nas lições que então dava sobre o assunto.

Também com o objectivo de terminar com esse isolamento, fundou em 1877 (já então professor da Faculdade) o *Jornal de Ciências Matemáticas e Astronómicas* que pode ser considerado como a primeira revista portuguesa exclusivamente dedicada a esses assuntos; esta iniciativa vem a constituir também grande estímulo à investigação matemática, pois se os primeiros números do

*Jornal* são exclusivamente ocupados pelo seu fundador, logo nos números seguintes se podem ver artigos de jovens matemáticos portugueses (que poderiam ter a certeza de os seus escritos não ficarem ignorados, o que por outro lado lhes daria certa responsabilidade) a par com outros de matemáticos estrangeiros, alguns já consagrados como Charles Hermite; pode-se calcular a divulgação adquirida pela revista pelos pedidos de permuta de várias Universidades que se encontram na correspondência de Gomes Teixeira por ele oferecida à Universidade de Coimbra. Tem também esta iniciativa o necessário apoio oficial determinando o governo que o *Jornal* seja editado pela Imprensa da Universidade sem encargos para o seu director.

Mas não bastava estimular a investigação para vencer o atraso que nos separava da actividade científica internacional: era preciso também actualizar o ensino; com este intuito publica Gomes Teixeira em 1887 o primeiro tomo do *Curso de Análise Infinitesimal* e três anos depois o segundo tomo; nas notícias críticas aparecidas em várias revistas da especialidade, apesar de alguns defeitos apontados, esse tratado é considerado como perfeitamente ao nível dos tratados de Análise então usados nas grandes Universidades, chegando a ser aconselhado em alguns casos a sua tradução na língua respectiva, vindo a constituir entre nós uma grande inovação no campo do ensino.

Também com vista a manter o ensino actualizado, realizou ao longo da sua carreira diversas visitas ao estrangeiro, assistindo a aulas e exames, informando-se sobre métodos e conteúdos do ensino, etc. Procura ainda estimular nos seus alunos o gosto pela investigação dando-lhes questões para resolver e escrevendo grande parte dos seus trabalhos de investigação de modo a poderem ser estudados por pessoas composta cultura matemática. Aliás, quanto à sua actividade como professor são bastante significativos os testemunhos seguintes, dados em discursos de homenagem por alunos já então professores de matemática.

... A exposição nada tinha de verbal; era lógica e simples... Gomes Teixeira não tinha pretensão de dar programa extenso. Acentuava tão somente as ideias fundamentais a considerar (Prof. Augusto de Queirós).

Isento de severidade na avaliação das provas escolares, sempre teve presente o preceito pedagógico de estimular a curiosidade e o interesse do aluno (Prof. Duarte Leite).

Continua também a publicar quer no seu *Jornal* quer nas mais conhecidas revistas de matemática diversos artigos de investigação respeitantes às equações às derivadas parciais e aos desenvolvimentos de funções em série, cuja enumeração se torna impossível fazer aqui (alias com a enumeração de todos os seus trabalhos pouco espaço restaria no Mocho).

Dá-se entretanto a sua passagem pela vida política: em 1879 é eleito deputado pelo partido regenerador; no entanto, a sua estadia em Lisboa torna-se mais notada na Academia das Ciências (de que era já sócio correspondente) do que

em S. Bento; esta experiência não lhe agradou muito: ele mais tarde dirá que o melhor que fez durante esse tempo foi ouvir cantar em S. Carlos.

Por esta altura foi transferido a seu pedido para a Academia Politécnica do Porto, sendo logo em 1886 nomeado seu director; nestas funções desempenha um papel importante, quer com os esforços desenvolvidos para a aquisição de novas instalações quer com a criação em 1905 dos *Anais Científicos da Academia Politécnica do Porto* (que continuam, na parte referente à matemática, o *Jornal de Ciências Matemáticas e Astronómicas*), publicados a partir de 1927 com o nome de *Anais da Faculdade de Ciências do Porto*. Mantém-se director da Academia até 1911, data em que, com a criação da Universidade do Porto, se torna seu primeiro reitor, vindo depois a ser nomeado reitor honorário.

1897 é o ano da publicação de uma das obras mais famosas de Gomes Teixeira: *Tratado de las curvas especiales notables tanto planas como alabeadas que apresentou a um concurso aberto pela Academia das Ciências de Madrid*; recebeu esta obra o primeiro prémio juntamente com uma outra do matemático italiano Gino Lória. Nas suas *Obras sobre Matemática*, publicadas por ordem do governo português, surge uma nova edição em francês do Tratado de Curvas muito aumentada e com um suplemento. Neste tratado quase encyclopédico, para cada curva estudada são indicadas várias propriedades - algumas das quais, segundo o autor diz no prefácio, talvez ainda não tivessem sido notadas - as suas aplicações e história; e desta vez é a Academia das Ciências de Paris que lhe concede o prémio Binoux para a história das ciências. Sobre a importância desta obra basta dizer que ainda hoje ela é citada quer em livros da especialidade quer em artigos de encyclopédias. Sobre esse assunto publica ainda em várias revistas algumas dezenas de artigos.

Tem já então o seu nome projecção internacional; de facto, Gomes Teixeira corresponde-

-se com os maiores matemáticos do seu tempo, como Hermite, Poincaré, Klein, Peano e muitos outros, faz parte de diversas comissões internacionais, participa em diversos congressos, algumas vezes fazendo parte das respectivas comissões organizadoras; torna-se sócio da maior parte das academias científicas da Europa e de algumas do continente americano; realiza conferências em várias Universidades estrangeiras, recebendo o título de Doutor honoris causa pelas Universidades de Madrid e Toulouse e de membro honorário da Faculdade de Ciências de Lima.

Entretanto, o peso dos anos começa a fazer-se sentir: a partir de 1916 a sua actividade no campo da investigação torna-se diminuta; no entanto, Gomes Teixeira não fica inactivo, dedicando-se às paixões da juventude: a Literatura e a História das Matemáticas; de facto, escreve livros de viagens, escreve a biografia de alguns santos, etc; estuda a história das matemáticas em Portugal escrevendo os elogios históricos dos grandes matemáticos portugueses: Pedro Nunes, Monteiro da Rocha, Anastácio da Cunha e Daniel da Silva, sendo talvez a primeira pessoa a compreender a importância científica do terceiro daqueles matemáticos; realiza diversas conferências não só em doutas Academias e Universidades mas também em sociedades culturais de várias cidades da província; algumas destas conferências estão reunidas no volume *Panegíricos e Conferências* e delas são de salientar *Sobre quatro mulheres célebres*, onde fala sobre o papel da mulher na sociedade, e *Sobre o poder e a beleza das matemáticas* em que ele compara a matemática à poesia e às belas-artes; aliás, o próprio Gomes Teixeira se considerava um matemático-poeta apesar de, segundo palavras suas, não se ter elevado à altura da ode ou da epopeia, não ter passado de simples e ligeiros cantos líricos.

\* Continuou também com as suas aulas, sendo reconduzido em 1921, apesar de ter completado os 70 anos, em atenção aos serviços por ele (continua pag. 31)

*Repondedor Gomes Teixeira  
En témoignag. D. Sympathie et de Muito  
estimo.*

*Ch. Hermite.  
Hommage de l'auteur  
A. Markoff*

*Al señor Gomes Teixeira de las P.R. A.A. de C. de  
Lisboa y Madrid  
con suma consideración  
Halle a. S. 9<sup>o</sup> Dec. 1893. Jorge Cantor.*

Gomes Teixeira manteve contactos permanentes com os maiores nomes da Matemática da sua época, através da troca de correspondência e da permuta de livros e artigos. Eis as dedicatórias de Cantor, Markoff, Darboux, Fréchet e Hermite em separatas oferecidas a Gomes Teixeira e que, entre centenas de outras, estão reunidas na colecção por ele oferecida à Biblioteca de Matemática.

*M. Gomes Teixeira  
hommage et souvenir amical  
G. Darboux*

*Offert par l'Auteur.*

*Maurice Fréchet  
9 Rue Brancion (XV<sup>e</sup>)  
Paris France*

# QUE CIÊNCIA SE FAZ NA F.C.T.U.C. ?

O MOCHO, revista de estudantes da F.C.T.U.C., já no seu primeiro número publicou uma mesa redonda em que se abordou a investigação científica na facultade. Voltamos agora ao mesmo assunto.

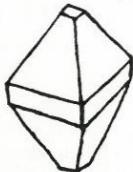
Se se inquirir junto de um aluno qualquer a respeito da investigação que há ou deixa de haver no respectivo departamento, constatar-se-á um desconhecimento crasso. Vimos pois alinhar a informação disponível e levá-la pelo "offset" ao maior número possível de pessoas. Sobre o trabalho, de facto ou em projecto, em investigação científica falam alguns dos responsáveis. A eles, os nossos agradecimentos pela colaboração.

Aproveitamos para avisar que não se trata aqui das páginas amarelas da literatura avulsa especializada, nem de actas encomiásticas sobre fulanos e beltranos. A primeira tarefa cabe bem a uma qualquer equipa de bibliotecários-arquivistas. Da segunda encarregam-se com competência todos os areópagos de académicos insignes.

Eis as questões que propusemos:

- Quais são os trabalhos presentemente a decorrer? Quais são os planos imediatos?
- Qual é a ligação com outros meios científicos, nacionais ou estrangeiros, e com a sociedade em geral?

Seguem-se algumas respostas que obtivemos. Continuaremos a sua publicação no próximo número.



## CENTRO DE GEOCIÊNCIAS

Dr. António Soares

GEOCIÊNCIAS

O CENTRO DE GEOCIÊNCIAS DA UNIVERSIDADE DE COIMBRA (CGI), herdeiro de todo o trabalho de investigação que se realizava no âmbito dos projectos e centros do Instituto de Alta Cultura (IAC) e presentes no MUSEU E LABORATÓRIO MINERALÓGICO E GEOLÓGICO DA UNIVERSIDADE DE COIMBRA, foi homologado por despacho de 7 de Julho de 1976, obedecendo às normas de institucionalização do Instituto Nacional de Investigação Científica (INIC), surgido pela reestruturação do IAC.

Com realidade no Museu e Laboratório Mineralógico e Geológico da Universidade a estrutura actual do CGI é a do organograma junto, que reflecte toda a dimensão da complementariedade com a própria estrutura do Museu e Laboratório. Para cumprimento dos programas decorrentes do organograma, o Centro comporta, neste momento, 15 licenciados em Geologia, 2 licenciados em Físico-Químicas (2 professores + 9 assistentes + 5 investigadores + 1 assistente do INIC) e 22 funcionários auxiliares dos quadros adstritos ao Museu e Laboratório. A administração é da responsabilidade

de um secretariado onde se encontram representados os diversos corpos profissionais, para além dos responsáveis pelas linhas de investigação. No ano de 1977 o orçamento do Centro foi da ordem do milhar de contos, dos quais 64%, e de acordo com as tabelas do INIC, corresponderam a pagamento de subsídios.

Os diversos programas do Centro situam-se:

1)- No campo da investigação, desenvolvendo-se acções tendentes à resolução de problemas geológicos de carácter essencialmente regional e inseridos especialmente no domínio da Meseta Ibérica, que ocupa cerca de 2/3 da área total do País. Assim se comprehende que cerca de 70% dos esforços de investigação do Centro estejam dirigidas para a problemática da Meseta, e os restantes para a da Orla Ocidental (Orla Meso-Cenozoica Ocidental). Em qualquer dos domínios, há constância de objectivos na caracterização das diferentes unidades lítologicas e análise das suas relações no espaço e no tempo. Algumas das acções foram programadas na base de planos de acordo com outras entidades, fundamentalmente as responsáveis pela procura e caracterização de jazigos. É o caso de acções da linha 1, norteadas na base de um acordo estabelecido com a Junta de Energia Nuclear, através da sua Direcção Geral dos Serviços de Prospecção e Exploração Mineira, para prospecção de urânia nos sedimentos da Orla Ocidental. É o caso ainda de acções em colabora-

ção com o Gabinete de Planeamento Regional da Zona Centro e outras. Neste momento, encontram-se em estudo outros planos de colaboração, que esperamos poderem concretizar-se no mais curto espaço de tempo.

Para além destas, o Centro tem prestado, de uma forma ou outra, colaboração a programas de investigação em curso em departamentos de engenharia da F.C.T.U.C., bem como ao Museu de Conimbriga.

Para cumprimento das suas acções, os investigadores em trabalho no Centro têm à sua disposição toda uma infraestrutura em equipamento, ligado às diversas secções do Museu e Laboratório Mineralógico e Geológico.

2)- No campo de apoio a outras instituições de ensino, nomeadamente às escolas de ensino secundário, o Centro tem, em estreita colaboração com o Museu e Laboratório Mineralógico e Geológico, desenvolvido esforços para encontrar solução a alguns dos problemas que o ensino das Ciências Geológicas levanta. Neste sentido, não só tem apoiado e participado em acções desenvolvidas no seio de diversas instituições de ensino (lições, conferências e viagens de estudo), como participado no envio de colecções de rochas e minerais. De Março de 1977 a Fevereiro de 1978 foram enviadas para diversos estabelecimentos de ensino do Continente e das Ilhas 35 colecções, num total cerca de 4.500 exemplares de minerais e rochas. Outras acções se projectam, na dependência das verbas outorgadas ao Centro.

