

A3301818
0731 ALTAIRATAM
0901 -0232VH

12. ABR. 1978

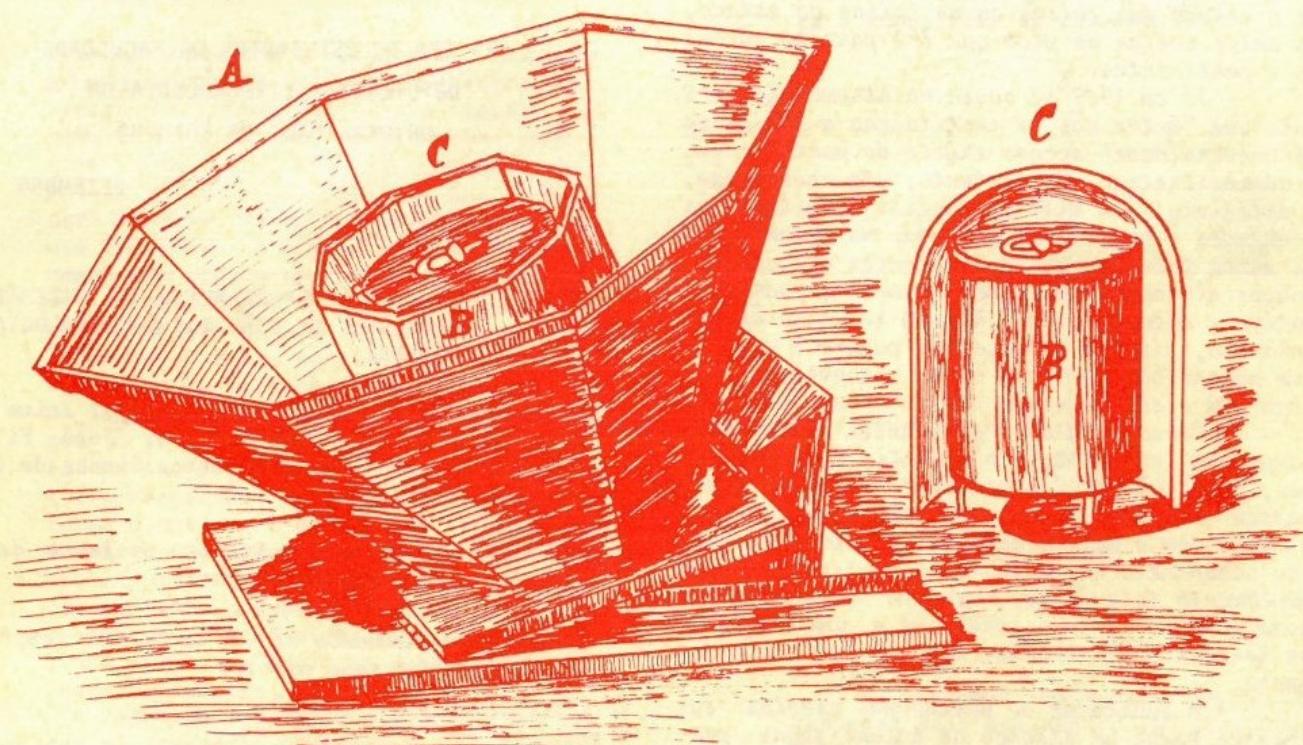


O MOCHO

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

nº 3

dezembro 1977



ENERGIA SOLAR

UNIVERSIDADE DE COIMBRA
FACULDADE DE CIÉNCIAS

BIBLIOTECA MATEMÁTICA

sumário —

VISITA AO OBSERVATÓRIO MAGNÉTICO, pág.3 * ENERGIA SOLAR, pág.5 * A CIÉNCIA E O HOMEM, pág.9 * FOLHAS SOLTAS, pág.10 * DANIEL DA SILVA, pág.11 * HUMOR, pág.13 * CIRCUITOS INTEGRADOS, pág.14 * SISTEMA NERVOSO, pág.16 * TEOREMA DE GÖDEL, pág.22 * EXPERIÊNCIA DE ENSINO ..., pág.24 * ORGANIZAÇÃO DA UNIVERSIDADE EM 1877, pág.26 * PONTO DE INTERROGAÇÃO, pág.27

EDITORIAL

Qual é a coisa qual é ela onde não se sabe se se entra e da qual não se sabe para onde se sai?

A universidade portuguesa, claro. Todos nos vamos tranquilamente acomodando aos factos, sem sobre eles deixar a razão inquirir. Como passageiros já a bordo do comboio, desdenhamos um pouco da multidão nos postigos minúsculos das bilheteiras. E, entretidos na leitura de alguns manuais, protelamos pensar na estação de Julho, onde, cedo ou tarde, nos apareceremos para ficar, como Proust, à procura do tempo perdido.

"O Mocho" não vai fazer um voo alto sobre o estado das coisas ou as coisas do estado, mas antes soltar os pios que lhe parecem adequados e pertinentes.

- Ja em 1969 se ouviu na Assembleia de S. Bento que "Entre nós, a instituição a que chamamos 'Universidade' apenas existe do ponto de vista administrativo. É, portanto, uma convenção, um artifício - um mito". O acesso ilimitado às faculdades é uma ilusão chapada. No entanto, não foi ainda provado que essa latinice do *numerus clausus* ultrapassa um plano meramente administrativo e a curto prazo. No que respeita às Engenharias, ninguém ainda disse porque é que 50 é um número bom (ou pelo menos razoável) e nem 5 nem 500 o são. Ninguém com certeza o sabe.

- Os candidatos a estudantes superiores acompanham interessados o folhetim do propedéutico, onde Luís de Camões substitui o compadre Amâncio. Mas, assim como uma novela má continua má mesmo com o último capítulo excepcional, o ensino secundário não melhora com o remédio de um complemento televisivo. O ensino secundário melhora quando os professores que a universidade lhe fornece são melhores. Ninguém com certeza o ignora.

- A qualidade do ensino nas escolas superiores exige um esforço de actualização permanente de conteúdos e métodos, exige a crítica livre, exige a ligação fecunda com a sociedade. Mas, hélas! acontece por aí que a competência científica se embrulha amiúde com a competência burocrática. A crítica faz-se, se calhar, na tancanez dos gabinetes. A ligação com a sociedade descobre-a o licenciado quando tem de abrir o "Diário de Notícias" na página de ofertas de emprego. Ninguém com certeza o atende.

- Uma sociedade onde da universidade não se sabe para onde se sai não é uma sociedade estável. Ela abriga focos de conflitos sociais e políticos que deflagram apesar de porventura germinarem algum tempo ocultos. Ninguém com certeza os deseja.

Quem o pretenda pode escrever para "O Mocho" opinando sobre alguns os tópicos aflorados, ou ainda sugerindo novas vias de reflexão. Como vêem, não é desta vez que conseguimos finalizar o editorial sem solicitar colaboração. "O Mocho" escrito por várias cabeças tem muito mais sentenças.



O MOCHO

REVISTA DE ESTUDANTES DA FACULDADE

DE CIÉNCIAS E TECNOLOGIA DA
UNIVERSIDADE DE COIMBRA

Nº 3

DEZEMBRO 1977

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

Equipa coordenadora: Carlos Fiolhais, Jaime Monteiro Carvalho e Silva, João Filipe Queiró, Maria da Graça Simões de Carvalho.

Composição e impressão: Serviço de Textos da Universidade de Coimbra.

Os artigos assinados são da exclusiva responsabilidade dos seus autores



NA CAPA: O aproveitamento da energia solar não é uma ideia nova, como se pode concluir desta ilustração (incluída no Dicionário Prático de Mecânica, 1877) de um fogão solar usado em Bombaim nos anos 70 do século passado. Um reflector cônico (A) feito em madeira e revestido de vidro espelhado contém um recipiente cilíndrico de cobre (B) com uma cobertura de vidro (C). O recipiente ficava rodeado de ar quente, processando-se o aquecimento no seu interior. De meia em meia hora era alterada a posição do aparelho, dando-se-lhe a inclinação necessária para que os raios de Sol incidissem perpendicularmente sobre B. Com este fogão cozinhavam-se em 2 horas refeições para 7 soldados. Podia ser ajustado para cozer, estufar ou assar. Do seu inventor apenas se sabe que se chamava Adams.

uma visita ao

OBSERVATÓRIO MAGNÉTICO

O Observatório Magnético do Instituto Geofísico, apesar da sua já mais que centenária existência, é uma instituição praticamente desconhecida por quem frequenta a FCTUC (para isso contribuindo, por certo, o facto de se encontrar instalado nos arredores da cidade, num local denominado Alto da Baleia). Assim, julgámos de interesse ir ouvir o Dr. Vitorino Seiça Santos (V.S.) sobre a actividade científica que ali é diariamente desenvolvida.

O MOCHO - Qual o objectivo dos trabalhos do Observatório Magnético?

V.S. - Evidentemente que a principal ocupação dum observatório do campo magnético terrestre (ou geomagnético) é o registo sistemático dos valores desse mesmo campo, suas variações e respectiva análise, bem como o estudo das anomalias que proventura ocorram. Há um pequeno aparelho de uso corrente - a bússola - que é exactamente uma aplicação prática e rudimentar dos estudos dum observatório geomagnético. A bússola dá-nos aproximadamente a direcção do Norte geográfico, mas o valor dessa aproximação varia de lugar para lugar e varia ainda com o tempo. Daí já se pode fazer uma ideia dos trabalhos que estão confiados a um Observatório Magnético. Mas ainda poderemos referir o apoio que presta na elaboração de cartas geomagnéticas de uma região, apoio a trabalhos topográficos, colaboração em trabalhos de prospecção geofísica de certos jazigos minerais, colaboração ainda num outro capítulo denominado paleogeomagnetismo, etc.

Pode ainda prestar serviços importantes na navegação marítima e aérea, além da colaboração internacional com estabelecimentos congêneres espalhados pelo Mundo, especialmente os centros coordenadores dos respectivos dados.

Como vê, é muito vasto o âmbito da actividade do Observatório geomagnético de Coimbra, único estabelecimento deste ramo da Geofísica existente em Portugal continental, com 111 anos de existência e muito considerado nos meios científicos internacionais.

O MOCHO - Como é constituído o campo geomagnético?

V.S. - Para melhor imaginarmos o campo magnético da Terra podemos considerar que no interior do nosso planeta existe um enorme magnete (resultante de todos os minerais e rochas magnéticas que entram na sua constituição), magnete que tem o seu polo sul situado no hemisfério norte terrestre e o polo norte no hemisfério sul. Este grande magnete produz um campo, que afinal é o campo geomagnético. Tal campo

tem as suas linhas de força, e segundo elas se orienta qualquer agulha magnética à superfície do planeta.

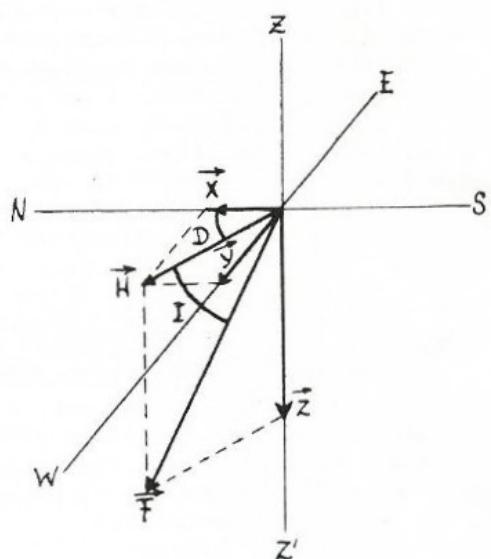


Fig. 1

Se tivermos uma agulha magnética suspensa pelo seu centro de gravidade, esta orienta-se naturalmente, como disse, segundo as linhas de força, solicitada pela força do campo F (fig. I). Se considerarmos 3 eixos coordenados rectangulares, um na direcção vertical (ZZ') e dois horizontais nos planos do meridiano geográfico do primeiro vertical, podemos decompor a força F (chamada força total) em duas outras, uma Z (a componente vertical) e outra horizontal que é a componente horizontal H . Por sua vez esta é decomponível na componente norte X e na componente leste Y . O ângulo que a força total faz com a componente horizontal é a inclinação magnética, e o ângulo formado pela componente horizontal com a componente norte é a declinação magnética, ou seja, o rectilíneo do diedro do meridiano geográfico com o círculo vertical que contém o eixo da agulha magnética, também chamado meridiano magnético.

Facil é deduzir as expressões trigonométricas que relacionam entre si os diferentes elementos do campo magnético. Devo no entanto dizer que estes di-

ferentes elementos não têm valores fixos, variando quer no espaço, quer no tempo.