## CENTRO DE GEOCIÊNCIAS DA UC CGI

Unidade de Apoio

Recursos e Processos geológicos na cadeia Hercínica e na Borda dura Ocidental do País

Administração

Bordadura Ocidental LINHA - 1

Geologia de depósitos argilosos

Litostratigrafia de formações gresosas e carbonatadas

Cadeia Hercínica LINHA - 2

Zona Centro - Ibérica

Zona Centro - Galiciano - Transmontana

LINHA - 3

Zona Ossa - Morena

# $\int f(x)dx$

## ÁLGEBRA LINEAR E APLICAÇÕES

### MATEMÁTICA

Dr. Graciano Oliveira

1. Estou integrado num grupo de investigação que trabalha no que se convencionou chamar Álgebra Linear e Aplicações. Este grupo fazem parte docentes e alguns alunos do nosso departamento e também pessoas que não estão em Coimbra. Temos um número razoável de pessoas, algumas já lançadas na investigação, outras na fase de iniciação.

Em primeiro lugar gostaria de dar uma ideia do que se entende por Álgebra Linear e Aplicações. Há quem prefira a designação de "Teoria de Matrizes" porque, como diz H. Schneider, os problemas estudados, com muita frequência, são não-lineares e só raramente são de natureza algébrica. Ainda de acordo com H. Schneider, os matemáticos que investigam neste ramo estão no centro de um triângulo cujos vértices são a Álgebra, a Análise e a Matemática Aplicada. Eu penso que não se pode deixar de acrescentar mais um vértice que será a Análise Combinatória. E, já agora, refiro a Análise Numérica e a Análise Funcional como assuntos com íntimas relações.

Não resisto à tentação de avançar algo mais por se dizer atrás que "se se inquirir junto de um aluno qualquer a respeito da investigação que há ou deixa de haver no respectivo departamento, constatar-se-á um desconhecimento crasso" e porque muitas pessoas, estranhas à Matemática, me têm perguntado o que é isso de investigação em Matemática. Pois direi que a investigação em Matemática consiste em (tentar) resolver problemas cuja solução se desconhece o que, em caso de êxito, se traduz pela descoberta de novos teoremas. Eis um exemplo que qualquer aluno, que tenha estudado uns rudimentos de Álgebra Linear, compreende. É dada uma matriz A real, nxn e n números complexos conjugados dois a dois. Sob que condições existe uma matriz D diagonal e real tal que A+D (ou DA) tenha aqueles números por valores próprios? Em caso de existência, como calcular D? Não se conhece uma solução (há respostas parciais) e a sua descoberta tornaria felizes alguns Químicos, Engenheiros Electrónicos, Psicometristas, etc. (o que dá uma ideia das aplicações).

2. Sobre os trabalhos a decorrer posso dar alguns pormenores sobre o que fazem, exactamente neste momento, alguns dos componentes do grupo. Assim, um deles descobriu, há algum tempo, a solução completa dum problema antigo sobre a relação entre os factores invariantes duma matriz e os de uma das suas submatrizes prin-

cipais. A título de curiosidade, posso acrescentar que, muito recentemente, tivemos conhecimento de que um matemático americano acaba de resolver o mesmo problema, o que não nos admirou pois trata-se duma questão que tem vindo a ser abordada por vários investigadores. No meu entender, a solução dada pelo elemento do nosso grupo tem a vantagem de ser mais curta e, por a caso, até foi obtida primeiro. Nenhum dos dois trabalhos foi ainda publicado mas sabemos que, coincidência das coincidências, foram ambos submetidos à mesma revista com desconhecimento um do outro! Este incidente explica a pressa que, em geral, os investigadores têm em publicar os seus trabalhos. Este trabalho tem implicações que ainda não estão bem compreendidas mas já se viu que dão resultados em certo sentido muito surpreendentes. Alguns membros do nosso grupo estão empenhados no desenvolvimento deste trabalho e sabemos que o mesmo acontece com o referido professor americano e a sua equipa de trabalho.

Um outro colaborador do nosso grupo, não pertencente ao nosso departamento, resolveu, há uns meses, um problema de Álgebra Multilinear que tem vindo a ser atacado por vários investigadores desde há uns dez anos, dando uma condição necessária e suficiente para a igualdade de dois produtos-estrela de vectores (não tenho espaço para explicar o que isto significa). Esta solução será publicada em breve e parece implicar novas consequências. E no desenvolvimento delas que eu pessoalmente estou a trabalhar de colaboração com esse elemento sendo de esperar que cheguemos a resultados publicáveis.

Há outros problemas em estudo sobre os quais não adianto nada porque não me parecem tão importantes ou porque não os conheço suficientemente.

3. Planos imediatos: continuar. Há um aspecto importante dos nossos planos para o futuro: assegurar a possibilidade de continuação. De facto, o desenvolvimento deste grupo (cujas raízes têm muitos anos) tem sido feito um pouco contra a corrente do que se passa na Universidade. Não vejo uma política científica por parte do governo nem da Faculdade e por isso não podemos contar com o apoio oficial nos termos em que eu acho que ele devia ser feito. Aproveito para salientar um ponto. Na investigação (e não só) Portugal tem sido totalmente dependente do estrangeiro. Quando alguém quer investigar, arranja uma bolsa, vai uns anos até ao estrangeiro, regressa e não encontra grupo onde se integrar (por falta de planificação), estiola, acaba com a investigação e dá aulas mal ou bem. Naturalmente, estou a caricaturar e, como sempre, há exceções (honrosas, como é hábito dizer-se). Mas penso que o que digo traduz a panorâmica geral. Há perspectivas de melhoria? Não vejo razões para ser optimista. Atente-se só na recente política de restrição de contratos de assistentes (que vai ter efeitos pedagógicos muito maus) e de numerus clausus. Se eu estiver enganado, tanto melhor.

Sobre este assunto há muitíssimo a dizer e poderiam encher-se páginas e páginas do "Mocho". Não quero abusar do espaço que me é concedido.

4. Quanto à ligação com outros meios científicos, nacionais ou estrangeiros, posso dizer que mantemos um contacto relativamente bom com outros grupos estrangeiros que trabalham no mesmo assunto. Esse contacto processa-se através da troca de correspondência, publicações e, por vezes, contactos pessoais. Temos até muito boas relações com alguns grupos que permitem antever boas perspectivas de trocas de bolsistas, por exemplo. Uma das dificuldades pode ser arranjar as bolsas! Neste momento está no nosso departamento, onde passará um ano, um professor americano. Contamos que, no 2º semestre, passe entre nós cerca de uma semana um matemático checo e, em fins de Julho, pensamos ter cá, por alguns dias, outro americano, aproveitando uma viagem que o obriga a passar por Lisboa.

Os contactos nacionais são mais difíceis exceptuando os que temos com as pessoas directamente ligadas ao grupo. As nossas Universidades, segundo uma tradição que vem de longe, tem a tendência a serem estanques e não há o hábito de, por exemplo, uma Universidade convidar um professor doutra para fazer uma conferência. Reuniões de matemáticos a nível nacional também não tem havido. Apesar de poucos, os matemáticos portugueses, muitas vezes, não se conhecem uns aos outros. Pode ser que a Sociedade Portuguesa de Matemática, recentemente fundada, ajude a ultrapassar este estado de coisas.

5. Relações com a sociedade em geral. É uma pergunta difícil, necessitando duma resposta longa que aqui não posso dar. Farei só umas breves referências. A resposta envolve questões de natureza política. Aliás é absolutamente impossível ter uma boa compreensão dos problemas pedagógicos ou científicos considerando-os isolados do contexto social. Basta notar que o processo de transmissão de conhecimentos não é idêntico na sociedade esquimó, feudal, capitalista ou socialista.

Muito rapidamente notarei que os docentes universitários preparam professores do ensino secundário, engenheiros, etc., os quais, por seu turno, propagam a influência sobre eles exercida. Os resultados das investigações têm aplicações, como acima já notei, em questões de Química, Engenharia, etc.

Porque é que não se vê, em Portugal, uma política de desenvolvimento científico? Possivelmente porque não se sente a necessidade de investigadores, engenheiros, professores, etc. Ou sente-se a necessidade de um número reduzido e com uma certa preparação. E porque? Possivelmente porque não se prossegue uma política de desenvolvimento industrial que tenha em vista a independência nacional. E isto porquê? Se Portugal vai continuar um país dependente, a tecnologia será produzida lá fora. Teremos depois de

ter quem saiba mexer nas máquinas com um certo fim. Os países de quem dependemos até nos poderão oferecer umas bolsas de estudo e nós ficar-lhes-emos muito agradecidos. De quantos professores necessitamos? A acréditar no que a Constituição diz sobre os direitos dos portugueses em matéria de cultura, precisaremos, não de reduzir o número de alunos das Faculdades e de Assistentes, mas de o aumentar.

Resumindo: todos nós sentimos complexos de inferioridade no tocante à produção científica relativamente a outros países. Essa inferioridade de não existe por acaso. Tem causas. E as causas não podem procurar-se ao nível biológico mas ao nível social.

Para terminar queria dizer que não consultei os membros do grupo de investigação a que pertenço para escrever estas linhas e, portanto, todas as opiniões são da minha exclusiva responsabilidade.

## ESTATÍSTICA, PROBABILIDADES E PROCESSOS ESTOCÁSTICOS

MATEMÁTICA

Dr. Raymond Maché

O grupo de Estatística da FCTUC, que existe há já mais de um ano, deve ser em breve homologado pelo INIC como "Linha de ação: Estatística, Probabilidades e Processos Estocásticos" do Centro de Investigação Matemática Anastácio da Cunha.

As actividades deste grupo de investigação são, presentemente, as seguintes:

### 1) Seminário semanal

Este seminário, que já funcionou no ano passado, tem no seu programa, este ano:

- O modelo linear geral, tema de interesse geral que tem numerosas aplicações nomeadamente em Econometria (sobre este assunto já foram feitas várias exposições).

- Estudo da existência de uma componente estacionária de um processo estocástico

- Classificação automática

- Repartições pontuais aleatórias

(lista não limitativa)

### 2) Trabalhos de investigação (individuais ou em grupo)

Estão a começar neste momento trabalhos de investigação sobre os assuntos que são objecto de exposição no seminário, e igualmente sobre um assunto de Probabilidades.

### 3) Organização de Seminários quando da vinda de professores es-

trangeiros e contribuição para o aumento do renome da FCTUC, pela publicação de artigos ou por exposições em congressos, como as recentes Jornadas Luso-Espanholas de Estatística de Aveiro.

Existe por outro lado um contrato de cooperação entre a França e Portugal, no âmbito do qual dois professores franceses estão actualmente em Coimbra. Do mesmo modo, dois professores portugueses estão em Paris a preparar uma tese do 3º Ciclo.

O objectivo deste contrato é favorecer o intercâmbio entre as Universidades francesas e a Universidade de Coimbra e desenvolver as actividades do grupo de Estatística da FCTUC. Por exemplo, vários estudantes da FCTUC terão possibilidade de começar já este ano a preparar uma tese de doutoramento (português) em Coimbra, e professores do "Instituto de Estatística das Universidades de Paris" (ISUP) vêm regularmente a Coimbra para trazer o seu apoio. Desta maneira é possível que daqui a alguns anos as actividades de ensino da Estatística em Coimbra sejam inteiramente asseguradas por professores portugueses e que uma colaboração frutuosa seja estabelecida no domínio da Investigação.

Finalmente, o grupo de Estatística está pronto a dar o seu apoio científico e pedagógico às instituições públicas que lho solicitem, tendo assim possibilidade de ajudar o país a desenvolver o emprego das técnicas estatísticas, cuja necessidade se faz sentir cada vez mais.

## FÍSICA MATEMÁTICA

MATEMÁTICA

Dr. Ribeiro Gomes

- Quais são os trabalhos presentemente a decorrer?

- No Departamento de Matemática a organização da investigação sofreu, em período recente, bruscas oscilações deteriorando-se até um ponto de quase inexistência quando não se quis, ou não se soube, apresentar uma alternativa válida aos projectos de investigação então existentes.

Em Novembro de 1976 foi apresentada ao INIC (Instituto Nacional de Investigação Científica) uma reformulação da proposta de criação do Centro de Matemática a qual, em nosso entender, continha já alguns aspectos positivos acerca do que deve ser a estruturação, organização e desenvolvimento da investigação neste Departamento.

Por tal razão iniciou o Grupo de Física-Matemática as suas actividades, de modo permanente, a partir daquela data.

As linhas de investigação nes-

te Grupo têm como objectivo o estudo de processos e técnicas matemáticas interessando à Física, bem como o estudo de certas teorias físicas abordáveis dentro do quadro estrito da Matemática, como é o caso de muitos problemas postos no âmbito da Teoria da Relatividade Geral.

Os elementos do Grupo que iniciam a investigação são introduzidos nas questões de base minimamente necessárias à compreensão das teorias, passando em seguida, cada um de per si ou no máximo em grupo de dois, a desenvolver um trabalho pessoal que comece pela análise de uma monografia ou artigo que lhe é indicado, a que se seguem outros dentro da mesma linha, até que tenha obtido desenvolvimento e visão dos problemas de modo a poder fazer uma opção sobre questões de fundo. A decisão de a cada elemento ser distribuída uma actividade individualizante, a qual tem evidentemente que preservar a homogeneidade do Grupo, tem a ver fundamentalmente com as duas razões seguintes: por um lado a necessidade de cada um reflectir e trabalhar no tema que lhe é proposto, e por outro lado abrir o leque de assuntos a que o Grupo se dedica de modo que possam, todos em conjunto, obter uma visão ampla de problemas inscritos na designação comum de Física-Matemática.

E assim neste momento podemos referir como temas de estudo:

- Radiação Gravitacional. Estudo dos tensores de Riemann e de Weyl na variedade diferenciável espaço-tempo da Relatividade Geral. Soluções exactas das equações de campo;

- Teoria matemática dos gases. Estudo mecânico dos gases em Mecânica clássica e relativista, fazendo uso da teoria das distribuições, da teoria dos semi-grupos de operadores (Yosida) e, mesmo, da teoria de grafos e análise combinatória;

- Geometria simplética e Mecânica. Topologia e variedades diferenças. Álgebras e grupos de Lie, Análise funcional e distribuições;

- Singularidades do espaço tempo e Cosmologia. Estudo de certas topologias introduzidas num tipo particular de curvas (as curvas causais). Matematização da ideia da causalidade;

- Problema de Cauchy para a equação relativista de Liouville (massa variável). Resolução deste problema dentro de certos espaços de Sobolev;

- O  $ds^2$  de Schwarzschild e o "buraco negro". É um problema com um carácter mais físico mas abordável de modo matemático.

O Grupo reúne em sessões de Seminário (devidamente anunciadas) pelo menos uma vez por semana, nas quais um dos elementos faz uma exposição sintética dos trabalhos efectuados; as sessões são abertas a todos os que a elas queiram assistir e não raras vezes temos contado com a presença de pessoas estranhas ao Grupo. Gostaríamos, todavia, de ver na assistência estudantes de Matemática, pois acreditamos que seria prática salutar a introduzir nos seus hábitos a presen-

ça em manifestações desta natureza, pelo menos a partir do terceiro ano da licenciatura.

Além desta actividade programámos a vinda de investigadores estrangeiros que efectuam cursos intensivos sobre assuntos de actualidade no nosso domínio de interesse. Contámos em Outubro de 1977 com a presença do Prof. Pichon da Universidade Paris XIII, que proferiu uma série de lições sobre a Teoria dos gases; e terminou há dias a estadia do Prof. Kerner, de Paris VI, que veio fazer uma série de lições sobre assuntos actuais de Teoria da Relatividade. Contamos ainda este ano com a presença de mais dois professores estrangeiros.

- Quais são os planos imediatos? Quais as ligações com outros meios?

- O Grupo de Física - Matemática está a atingir a fronteira do desenvolvimento e dimensão em que pode aspirar manter-se numa actividade produtiva de investigação e isso consideramo-lo resultado do trabalho desenvolvido no anterior projecto de investigação desde 1972, pois três dos elementos do Grupo completarão o doutoramento no presente ano (os Drs. Pereira da Silva e Artur Alves submeter-se-ão às provas de doutoramento em Coimbra a curto prazo, e o Dr. Crazeiro conta obter até Julho o grau de Doutor em Southampton).

A improvisação neste domínio é má conselheira, pelo que teremos que avançar com passos muito seguros, mas com exigência de trabalho contamos lançar outros jovens naquele campo.

Pela minha própria formação e a de dois dos elementos atrás nomeados desenvolvemos estreita colaboração com o Grupo de Física-Matemática do Prof. A. Lichnerowicz, do Collège de France, e o Grupo de Mecânica da Prof. Mme Y. Choquet Bruhat da Universidade Paris VI. Ultimamente estamos a procurar estender os contactos com grupos de trabalho do mesmo domínio em instituições inglesas, italiane e polacas.

A nível nacional não temos, até ao momento, concretizados quaisquer contactos. Pensamos, todavia, que o Grupo pode e deve alargar o seu âmbito de actividade para além do Departamento de Matemática da FCTUC colaborando com outros estabelecimentos de ensino superior que o pretendam.

- Qual o interesse dos estudos efectuados ou a efectuar?

- A posição de pessoas ligadas à investigação costuma oscilar entre posições extremas quando se trata de decidir dos objectivos prioritários que esta deve abranger. Bastante em voga entre nós está o pragmatismo irredutível que considera inconveniente toda a Teoria e que portanto só admite como útil a investigação que conduz a aplicações imediatas.

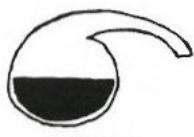
Certo, pois, a investigação aplicada, mas aos defensores do pragmatismo total, se a posição pontual não for absurda, há apenas a lembrar-lhes que o processo do conhecimento se desenvolve em várias frentes e por caminhos só aparentemente opostos; alguns pragmatistas, por menos avisados, não distinguem mesmo a investigação aplicada de uma tarefa dela resultante.

A investigação realizada no grupo de Física-Matemática no momento actual não é aplicada no sentido estrito do termo, mas não é por isso que lhe atribuímos menos utilidade a curto e médio prazo no Departamento de Matemática e mesmo num contexto mais amplo; é sobejamente conhecida a extraordinária carência de docentes de Matemática a nível superior, e entre estes os ligados às aplicações da Matemática à Física e à Engenharia. Ao aumento da procura de docentes de Matemática, resultante da criação de novas Universidades e outros estabelecimentos de Ensino Superior, tem que responder ainda e apenas, até ao momento, as Faculdades de Ciências, as quais são, em geral, deficitárias para consigo próprias. Há pois que suprir essa carência de professores e os que puderem aliar a uma rigorosa formação matemática o hábito da sua ligação a teorias físicas não serão certamente os menos necessários e os menos úteis.

Um outro aspecto justificativo da investigação aqui realizada é a necessidade da aprendizagem contínua da linguagem da Ciência num leque tão aberto quanto possível, de modo a não perdermos o contacto com centros mundiais que fazem investigação de ponta e não nos quedarmos na mudez intelectual.

A longo prazo a colaboração na resolução de problemas matemáticos postos pelos técnicos poderá ser viabilizada.

O Grupo de Física-Matemática procura, dentro das suas possibilidades, alcançar os objectivos indicados. Por etapas, tirando as ilações do trabalho já realizado e procurando aprender com outros grupos de investigação nacionais e estrangeiros, irá procurando elevar o seu próprio nível.



#### FOTOCOQUÍMICA

Dr. José Formosinho

Fotocoquímica é o estudo dos processos químicos e físicos de estados electrónicos excitados de átomos e moléculas, formados pela acção da luz sobre a matéria. A fotocoquímica está, assim, interligada com outros ramos da química e da física, particularmente com a espectroscopia electrónica, cinética química, física molecular, etc. e está intimamen-

te associada à radioquímica e física atómica. Sob o ponto de vista de reactividade os estados electrónicos excitados devem considerar-se como moléculas distintas do estado fundamental, pelo que o campo da fotoquímica é mais vasto que o da química do estado fundamental.

Grande parte dos processos químicos e físicos no ambiente que nos rodeia estão sujeitos à acção da luz solar e de radiações cósmicas. Daí que a elucidação dos processos evolutivos do universo e em particular da vida na terra envolva questões de natureza fotoquímica. A importância da fotoquímica no mundo actual é enorme, abarcando problemas de instrumentação com o uso, designadamente, de lasers e contadores de cintilação; a síntese de compostos; o estudo de corantes e branqueadores ópticos; a química dos polímeros e têxteis; processos de reprodução de imagens; aplicações analíticas; aspectos do ambiente atmosférico abrangendo a poluição e aproveitamento da energia solar; questões vitais como a fotossíntese; a visão, e imensos outros problemas do domínio da fotobiologia.

A linha de investigação em fotoquímica do Departamento de Química tem em curso vários projectos experimentais no domínio da transferência de energia e de electrões entre iões e compostos aromáticos em micelas, fotofísica dos compostos aromáticos a baixas pressões e fotoquímica do ião uranilo excitado. No domínio teórico os estudos concentram-se na aplicação de uma teoria de transições não-radiativas para moléculas grandes, por nós desenvolvida, aos estudos dos processos de desexcitação intra e intermolecular de hidrocarbonetos aromáticos e de foto-abstracção de átomos de hidrogénio. Recentemente foram iniciados dois novos temas de investigação: um no domínio da fotoquímica de aerosoles de hidrocarbonetos aromáticos com relevância em poluição atmosférica, de colaboração com o Instituto Geofísico da FCTUC e o Departamento de Física da Universidade de Aveiro, e outro no domínio da fotobiologia, em colaboração com o Departamento de Zoologia da FCTUC. Para além das colaborações já referidas, a linha de investigação de fotoquímica mantém ligações com o Centro de Química Estrutural do IST e o Departamento de Física da Universidade do Minho, a Royal Institution e o Chelsea College de Londres, o Centro de Cinética de Reacções Rápidas da Universidade de Austin (Texas) e o Departamento de Química da Universidade de Ife (Nigéria). Desde a sua criação, em 1972, os investigadores desta linha de investigação publicaram 30 trabalhos principalmente em revistas estrangeiras da especialidade e apresentaram comunicações em cerca de 10 congressos nacionais e internacionais.

(continua pág 26)



# COMPORTAMENTO

## E MEIO

GRAÇA MARIA DA CRUZ LAPA

(5º ano Filosofia)

### AMBIENTE SEM NATUREZA

Quando falamos de ambiente, é provável que esperem de nós um discurso mais ou menos longo acerca da insondável vontade do tempo, ou então uma descrição geográfica pormenorizada de uma dada região ou local, ou até mesmo dum subúrbio onde a pobreza e a miséria reinam.

O certo é que não podemos tão facilmente, sob o ponto de vista psicológico, definir ambiente. Além disso este ambiente é tão único para cada um de nós, em cada situação, que nos escapam as possibilidades de lhe captar a essência, para o balizar e definir rigorosamente. Tomemos como exemplo dois irmãos de 4 e 8 anos de idade que habitam a mesma casa e que brinquem neste momento juntos. Se nos detivermos concluiremos com verdade que não têm o mesmo ambiente, pois o companheiro para um é mais velho, para o outro é mais novo; além disso os mesmos objectos são percebidos e estimulam diferentemente um e outro.

Sob o ponto de vista psicológico o ambiente consistirá "na soma total de estímulos que afectam o organismo desde o momento da conceção até à morte - o conceito activo de ambiente implica que este seja constituído pela presença física de objectos mas que estes sejam estímulos para o indivíduo" (1). Muitos de nós tem erradamente a noção de que ambiente é o que o indivíduo comece a sofrer logo que nasce, incluindo mesmo o acto de nascimento. Esta noção arrasta consigo uma outra, de que tudo o que a criança traz manifestamente ou não ao nascer é "inato" ou hereditário. Estamos nesta perspectiva a ter uma visão reduzida do que acima se definiu, não tomando em consideração a importância enorme do ambiente pré-natal ou intra-uterino, no processo de determinação do desenvolvimento individual, por exemplo: as variações de dieta e nutrição, as secreções glandulares, a temperatura, além de muitas outras condições físicas da mãe que podem, sem sombra de dúvida, exercer uma profunda e longa influência no desenvolvimento do embrião ou célula fecundada.

Que o ambiente produz modificações estruturais provam-no algumas experiências feitas por cientistas em animais inferiores, por exemplo os peixes e das influências, provocadas experimentalmente, sobre o ambiente pré-natal, produzindo peixes siameses, (ligados dois a dois por

uma parte ou partes do corpo), variando-lhes o número e posição dos olhos, embora os genes não tenham sido afectados. O factor determinante do desenvolvimento de uma anomalia particular parece ser o estado em que o agente se introduz mais que a natureza específica do agente empregado" (1).

A conclusão a que chegamos através destes e muitos outros exemplos leva-nos a um outro problema; poderemos ou não definir "ab aeternum" o que é normalidade e anormalidade dos seres? Stockard diz, comentando a experiência dos peixes: "... a composição genética destes peixes faz que desenvolvam dois olhos em água do mar normal, mas a mesma composição genética dá lugar a um só olho ciclopico quando se junta um excesso de cloreto de magnésio àquela. Se a água do mar tivesse correntemente a composição que faz que o peixe desenvolva o olho ciclopico e um experimentador fizesse desenvolver os ovos do peixe numa solução da mesma composição que a da água vulgar do mar, encontraria que se produziria um peixe com dois olhos laterais em lugar do peixe com olho ao centro e tais espécies de dois olhos parecer-lhe-iam, a este investigador imaginário, uns monstros". (1)

Uma pergunta podemos pôr ainda relativamente à experiência dos peixes: Poderemos verdadeiramente considerar anormal o peixe de olho ciclopico - resposta adequada a um estímulo - o próprio estímulo como ambiente deformante, ou os dois? Mais, aceitando o actual conceito de normalidade, e tendo em conta a relatividade que Stockard impõe a esse conceito, perguntamo: Até que ponto é que a normalidade depende ou não de uma estabilização do meio? Seremos nós ou não fruto de uma anormalidade ambiental? Se dessemos uma importância decisiva e exclusiva ao ambiente como determinante de todo o processo de desenvolvimento poderíamos ainda perguntar: Até quando seremos nós normais?