O MOCHO - Como se determinam os elementos do campo geomagnético?

V.S. - Como disse, várias expressões muito simples relacionam entre si os diversos elementos do campo. Basta portanto determinar 3 desses elementos, que os restantes facilmente são calculados.

Outrora determinavam-se por observações directas a declinação, a inclinação e a componente horizontal (os dois últimos elementos por processos não muito rigorosos e bastante morosos). Há cerca de 50 anos novos métodos de observação vieram dar a este problema um aspecto bastante diferente e muito mais expedito, quer na técnica, quer no método de cálculo. Passou desta forma a fazer-se a determinação da declinação, componente horizontal e componente vertical. Mais recentemente, magnetómetros de protões permitem rapidamente obter valores de F , H e Z , mesmo a certa distância.

A par das observações directas, há aparelhos para registo contínuo, por processos fotográficos, da declinação e componentes horizontal e vertical. Como é evidente, estes não dispensam os aparelhos de medida absoluta, visto que os registadores apenas nos dão variações relativas do campo geomagnético.

O MOCHO - Do exposto deduz-se que o campo geomagnético não é constante. Podemos então perguntar: como varia o campo magnético da Terra?

V.S. - De facto todos os elementos do campo geomagnético sofrem variações muito apreciáveis de ponto para ponto à superfície da Terra. Podemos pois falar de uma distribuição geográfica do campo geomagnético, que por vezes representa importantes anomalias na vizinhança de jazigos de certos minerais de ferro (particularmente magnetite) e outros, ou certas rochas que contêm tais minerais.

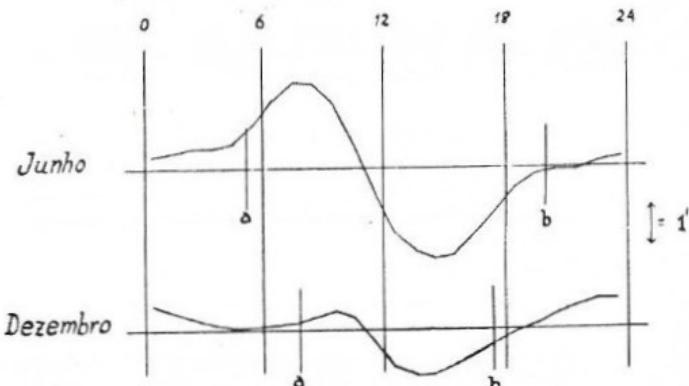
Todavia num determinado local o campo ainda sofre variações, que podemos dividir em dois tipos: variações contínuas e regulares e variações accidentais.

De entre as primeiras podemos destacar a variação diurna e a variação secular.

A variação diurna é uma variação contínua em que os elementos oscilam dentro de certos limites, apresentando normalmente um máximo e um mínimo a horas mais ou menos fixas do dia, mas sempre enquanto o Sol está acima do horizonte; durante a noite mantêm-se sensivelmente constantes. Nota-se que a amplitude de varia-

ção é máxima na vizinhança do solstício de Verão e mínima por ocasião do solstício de Inverno, variando progressivamente de um a outro.

A título de elucidação apresentam-se na fig. II as curvas de variação diurna da declinação magnética em Coimbra, nos meses de Junho e Dezembro, assinalando a hora do nascimento e ocaso do Sol. Podemos destacar um máximo cerca de 2 horas depois do nascimento do Sol e um mínimo por volta das 14H.



Nota: a. nascimento do sol

b. ocaso do sol

Fig. 2

Mas a par desta, uma outra variação se observa, a variação secular, isto é, uma evolução contínua e regular dos elementos do campo geomagnético através dos tempos.

No caso de Coimbra, apresentamos no quadro seguinte a variação secular dos elementos do campo geomagnético entre 1876 e 1976.

	D	I	\vec{H}	
1876	-19° 42,6'	60° 33,4'	22 097 γ	
1976	-8° 10,6'	55° 53,6'	24 724 γ	
Variação secular	+11° 32,0'	-4° 39,8	+2 627 γ	
	\vec{Z}	\vec{F}	\vec{X}	\vec{Y}
1876	39 148 γ	44 945 γ	20 802 γ	-7 452 γ
1976	36 507 γ	44 091 γ	24 472 γ	-3 516 γ
Variação secular	-2 641 γ	-854 γ	+3 670 γ	+3 936 γ

Deve-se entretanto notar que a força total diminuiu até 1973, época em que atingiu o valor de 43 152 γ, para depois passar a variar em sentido contrário.

Quanto às variações accidentais po-

(continua pág. 21)

ENERGIA SOLAR

JOÃO GABRIEL SILVA

(2º ano Eng. Electrotécnica)

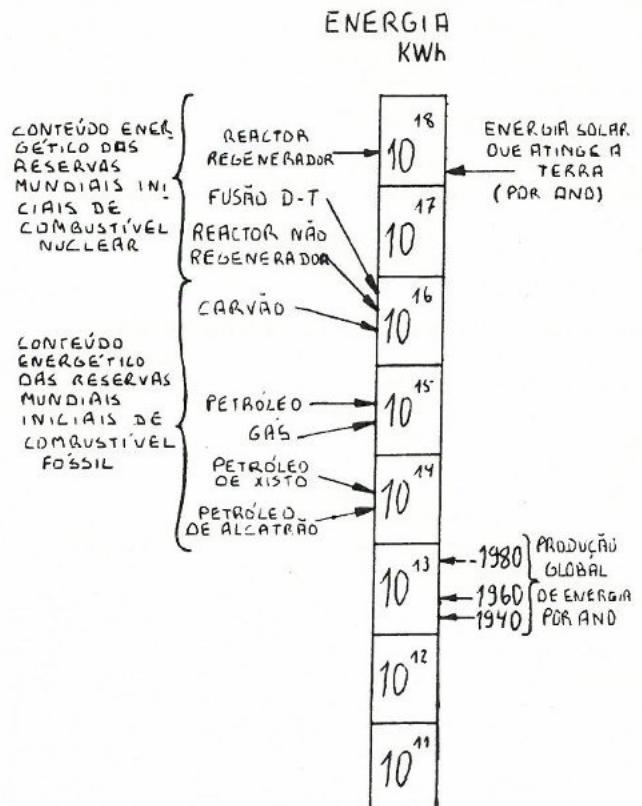
HISTÓRIA

Quando ouvimos falar de energia solar, somos logo levados a pensar nas naves e laboratórios espaciais cuja energia é captada através de painéis solares. Mas essa é apenas a forma mais recente de captar a energia solar; para dizer a verdade toda a nossa energia com exceção da nuclear provém do Sol. Senão vejamos: o único elo do ciclo energético terrestre que capta energia para compensar aquela que é degradada por si própria e pelas outras formas de vida é a vida vegetal, através da fotossíntese. Ora, o carvão, o petróleo, não são mais que reservatórios de energia solar captada por processos fotossintéticos. A energia hidroeléctrica também não existiria se o Sol evaporando a água dos mares não permitisse a formação dos rios cujos desniveis são aproveitados para esse fim. A lenha é, como o carvão, o petróleo, o gás natural, um reservatório de energia solar captada por fotossíntese; os moinhos de vento também são um aproveitamento da energia solar através das correntes de ar provocadas pelo desigual aquecimento da terra.

Isto é, o homem desde sempre dependeu da energia solar, afinal. Neste artigo vou, no entanto, preocupar-me apenas com o aproveitamento da energia solar que está a chegar à Terra agora, neste momento, e não com a energia solar armazenada noutras formas. Mas mesmo este aproveitamento directo da energia solar não é de modo algum recente: lembremo-nos das salinas, dos espehos que Arquimedes usou para queimar os navios romanos que assediavam Siracusa, do forno solar que Pascal construiu para provar que o dia mante não era mais que outra forma do carbono. Houve inclusivamente um português, o Padre Himalaia (séc. XIX, XX), que construiu vários fornos solares, o último dos quais obteve o grande prémio da Exposição Internacional de S. Louis, em 1904. Esse forno solar atingia temperaturas da ordem dos 3.800°C.

Claro que o aproveitamento de energia so-

lar actual é feito hoje em dia de mais formas: além do vento e da radiação directa, a diferença de temperaturas entre a superfície e o fundo do mar, as ondas e os lagos solares são outras formas de fazer esse desenvolvimento que se estão a desenvolver. Poderão perguntar o que são os lagos solares, e com razão. Na realidade são isso mesmo, isto é, lagos pouco profundos (pou-



COMPARAÇÃO DAS RESERVAS MUNDIAIS DE COMBUSTÍVEL FÓSSIL E NUCLEAR COM A ENERGIA SOLAR RELEGIDA NUM ANO

cos metros - 2 ou 3), mas com uma característica muito especial: têm água muito salinizada no fundo, e água quase pura à superfície. Ora acontece que se geram diferenças de temperatura da ordem dos 60° entre as duas camadas, podendo portanto tais diferenças ser exploradas, tal como a diferença de temperaturas entre a superfície e o fundo do mar, para produção de energia através de turbinas térmicas.

Mas os campos de utilização também foram alargados: além dos tradicionais (salinas, etc.) a energia solar é utilizada para aquecimento de água e de casas, arrefecimento de casas e formação de gelo, destilação e bombagem de água, fornos e cozinhas solares e produção de electricidade. Claro que a maior parte destas possibilidades ainda está em fase de investigação e estudo.

NECESSIDADE DA UTILIZAÇÃO DA ENERGIA SOLAR

A energia solar virá sem dúvida a ajudar grandemente o desenvolvimento dos países pobres, e isto, entre outras razões, porque está ao alcance de todos, é inesgotável, e podemos dizer de um modo global que existe em maior quantidade de onde é mais precisa, isto é, a maioria dos países subdesenvolvidos situa-se mais próximo do equador que os países ricos.

Há no entanto outras razões além das políticas que já referi que justificam a investigação neste campo: razões ecológicas e económicas. As ecológicas são extremamente importantes, porque sendo a poluição um dos maiores flagelos da sociedade moderna, a energia solar não provoca absolutamente nenhuma: não há fumo como nas centrais térmicas, nos automóveis, nas fábricas, dum modo geral onde se queima carvão ou petróleo; nem há aqueles fantásticos perigos de contaminação ambiental pelos resíduos das centrais atómicas, e a energia solar também não serve para fazer bombas atómicas. Claro que a poluição não provém só daqui, mas imaginem estas, pelo menos estas, fontes eliminadas! Há no entanto que não ser demasiadamente optimista: mesmo que todos os projectos de investigação actualmente em curso no mundo dessem resultados totalmente positivos, a energia solar não estaria em condições de substituir integralmente o carvão, o petróleo, e a energia nuclear.

As razões económicas são evidentes: a absoluta necessidade de encontrar fontes energéticas alternativas para o caso de os preços do petróleo e do carvão continuarem a subir do modo a que já nos habituámos, e o facto muito concreto de que as respectivas reservas, assim como do urânio para as centrais nucleares têm volumes bem definidos e limitados, e que não estimam, pelo que mais tarde ou mais cedo se esgotarão.



PROBLEMAS TÉCNICOS E ECONÓMICOS CONDICIONANTES DO APROVEITAMENTO DA ENERGIA SOLAR

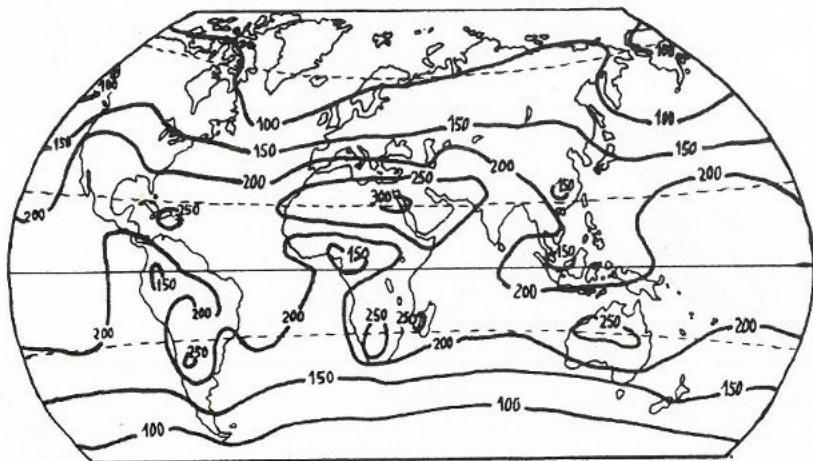
Os problemas levantados actualmente pelo aproveitamento da energia solar são essencialmente económicos, isto é, é possível aproveitá-la, mas não em condições de competitividade com as outras fontes de energia, pelo menos para aplicações de grande escala. E isso passa-se porque, sendo a quantidade de energia que atinge a Terra enorme (a energia recebida pelos continentes apenas é cerca de 100.000 vezes as necessidades mundiais actuais), o seu fluxo é fraco, isto é, para se recolher uma quantidade de energia apreciável, mesmo com um aproveitamento de 100% da energia que é recebida, é necessário cobrir uma grande área, o que eleva muito os custos dos empreendimentos. Além disso o rendimento dos processos actuais está longe dos 100%.

Há ainda, além disso, o problema da intensidade da energia solar; só há sol de dia, e mesmo durante o dia umas vezes há outras não há, umas vezes com mais intensidade outras com menos. Uma das utilizações da energia solar, como já referi, é o aquecimento de casas; mas quando está mais frio e ele é mais preciso é que não há Sol, ou pelo menos há pouco. O mesmo se passa com a iluminação eléctrica: ela é precisa quando não há Sol. E aqui caímos noutro problema muito grave para o desenvolvimento de energia solar: o problema do armazenamento da energia. A energia eléctrica em si é impossível de ser armazenada, apenas o pode ser na forma de energia química, nos acumuladores, mas mesmo ali com fraco rendimento e em pequenas quantidades, além dos acumuladores serem extremamente caros. Mais recentemente pensou-se que seria possível fazer a electrólise da água, e depois recombinar o hidrogénio e o oxigénio, recuperando a energia; ou então elevar água, que depois accionaria uma turbina, como nas barragens. Mas tudo isto não passou ainda do estado de investigação e nem os rendimentos nem os custos obtidos são famosos.

Estes são, portanto, problemas económicos para os quais haverá que encontrar soluções técnicas, que só tempo trará. No entanto há ainda outro problema, que já aflorei, que é o problema do rendimento (baixo) dos processos. Há duas maneiras de aproveitar directamente a energia solar: ou se aproveita logo directamente a radiação, neste caso geralmente para produção de energia eléctrica, ou se aproveita primeiro o calor que depois se transforma noutras espécies de energia.

Os processos de aproveitamento directo da radiação em si, que são os que mais possibilidades abrem, são vários, que passo a descrever. Um aproveita o facto, conhecido das células fotoeléctricas, de que se tivermos no vazio um eléctrodo negativo de certos metais, ao incindir sobre ele a luz libertam-se electroes que passam a um outro eléctrodo positivo, produzindo uma corrente. Outro é aquele que aproveita o facto de que se aquecermos a extremidade de um condutor e arrefecermos a outra, produz-se uma corrente. É o chamado efeito termo-eléctrico, mas aqui, vendo bem, aproveita-se mais o calor

Intensidade média anual da radiação solar que cai sobre um plano horizontal à superfície da Terra (Watts/m² por dia)



que a radiação propriamente dita. Outro ainda a proveita o facto de que, tendo dois electrodos mergulhados em determinados líquidos, chamados electrólitos, iluminando um deles, produz-se uma reacção química. A este efeito chamamos foto-galvânico. Por último, existem as chamadas células solares, de que toda a gente já ouviu falar, por causa dos satélites, e que são células constituídas por semicondutores, geralmente silício, e nas quais por acção dos raios solares se produzem correntes. Mas todos estes processos apresentam um contra grave, o tal contra: o problema do rendimento: é que mesmo as células solares, que são o processo mais rentável, apenas conseguem apresentar rendimentos quando muito de 15%. O que logicamente torna a electricidade por elas produzida muito cara.

E o mesmo se aplica, embora o rendimento possa ser em determinadas condições ligeiramente mais elevado, aos processos que captam primeiro o calor. Este pode ser captado essencialmente por dois tipos de colectores: ou os chamados colectores planos que o captam de modo directo, ou então os colectores em que há previamente concentração dos raios solares, quer com espelhos, quer com lentes, como é o caso dos fornos solares, onde se conseguem atingir temperaturas elevadíssimas. No entanto, este segundo tipo de colector é muito pouco utilizado, dado o seu elevado custo e funcionamento intermitente, salvo para fins de investigação ou então onde haja efectiva necessidade de temperaturas extremamente elevadas, inatingíveis de outro modo. Até mesmo porque apenas utilizam a radiação directa, isto é, em dias enevoados não funcionam, o que não acontece com os colectores planos, que aproveitam mesmo a radiação difusa. Mas o que são afinal os colectores planos? Não são mais do que superfícies negras, que absorvem portanto toda a radiação que incide sobre elas, sobre as quais circula um fluido, geralmente água, que aquece e transporta o calor para onde pode ser aproveitado ou transformado. Um colector plano não é, portanto, mais do que uma caixa, logo de construção barata e fácil.

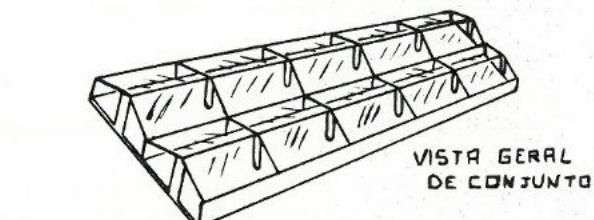
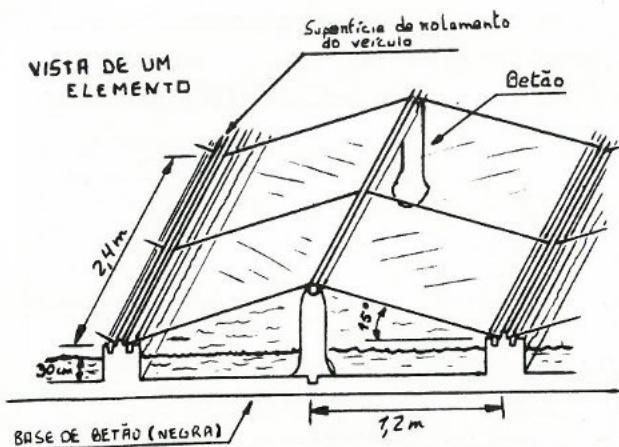
Chegou-se à conclusão de que realmente a energia solar só era competitiva em instalações pequenas, em sítios onde os combustíveis fossem caros e as necessidades energéticas pequenas.

Por exemplo, um motor de elevação de água, trabalhando com energia fornecida por colectores solares é competitivo em zonas rurais afastadas, ou mesmo desérticas; há inclusivamente vários a funcionarem no Saara para tirar água de poços muito profundos. Mas mesmo em zonas onde os combustíveis são baratos ela é rentável para determinados fins: por exemplo, nos EUA, ela é bastante utilizada em algumas regiões para aquecimento e arrefecimento de casas e água. Mas sem dúvida que a utilização que até agora mais sucesso teve foi a destilação de água, feita directamente pelo Sol. É o que vou passar a descrever na secção seguinte.

DESTILAÇÃO SOLAR

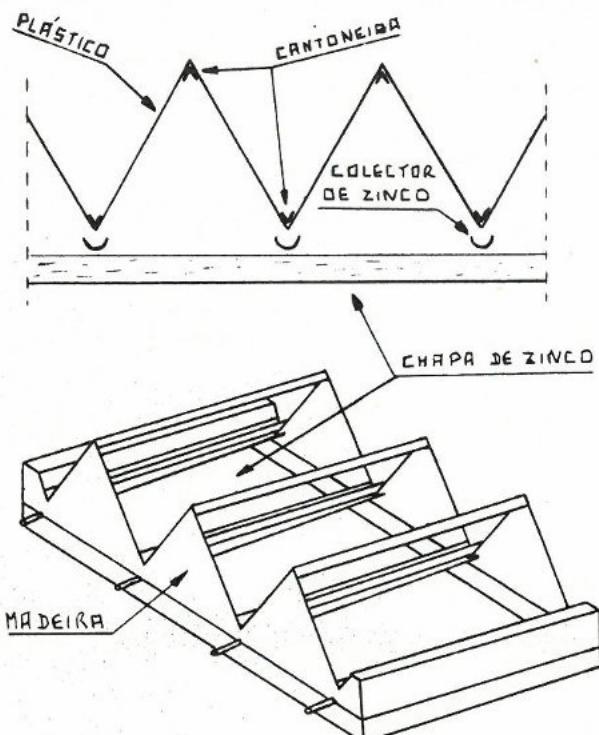
O princípio básico é extremamente simples: a água salgada ou salobra é aquecida em reservatórios de fundo negro e cobertura transparente (os tais colectores planos). Ao elevar-se a temperatura a água evapora-se e condensa-se na cobertura de vidro ou plástico, escorrendo depois para calhas que a recolhem. Vou dar 2 exemplos: uma central destiladora de grande escala e um destilador pequeno que qualquer um pode construir.

A central de grande escala tem a estrutura que a figura mostra e o seu rendimento médio é de 3 litros de água destilada por metro quadrado por dia. É bom notar que estas estações necessitam duma manutenção muito pequena: pouco mais do que recolher a água destilada, mudar a outra, e limpar os vidros. Mas até essa tarefa no exemplo apresentado está mecanizada: o veículo encarregado de tal missão roda sobre o muro indicado. Um grande problema dos colectores planos são as perdas pelos lados e pelo fundo. Neste caso as perdas pelo fundo estão praticamente anuladas: como os colectores estão assentes sobre o terreno, este aquece nos primeiros dias mas depois mantém-se aquecido sem mais problemas, principalmente se for arenoso e seco. Outra vantagem deste colector é que, como funciona com grande altura de água, a sua "inércia térmica" é grande; quer dizer, demora muito tempo para aquecer mas também demora bastante a ar-



Destilador de grande escala

refecer, logo mantem-se a trabalhar durante a noite com o calor acumulado durante o dia. Trabalha também por isso a baixas temperaturas ($\sim 60^{\circ}\text{C}$).



Destilador tipo "caseiro"

O outro exemplo de coletor, "caseiro", tem uma diferença em relação ao anterior: além de que é móvel, tem de trabalhar com menor altura de água (alguns centímetros). Aliás é bastante versátil: já foi inclusivamente utilizado sobre salinas, aproveitando-se portanto ambas as funções: produção de sal e de água destilada. É claro que não se é obrigado a construir mais do que um elemento, isto é, o seu número é à vontade do "freguês". Porque não tenta o leitor construir uma "central destiladora solar" em sua casa? ■

Circuitos integrados (continuado da pág. 15)

TECNOLOGIAS LSI

Tecnologias	Atraso introduzido por um circuito lógico elementar (nanosegundos)	Velocidade x Potência (picojoules)	Área ocupada por circuito elementar (números relativos)
TTL	6-14	60-140	1.0
LS-TTL	6-14	12-28	1.0
S-TTL	2-5	20-60	1.0
ECL	1-3	12-65	0.92
S-TRL	22-28	60-90	0.42
NMOS	20-50	2-10	0.30
CMOS	20-50	10-25	0.55
12L	>10	0.5-10	0.25
EFL-3D	3-15	8-20	0.42
DCTL	1-10	1-10	0.56
C ³ L	1-10	1-10	0.46

Quanto ao problema da obsolescência tecnológica ele põe-se principalmente no caso dos produtos em que a tecnologia representa uma parte principal do capital investido. A obsolescência tecnológica surge então quando um produto com elevada incorporação de tecnologia se torna comparativamente caro em resultado dos progressos realizados nesse domínio.

Com o abaixamento de custo resultante das inovações tecnológicas atinge-se como que um ponto de saturação, a partir do qual se torna comercialmente desaconselhável continuar a efectuar gastos elevados com a investigação no domínio da tecnologia. Desenvolvem-se então os produtos periféricos com menor incorporação de tecnologia e a investigação prossegue fora do circuito comercial.

A CIÊNCIA E A CRISE DO HOMEM

PAULA QUADROS

(Prof. do Ens. Secundário, aluna do 1º ano Filosofia)

"Je crois à la résolution future de ces deux états, en apparence contradictoires, que sont le rêve et la réalité, en une sorte de réalité absolue, de surrealité, si l'on peut ainsi dire. C'est à sa conquête que je vais, certain de n'y pas parvenir mais trop insoucieux de ma mort pour ne pas supputer un peu les joies d'une telle possession" - André Breton (1)

Parece-nos que o que caracteriza o Homem que no Ocidente consome o tempo actual é a separação dilacerante de si mesmo, é a permanente submissão do que deseja e profundamente adivinha ser, inteiro e verdadeiro, aos ditames de uma razão implacável que aprendeu a acreditar ser a condição da sua superioridade, da sua humanidade divinizada.