### DESENVOLVIMENTO DA CONDUTA DURANTE O PERÍODO PRÉ-NATAL.

O embrião no seu ambiente pré-natal sofre um considerável desenvolvimento na sua conduta, para além de todas as influências que, com todas as suas condições específicas, tem sobre o desenvolvimento. Os cientistas chegaram a con-

clusões interessantes sobre o verdadeiro começo (começo absoluto, gênese ou ponto zero) da conduta, que se encontra segundo eles num momento muito anterior ao do nascimento; de facto, provou-se mesmo que o desenvolvimento motor tem vários estádios e que o primeiro se localiza ainda na vida intra-uterina, onde o feto tem já móvimentos de extensão alternada das suas pernas em oposição. Todos dizem que só depois de nascer o bebé começa a respirar; todavia, poucos sabem que ainda no útero materno já se podem notar nele movimentos de contrações ritmicas do tórax. Além destas há outras respostas e estímulos musculares que nos levam a admitir, relacionando estas condutas intra-uterinas com o comportamento posterior, como que um substrato arcaico, base das condutas sucessivas extra-uterinas.

#### EQUILÍBRIO GENÉTICO

As características específicas de cada indivíduo devem-se ao seu património genético, doutro modo, toda e qualquer característica é na realidade o resultado da interacção de todos os genes que o indivíduo herdou. Citando Anasaki, transcrevo a afirmação de Snyder y David "Um gene exerce sempre o seu efeito em presença de outros genes; daqui surgiu a ideia de equilíbrio genético, isto é, qualquer característica é o resultado do complexo total de genes que actuam num ambiente dado" (1). Poderemos concluir daqui que a quantidade e a qualidade das anomalias transmitidas hereditariamente não alteram o equilíbrio genético, e que além disso elas são também de certo modo o resultado real da interacção dos genes que constituem o património genético desse indivíduo? Estes genes actuam uns sobre os outros mas num ambiente próprio. Esta afirmação traz-nos uma nova noção, a de ambiente inter-genes, o que nos faz perguntar: até que ponto é que este ambiente influui no processo crossing-over? no aumento ou diminuição do número dos cromossomas? na aceitação de X ou de Y? Tanto mais razão de ser tem esta pergunta quanto mais sabemos que os genes são influenciáveis, especialmente por substâncias químicas, isto é, não são imutáveis nem tão pouco impermeáveis.

Todos sabemos que há diferentes tipos de ambiente na célula. O inter-cellular, que podemos definir como o ambiente das células vizinhas entre si, é especialmente importante no estabelecimento de desniveis e outros processos de desenvolvimento. Como é que as células, tendo uma semelhança hereditária (todas as células do corpo se reproduziram e multiplicaram através da mitose) com a célula mãe, se vão diferenciar posteriormente em funções próprias e bem determinadas-determinação implica sempre uma negação - a desempenhar? Como é que se diferenciam e são de tipos e espécies diferentes? Depende da influência do ambiente celular, há condições tais como a gravidade, pressão, disponibilidade de oxigénio e outras substâncias químicas e campos eléctricos que operam de modo diferente sobre as células individuais, dependendo da posição da célula em relação com as outras células. Tecni-

camente significa dizer que se estabelecem desniveis diferenciais de desenvolvimento; pergunto: provocadas por esse ambiente celular? Então como é que se comprehende que, feitas algumas experiências e tendo-se muito embora deslocado as células que formariam o globo ocular, elas continuassem a ter a sua função?

Ocorre-nos uma comparação muito simples e talvez ingénua, a do embrião duma semente do feijoeiro, por exemplo: Esse embrião traz em si predeterminadas não só as partes fundamentais da planta, mas também, em potência, as características estruturais que as formarão quando adultas; assim o embrião humano - não descurando nunca o valor do ambiente celular - trará pré-determinadas em cada gene as diferentes capacidades; cada um dos 60000 genes pode ter uma função determinada independentemente da sua vizinhança e em que o processo de desenvolvimento não fosse senão um processo de progressão autónoma e orientada predeterminadamente. A admitir isto poderíamos definir esses desniveis diferenciais de desenvolvimento não só como provocados pela influência do ambiente celular, o qual se mais não fizer permitirá essa potencial auto-diferenciação, mas também pela possibilidade congénita duma auto-determinação específica. As perguntas e as hipóteses construídas multiplicam-se; não acontece o mesmo com a capacidade de lhes dar respostas concretas e científicas.

Há, deste ambiente inter-cellular, o ambiente intra-cellular que é a influência exercida pelos elementos da célula uns sobre os outros, por exemplo: a influência dos genes no citoplasma, estando a sua importância especialmente no processo de divisão celular. Por sua vez os genes operam no ambiente dos outros genes. Mas para a determinação da personalidade e do comportamento do indivíduo no futuro e dentro duma dada sociedade com uma estrutura e valores próprios, o ambiente mais marcante - desde que o indivíduo satisfaça as exigências do conceito de normalidade dessa sociedade - é o que se vive depois de nascer, isto é, o que lhe é dado pela educação, no sentido mais amplo do termo.

Se fixarmos o nosso olhar sobre dois indivíduos que tenham o mesmo património genético, os monozigóticos, podemos chegar à percepção mais ou menos clara daquilo que este ambiente pode trazer ao indivíduo e das diferenças que provoca; é certo que mesmo neste caso não estamos sem risco de engano, pois elas podem advir já do ambiente intra-uterino, provocadas pela sua posição relativa no útero, onde há já uma certa competição, etc. Todavia, o exemplo é significativo, especialmente, no que diz respeito ao carácter, às qualidades morais e à inteligência, e outras formas de comportamento.

Todos temos a nossa história e nela está a dedada do ambiente umas vezes consciente outras inconscientemente, ele é de tal modo importante que pode fazer de um homem um gênio um esquizofrénico ou um marginal.

Olhemos aquele exemplo vulgar e tomemos-lhe o peso da educação: quando criança olha-se o pai como a pessoa que sabe tudo, depois... bom! Já se sabe tanto como ele - e a educação é aqui mais profunda. Um dia reparar-se que ele está mui-

to limitado, sabe-se mais do que ele, a educação evolui em níveis diferentes e em ambientes cada vez mais marcantes.

É normalmente a este nível que se aceitam ou contestam os valores duma sociedade. Não há dúvida de que o ambiente é determinante no comportamento, mas não o é mais na sua juventude de que na sua velhice, há que não esquecer que apesar duma certa formação de princípios o homem está sempre disposto às "intempéries" do ambiente e apto a ser transformado por ele. Além disso o homem não é fruto das influências dos 10 ou dos 20 anos, mas do seu peso ambiental como um todo, pois cada ano depende dos anteriores, e das aquisições feitas.

É frequente ouvirmos dizer que há pessoas mais ou menos influenciáveis. Umas guiam-se pelo que lhes dizem, outras pelo que pensam. Ora talvez pudessemos levantar a hipótese de que o homem possui uma capacidade maior ou menor de abertura a essas influências, quer por temperamento, carácter ou personalidade. O homem não é propriamente um pedaço de "barro" informado, que o ambiente ou a vontade molda completamente, ou senão de "barro" de "calcário" ou "granito" conforme a sua dureza, quero dizer de ser influenciado. A hereditariedade tem uma palavra a dizer, pois o ambiente não faz tudo. Em todo o caso é importante saber que este forma e transforma o homem. Mas será possível acreditarmos na velha afirmação "dai-me uma criança e farei dela um sábio um médico ou um assassino"? Eu por exemplo estou convencida de que Camões nasceu Camões, pois embora a época fosse propícia ao nascimento de um poema épico, um qualquer João da sua idade por mais tristezas de amor que tivesse tido, por mais viagens que fizesse à Índia, nunca escreveria os Lusíadas. Não creio que o Ambiente faça génios, pode eventualmente desenvolver capacidades geniais. Duvido tão pouco que a educação possa dar inteligência (capacidade de aprender) a quem a não possui quanto mais engenho e arte a quem a não tem.

Todavia não existe um completo acordo quanto ao que mais influência a formação de um ser humano: alguns afirmam que o meio tudo explica, outros atribuem à hereditariedade a total responsabilidade do devir, mas a verdade é que se cairmos numa destas posições extremistas as probabilidades de acertarmos diminuem consideravelmente, pois a verdade desta questão localiza-se concerteza entre estes dois pólos. Não há dúvidas que o embrião recebe uma quantidade enorme de características hereditárias e a provável está que nunca dum homem e duma mulher nascem um cão, isto é, nunca o desenvolvimento físico, o seu carácter e muitas outras características como a inteligência foram apenas influenciadas pelos genes. Porém ninguém pode negar também, que essas mesmas características só se manifestam na medida em que o meio mais favorável à sua eclosão. A prova da importância do meio dá-se já no próprio embrião que embora tenha uma potencialidade e impulso vital não consegue desenvolver-se se o meio uterino não lhe for favorável, e se acaso resistindo à contrariedade do meio o impulso vital permanecer, normalmente desenvolvem-se seres não normais, mas

deficientes; ou ainda sobrepondo-se completamente ao meio, porque se adaptou, nascer um ser normal, ele será incapaz de uma nova adaptação que lhe era exigida após o nascimento.

#### INTERACÇÃO DA HEREDITARIEDADE E DO AMBIENTE

Toda a ciência tem a sua história e a Genética como ciência de base para explicar o problema da hereditariedade e do meio, como caminho para uma melhor compreensão do comportamento, também tem a sua.

Ao longo do caminho de estudo e investigação e para dar resposta às perguntas dos psicólogos encontram-se várias classificações para a conduta humana. A primeira assenta no antigo conceito de instinto que supunha a existência duma conduta totalmente hereditária, indo ao ponto de identificar hereditário e instinto. Responde à pergunta: qual dos dois factores hereditariedade ou ambiente é responsável por uma determinada característica ou comportamento? Com a classificação da conduta em instintos e hábitos correspondendo à conduta inata e adquirida respectivamente, supondo ainda o efeito independente e exclusivo dos dois factores, isto é, uma característica ou é totalmente herdada (instinto) ou totalmente adquirida (hábito), esta classificação pressupunha que os genes determinam os comportamentos. Para contrariar esta classificação basta lembrar que o facto de um indivíduo receber uma constituição genética de alta inteligência não implica que seja inteligente. O comportamento inteligente porque ligado às características psicológicas herda-se, mas a inteligência em si não se herda. Esta teoria não encontrou apoio na genética moderna. Todo o traço resulta da influência combinada dos dois factores embora as diferenças específicas desses traços sejam atribuíveis a um só desses factores. Pegando no exemplo dos monozigóticos que geneticamente são uma cópia, perguntamos: Todas as suas diferenças são provocadas pelo meio? Poderemos saber desse modo com quanto contribui cada factor? A segunda classificação concebe a relação entre a hereditariedade e o ambiente, assente numa contribuição aditiva, isto é, supõe-se que a hereditariedade e o ambiente somam suas influências para produzir o comportamento, havendo uma contribuição proporcional dum e outro factor contribuindo, por exemplo, para o desenvolvimento da inteligência 75% a hereditariedade e 25% o ambiente. Há ainda uma terceira classificação que não se preocupa com o qual nem com o quanto, mas com o como. É de facto a opinião mais aceite sobre a relação hereditariedade-ambiente. Tem como conceito base a noção interacção os efeitos e os factores ambientais e hereditários não são acumulativos. A natureza e a extensão da influência de cada tipo de factor depende da contribuição do outro, isto é qualquer factor ambiental exerceirá uma influência diferente que dependerá da hereditariedade material específico sobre a qual opera. Do mesmo modo qualquer factor hereditário operará de modo diferente sob distintas condições ambientais" (1).

(continua pág. 24)

# física 78

## CONFERÊNCIA NACIONAL DE FÍSICA

CARLOS FOLHAIS  
(5º ano Física)

Decorreu na Fundação Calouste Gulbenkian, em Lisboa, de 23 a 24 de Fevereiro de 1978, a Conferência Nacional de Física, organizada pela jovem Sociedade Portuguesa de Física. Sob a sigla de "Física 78", tratou-se, para todos os efeitos, do primeiro congresso dos físicos portugueses. Como primeira iniciativa no género, pode considerar-se bem sucedida, para o que bastante contribuiu a voluntariedade da organização. As críticas adiante formuladas não chegam para desmerecer o conjunto.

Começamos por despejar alguns números, que podem servir os amadores de estatísticas (os dados reportam-se à documentação distribuída). Houve 339 inscrições, a que há a juntar um bom lote de retardatários. Tratava-se de pessoas com actividade profissional e/ou formação académica em física, na sua maioria docentes e investigadores. Participaram alguns (poucos) estudantes. De entre os primeiros, há que assinalar e ainda bem o contingente razoável de professores do ensino secundário. Os 128 autores apresentaram 97 comunicações, distribuídas por vários temas, a saber:

- Física atómica e nuclear,
- Física molecular e da matéria condensada,
- Física dos plasmas e astrofísica,
- Física das altas energias e relatividade,
- Física na indústria e na sociedade,
- Geofísica e meteorologia,
- Física aplicada,
- A situação da investigação em física em Portugal.

Com a excepção natural de alguns temas, as comunicações presentes eram relatórios de trabalhos originais de investigação em física. Portanto, cada um deles apenas motivou a dúzia de indivíduos cujo interesse de estudo incide no respectivo domínio ou em domínio limítrofes. Os outros, especialistas em assuntos diversos ou simplesmente especialistas em ideias gerais, não tiveram mais que absorver com complacência a oralidade, bem ilustrada com equações, dos conferencistas. Apesar de tudo, honra lhes seja, esses outros ainda conseguiram aqui e ali compreender a elegância formal de alguns princípios, a fluência de alguns processos de cálculo e o engenho de algumas realizações laboratoriais. Ficaram com certeza com uma imagem mais nítida da física moderna e da multivarietade dos seus problemas.