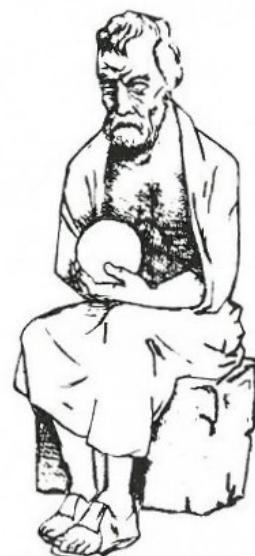
E que não nos espante a força histérica com que cada um de nós se agarra a essa parte de si no esforço de ignorar o mundo subterrâneo que constantemente nos assedia, atrai e assusta. Não é em vão que desde o berço somos sujeitos a uma poderosa campanha de propaganda que visa instaurar em nós a auto-repressão e a adequação passiva aos padrões instituídos segundo uma racionalidade que despreza a vida: as gerações de pais sucedem-se na sua função de primeiro e mais poderoso veículo da crença cega na superioridade da razão; a escola é a segunda etapa neste caminho de desumanização progressiva com a sua prática pedagógica, tecnocraticamente voltada para o domínio cognitivo, exercendo-se num ambiente de aviário ordenado e visando transmitir as regras de um árido onanismo mental; como fase derradeira temos a profissionalização, onde é comum escondermos sob a capa da utilidade social a prostituição num trabalho doloroso e inútil. Todo este processo se desenrola sobre um fundo de pressões mais difusas, mas não menos actantes, que visam afastar-nos do mundo reprimido dos sentidos e matar qualquer "germe" de imaginação, que nos poderia tornar insuportável a ausência de liberdade, e se servem de mecanismos maquiavélicos que lhes permitem, por exemplo, utilizar o lamechismo foto-novelesco ou fadista para obscurecer as poderosas forças que nos ligam ao Universo.

Que este dualismo desigual, sistematizado pelo racionalismo cartesiano e desde então sempre reforçado, não é inocente e tem servido o domínio de uma classe já por várias vezes foi demonstrado (2), pelo que aqui nos limita-

remos a chamar a atenção para o facto de que também a Ciência tem as suas culpas na situação actual.

O grande serviço que a Ciência, introduzida pela revolução galileia, prestou à burguesia ascendente terá consistido em oferecer-lhe um modelo que permitiu resolver a contradição auto-destruidora em que o seu individualismo a colocara, através da reconversão desse mesmo individualismo que ameaçava tornar-se um obstáculo ao seu domínio de classe. Isto porque, fazendo o Homem encontrar-se com a sua subjectividade, o tornava capaz de atingir o Universal através da consciência da sua participação nele e assim o obrigava à liberdade e à consequente compreensão dos outros e do Mundo, enquanto entendimento constantemente aprofundado de si. (3)

Este individualismo, que fora inocuo enquanto traço marcante de um punhado de espíritos, mesmo que da envergadura de um Dante, um Petrarcha ou um Boccaccio, tornou-se perigoso porque alastrou: "... a tirania começa por desenvolver, no mais alto grau, a individualidade do soberano, do próprio condottieri. Em seguida desenvolve a do talento que ele protege, mas que também explora sem contemplações, a do secretário, do funcionário, do poeta, do privado.... Os



próprios súbditos não eram inteiramente estranhos ao movimento que arrastava os senhores!"(4)

Este amor da liberdade, que se estendia do senhor ao súbdito e potencialmente continha um estádio superiormente anárquico, necessitava ser neutralizado, e foi-o através do exacerbação dessa parte do indivíduo que poderia ter um aspecto de generalidade - a razão, entidade universal e abstracta na qual cada um de nós pode ter a grandeza de participar e à qual voluntariamente se submete pois a reconhece como sua

Aqui nos aparece a semelhança com uma Ciência que, entendida num sentido moderno, passa a coincidir com a possibilidade de matematização. Apenas são dignos da atenção da Ciência, só têm estatuto de realidade, aqueles fenômenos que se podem reduzir a abstracções matemáticas e assim adquirirem a imutabilidade e ausência de mistério das leis. Mas, como nem todos os fenômenos são passíveis daquela redução, aí temos o retalhamento arbitrário da realidade e a negação do incompreensível, do fantástico, ou do apenas estranho.

É clara a transposição deste modelo, que a Física pela primeira vez utilizou, para uma concepção antropológica que ainda vigora nos nossos dias apesar do abanão que lhe deu Freud. Isto mesmo parece ser comprovado pelo facto de a escalada no desencontro interno do Homem ter sido acompanhada pela divisão desenfreada do real pela Ciência.

Resta-nos perguntar: - qual o futuro deste processo? qual o nosso futuro?

Sendo a Ciência algo irreversível ficam-nos, parece, apenas dois caminhos: a destruição "tout court" ou a capacidade de a Ciência se revolucionar de molde a operar um salto qualitativo no Homem que lhe permita o acesso a novas formas de pesquisa e a utilização de um meio de comunicação radicalmente diferente da palavra.

Terá a Ciência poder para isto?

Que responda a Ciência, que respondam os cientistas. ■

NOTAS:

1. André BRETON, *Manifestes du surréalisme*, Ed. Gallimard, Paris, 1973, p. 23.
2. Ver, por ex., L. M. de ABREU, *Raízes burguesas do racionalismo*, in *Criterio* nº 8, Lisboa, 1976.
3. Convém distinguir este individualismo adulto, que perigosamente surgia, do egocentrismo criancista actual que, isolado e inseguro, procura encontrar na ilusória dominação do real, permitida pela ciência e pela técnica um remédio para a neurótica instabilidade a que o condena a ausência de comunhão com o que o cerca.
4. Jacob BURCKHARDT, *O renascimento italiano*, trad. de A. Borges Coelho, Ed. Presença, Lisboa, 1973, p. 108.

FOLHAS SOLTAS



Saiu este ano o primeiro nº da revista "Astronomia de Amadores" que é o boletim da Associação Portuguesa de A.A. fundada em Junho de 1976 e com sede em Caxias, na Rua de S. Bruno, 25. O Boletim, impresso em off-set e com 36 páginas, inclui vários artigos de divulgação da astronomia, nomeadamente "Classificação das Manchas Solares" e "Fotografia de Constelações", e ainda informações sobre efemérides astronómicas e a vida da A.P.A.A.. É vendido ao público ao preço de 20\$00 e aos associados da A.P.A.A. ao preço de 15\$00.

* *



O Clube de Espeleologia de Coimbra, fez já sair três números do seu boletim "A Gruta" que inclui, além do relato das actividades do C.E.C., vários artigos de divulgação da espeleologia e ainda descrições de grutas que o C.E.C. tem explorado, como a Gruta de El-Rei, a de S. Maria da Estrela e o Algar da Morena, entre outras. O Boletim tem 12 páginas, é passado ao stencil e vendido ao preço de 5\$00.

* *

A "Coimbra Editora, Limitada", acaba de editar o livro "Mário Silva, professor e democrata", de Eduardo Caetano. Trata-se de uma boa referência para todos os que quiserem conhecer melhor Mário Augusto da Silva (1901 - 1977), professor de Física da nossa Faculdade e fundador do Museu Nacional da Ciência e da Técnica. O autor, ex-aluno do biografado e seu colaborador na direcção do Museu, começa por tratar os tempos de estudante de Mário Silva e a sua carreira fulgurante até ao doutoramento.

(continua pág. 23)

DANIEL DA SILVA

(elogio histórico)

F. GOMES TEIXEIRA
(1851-1933)



... Nada há mais prejudicial para a Ciéncia de um povo do que o seu isolamento no meio da ciéncia dos outros povos. Este isolamento foi quase completo em Portugal na maior parte do século XIX, e o motivo principal estava no desconhecimento da nossa língua nos meios científicos estrangeiros. As nossas revistas eram quase desconhecidas fora do país e os nossos sábios não recorriam às revistas mais vulgarizadas dos países estrangeiros para apresentar os resultados das suas investigações.

Daniel da Silva foi a maior das vítimas deste isolamento, e algumas palavras de uma carta que me escreveu em 1877 são a expressão da sua grande mágoa por não o ter evitado. Diz ele:

"Quer saber o que me aconteceu há bem poucos dias?

"Vejo anunciada no jornal "Les Mondes" de Moigno uma memória apresentada à Academia das Ciéncias de Paris por Darboux, em que ele diz a crescentar muitas coisas novas à importante teoria iniciada na Alemanha por Möbius e Minding.

"Quase todas as preposições de Darboux estão publicadas há vinte e cinco anos nas Memórias da nossa Academia, no meu trabalho sobre a rotação das forças em torno dos seus pontos de aplicação!

"Foi por essa ocasião que tive ensejo de saber que em 1868 dizia Moigno que a teoria de Möbius, a mesma que eu tratei, ignorando a existéncia do meu predecessor, era totalmente desconhecida em França, e que ele só muito tarde a veio a aprender em um livro que um amigo lhe mandou da Noruega!

"A minha Memória, que tem muitíssimas coisas, além do que lembrou a Möbius, inclusivamente a correção de um erro dele, com cuja rectificação muito se gloria Darboux, jaz ignorada, há quase vinte e seis anos, nas bibliotecas de quase todas as Academias do mundo. O que aproveita escrever em português!"

"Tive bastante desgosto de só agora saber que, sem suspeitar sequer da existéncia de Möbius, eu coincidira com ele na invenção de uma teoria hoje declarada muito importante, e que cheguei no seu desenvolvimento muito mais longe do que chegara o ilustre sábio alemão."

O trabalho de que se faz menção nesta carta tem por título: *Memória sobre a rotação das forças em torno dos pontos de aplicação*. Foi apresentado à Academia das Ciéncias em 1850, foi publicado em 1851 e abriu ao autor as portas desta ca-

sa, onde entrou neste mesmo ano como sócio correspondente.

Nesta bela e importante Memória, em que Daniel da Silva se revelou pela primeira vez como geómetra de grande valor, mostra ele como variam os efeitos das forças aplicadas a um corpo, quando estas forças giram à roda dos seus pontos de aplicação, conservando-se porém constantes os ângulos que umas fazem com as outras, e determina as diversas circunstâncias notáveis que acompanham esta mudança de orientação das mesmas forças. O estudo geral da questão é precedido do estudo do caso mais simples em que as forças estão situadas sobre um plano e, tanto a respeito deste caso como do caso geral, são apresentados numerosos resultados cheios de interesse, de que não é possível dar aqui notícia sem entrar em longos desenvolvimentos.

A teoria importante a que é consagrado este trabalho constitui actualmente um capítulo da Mecânica Racional a que se dá o nome de Astática, a qual tem hoje aplicações notáveis em algumas questões da Física...

...Os métodos usados por Daniel da Silva e Darboux para estudar a Astática são diferentes. Ambos empregaram simultaneamente meios geométricos e analíticos, predominando na Memória do geómetra português os primeiros, na de Darboux os segundos; ambos estudaram o assunto com profundezas; ambos o expuseram em estilo sóbrio, claro e elegante.

Devo dizer de passagem que os grandes geômetras procuram quase sempre, na construção do edifício matemático, fazer ao mesmo tempo obra lógica e estética.

Esta aspiração vem já do princípio desta construção. Os grandes geômetras gregos, dotados de elevado espírito filosófico e artístico, preocuparam-se menos com as aplicações da Matemática do que com o seu rigor e beleza. Os matemáticos modernos seguem os exemplos dos mestres antigos: procuram para os seus teoremas as demonstrações mais engenhosas e para os seus problemas as soluções mais belas, fazendo assim simultaneamente ciéncia e arte.

Entre as obras sobre Mecânica que obedecem a este preceito destacam-se as de Lagrange e Poinsot. "A Mecanica Analytica" de Lagrange é comparável a um monumento grandioso ricamente ornamentado; a "Estatica" de Poinsot a um monumento singelo, mas esbelto e gracioso. A primei-

ra é um modelo de beleza analítica, o segundo de beleza geométrica. Lagrange, derivando toda a Mecânica de um princípio único por meio de um cálculo rico de engenho e harmonia, deu à aquela ciência a sua perfeição filosófica; Poinsot, substituindo a noção abstracta de momento de uma força pela noção expressiva de binário, deu-lhe a sua forma mais prática e luminosa.

Foram os métodos de Poinsot os que Daniel da Silva de preferência empregou nos seus trabalhos sobre a Mecânica. Revelou sempre ter por estes métodos uma grande predilecção. Não só os aplicou com muita elegância na Memória que acabámos de analisar, mas escreveu sobre eles uma nova Memória, apresentada à Academia das Ciências, no mesmo ano que a anterior, na qual simplificou e melhorou em alguns pontos a exposição da teoria dos binários.

A Mecânica de Lagrange teve também, mas sob outro ponto de vista, influência considerável no espírito do nosso geómetra. Foi ela, com efeito, que lhe inspirou a arte de dispor e organizar os cálculos, a elegância analítica, arte em que o célebre geómetra francês foi um dos grandes mestres.

Depois do exame dos belos e importantes trabalhos de Daniel da Silva sobre Mecânica, causa impressão ver que, passados apenas dois anos depois de os comunicar à Academia das Ciências, apresentou à mesma corporação uma extensa Memória, onde são estudadas com profundezas e originalidade diversas questões elevadas da teoria dos números, e onde o seu autor não brilha menos, no manejo do cálculo, do que brilhara nos trabalhos anteriores no manejo dos métodos da Geometria pura. Refiro-me ao trabalho que tem por título: "Propriedades gerais e resolução das congruências binómias", apresentado à Academia em 1852 e publicado no volume das Memórias correspondentes a 1854, trabalho cujo assunto pertence ao vasto domínio da Aritmética superior.

Esta parte da Aritmética foi aberta por Fermat, que deu, infelizmente sem demonstrações, uma série de teoremas que ficaram célebres, e teve o seu principal representante em Gauss, cujas "Desquisitiones arithmeticæ" são uma maravilha de invenção e de arte de expor...

....Por estes motivos, a alta teoria dos números tem o condão de atrair os matemáticos de maior engenho. Daniel da Silva foi um deles. Pertencem com efeito à parte elevada da Aritmética os assuntos estudados pelo nosso matemático na Memória de que nós estamos ocupando. A este respeito o autor conhecia os trabalhos de Euler, Lagrange, Legendre, Gauss e Poinsot, os quais serviram de base às suas investigações, que continuaram, em alguns pontos, as daqueles gigantes da ciência, de um modo notável.

O principal assunto que considerou, foi o da resolução das congruências binómias, teoria pertencente simultaneamente ao domínio da alta Aritmética e da alta Álgebra, e enriqueceu com resultados tão importantes e gerais, que o seu nome merece figurar na lista dos que a fundaram. Foi com efeito Daniel da Silva quem primeiro deu um método para resolver os sistemas de congruências lineares, honra que tem sido indevidamente

atribuída ao aritmético inglês Smith, que só em 1861 se ocupou deste assunto; e foi também quem primeiro fez o estudo geral das congruências binómias. Estas últimas congruências tinham sido anteriormente estudadas, mas só em casos particulares, por Gauss, Legendre e Poinsot, por métodos menos simples do que o processo directo empregado pelo aritmético português para tratar o caso geral.

Contém ainda a mesma Memória outros resultados notáveis relativos à alta teoria dos números...

... Esta Memória de tão grande importância ficou, como os trabalhos sobre Mecânica há pouco mencionados, injustamente esquecida durante cerca de meio século, até que, em 1903, um matemático italiano de muito mérito, Alasia de Quesada, publicou na "Revista de Física Matemática e Ciências Naturais" de Pavia uma apreciação dela, muito desenvolvida e muito bem feita, que, por dar grande honra ao nosso compatriota, tivemos a satisfação de publicar nos "Annaes da Academia Polytechnica do Porto". Mais tarde o mesmo geómetra publicou aos referidos "Annaes" um novo e importante trabalho, em que desenvolveu a doutrina de Daniel da Silva sobre o cálculo das raízes modulares, fazendo sobressair a sua grande importância.

É interessante notar que Alasia teve conhecimento do trabalho de Daniel da Silva por um acaso feliz. Diz ele que encontrou em Niceum exemplar na loja de um vendedor de livros usados, que o surpreendeu esta descoberta de uma Memória tão extensa, consagrada a um assunto pouco estudado e assinada por um autor para ele desconhecido, e que mais o surpreendeu ainda, ao ler-la, a sua riqueza e importância. Lastima que ficasse durante tanto tempo desconhecida, diz ele, contém resultados preciosos, alguns dos quais faltam nas Memórias mais recentes e outros passaram mais tarde por novos quando foram inventados por outros autores.

Os trabalhos importantes a que acabámos de nos referir, foram elaborados pelo autor em curto espaço de tempo. O grande espírito que os concebeu estava porém encerrado em corpo débil, que não pode resistir ao grande esforço que aquele teve de empregar para os produzir. Atacado por doença grave, resultante deste esforço, que veio cortar-lhe os voos, teve de abandonar o trabalho, e nem mesmo pode rever as provas da Memória que acabámos de analisar, nem terminar a redação do último capítulo.

A Academia das Ciências premiou tanto valor e tão grande esforço, elevando-o em 1859 a sócio de mérito, a maior das honras que pode conceder. ■

Extracto de uma conferência proferida na Academia das Ciências de Lisboa, em sessão pública de 2 de Junho de 1916.

HUMOR

COMO PROCEDER NUM EXAME ORAL

Nestas breves notas são expostos os objectivos dos exames orais e fornecidas regras práticas para os conduzir. É necessária uma cuidadosa atenção às regras elementares de maneira a assegurar um exame verdadeiramente bem sucedido. Do ponto de vista do examinador, os objectivos básicos do exame oral são: fazer com que o examinador pareça mais esperto e mais manhoso do que o examinando ou do que os outros examinadores, protegendo dessa forma o seu amor-próprio, e aniquilar o examinando, evitando assim o confuso e moroso processo de apreciação e decisão após o exame.

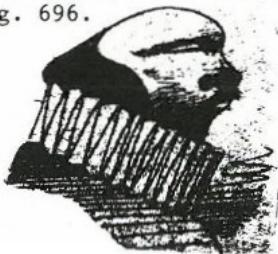
Ambos os objectivos podem ser alcançados mediante a aplicação conscientiosa das seguintes regras (de eficácia comprovada através dos tempos):

1. Antes de iniciar o exame, torne claro ao examinando que toda a sua carreira profissional pode depender da maneira como ele se sair. Insista na importância e solenidade do momento. Coloque-o desde o início no seu devido lugar.
2. Comece o exame com a pergunta mais difícil que tiver. (Isto é muito importante. Se a primeira pergunta for suficientemente difícil e intrincada, o examinando ficará demasiado atrapalhado para responder às perguntas seguintes, por mais fáceis que sejam).
3. Seja reservado e severo ao dirigir-se ao examinando. Para contrastar, mostre-se muito jovial para com os outros examinadores. Um expediente muito eficaz consiste em fazer comentários divertidos para os outros examinadores sobre as respostas do examinando, o que tende a excluí-lo e a deixá-lo de lado, como se nem sequer estivesse presente na sala.
4. Obrigue-o a responder a cada pergunta à sua maneira, sobretudo se a sua maneira é esotérica. Constranja-o. Introduza muitas limitações e restrições em cada questão. O que se pretende é complicar problemas que de outra maneira seriam simples.
5. Force-o a um erro trivial e depois deixe-o às voltas com ele o máximo tempo possível. Logo que ele descubra o engano mas ainda antes de o ter conseguido explicar, corrija-o des-

denhosamente. Isto exige uma grande atenção e oportunidade, que só podem ser adquiridas com alguma prática.

6. Quando ele estiver metido numa dificuldade, nunca o ajude a sair dela. Em vez disso suspire e mude de assunto.
7. Faça-lhe perguntas viciadas, como por exemplo: "Mas não aprendeu isso na Álgebra do 1º ano?"
8. Não o deixe fazer-lhe perguntas esclarecedoras. Nunca repita ou esclareça a maneira como pôs o problema. Diga-lhe para não pensar alto, que o que quer é a resposta.
9. De dois em dois minutos, pergunte-lhe se está nervoso.
10. Coloque-se a si e aos outros examinadores numa posição tal que o examinando não os possa encarar a todos ao mesmo tempo. Isto permitir-lhe-á enquadrá-lo com uma espécie de foguete cruzado. Espere que ele deixe de o fitar e se vire para outra pessoa e então faça-lhe uma pergunta curta e directa. Com uma coordenação razoável entre os examinadores é possível, em condições favoráveis, levar o examinando a efectuar várias revoluções completas. Isto tem o mesmo efeito genérico que a alínea 2 acima.
11. Use óculos escuros. A impenetrabilidade é enervante.
12. Conclua o exame dizendo ao examinando: "Não venha perguntar nada. Nós mandamos chamá-lo".

S. D. Mason, *Proceedings of the IRE*, Maio de 1956, pg. 696.



CIRCUITOS INTEGRADOS

ISABEL MONTEIRO & HILDEBRANDO SOARES
(Assistentes de Eng. Electrotécnica)

As linhas que se seguem pretendem dar uma breve panorâmica acerca da evolução da Electrónica, com especial incidência no domínio da Electrónica Digital.

A importância actual deste ramo do saber, embora óbvia, pode ser também constatada pelo facto de que enquanto em 1940 a indústria electrónica ocupava o quinquagésimo lugar mundial em termos de dimensão económica, hoje ocupa um dos primeiros lugares e é uma das indústrias com maior índice de crescimento por ano. Por intermédio dos computadores, sistemas de transmissão de informação, sistemas de controle automático e medição, a Electrónica aparece como uma maravilhosa extensão das possibilidades humanas.

Historiando sumariamente a evolução da Electrónica podemos dizer que os dispositivos electrónicos apareceram com a descoberta do efei-

to-Edison em 1833, surgindo então o 1º diodo. Em 1883 J. A. Fleming (Inglaterra) utilizou o diodo para detectar sinais de rádio e 10 anos mais tarde Lee de Forest inventou o triodo, e com ele o primeiro amplificador electrónico. Estavamos em presença das chamadas válvulas electrónicas, que vieram a perder importância em favor dos componentes realizados com semicondutores. A utilização dos semicondutores foi precedida por uma fase de estudos de índole teórica acerca das suas propriedades eléctricas, entre os quais salientamos os realizados por Sommerfield (explicação da condução eléctrica nos semicondutores, 1928) e Wilson (os semicondutores à luz da mecânica quântica - 1928). Em 1947 Bardeen e Brattain trabalhando nos Laboratórios Bell Telephone inventaram o transistor de contacto. Em 1950 apareceu o transistor de junção, tendo, em 1956, Bardeen, Brattain e Shockley recebido o Prémio Nobel da Física pelos seus trabalhos neste campo.

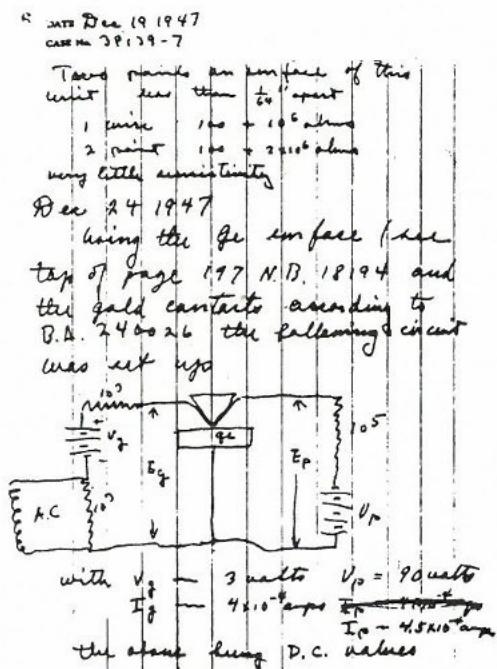
O salto dado com a aplicação dos semicondutores foi verdadeiramente notável pela miniaturização que possibilitaram quer em tamanho, quer em preço, quer ainda em termos de energia consumida. Pode-se referenciar o impacto da utilização dos semicondutores junto do grande público através do aparecimento do primeiro rádio transistorizado, o que sucedeu ainda na primeira metade da década de 50.

Novo e importante salto se verificou no início da década de 60, de tal modo que veio eclipsar as "variações bruscas" que surgiram com o aparecimento do transistor.

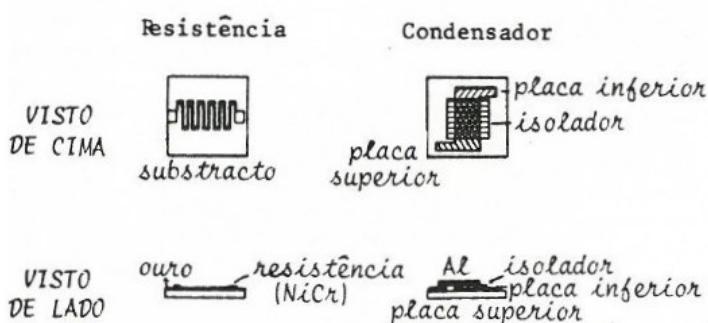
Neste caso não foi o aparecimento dum produto novo, mas sim o desenvolvimento de um novo conceito no fabrico de circuitos electrónicos: esta nova técnica ficou conhecida como a dos "circuitos integrados".