Quanto aos oradores, eles têm "ab initio" contra eles a convicção, generalizada entre os leigos, que os apelida de maçadores e os acusa de catedrar doutrinas insignificantes. Houve, nas exposições do congresso de física, quem

tentasse corresponder a essas qualificações e o conseguisse. Houve também quem, dando a volta ao texto, tentasse transmitir de uma forma aceitável o que tinha para dizer e a estes só têm que ser prestados os devidos agradecimentos. Todos lutaram contra a severidade da mesa que lhes noticiava a proximidade do fim do quase um quarto-de-hora disponível, contra os operadores das máquinas de diapositivos, que raramente projectavam a imagem certa no momento certo, contra as questões inoportunas (isto é, de que desconheciam a resposta) surgidas nos debates. Sobre as discussões, é de registar o diálogo vivo que se seguiu à série de comunicações relacionados com a central nuclear planeada para Ferrer, Peniche. Entre os "experts" do Laboratório de Física e Engenharia Nuclear há disparidade de pareceres. O problema, aqui e agora, é principalmente político e o confronto encontra talvez aí a sua razão de ser.

O convívio entre os participantes foi mal cultivado e não floresceu. Poder-se-ia ter esta beleza de uma permuta mais alargada de impressões sobre como se faz física, como se ensina, física, como se aprende física. O átrio imenso de um edifício pode não oferecer vantagens sobre corredores e salas que impõem a proximidade física (aqui a palavra "física" é obviamente um trocadilho).

Enfim, as conclusões respigaram o inevitável. Tem de se minorar o facto de em qualquer país, dito civilizado, existir investigação básica em escala muito maior do que entre nós. Portugal, para se alcandorar às posições de países europeus, com os mesmos índices de área e de população, deve quadruplicar o número de trabalhadores científicos em física. Ora, o total de novos estudantes no curso de física nas universidades nacionais diminuiu este ano, e isso certamente não é de bom augúrio se se pretende atingir a meta indicada. Por outro lado, no que concerne às perspectivas de futuro profissional dos actuais estudantes de física, o menos que se pode dizer é que elas não são medianamente claras.

O próximo congresso de física decorrerá em 1980 e fora de Lisboa. É possível que seja em Coimbra, onde aliás até existem instalações capazes. Lá estaremos, ou melhor cá estaremos. ■

### ENTREVISTA

(continuado da pág. 30)

embora exigindo certos cuidados e sentido da responsabilidade, não tem nada de difícil.

Mas, como é evidente, isso depende dos próprios interessados!.... ■

**COMPORTAMENTO E MEIO**(continuado da pág. 22)

Isto prova-se com o número de facetas do olho da mosca da fruta, em relação à temperatura a que se mantêm as larvas. Podemos verificar que o número de facetas não aumenta ou diminui proporcionalmente com o aumento da temperatura. Se adoptarmos a hipótese aditiva haveria uma proporcionalidade de tal modo constante que o gráfico dos resultados corresponderia a linhas paralelas nos diferentes tipos genéticos, porém o que a experiência nos mostra é que tipos genéticos diferentes têm uma actuação diferente. Num caso de deficiência mental poderíamos perguntar pela sua causa, na hereditariedade ou no ambiente. Por exemplo considerando o caso A em que o Q.I. é de 40, depois de analizar chegamos à conclusão que a sua deficiência mental se pode atribuir a um desenvolvimento cerebral desequilibrado resultante de uma desordem metabólica, o que nos leva a atribuir a um gene recessivo, concluiremos sem grande dificuldade que o nível intelectual de A depende muito da hereditariedade. Consideremos o caso B cujo Q.I. é também de 40 neste caso encontrámos a explicação numa lesão que teve, pré-natal, poderíamos concluir que em grande parte a contribuição está no ambiente intra-uterino. Vejamos ainda o caso C também com QI de 40, verificamos que nunca foi à escola porque vive num "buraco" na serra. Poderemos atribuir este caso sem grande margem de dúvida ao ambiente exterior. (1) É fácil concluir da interdependência dum e outro factor, significando com isto "que a contribuição de qualquer factor ambiental dado sobre um rasgo particular depende do fundo hereditário específico do indivíduo; e inversamente, a contribuição de qualquer factor hereditário dado depende das condições específicas ambientais dentro das quais actua" (1).

Daqui poderemos concluir que as características individuais não são soma mas um produto de factores ambientais e hereditários. Se se observa uma pequenissima diferença quer num quer outro, em termos quantitativos, pode resultar uma enorme diferença de características isto é, em vez de termos

$2 + 2 + 2 + 2 + 2 + 2 = 12$  temos  $2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2 = 64$ , o que nos mostra a amplitude que pode atingir uma pequena mutação. Além disso esta diferença é progressivamente crescente.

Assim como diz Anastasi o Ambiente e a Hereditariedade não influenciam tanto ou quanto, nem tão pouco um ou outro, mas os dois, sem se contraporem mas inter-relacionando-se.

**CONCLUSÃO**

Desde o início o campo que nos interessa de sobre maneira é o campo da psicologia, foi a través dele que aqui chegámos e agora num sentido inverso, até ele de novo iremos.

Trata-se de saber nos fenómenos psicológicos quais as aplicações dos conceitos de hereditariedade e ambiente.

A psicologia tem sempre em vista o comportamento humano a sua conduta individuais. As suas características estruturais, ou seja orgânicas, somáticas, ou psicológicas, que incluem factores anátomicos psicológicos e bioquímicos, são importantes porque impõem certas limitações

ao desenvolvimento da conduta influindo directamente sobre ela, por exemplo um cão ou um gato não podem voar porque lhes falta uma estrutura psicológica apropriada.

Toda a natureza estrutural dum indivíduo vai influenciar na determinação das características da sua conduta. Um anão não poderá ser nunca um campeão de salto em altura. Não podemos contudo dizer que a altura neste caso é suficiente para ele ser campeão, pois era estabelecer uma limitação visto que há muitos homens altos que não são nem nunca pensaram em ser campeões, prova evidente que a altura embora necessária não é suficiente.

Qual a função da Hereditariedade na conduta? É fácil ver que os factores hereditários não podem afectar directamente a conduta mas tão somente através do equipamento estrutural do indivíduo. Responderemos mais facilmente a esta pergunta se antes disso soubermos responder a outras - de que modo estão relacionadas as características da conduta dada ou características funcionais com as condições estruturais, e como estão ligadas entre si? Quando se constata que uma condição estrutural específica está associada a uma característica da conduta dada pode por-se a questão da hereditariedade e ambiente, por exemplo uma deficiência particular da conduta está normalmente associada a deficiências estruturais no cérebro, anormalidade que pode ter sido ou não provocada pela hereditariedade pela ausência ou presença de um gene a mais ou então a deficiências ambientais, físicas, químicas, pré-natais ou até por lesões do meio exterior.

O ambiente e a hereditariedade interligam-se de tal modo que nada na conduta é caracteristicamente e só, determinado por um dos factores.

Como conclusão poderíamos dizer que ao falar de hereditariedade e de ambiente como factores determinantes para o comportamento e diferenças individuais passamos de um conhecimento teórico e conceptual para um conhecimento objetivo, debruçado já sobre os indivíduos, e uma vez aí a complexidade e o emaranhado do "novel" da conduta é tal que não podemos tirar qualquer conclusão viável, a que se nos depara depois de termos feito uma separação nítida entre um conceito e outro. Aqui reside, julgo, a maior dificuldade do investigador pois para uma boa análise a separação dos factores intervenientes é fundamental para haver clareza, e como qualquer ciência experimental a psicologia diferencial necessitaria de controlar as condições de tal forma que se pudesse estabelecer comparações entre grupos e subgrupos.

O facto é que na maior parte das investigações sobre as diferenças entre indivíduos ou grupos, variam simultaneamente muitos factores hereditários e ambientais, é impossível dar aos resultados uma interpretação definitiva.

Agora ao darmos uma visão sinóptica do que foi dito avaliando também o muito que deixamos por dizer não só sobre a hereditariedade, ficam-nos bem clara a ideia de complexidade deste tema, e do muito que é preciso ainda investigar para chegarmos a conclusões definitivas. ■

(1) ANASTASI, Anne - Psicología Diferencial, Aguilar, Madrid 1964.



# HUMOR

## CAÇA AO LEÃO

Neste artigo apresentamos alguns algoritmos que esperamos possam ter interesse para investigadores no campo da teoria matemática do jogo da caça que, como se sabe, possui um efeito unificador particularmente feliz nos mais diversos ramos das ciências exactas. Para simplificar a exposição, reservaremos a nossa atenção a Leões (*Felis Leo*) cujo habitat seja o Deserto do Saara. Facilmente se notará que os métodos que vamos apresentar se podem aplicar, depois de algumas evidentes modificações formais, a outros carnívoros e a outros locais do globo. O artigo está dividido em três partes, que agrupam o material relativo respectivamente à Matemática, à Física Teórica e à Física Experimental.

### I. MÉTODOS MATEMÁTICOS

1. *O método de Hilbert, ou axiomático.* Colocamos uma jaula fechada num determinado ponto do deserto. Introduzimos então o seguinte sistema lógico:

*Axioma 1.* O conjunto dos leões do Deserto do Saara é não-vazio.

*Axioma 2.* Se existe um leão no Deserto do Saara, então está um leão na jaula.

*Regra de procedimento:* se  $p$  é um teorema, e " $p$  implica  $q$ " é um teorema, então  $q$  é um teorema.

*Teorema 1.* Está um leão na jaula.

2. *O método da geometria inversiva.* Colocamos uma jaula esférica no deserto, metemo-nos lá dentro, e fechamo-la. Efectuamos então uma inversão relativamente à jaula. O leão fica assim dentro da jaula, e nós ficamos cá fora.

3. *O método da geometria projectiva.* Sem perda de generalidade, podemos considerar o Deserto do Saara como um plano. Projecte-se esse plano sobre uma recta, e depois projecte-se a recta sobre um ponto do interior da jaula. O leão será projectado sobre o mesmo ponto.

4. *O método de Bolzano-Weierstrass.* Divide-se o deserto ao meio por uma recta com a direcção Norte-Sul. O leão ficará na parte Leste ou na parte Oeste; suponhamos que fica na parte Oeste. Divilde-se esta parte ao meio por uma recta com a direcção Leste-Oeste. Suponhamos que o leão agora fica na parte Norte. Continuamos este processo indefinidamente, construindo de ca-

da vez uma vedação suficientemente forte em redor do sector em causa. A largura dos sectores tende para zero e portanto poderemos cercar o leão com uma vedação de perímetro arbitrariamente pequeno.

5. *O método topológico.* Notemos que o deserto é um espaço separável, contendo portanto um subconjunto numerável denso, do qual se pode extrair uma sucessão que converge para o leão. Então, aproximamo-nos sub-repticiamente do leão ao longo dessa sucessão, levando connosco o equipamento adequado.

6. *O método de Peano.* Construa-se, usando os métodos conhecidos, uma curva contínua que passe por todos os pontos do deserto. Sabe-se que é possível percorrer uma tal curva num tempo arbitrariamente pequeno. Armados com uma lança, percorremos a curva em menos tempo do que o que o leão precisa para percorrer o seu próprio comprimento.

7. *O método de Cauchy.* Consideramos uma função analítica  $f(z)$  com valores no conjunto dos leões. Seja  $w$  a jaula. Considere-se o integral

$$\frac{1}{2\pi i} \int_C \frac{f(z)}{z-w} dz$$

onde  $C$  é a fronteira do deserto; o seu valor é  $f(w)$ , ou seja, um leão na jaula.

### II. MÉTODOS DA FÍSICA TEÓRICA

8. *O método de Dirac.* Começamos por observar que leões selvagens são, *ipso facto*, impossíveis de encontrar no Deserto do Saara. Consequentemente, se existem leões no Saara é porque são mansos. A captura de um leão manso fica como exercício para o leitor.

9. *O método de Schrödinger.* Em qualquer instante, há uma probabilidade positiva de que esteja um leão na jaula. Sente-se e espere.

10. *Um método relativístico.* Espalhamos pelo deserto isca para leão contendo grandes doses do Companheiro do Sírio [estrela excepcionalmente densa próxima de Sírio]. Quando uma quantidade suficiente de isca tiver sido comida, projectamos um feixe de luz através do deserto. O feixe encurvar-se-á e rodará em torno do leão, que ficará tão tonto que poderemos aproximar-nos dele sem perigo.

(continua pág. ?)

## INQUÉRITO (continuado da pág. 19)

QUÍMICA FÍSICA  
MOLECULAR

QUÍMICA

Dr. Teixeira Dias

Esta linha de investigação congrega alguns tópicos possíveis no domínio das ciências moleculares. Permite-me que, de um modo sucinto e talvez simplista, os situe dentro da Química antes de os descrever em pormenor.

Crê-se actualmente que as propriedades das moléculas são previstas a partir da equação fundamental da Mecânica Quântica. A aplicação dessa disciplina científica a questões de âmbito estritamente químico, com terminologia e conceitos próprios da Química, constitui a Química Quântica. O avanço da tecnologia nos últimos vinte anos veio possibilitar a construção de melhores aparelhos de medida e o desenvolvimento acentuado dos computadores. O rápido crescimento da informação experimental à disposição do químico e a possibilidade crescente de estabelecer com os computadores previsões quantitativas sobre sistemas quimicamente interessantes são talvez os principais factores determinantes da importância que a Química Quântica tem, hoje em dia, na idealização e interpretação das experiências químicas. As técnicas que o químico vulgarmente usa no esclarecimento de questões de âmbito molecular são de vários tipos: laboratoriais (por exemplo, as técnicas espectroscópicas) e computacionais; o método científico que utiliza é o experimental, tal como é próprio de uma ciência experimental como a Química.

Os tópicos de investigação em Química Física Molecular que são orientados pelos Prof. Doutores Amorim da Costa, Antônio J. C. Varandas, Campos Geraldes e pela minha pessoa contam ainda com a colaboração de vários assistentes e mesmo alguns alunos, exigem, em grau variável, a utilização das técnicas acima citadas. No domínio da espectroscopia, os trabalhos aqui em curso utilizam em maior grau outras técnicas para as quais este Laboratório tem aparelhagem própria como sejam a espectroscopia do infravermelho, da ressonância magnética nuclear, etc....

Concretizando agora em relação aos trabalhos em curso nesta linha devo dizer que alguns dos tópicos de investigação, especialmente os que mais directamente oriento juntamente com os Doutores Amorim e Geraldes, utilizam como técnica espectroscópica principal, no esclarecimento da estrutura de certos líquidos, nomeadamente nos aspectos que resultam de interações intermoleculares, a espectroscopia de Raman. Tal

vez convenha aqui referir que neste tipo de espectroscopia a amostra da substância a estudar é atravessada por um feixe de radiação monocromática produzida por um laser. A radiação difundida pela amostra pela amostra é não só constituída por luz com a mesma frequência da radiação do laser mas, o que é de maior interesse para o químico, contém algumas componentes cujos desvios, em termos de frequência, em relação à luz do Laser, correspondem a transições entre níveis energéticos do sistema a estudar. Nos trabalhos em curso, algumas destas experiências reais são depois simuladas com modelos mecânico-quânticos, através da utilização de técnicas computacionais. É possível, desse modo, não só interpretar os resultados obtidos como também e principalmente estabelecer novas hipóteses e idealizar novas experiências.

Gostaria agora de dar a palavra aos Profs. Doutores Antônio Amorim da Costa e Antônio Campos Varandas que falarão sobre outros trabalhos desta linha de investigação.

Prof. Doutor Antônio Amorim da Costa

A investigação que tenho vindo a desenvolver no campo da Química Física Molecular tem sido orientada no sentido de ser um contributo para uma resposta cada vez mais cabal à questão: - qual o melhor modelo ou descrição matemática do estado líquido?

A associação molecular e a formação de complexos é um dos problemas "intrigantes" dos estudiosos do estado líquido. No seu sentido mais geral, a associação molecular é a causa do comportamento não-ideal de uma solução; deve-se a correlações localizadas entre as posições das moléculas individuais que compõem o líquido, do que resultam agregados moleculares "ordenados" na base de arranjos de duas ou mais espécies moleculares estatisticamente preferidos.

Num líquido com duas componentes A e B, tal associação pode envolver (1) a formação de entidades específicas  $A_x B_y$  que se movem como unidades discretas, o que pressupõe que tenham um tempo de vida finito; ou (2) alternativamente, apenas correlações espaciais que permitem às moléculas moverem-se independentemente.

Tenho dedicado especial interesse ao estudo das consequências de (1) e (2) nos tempos de correlação rotacional das referidas espécies caracterizados por espectroscopia de Raman. Este estudo envolve sistemas em que as duas componentes formam verdadeiros complexos, e sistemas em que as duas componentes formam apenas "pseudo" complexos, com moléculas a reorientarem-se em "ambientes" espacialmente ordenados. Através destes estudos pretendo-se racionalizar a relação entre a relaxação molecular das espécies em questão e a viscosidade do meio e, consequentemente, o tipo de forças que preside a uma e outra.

Prof. Doutor A.J.C. Varandas

A investigação que oriento visa o cálculo de superfícies de energia potencial. A aplicação destas superfícies a estudos teóricos de colisões moleculares é outro tema de investigação que aparece naturalmente no seguimento do anterior e que penso igualmente desenvolver.

Do ponto de vista teórico o estudo de uma experiência de colisão molecular pode ser dividido em três partes. A primeira, fundamental, consiste no cálculo da superfície de energia potencial, ou função potencial, que regula o movimento dos núcleos das espécies atómicas ou moleculares envolvidas na colisão (que pode ser reactiva ou não-reactiva) desde o estado inicial de reagentes até ao estado final de produtos. Para este fim o químico recorre a princípios e métodos da Química Quantica os quais requerem dum modo geral para uma boa aplicação de técnicas computacionais eficientes. Recorre ainda com frequência a informação colhida no laboratório que utiliza de modo a compensar aproximações que amiam de tem que fazer aquando da solução da equação fundamental da Mecânica Quântica. A segunda etapa envolve a solução das equações dinâmicas para o movimento dos núcleos abaixa do influêncio do potencial calculado na etapa antecedente. Como resultado final o químico obtém propriedades características do processo colisional ao nível molecular, e.g., secções eficazes de colisão,... que, em casos favoráveis, poderá comparar com resultados obtidos no laboratório. Convém aqui referir que nem toda a informação possível de se obter numa experiência computacional é fácil de ser obtida laboratorialmente, sendo mesmo nalguns casos impossível. E ainda oportuno mencionar a facilidade com que se pode controlar uma experiência computacional, relativamente a uma laboratorial, no estudo de pequenos dum modelo adoptado, por exemplo o estudo da influência de certos detalhes topológicos da função potencial nos parâmetros cinéticos.

Este e outros aspectos conferem, em muitas ocasiões, às experiências computacionais o papel importante de sugerir para investigação laboratorial tópicos que se tenham revelado interessantes ao nível de computador. A terceira etapa permite finalmente, através das leis da Mecânica Estatística, passar das propriedades a nível molecular para as propriedades da matéria a nível macroscópico, e.g., constantes cinéticas de velocidade de reacções químicas.

Esta breve introdução deixa certamente antever o enorme interesse deste domínio de investigação bem como realça o papel complementar e indispensável das técnicas computacionais e laboratoriais. Os avanços teórico e técnico nestes últimos anos fazem dele um dos campos de investigação mais férteis.

Dr. Teixeira Dias

Em relação à 2ª questão que põem, a colaboração com outros centros de investigação é, de facto, um dos aspectos mais importantes, hoje em dia, na investigação científica. A investigação caminha no sentido em que se torna cada vez mais premente, especialmente no nosso país, a colaboração de vários ramos da ciência.

Os tópicos de investigação desta linha contam com a colaboração de grupos de investigação no país e no estrangeiro. No âmbito dos estudos teóricos e computacionais temos contado em especial com a colaboração de um grupo de investigação em Ciências Moleculares da Universidade de Sussex (Inglaterra). Contamos iniciar brevemente em colaboração com um grupo de investigação de Ottawa, Canadá, um projecto sobre estudos de problemas estruturais em moléculas de interesse biológico através especialmente da utilização de várias técnicas espectroscópicas (Raman, infravermelho, ultravioleta).

### QUÍMICA-FÍSICA DE SOLUÇÕES DE ELECTRÓLITOS

QUÍMICA

Dr. Simões Redinha

1- Objectivo e interesse da linha de investigação - O objectivo fundamental desta linha de investigação é o estudo da química de soluções de electrólitos e das reacções que têm lugar nestas soluções ou em interfaçes de que façam parte.

O domínio da linha de investigação é, pois, um dos domínios básicos da química-física e, como tal, a ele se ligam outros sectores da química e serve de base a muitos ramos da química aplicada e a numerosos processos da indústria química. Trata-se, pois, de um assunto de inequível interesse quer sob o ponto de vista científico quer sob o ponto de vista prático.

Os métodos utilizados na investigação são principalmente métodos electroquímicos e termodinâmicos. Além de variado equipamento básico de química-física dispõe esta linha de equipamento especializado de relevo em electroquímica, química-física de superfícies e calorimetria.

Importa realçar o facto de, mercê da natureza dos assuntos tratados e do tipo de equipamento utilizado, a actividade desta linha, além de garantir a formação e actualização de docentes num sector importante de química, permite pôr os alunos da licenciatura em contacto com técnicas importantes que irão utilizar com frequência na sua vida profissional.

2- Projectos de investigação actualmente em curso.

Estão presentemente em curso os seguintes trabalhos de investiga-

ção:

a) *Termodinâmica das reacções de formação de complexos entre o ião prata e ligados com grupos aminicos e carboxílicos* - As reacções de formação de complexos de cationes e ligados com grupos aminicos e carboxílicos são muito usadas como métodos analíticos. São, contudo, muito escassos os dados existentes sobre a química-física das reacções destes compostos com a prata. Ao interesse analítico destas reacções há, a acrescentar, no caso da prata, o interesse científico, uma vez que a química de coordenação da prata com estes ligados é em certa medida complexa e ainda mal conhecida.

O estudo das reacções é feito com base nos valores das funções termodinâmicas, energia de Gibbs, entalpia e entropia. Os valores das constantes de equilíbrio, a partir dos quais se calculam as variações de energia de Gibbs, são determinados por potenciometria utilizando eléctrodos selectivos de íões. Os valores de reacção são medidos directamente num calorímetro, especialmente construído para este tipo de reacções, que permite avaliar variações de temperatura da ordem de  $10^{-9}$  C.

Como os eléctrodos selectivos têm ainda sido pouco usados em reacções de complexação fizeram-se alguns trabalhos de estudo crítico do comportamento destes eléctrodos nas reacções estudadas e da hidrólise do ião prata.

b) *Estudo dos números de transporte de electrólitos pelo método do movimento de fronteira*.

Desde há mais de um século que os números de transporte têm sido usados como indicadores da estrutura dos electrólitos. Mais recentemente o estudo da sua variação com a concentração tratada pelas teorias de Debye-Hückel-Onsager tem fornecido preciosa informação acerca de determinados aspectos das soluções dos electrólitos nomeadamente das interacções ião-ião e ião-solvente.

Praticamente todas as determinações dos números de transporte se têm restringido a electrólitos 1:1. Decidiu-se, assim, determinar os números de transporte de electrólitos 2:2 onde as interacções iónicas são muito fortes e as teorias existentes mais falham. Utilizamos o método do movimento de fronteira que é, sem dúvida, o método mais precioso dentre os vários métodos usados para a determinação de números de transporte.

Foram já estudadas as soluções de sulfato de magnésio que, dentro dos electrólitos 2:2, é dos mais simples, e feito o estudo crítico das diferentes teorias na explicação dos resultados. Das teorias existentes a de Fuoso-Onsager constitui a melhor aproximação. O trabalho em curso neste momento visa o estudo das soluções de sulfato de zinco.

c) *Estudo da interacção da água com substâncias hidrofílicas*

As soluções de substâncias hidrofílicas mostram, no que respeita

às interacções soluto-solvente, um comportamento não previsível através dos dados fornecidos pelas soluções de electrólitos ou pelas substâncias não-polares. Os dados existentes para aquele grupo de substâncias são ainda muito escassos e algumas interpretações, naturalmente por se basearem num número pequeno de resultados, obtidos por métodos diversos, são, por vezes, incoerentes.

Neste projecto de investigação, iniciado há muito pouco tempo, procura-se estudar as interacções entre as moléculas de açúcares e polialcoois com a água através dos valores dos coeficientes B da equação de Jones-Dole e de dados termodinâmicos.

Como neste grupo de substâncias, além dumha parte apolar, existem vários grupos hidrofílicos em número variável, posições diferentes com orientações estereas diversas, os dados por eles fornecidos podem ser bastante importantes para a compreensão geral da estrutura das soluções aquosas.

### 3- Ligações com outros centros científicos e com a comunidade

As ligações desta linha de investigação com várias outras do Centro de Química de Coimbra é bastante estreita recorrendo-se numerosas vezes à colaboração de colegas de outras linhas para a resolução de vários problemas.

As ligações com outros centros nacionais têm-se limitado a trocas de impressões durante encontros científicos, a visitas de trabalho a esses centros e a facilidades de utilização de aparelhagem.

As ligações com centros estrangeiros, principalmente ingleses, são numerosas e traduzem-se na vinda de professores desses centros para realizar conferências ou cursos, estadias por períodos mais ou menos prolongados de professores e assistentes nestes centros.

Em virtude da natureza do domínio de investigação de que trata é esta linha solicitada com muita frequência para resolver diversos problemas de ordem prática. São bastante numerosos os trabalhos que têm sido realizados para instituições estatais e para entidades particulares especialmente sobre águas (mineiro-medicinais, de abastecimento público e industrial), poluição e tratamento de efluentes.

Está-se actualmente a procurar as condições para que, sem prejuízos graves para a investigação, se possa continuar a prestar ao exterior o auxílio que nos for solicitado.