Analisando em termos gerais o processo de fabricação destes circuitos temos a distinguir dois tipos fundamentais: os circuitos integrados híbridos e os circuitos integrados monolíticos.

Eis um exemplo das etapas necessárias para a fabricação dos circuitos integrados híbridos: começa-se por depositar sobre o substrato respectivo, normalmente de vidro ou cerâmica, duas camadas, uma resistiva e outra condutora; em seguida gravam-se selectivamente estas camadas para obter resistências e condutores. Colocam-se depois os restantes elementos activos e

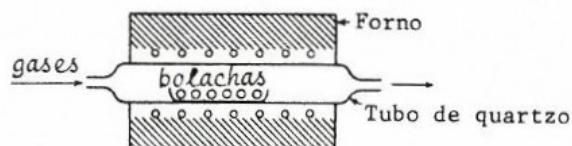


Apontamento de laboratório em que Walter Brattain regista as experiências de 23 de Dezembro de 1947 quando o efeito-transistor foi descoberto nos Laboratórios Bell Telephone



Exemplo de componentes utilizados em circuitos híbridos.

passivos, fazem-se os ajustes finais e colocam-se o circuito numa caixa estanque a que se tem acesso através dos pinos de entrada e saída.



Fabricação de circuitos integrados monolíticos

Quanto aos circuitos integrados monolíticos podemos dizer que são fabricados a partir dumha fina placa de silício ("bolacha"). Submetendo-se uma regiāo deste substrato a uma elevada temperatura e colocando-o numa atmosfera gasosa determinada operar-se-á uma difusão do produto gasoso na referida regiāo verificando-se como que uma disseminação de "impurezas" nessa regiāo.

As regiões têm características diferentes conforme as impurezas, e da interacção entre as diversas zonas assim formadas resulta o funcionamento do circuito integrado. O processo é feito em várias etapas utilizando-se máscaras para submeter determinada regiāo a determinada atmosfera, mudando-se de máscara depois de cada difusão.

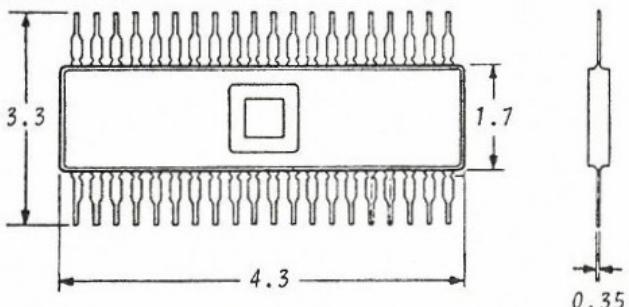
Depositam-se a seguir "linhas" de alumínio ligando-se as regiões entre si conforme o desejado. Cada pequena placa ("bolacha") contém centenas de circuitos integrados que são então separados uns dos outros efectuando-se depois as ligações dos pinos exteriores e o encapsulamento do circuito integrado.

Os circuitos integrados monolíticos permitiram um grande avanço, principalmente na Electrónica Digital, pois até essa altura os circuitos utilizados para realizar funções lógicas e aritméticas originavam equipamentos demasiadamente grandes e dispendiosos.

O nível de integração foi aumentando, surgindo 1964 como a data do aparecimento dos circuitos integrados LSI (*large scale integration* - integração em grande escala). Podemos dizer que um circuito integrado se classifica como LSI quando desempenha por si só uma função correspondente à utilização de mais de 100 circuitos capazes de realizarem unicamente operações lógicas elementares.

Para o grande público o exemplo mais marcante desta nova geração de circuitos integrados é o das máquinas de calcular. A diminuição cada vez maior de tamanho, o melhor aproveitamento da interacção entre os elementos destinados a tomar decisões e os elementos do tipo memória, bem como a descoberta de novas tecnologias, traduziram-se num progresso tão rápido que muitas vezes determinado produto já se considera ultrapassado antes de estar completamente comercializado.

1971 representa outro marco importante; trata-se do aparecimento dos microprocessadores - circuitos integrados capazes de realizar as funções do processamento atribuídas à unidade de processamento central de um computador.



Dimensões de um microprocessador (em cm)

Em 1976 já havia comercializadas mais de duas dúzias de microprocessadores diferentes. Como exemplo da sua aplicação podemos dizer que, num sistema de controlo industrial, o microprocessador substitui um número grande de circuitos integrados com uma vantagem muito importante: basta mudar o seu programa para alterar o funcionamento do sistema, enquanto que com o tipo de sistema até há pouco utilizado uma alteração, por exemplo, do processo de fabrico acarretava a substituição total do sistema de controle.

Custo da realização de 100 000 multiplicações num computador (em dólares):

1952	- 21.26
1958	- 20.26
1964	- 20.12
1970	- 0.05
1975	- 0.01

(MICROPROCESSORS, Daniel R. McGlynn - Wiley, 1976)

Prevê-se que a expansão dos microprocessadores continue até à invasão do domínio doméstico.

A "escalada" na integração conduziu já ao "computador num circuito integrado" que, além da unidade de processamento central, inclui já memória apreciável e facilidades no domínio entrada-saída.

Antes de terminar deve ficar claro que a abordagem tentada em relação ao fabrico de circuitos integrados está longe de traduzir a realidade. Existem actualmente muitas tecnologias diferentes, cada uma com características específicas. O quadro seguinte resume alguns dados comparativos entre as diversas tecnologias.

(continua pág. 8)

O SISTEMA NERVO

GRAÇA SIMÕES DE CARVALHO

(4º ano Biologia)

1. TRANSMISSÃO NERVOSA

Uma das funções mais importantes dos seres vivos é a sua capacidade de manter o equilíbrio orgânico mesmo quando as variações ambientais se fazem sentir. Esta capacidade de manter a homeostase é conseguida através da acção coordenada de 2 mecanismos. O primeiro depende da libertação e circulação de hormonas que são mensageiros químicos sintetizados por determinadas células especializadas e cuja actividade reguladora se efectua noutras partes do corpo. O outro mecanismo depende do Sistema Nervoso e tem geralmente maior rapidez de acção, mas menor duração. Ambos os mecanismos aparecem nos seres do Reino Animal, mas quanto mais evoluído é o organismo maior é o desenvolvimento e complexidade do Sistema Nervoso, que culmina na maravilhosa estrutura do cérebro humano.

Já desde há cerca de 20 anos que os estudos neurológicos têm vindo a ter grandes progressos quer a nível das pesquisas de base quer no campo mais directo da prática clínica. Mas, foi a neuroquímica e neurofarmacologia que nos últimos tempos mudaram o campo de investigação, tendo-se passado do estudo macroscópico ao exame sub-microscópico e molecular.

O estudo dos milhões de células cerebrais é ainda incipiente, no entanto, o conhecimento das anatomia das células individuais (neurônios) e de como geram e transmitem os impulsos eléctricos é já bastante desenvolvido, estando os cientistas presentemente interessados no estudo destes elementos do código básico do nosso sistema de comunicação interno.

O NEURÔNIO

A unidade estrutural do sistema de comunicação nervosa é a célula nervosa, de que se indica um tipo na Fig. 1.

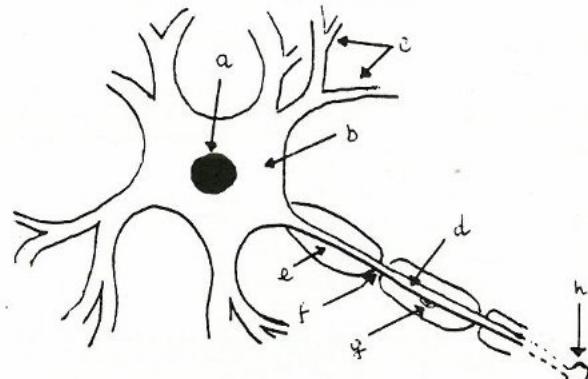


Fig. 1 - O Neurônio: a) núcleo; b) corpo celular; c) dendritos; d) axônio; e) bainha de mielina; f) nódulo de Ranvier; g) célula de Schwann; h) botão terminal

A característica mais evidente desta célula é a existência de extensões protoplasmáticas a partir do corpo celular (Fig. 1-b): os dendritos (Fig. 1-c) e o axônio (Fig. 1-d). Estas estruturas estão intimamente relacionadas com a função específica das células nervosas. De facto, os dendritos são responsáveis pela recepção dos impulsos provenientes de outros neurônios ou órgãos sensitivos e pela sua transmissão ao corpo celular. O axônio tem como função a transmissão do impulso do corpo celular para outros neurônios ou tecidos eféctores (por exemplo, músculos, glândulas).

À volta de alguns axônios existe uma estrutura lamelar de membranas sobrepostas designada bainha de mielina (Fig. 1-e). Esta bainha forma-se quando uma célula de Schwann (Fig. 1-b) se enrola à volta do axônio e forma sucessivas sobreposições da membrana da célula de Schwann sobre si própria (Fig. 2). Os axônios mielinados conduzem impulsos mais rapidamente do que axônios não-mielinados. A bainha de mielina apa-

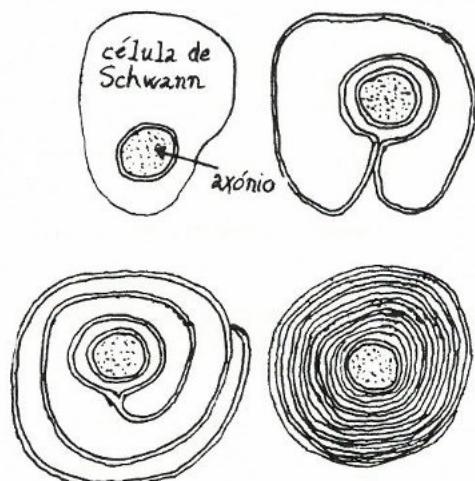


Fig. 2 - Formação da bainha de mielina (diagrama baseado nos estudos de Uzman).

rece intervalada pelos nódulos de Ranvier (Fig. 1-f).

O botão terminal (Fig. 1-h) tem uma estrutura altamente especializada, pois é o local de sinapse, ou seja a região de conexão funcional entre dois neurônios (Fig. 3). Dizemos "fun-



Fig. 3 - Sinapse

cional"; porque os neurônios não comunicam anatomicamente, pois estão fisicamente separados por uma fenda. Esta definição de sinapse pode a largar-se a qualquer conexão entre duas células excitáveis, por exemplo, a junção neuromuscular. É ao nível da sinapse que se dá a comunicação entre duas células excitáveis (célula nervosa, muscular, glandular, etc.). Há diferença entre a transmissão do impulso nervoso através de todo o neurônio e através da sinapse. No neurônio a transmissão é um fenômeno de natureza elétrica e nas sinapses de natureza química. Seguidamente abordaremos mais pormenorizadamente aqueles dois fenômenos de transmissão nervosa.

O IMPULSO NERVOSO

Destruindo com uma agulha o encéfalo e a medula espinal da rã, o animal fica inerte e deixa de ter movimentos voluntários e reflexos: suprimiu-se a sensibilidade e capacidade motora.

Se apertarmos, com uma pinça, o nervo ciá-

tico da rã, detectamos um subsequente movimento da perna provocado pela contração do músculo inervado pelo nervo ciático. Verifica-se, pois, que o nervo é excitável e condutor. A modificação local (provocada pela pinça) propagou-se ao longo do nervo, a partir do ponto onde foi estimulado até aos músculos. A este fenômeno de propagação ao longo do axônio chama-se impulso nervoso, ou potencial de ação.

O POTENCIAL DE REPOUSO

Tem-se utilizado o axônio da lula para estudos sobre bioelectricidade porque este axônio é relativamente grande, pois tem um diâmetro da ordem de 1mm, o que permite introduzir eletrodos no seu interior para fazer medições precisas do valor do potencial transmembrano (Fig. 4).

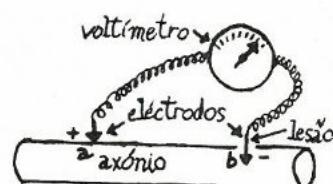


Fig. 4 - Demonstração do potencial de repouso do neurônio.

A diferença de potencial entre a superfície e o interior do neurônio (Fig. 4-a e b), quando este está em repouso, é de cerca de -90 mV, e designa-se o potencial de repouso. Esta diferença de potencial deve-se à existência de uma maior concentração de K^+ no interior do que no exterior da célula e, muito especialmente, ao facto que a membrana é selectivamente permeável ao K^+ . Portanto a membrana actua essencialmente como um eletrodo de K^+ durante o repouso da célula. No exterior do axônio temos Na^+ como o principal catião, enquanto que no interior o principal catião é o K^+ , além de variadíssimas substâncias orgânicas de carga negativa (A^-). No exterior temos além do Na^+ , o anión Cloro (Cl^-). A concentração de Na^+ é cerca de 12 vezes maior no exterior que no interior (fig. 5) e a do potássio é cerca de 30 vezes maior dentro do que fora do axônio.



A GERAÇÃO DO POTENCIAL DE ACÇÃO

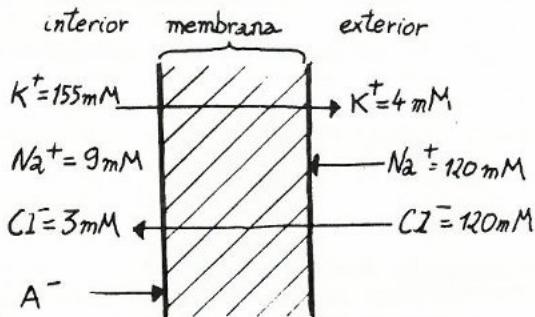


Fig. 5 - Distribuição do K^+ , Na^+ , Cl^- e anões (A^-) através da membrana. Esta é permeável ao K^+ e Cl^- e impermeável ao Na^+ e A^- .

Tal como mostra o diagrama da Fig. 5, a membrana é permeável ao K^+ e Cl^- e impermeável ao Na^+ e A^- . Sendo assim, o K^+ , de acordo com o seu gradiente de concentração difundir-se-ia para o exterior e o Cl^- , pela mesma razão, para o interior. Esta tendência para a difusão destes íões produz um potencial transmembrano, em que, para o caso do potássio é de cerca -90 mV, em que o interior do neurônio é negativo relativamente ao exterior. Pela equação de Nernst temos:

$$E = \frac{RT}{ZF} \ln \frac{K \text{ dentro}}{K \text{ fora}} = -60 \log \frac{155}{4} = -95 \text{ mV}$$

em que:

$$R = 8.2 \text{ Joules/mole/grau} \quad Z = \text{Valência do } K^+ \\ T = \text{temperatura absoluta} \quad F = \text{constante de Faraday}$$

Mas, por cada saída de K^+ do interior da célula, gera-se um potencial que impede a sua saída. O mesmo se passa com a entrada de Cl^- . Temos então um ponto de equilíbrio quando a tendência para a saída do potássio (K^+) devido ao seu gradiente de concentração for igual à tendência da sua retenção devido ao gradiente eléctrico. Neste ponto de equilíbrio o fluxo é zero.

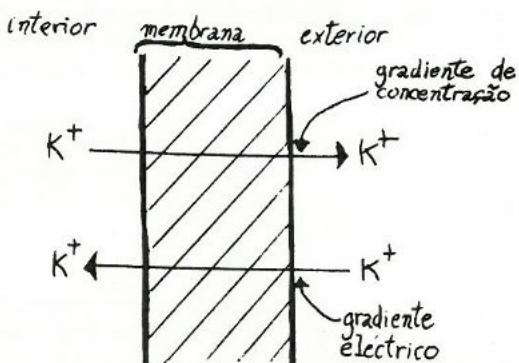


Fig. 6 - Gradiente de concentração e gradiente eléctrico do K^+ .

Quando se estimula o axônio através de dois electrodos ligados a uma bateria (fig. 7), observa-se uma despolarização no local de aplicação do cátodo e uma hiperpolarização no local de aplicação do ânodo. Aquela despolarização ra-

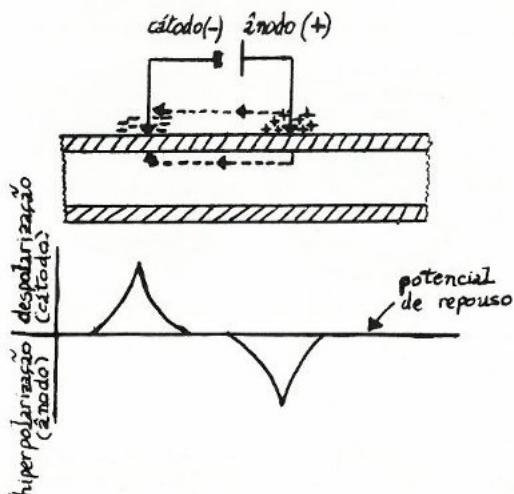


Fig. 7 - Axônio da lula a ser estimulado. As setas indicam o fluxo de corrente entre os electrodos. (Esquema do Dr. Arsélio Pato de Carvalho, "Geração e Transmissão do Impulso Nervoso").

pidamente desaparece se não atingir um valor limiar para a geração do potencial de acção. Mas, se a despolarização atingir aquele limiar, desencadeia-se uma onda de despolarização que se propagará ao longo da superfície da membrana. Esta despolarização atinge tal amplitude que se dá uma inversão da polaridade, passando o interior a ser positivo relativamente ao exterior da membrana (fig. 8). O estímulo externo serviu de "gatilho" para o "disparo" do processo que se produz após atingir o limiar.

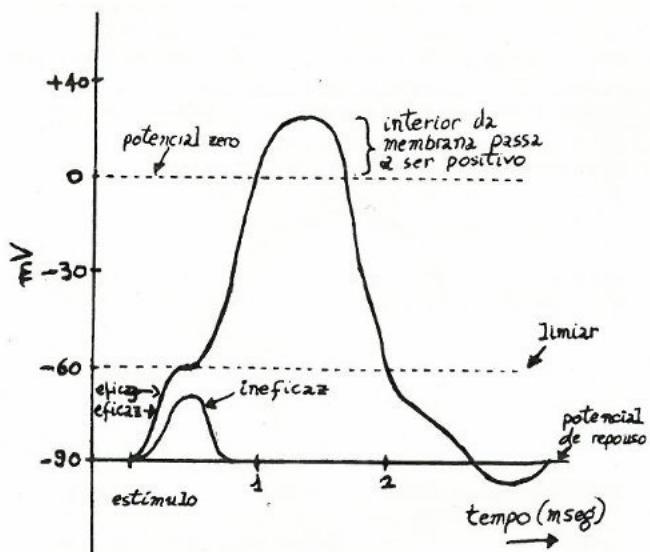


Fig. 8 - Geração do Potencial de Acção.

Este fenômeno do potencial de ação dura cerca de 2-5 mseg. e coincide com alterações da permeabilidade da membrana de modo que os íons de sódio (Na^+) fluem preferencialmente para dentro do axônio, tornando o interior localmente positivo (Fig. 9)

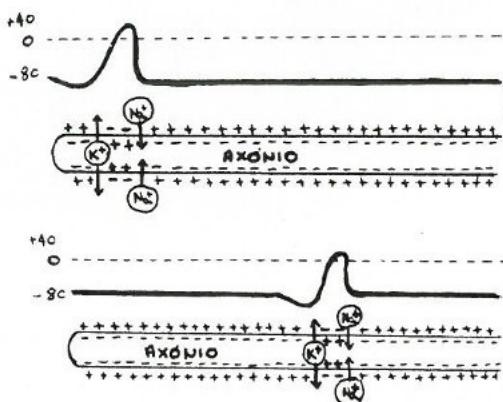


Fig. 9 - Propagação do impulso nervoso. Coincide com alteração da permeabilidade da membrana do axônio.

Depois do impulso é a vez do K^+ efluir do axônio, restaurando o potencial negativo normal, isto é, dá-se a repolarização da membrana, regenerando assim o potencial de repouso inicial.

Com base no que anteriormente dissemos, podemos esquematizar estes fenômenos do seguinte modo: a despolarização do axônio até ao valor limiar determina o surgimento da permeabilidade alta da membrana ao Na^+ que por sua vez induz a uma maior despolarização (Fig. 10-A). Por outro lado, a despolarização que ocorre durante

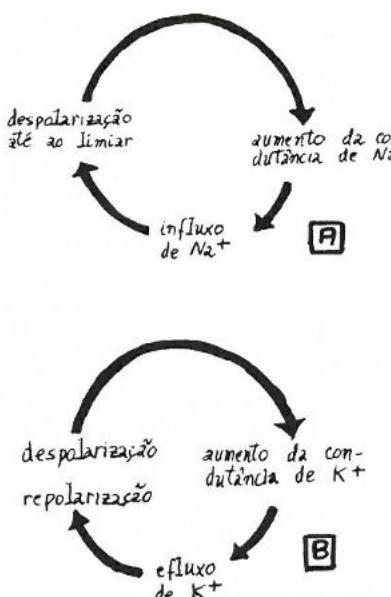


Fig. 10 - Relação entre os fluxos iônicos (A- Na^+ e B- K^+) e o potencial transmembrano. (Esquema do Dr. Arsélio Pato de Carvalho)

lho em "Geração e transmissão do impulso nervoso")

a geração do potencial de ação, induz um aumento da permeabilidade da membrana ao K^+ que por sua vez repolariza a membrana, fazendo o seu potencial regressar ao valor normal do potencial de repouso (Fig. 10-B).

VELOCIDADE DO IMPULSO NERVOSO

A velocidade de condução do impulso no axônio é muito elevada, variando em função da fibra considerada, desde 50 a 100 m/seg. Assim, nas fibras mielinadas a velocidade de condução é superior à das amielinadas. A descontinuidade estrutural da bainha de mielina (nódulos de Ranvier - Fig. 1-f) impõe uma descontinuidade do processo da transmissão. Nestas fibras verifica-se uma condução por "saltos" da excitação. Como a bainha de mielina é isolante, os fenômenos de migração iônica, a despolarização da membrana e o aparecimento do potencial de ação, ocorrem exclusivamente a nível dos nódulos de Ranvier.

TRANSMISSÃO SINÁPTICA

Fizemos um breve resumo da transmissão nervosa ao longo do axônio, vamos agora referimo-nos à comunicação entre neurônios sucessivos e entre neurônio-músculo, isto é, vamos tratar da transmissão sináptica.

A sinapse é conexão funcional entre dois neurônios e é constituída por vários elementos (Fig. 11). No neurônio pré-sináptico encontramos mitocôndrias (fonte de energia), vesículas sinápticas (onde se encontram os neurotransmis-

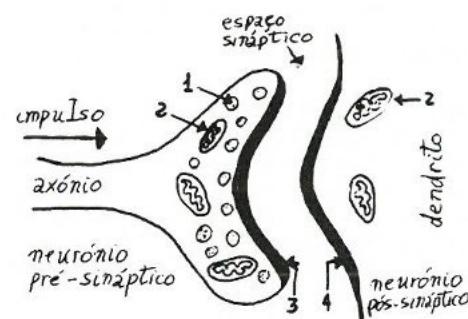


Fig. 11 - Componentes da sinapse entre dois neurônios. (1)-vesículas sinápticas; (2)-mitocôndrias; (3)-membrana pré-sináptica; (4)-membrana pós-sináptica.

sores) e a membrana pré-sináptica. O espaço sináptico encontra-se entre o neurônio pré-sináptico e o pós-sináptico. Este é constituído pela membrana pós-sináptica onde se encontram os receptores dos neurotransmissores. No caso da cé-

Célula pós-sináptico ser uma célula muscular, a membrana pós-sináptica tem uma estrutura mais complexa, que se designa placa motora. (Fig. 12)

Já que atrás nos referimos aos neurotransmissores, vem a propósito salientar que eles são substâncias químicas descarregadas pela terminação nervosa do neurônio (pré-sináptico) e que ao serem reconhecidos pela membrana da célula seguinte (pós-sináptica) provocam estimulação ou inibição desta, através de alterações de permeabilidade aos íões.

No caso de uma junção neuromuscular, a zona de sinapse apresenta-se bastante mais complexa. As partes terminais do neurônio (sem a bainha demielina) entram em depressões da célula muscular formando as junções neuromusculares com a célula muscular (Fig. 12). A placa motora é a região especializada da célula muscular na recepção do estímulo, e as invaginações permitem um aumento da área receptora do estímulo.