# PROSPECTO DA UNIVERSIDADE EM 1877

## (excertos)

(conclusão)

### FACULDADE DE FILOSOFIA

O curso geral da Faculdade de Filosofia completa-se em 5 anos, e compreende 8 cadeiras privativas desta Faculdade, além das duas primeiras de Matemática e das lições de desenho de figura e paisagem. O seguinte quadro mostra a distribuição deste curso por anos e cadeiras:

Cadeiras	Disciplinas	Horas	
		Entrada	Sabida
1.º ANNO			
1.	Chimica inorganica .....	12	2
"	(1.º de Mathematica) Algebra superior — princípio da teoria dos numeros — geometria analytica a duas e a tres dimensões — teoria das funções circulares — trigonometria esferica.....	10½	12
2.º ANNO			
2.	Chimica organica — analyse chimica.....	1	3
"	(2.º de Mathematica) Calculo diferencial e integral; das diferenças, directo e inverso; das variações e das probabilidades...	9	10½
3.º ANNO			
3.	Physica (1.ª parte) .....	12	2
4.	Botanica .....	11	1
4.º ANNO			
5.	Physica (2.ª parte) .....	1	3
6.	Zoologia.....	12	2
5.º ANNO			
7.	Mineralogia, Geologia e Arte de minas.....	8	10
8.	Agricultura geral, Zooterapia, Economia rural .....	4	3

As aulas neste curso são em dias alternados, excepto nas cadeiras de Matemática, que são diárias.

Admitem-se nesta Faculdade, como na antecedente, três classes de alunos - Ordinários, Voluntários e Obrigados - para os quais tem aplicação tudo o que fica dito antecedentemente *mutatis mutandis*.

As matrículas fazem-se por cadeiras, e não por anos como nas outras Faculdades, e do mesmo modo se fazem os actos; porém os documentos exigidos para a primeira matrícula são os mesmos que na Faculdade de Matemática relativamente a cada classe. A passagem de uns para os outros anos, ou de umas para outras cadeiras está sujeita a regras estabelecidas em regulamento especial.

O grau de Bacharel em Filosofia pertence aos alunos aprovados na classe de Ordinários em todas as cadeiras dos quatro primeiros anos do quadro, e a carta de Bacharel formado aos que houverem completado o curso; deve porém advertir-se que, para serem admitidos ao último acto do 5º ano, são obrigados a apresentar documento de aprovação na língua grega.

Nas aulas os alunos são adstritos à mesma disciplina que se observa em todas as outras Faculdades.

### ACTOS, GRAUS, INFORMAÇÕES E DIPLOMAS

Os actos ou exames são de duas ordens: 1º os *anuais*, a que todos os alunos são obrigados no fim de cada ano dos cursos, e sem aprovação, neles obtida, não podem matricular-se no ano seguinte; 2º os actos *grandes*, necessários para obter os graus de Licenciado e Doutor.

Os primeiros tem por fim conhecer se os alunos adquiriram nas disciplinas, explicadas no respectivo ano, os conhecimentos necessários para continuar com proveito a frequência do ano seguinte. São unicamente admitidos a estes exames os alunos que, tendo frequentado com regularidade, foram habilitados pelos respectivos Conselhos das Faculdades (formados pelos Lentes). Fazem-se estes actos perante um juri, composto pelo menos de três professores, ao qual serve de presidente o mais antigo, que regeu as cadeiras do mesmo ano.

Para estes actos preparam os professores um número conveniente de pontos, que abrangam as matérias mais importantes explicadas no ano e que, sendo aprovadas pelos Conselhos, são entregues ao Secretário da Universidade, que a encerra em uma urna, da qual o examinando tira à sorte, com a antecipação de 24 ou 48 horas, aquele ponto sobre o qual há-de ser arguido. Na Faculdade de Filosofia os actos fazem-se por cadeiras e não por anos. O presidente do juri é neste caso o professor da cadeira.

A aprovação nos actos é por maioria em escrutínio secreto.

Dizem-se aprovados, *nemine discrepante* os que obtêm a totalidade dos votos de aprovação, e *simpliciter* os que alcançam unicamente a maioria. Quando há empate na votação, considera-se o estudante aprovado *simpliciter* pelo voto de Mínerva. Nas cartas de Bacharel ou Bacharel formado menciona-se a qualificação alcançada pelo aluno nos actos do 4º ou 5º ano.

Terminados os actos do 5º ano em qualquer das Faculdades, reunem-se os respectivos Conselhos para informar o Governo sobre o mérito literário de cada um dos Bachareis formados, que terminaram o seu curso. Nestas informações são os alunos classificados, segundo o seu mérito relativo, como *muito bons*, *bons* ou *suficientes*. Esta classificação é feita por votação em escrutínio secreto. O resultado é imediatamente comunicado ao Governo pelo Ministério do Reino.

Em qualquer época do ano lectivo os Bachareis formados, que houverem obtido as qualificações de *muito bom* ou *bom*, podem requerer a sua admissão às provas dos actos grandes.

Os actos grandes são, pela sua ordem, o de Licenciado e o de Conclusões Magnas. Um regulamento especial determina a ordem e método por que estes actos devem ser feitos.

O acto de Licenciatura consta de seis argumentos, sendo o primeiro sobre uma dissertação manuscrita, cujo objecto é designado pela Fa-

culdade com a antecipação de 3 dias; os outros versam sobre cinco pontos tirados à sorte, dentre vinte e cinco, com 3 dias de antecipação, na presença do Reitor, do Decano da Faculdade e do Secretário da Universidade.

Ao acto assiste toda a Faculdade, estando também presentes o Reitor e o Secretário e presidindo o Decano, que regula a argumentação.

Na hora indicada pelo Reitor pode começar o acto de Licenciatura, a Faculdade com o candidato reunem-se no Paço Reitoral, e dali acompanham o Reitor, precedidos das chamarelas, dos Bedéis, Guarda-mor, Contínuos e Archeiros, até à Capela da Universidade, para assistirem à missa do Espírito Santo, finda a qual, todo o préstido se dirige à Sala grande para dar princípio ao acto.

Concluidas as provas, retira-se o candidato, e a Faculdade vota em escrutínio secreto por AA e RR. Se o candidato é aprovado, recebe em seguida, na Capela, o grau de Licenciado, que lhe é conferido pelo Reitor, sendo depois abraçado pelos membros da Faculdade.

Os Licenciados que pretendem o grau de Doutor são obrigados a compor e sustentar uma dissertação inaugural e defender teses, em actos de conclusões magnas. O objecto da dissertação é da livre escolha do candidato. Os assuntos sobre que devem versar as teses são escolhidos pelas Faculdade; porém estas, redigidas pelo candidato, e depois de censuradas por uma comissão e por ela aprovadas, são impressas, bem como a dissertação, para serem distribuídas aos vogais da Faculdade.

O acto de conclusões consta de dois argumentos, sendo um deles sobre a dissertação. A argumento dura 3/4 de hora. Este acto pode ser dividido em duas sessões no mesmo dia, sendo uma de manhã e outra de tarde, ou em dois dias consecutivos.

O acompanhamento do candidato pelo Reitor e pela Faculdade até à sala dos actos é feito com o mesmo ceremonial que fica descrito. Durante o acto, no intervalo de cada argumento, as chamarelas tocam uma pequena peça de musica.

Findas as provas, a Faculdade, reunida em Congregação, vota em escrutínio secreto por AA e por RR sobre o mérito do candidato, o qual, sendo aprovado, tem direito à graduação de Doutor.

## ESTUDANTES

No que havemos dito em relação a cada uma das Faculdades, acham-se indicados os documentos que os estudantes são obrigados a apresentar para serem admitidos à primeira matrícula da Universidade.

Efectuada a primeira matrícula, os estudantes ficam fazendo parte da Universidade, e sujeitos à disciplina académica, que se acha regulada pelos Estatutos e pelos regulamentos de polícia privativa da Universidade.

São obrigados à frequência regular das aulas nos cursos em que se acham inscritos, não podendo faltar a elas sem motivo justificado,

sob pena de perderem o ano ou de ficarem preteridos na ordem dos exames. No primeiro dia, em que se abrem os cursos, o Bedel da respectiva Faculdade designa a cada aluno, pela ordem de inscrição, o lugar que deve ocupar na aula, e todos os dias lectivos o mesmo Bedel toma nota dos que faltam. Estas faltas são mensalmente apresentadas aos Conselhos, com os documentos que as justificam, para serem por eles julgadas. No fim do ano lectivo fazem os mesmos Conselhos o apuramento dos estudantes que, não havendo perdido o ano, podem ser admitidos a fazer o acto.

Nas aulas são também os estudantes obrigados a responder às interrogações que o professor julga conveniente dirigir-lhes sobre a lição explicada no dia antecedente, ou a apresentar sucintamente as suas ideias sobre a doutrina exposta. É-lhes, porém, permitido oferecer as dúvidas, e pedir explicação das dificuldades que encontram sobre as matérias das mesmas lições. Durante o ano, são igualmente obrigados a satisfazer a alguns exercícios escritos sobre pontos que os professores designam para todos os alunos da mesma aula. Estes exercícios, e as lições a que responderam, são apreciados pelo respectivo professor, e constituem a conta do ano, que se toma em muita consideração para o julgamento final nos exames.

Os regulamentos disciplinares exigem que os estudantes se apresentem nas aulas, e perante as autoridades académicas, honestamente vestidos com o vestuário uniforme adoptado pela Universidade, o qual conta de batina, capa e gorro de pano preto. Este vestuário oferece a vantagem da economia e da uniformidade, evitando as aberrações de mau gosto e as rivalidades entre os ricos e pobres, e estabelece uma completa igualdade entre todos os estudantes que frequentam a Universidade. Os mesmos regulamentos não permitem arruidos, nem manifestações estrondosas de aprovação ou reprovação nas aulas ou nos Gerais da Universidade, nem desordem de qualquer natureza. Os contraventores às regras de disciplina académica, e ainda aqueles que, fora dos estabelecimentos da Universidade, se acham comprometidos em quaisquer actos que possam ofender a moral ou perturbar a ordem pública, ficam sujeitos às penas estabelecidos no regulamento de polícia. Estas penas são puramente disciplinares, sem prejuízo das que possam ser impostas pelas justiças ordinárias aos delitos e crimes da sua privativa competência.

As penas disciplinares que podem ser impostas aos estudantes são: a censura verbal - a repreensão, que fica registada pelo Secretário no livro competente - a participação dos factos censuráveis aos pais ou tutores - a preterição na ordem dos actos - a detenção em custódia pelo tempo de um a oito dias na prisão académica - a saída da cidade pelo tempo de seis meses a um ano - a exclusão temporária da Universidade pelo tempo de um ou dois anos lectivos - finalmente a exclusão perpétua da Universidade.

As penas menos graves podem ser impostas pelo Reitor, e as mais graves são da competência do Conselho dos Decanos, mediante um processo devidamente organizado. ■

## ENTREVISTA(continuado da pág. 4)

Sociedade Portuguesa de M.E., realizadas ininterruptamente desde a sua criação (1965), em Lisboa, Porto ou Coimbra. Aí estão anualmente presentes os melhores especialistas portugueses, e muitas vezes estrangeiros, pois a S.P.M.E. é membro de pleno direito, da Federação Internacional das Sociedades de Microscopia Electrónica, devendo, muito provavelmente, o próximo Congresso Europeu de Microscopia Electrónica ter lugar no nosso país.

- Mas continuando a nossa conversa sobre as actividades do Laboratório posso citar-lhe em resumo mais as seguintes realizações:

2. Organização de um "Curso de Iniciação em Microscopia Electrónica aplicada à Biologia" de 11-16 de Novembro de 1974 subsidiado também pelo projecto de investigação CBl (Instituto Botânico). Este curso, que teve a participação de especialistas de Lisboa, Porto e Coimbra, compreendeu aulas teóricas e demonstrações práticas sobre vários temas de Biologia Celular animal e vegetal. A ele tiveram acesso licenciados, técnicos de laboratório e alunos do último ano dos cursos de Biologia, Medicina e Farmácia.
3. Realização de sessões demonstrativas para numerosos alunos não só universitários, mas fundamentalmente de Estabelecimentos de Ensino Secundário de Coimbra e outras localidades da Zona Centro. Como resultado desta iniciativa visitaram o M.E. cerca de 1580 alunos provenientes essencialmente de 13 Liceus, Escolas Secundárias e Escolas Técnicas. Conforme em devido tempo comunicámos ao C.D. da F.C.T.U.C., a frequência cada vez maior com que tais visitas passaram a ser solicitadas e o elevado número de alunos que normalmente as integravam deixaram de ser compatíveis com a exiguidade das instalações, a disponibilidade das pessoas e a manutenção do M.E. em condições aceitáveis de funcionamento. Além dos inconvenientes de natureza económica, essas visitas deixaram assim de ter qualquer interesse pedagógico pois o aproveitamento dos visitantes era praticamente nulo.
4. Organização de cursos de reciclagem para professores do Ensino Secundário.

Durante as visitas que acabo de referir, foi-me dado constatar que grande parte dos professores que acompanhavam os alunos, particularmente os licenciados anteriores à de cada de 70, nunca tinham tido oportunidade de contactar directamente com o M.E. e técnicas afins, encontrando, por esse facto, certas dificuldades em leccionar objectivamente algumas matérias relacionadas com este assunto (Ultraestrutura Celular) e às quais, por sinal, se dá actualmente ênfase particular no Ensino Secundário. Pareceu-nos portanto ser vantajoso iniciar uma série de cursos de reciclagem, o primeiro dos quais teve lugar em 29-30 de Setembro de 1977. Es-

te curso, de índole essencialmente prática, contou com a participação de 32 professores representando 20 Escolas Secundárias e Liceus. No fim do curso foi distribuído aos participantes material didáctico (microfotografias e quadros murais do M.E.) para ser utilizado nos respectivos estabelecimentos de ensino. Foi opinião unânime de que este curso substitui com grandes vantagens as anteriores visitas, pelo que estão projectados cursos idênticos nos próximos anos.

Penso, neste modo, ter respondido a mais estas três perguntas.

O MOCHO - O M.E. acarreta naturalmente despesas. Acha que são justificadas pela utilização que dele é feita? E qual é o grau de utilização do M.E. (% do tempo total de possível utilização)?

J.M. - No que se refere a estas últimas questões elas já se encontram em parte contempladas nas respostas anteriores.

Com efeito, mencionei os problemas que desde início tem havido com a manutenção do M.E. e qual a proveniência das verbas que, embora em condições difíceis, a têm tornado possível.

Não é de mais acentuar, porém, que essa manutenção tem sido feita quase exclusivamente à custa do projecto de Investigação CBl e do Centro de Biologia Celular (I.N.I.C.) que têm funcionado total ou parcialmente no Instituto Botânico (F.C.T.U.C.).

Quanto ao quantitativo minimamente indispensável, para assegurar a operacionalidade do M.E., ele pode considerar-se bastante modesto em comparação com outros equipamentos laboratoriais. Com efeito, em condições normais, isto é, sem necessidade frequente de substituição de peças caras, a verba de 140-160.000\$00 anuais pode considerar-se suficiente.

Relativamente a este assunto gostaria de acrescentar, até para desfazer ideias irrôneas e conceitos antiquados, que o M.E. é hoje considerado universalmente como um equipamento de rotina em qualquer Laboratório ou estabelecimento Universitário onde se faça investigação no domínio da Biologia Celular (Medicina, Botânica, Zoologia etc.). A ideia de visitar o M.E. de tipo comum como se de um "bicho raro" se tratasse, que poderia ainda admitir-se na década de 50, está hoje completamente ultrapassada!...

Quanto ao grau de utilização do M.E. desse Laboratório devo dizer-lhe que ele poderia ser efectivamente mais elevado, não em termos do número de pessoas que o têm utilizado mas sim da frequência com que o têm feito. Na verdade, já se serviram do aparelho, directa ou indirectamente, 13 docentes e investigadores da nossa Universidade mas, se contarmos apenas os que o fazem com certa regularidade, esse número é bastante inferior.

Há neste momento em Coimbra 4 ou 5 Serviços com possibilidades técnicas de prepararem amostras de material biológico para estudo ao M.E. Penso portanto que seria possível e desejável elevar aquele tempo de utilização, até porque a manipulação propriamente dita do aparelho,

(continua pág. 23)

# ponto de interrogação

Nesta secção são publicadas questões não originais de índole mais ou menos científica e que exigem o dispêndio de uma certa "energia mental" para serem resolvidas. Em cada número incluímos as respostas correctas que nos enviarem relativamente às perguntas do número anterior. As respostas podem ser dirigidas à redacção ou entregues a qualquer um dos elementos da equipa coordenadora.

1. O número  $0,12345\dots$ , cuja dízima se obtém justapondo sucessivamente todos os números naturais, é racional ou irracional, isto é, existe ou não uma periodicidade no seu desenvolvimento decimal?

## RESPOSTAS ÀS QUESTÕES DO Nº ANTERIOR

1) Substituindo  $n$  por 1000 na fórmula

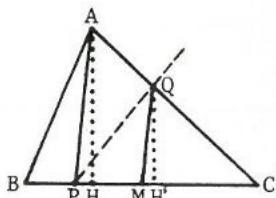
$$\sum_{k=1}^n k^3 = \left[ \frac{n(n+1)}{2} \right]^2$$

(que se prova facilmente por indução, e se suspeita por inspecção dos primeiros termos da sucessão da soma dos cubos), obtém-se 250500250000, que é a soma pedida.

(Responderam correctamente António Pinto dos Santos - 2º ano de Eng. Electrotécnica - que nos sugeriu a pergunta, e M. Ameal (?) - extra-FCTUC - este último embora utilizando um método algo duvidoso na dedução da fórmula).

2) Seja  $M$  o ponto médio de  $BC$  e seja  $MQ \parallel PA$ .

$PQ$  é a recta procurada, pois área  $ABC = \frac{1}{2} BC \cdot AH = MC \cdot AH = PQ \cdot QH' = 2 \cdot \text{área } QPC$ . A passagem assinalada com (\*) justifica-se pelo teorema de Thales.



(Respondeu correctamente M. Ameal (?) -

AFINAL...O QUE É O  $\pi$ ? (continuado da pág. 32)

$$\frac{\pi}{4} = 4 \arctg \frac{1}{5} - \arctg \frac{1}{239}$$

A proeza de Shanks só iria ser ultrapassada muito recentemente. Com efeito, em 1950, na Universidade de Harvard (E.U.)  $\pi$  foi calculado com 10 000 decimais tendo sido usada a máquina de calcular ENIAC.

Actualmente, conhece-se  $\pi$  com as 100 000 primeiras decimais, cálculo efectuado também por máquinas de calcular electrónicas.

O leitor que, porventura, esteja a ler este artigo poderá interrogar-se:

- Mas, afinal, qual será o objectivo dos matemáticos nas suas diversas tentativas para o cálculo de  $\pi$  com um tão elevado número de decimais? Porque terá surgido aquele problema?

Segundo parece, o que levava, inicialmente os calculadores a determinar muitos algarismos decimais de  $\pi$  era a esperança de encontrarem um período e, portanto, uma expressão exacta, fraccionária, daquele número. Mas esta esperança desvaneceu-se depois de, em 1770, o suíço J.H. Lambert ter demonstrado que  $\pi$  é um número irracional.

Vai ser precisamente o problema da natureza teórica de  $\pi$  que nos irá ocupar na segunda parte deste artigo.

(Segue no próximo número)

2. Um recipiente cilíndrico vertical de 4m de altura está cheio de água. Três orifícios idênticos são feitos numa mesma vertical respectivamente a 1m, 2m e 3m do solo. Como se compõem os jactos de água no início da experiência?

-extra-FCTUC. O mesmo leitor diz-nos que o problema proposto é uma questão que pode ocorrer em agrimensura: "Dividir um terreno triangular em duas parcelas de igual área respeitando determinadas frentes".

3) Para justificar o diálogo que se travou entre João e José, o par  $(m, n)$  tem que ser tal que:

- a) A sua soma  $S$  seja ambígua, isto é, possa corresponder a mais do que um par de números (1. fala de João);
- b) O seu produto  $P$  seja também ambígua, e corresponda pelo menos a dois pares com somas ambíguas (1. fala de José);
- c) Dos pares cuja soma é igual a  $S$ , só um tenha produto ambíguo (2.ª fala de João);
- d) Dos pares cujo produto é igual a  $P$ , só um verifique as três condições anteriores (2.ª fala de José).

Fazendo experiências com alguns pares de números pequenos (para números grandes a acumulação de possibilidades é tal que não deixa tempo para fazer mais nada), facilmente se conclui que o par  $(3,4)$  satisfaz todos os requisitos enunciados. ■

X GOMES TEIXEIRA (continuado da pág. 15)

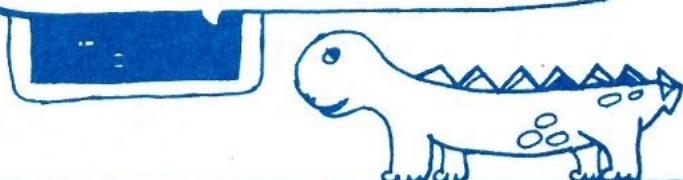
prestados ao ensino e às capacidades de trabalho que ainda possuía; só em 1929 se vê afastado do ensino por uma lei que fixava nos setenta anos o limite de idade para exercer cargos públicos; é então nomeado, à laia de compensação, director honorário do recém-criado Instituto de Investigação de História das Matemáticas.

Apesar do duro golpe que foi para Gomes Teixeira o seu afastamento do ensino, continua a realizar várias conferências, apresentando também à Academia das Ciências de Lisboa em 1932 o que virá a ser o seu último trabalho de investigação: *Sobre quârticas com pontos duplos coincidentes*.

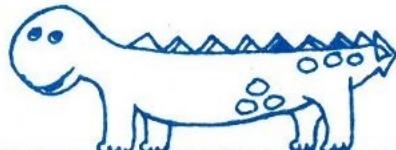
Esta actividade só terminará com a morte em 8 de Fevereiro de 1933; andava então a terminar a revisão do livro *História das matemáticas em Portugal* que seria publicado postumamente.

A situação era então já bem diferente da que Gomes Teixeira havia encontrado ao entrar na Universidade, havendo pelo menos contactos diversos entre matemáticos portugueses e estrangeiros. Claro que muitos factores contribuíram para isso (dos quais o menor talvez não fosse o desenvolvimento dos meios de comunicação então operado), mas sem dúvida que a actuação de Gomes Teixeira, inclusivamente no aproveitamento desses factores, foi fundamental. ■

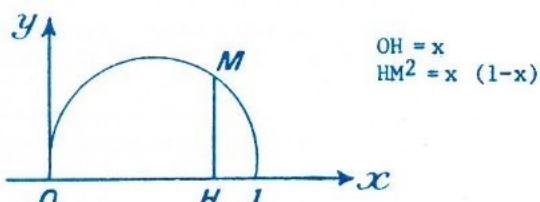
A CONSTANTE DE PLANCK É  
 $h = 6,6262 \times 10^{-34}$  J.s



AGORA ESTOU A VER SE DESCUBRO  
A CONSTANTE DE PLUNCK ...



AFINAL... O QUE É O  $\pi$ ? (continuado da pág. 10)



Wallis contribuirá também para o desenvolvimento da teoria das frações contínuas, quer dizer, frações da forma:

$$a_0 + \cfrac{1}{a_1 + \cfrac{1}{a_2 + \cfrac{1}{a_3 + \dots}}}$$

Um contemporâneo de Wallis, Lord William Brontë (1620-1684), dá a seguinte expressão:

$$\frac{\pi}{2} = \cfrac{1}{1 + \cfrac{1^2}{2 + \cfrac{3^2}{2 + \cfrac{5^2}{2 + \dots}}}}$$

que é uma das primeiras da teoria das frações contínuas.

Gregory, em 1670, e depois Leibniz, em 1673, desenvolvem em série a função arco-tangente:

### TEORIA DOS QUANTA (continuado da pág. 12)

Foi assim que nasceu a ideia da energia poder ser descontínua, e não sempre contínua, como afirmava a física clássica.

Posteriormente, e segundo a mecânica quântica, calculou-se que em qualquer oscilador harmônico a energia só toma os valores

$$E = (n + \frac{1}{2}) h\nu \quad 8)$$

ou seja, só toma os valores  $1/2 h\nu$ ,  $3/2 h\nu$ ,  $5/2 h\nu$ , ...

Pode-se perguntar a razão de só em 1900 se ter chegado à hipótese dos quanta. A causa é que o quantum de acção, ou constante de Planck, é muito pequeno, o que torna as descontinuidades da energia insensíveis para o homem e para a maioria dos aparelhos de medida. Só para grandes frequências, como  $v=10^5$  Hz, é que o quantum de energia é detectável por instrumentos muito sensíveis. Repare-se que, para frequências baixas, a lei de Rayleigh-Jeans concorda muito bem com os resultados laboratoriais (fig. 3).

O grande mérito da hipótese dos quanta de energia de Planck é ter sido a pioneira de uma nova teoria física, a mecânica quântica. A teoria de Planck, além de explicar o espectro da radiação térmica, serviu satisfatoriamente para a determinação da lei do calor específico dos sólidos, e foi uma das bases de trabalhos notáveis que alargaram os conceitos físicos e filosóficos do universo. ■

$$\text{Arc tg } x = x - \frac{x^3}{3} + \frac{x^5}{5} - \dots$$

o que, para  $x=1$ , dá

$$\frac{\pi}{4} = 1 - \frac{1}{3} + \frac{1}{5} - \frac{1}{7} + \dots$$

Esta série é pouco vantajosa para o cálculo de  $\pi$ , já que converge muito lentamente - para ter, a partir dela,  $\pi$  com 10 casas decimais seria preciso tomar cerca de 5000 milhões de termos da série!!

Mais tarde, Leonhard Euler (1707-1783) dá, na sua obra *Introductio in Analysis Infinitorum* (1748),

$$\frac{\pi}{4} = \text{arctg } \frac{1}{2} + \text{arctg } \frac{1}{3}$$

Outra fórmula de grande utilidade para o cálculo de  $\pi$  foi a do matemático vienense L. Schultz von Strassnitzky (1803-1852)

$$\frac{\pi}{4} = \text{arctg } \frac{1}{2} + \text{arctg } \frac{1}{5} + \text{arctg } \frac{1}{8}$$

a partir da qual, em 1844, o calculador Dase, a pôs dois meses de árduo trabalho, determinou  $\pi$  com 200 decimais.

Mas já tinha sido em 1706 que fora descoberta a fórmula que futuramente iria ser utilizada por William Shanks (1812-1882) para o cálculo de  $\pi$  com 707 (!) decimais - estamos a referir-nos à fórmula dada por John Machin (1680-1751) e que se sobreleva a todas as outras pela sua rapidez de convergência:

(continua pág. 31)