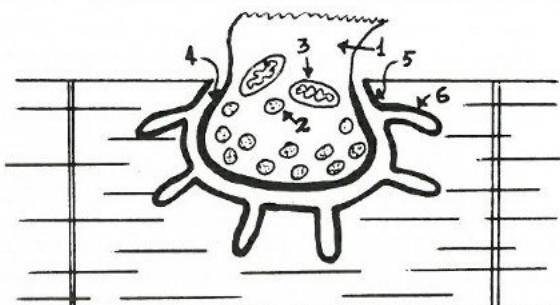


Fig. 12 - Esquema da junção neuromuscular:
(1)- terminação nervosa; (2)- vesículas sinápticas; (3)- mitocôndrias;
(4)- membrana pré-sináptica; (5)- placa motora; (6)- invaginação

PROPRIEDADES DA SINAPSE

Condução unidireccional - os neurotransmissores existem apenas nos botões terminais, ao fim do axônio e, portanto, só são libertados quando o impulso vem do axônio (Fig. 13-a). Um impulso proveniente em sentido inverso (Fig. 13-b) "morre" ao atingir o corpo celular, porque neste local não existem neurotransmissores.

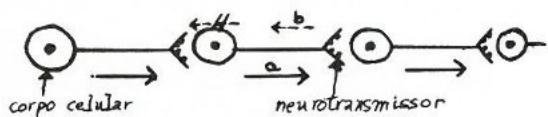


Fig. 13:- Condução unidireccional: (a)- Impulso nervoso; (b)- impulso ineficaz

Transmissão da natureza química e elétrica - normalmente a transmissão sináptica nos mamíferos é de natureza química (fig. 14-A).

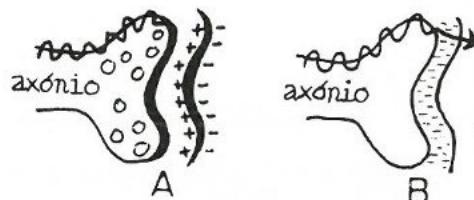


Fig. 14 - Transmissão química (A) e elétrica (B).

Retardamento do impulso - Devido ao tempo necessário para que se desencadeie todo o processo de libertação e reconhecimento dos neurotransmissores, há um intervalo de cerca de 0,5 mseg. o que provoca um retardamento na condução da mensagem dum neurônio para outro.

Sensibilidade à anoxia e à anestesia - Um grande número de drogas actua inibindo a acção dos neurotransmissores e, deste modo, causam um bloqueio da transmissão sináptica.

SEQUÊNCIA DAS ETAPAS DA TRANSMISSÃO SINÁPTICA

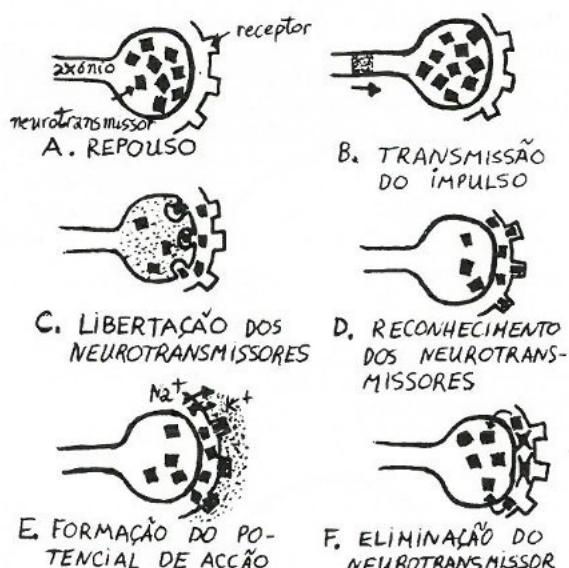


Fig. 15 - Etapas da transmissão sináptica.

Tal como mostra a fig. 15, o potencial de ação vindo do axônio atinge o botão terminal (b) provoca a libertação do neurotransmissor na fenda sináptica (c) que será reconhecido na membrana pós-sináptica através de receptores específicos (d). A ligação neurotransmissor-receptor

(continua pág. 25)

Observatório Magnético (continuado da pág. 4)

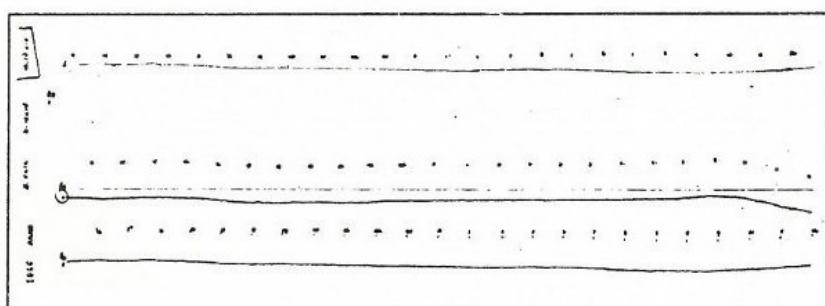
demos ainda considerar dois casos:

1º - causadas por campos magnéticos artificiais, como seja por exemplo a aproximação de grandes massas de ferro ou outros materiais magnéticos ou ainda as alterações provocadas pela tracção eléctrica ("eléctricos" e comboios eléctricos) quando funcionam com a corrente contínua de um só cabo aéreo. Por esta razão os observatórios magnéticos são obrigados a procurar para a sua instalação um local onde estas acções nefastas se não façam sentir. É igualmente prejudicial para a instalação dum observatório magnético a existência de minerais magnéticos no solo ou sub-solo.

2º - Nos registos do campo geomagnético surgem-nos por vezes variações bruscas, por vezes com a duração superior a um dia e de grande amplitude. São designadas genericamente por perturbações magnéticas, sendo as mais aparatosas as chamadas tempestades magnéticas, visto alterarem o campo geomagnético de forma análoga à que as tempestades ciclónicas perturbam a superfície dos oceanos. E o que é mais curioso é que estas tempestades magnéticas estão em correlação com perturbações da propagação de ondas hertzianas e o aparecimento de auroras polares.

Na fig. 3 apresenta-se a reprodução dos registos de D, H e Z de um dia normal e de um dia em que se registou uma tempestade magnética.

O MOCHO - Quais as causas das variações regulares?



Registo de 4-5 Setembro 1957

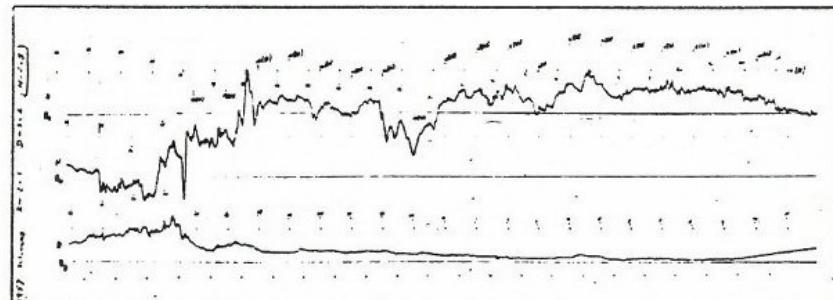


Fig. 3

V.S. - Essa pergunta é deveras embaraçosa, visto obrigar a uma resposta demasiado longa envolvendo conhecimentos vários. Vejamos se consigo condensar de uma forma explícita o meu pensamento sobre a questão.

O planeta Terra é formado por uma parte sólida, superficialmente denominada litosfera (constituída pelas formações rochosas); sobre a litosfera apoia-se uma camada embora incompleta, de água a que se dá o nome de hidrosfera e mais externamente uma imensa camada gaseosa, a atmosfera. A atmosfera faz parte do próprio planeta, pois acompanha-o nos seus movimentos de rotação e translacção.

Em atitude, a atmosfera tem uma constituição muito complexa, tanto nos gases que a compõem, como na variação da sua temperatura, ultrapassando os 2000 Km de espessura, não se podendo estabelecer um limite superior, uma vez que os gases (nas camadas superiores predomina o hidrogénio) se vão diluindo - pela baixíssima pressão - e dissociando-se nos seus iões. Há quem admita que a 10 000km ainda existe atmosfera. Deste modo são consideradas no seio da atmosfera várias camadas, algumas das quais são frequentemente referidas como a troposfera (a inferior dentro da qual ocorrem fenómenos meteorológicos conhecidos) a estratosfera, etc. Menos conhecida é a ionosfera situada entre 50 e 300km, cujos constituintes se encontram ionizadas.

Por outro lado o Sol é uma imensa fonte de energia e parte dessa energia penetra através da atmosfera terrestre, atingindo a litosfera sob as formas de luz e calor. Outra parte é detida pela atmosfera e espaço exterior. Neste espaço são capturados os átomos de hidrogé-

(continua pág. 25)

Registo de 13-14 Julho 1966

a importância do teorema de Gödel

JAIIME M. C. SILVA

(5º ano de Matemática)

Até ao séc. XIX a matemática assentava em bases pouco seguras, embora os matemáticos da época considerassem a matemática um corpo de verdades, visto que as suas descrições estavam de acordo com os fenómenos naturais. Teve aqui papel preponderante a influência da teoria da ciência de Aristóteles. Apenas a geometria tinha bases aparentemente sólidas, devido aos trabalhos de Euclides (séc. IV A. C.). O aparecimento das geometrias não euclidianas (Lobatschewski-1829, Riemann-1854) veio fazer com que, a meio do séc. XIX, também a geometria parecesse sem bases sólidas, isto é, desprovida de fundamento lógico rigoroso.

Paralelamente, a lógica clássica era também posta em causa. A lógica de Aristóteles foi considerada até ao séc. XIX como completa e incapaz de melhoramento. Kant disse mesmo (1787) que a lógica formal "não foi capaz de avançar um só passo, e é por todas as aparências um corpo de doutrina fechado e acabado". O facto é que a lógica tradicional começou a ser contestada e o renascimento da lógica começou com a publicação, em 1847, das obras de G. Boole "A análise matemática da lógica" e de A. de Morgan "Lógica formal ou o cálculo de inferência, necessária e provável". O objectivo de Boole e seus sucessores imediatos era desenvolver uma álgebra não numérica da lógica de maneira a alargar os tipos de dedução até aí existentes. Posteriormente, os matemáticos tentaram aplicar a lógica à investigação dos fundamentos da matemática (Frege, Peano, Peirce).

A PREOCUPAÇÃO DO RIGOR

Aquando do aparecimento das geometrias não-euclidianas os matemáticos viraram-se para um aprofundamento dos fundamentos lógicos das matemáticas, o que permitiu que pela primeira vez, a aritmética, a álgebra e a análise tivessem demonstrações rigorosas. Procurou-se obter para isso (e obteve-se), uma axiomática de cada um desses ramos da matemática. Depois, Cantor criou a teoria dos conjuntos à qual toda a matemática actual se pode reduzir (excepto talvez a teoria das categorias, base da Álgebra Homológica).

Por volta de 1900 a base lógica das matemáticas parecia sólida, tendo mesmo Poincaré

chegado a afirmar: "Presentemente podemos dizer que atingimos o rigor perfeito".

No entanto, tal não se verificava. Começaram a aparecer os paradoxos (antinomias) na teoria dos conjuntos. O mais célebre é o de Russel que afirma:

Há umas classes que são membros de si mesmas, como a classe de todas as classes que têm mais de dez membros, e outras que não são membros de si mesmas, como o conjunto dos papagaios. Que se poderá dizer da classe (digamos A) de todas as classes que não são membros de si mesmas? Se a classe A não pertence a si mesma, deve pertencer a si mesma por definição de A; se pertencer a si mesma não deve pertencer a si mesma ainda por definição de A. Logo, A pertence a si mesma se e só se não pertence a si mesma.

Este e outros paradoxos vieram mostrar que a matemática até então existente não era consistente.

O problema da consistência interna de um sistema de axiomas, isto é, se de um dado conjunto de axiomas se poderiam ou não deduzir teoremas contraditórios, foi o rastilho que levou ao teorema de Gödel.

Um dos meios que se usaram para salvar a teoria dos conjuntos das contradições foi a sua axiomatização: apareceu o sistema de Zermelo melhorado depois por Fraenkel (sistema de Zermelo-Fraenkel) mas ninguém conseguiu demonstrar a sua consistência interna.

O PROBLEMA DA CONSISTÊNCIA

Anteriormente consideravam-se os axiomas de Euclides verdadeiros e portanto consistentes entre si, visto que estavam de acordo com o modelo que representavam: o espaço euclidiano. Por tanto, uma das soluções possíveis para a demonstração da consistência interna de um grupo de axiomas seria a construção de um modelo a que todos os axiomas se aplicassem. Mas tal solução é insuficiente, visto que apenas se transpõe a consistência de um sistema para outro. Por exemplo, Hilbert reduziu os postulados de Euclides à álgebra. Tal continuou a não resolver nada, visto não se saber se a álgebra era internamente consistente ou não.

Um primeiro passo para a demonstração da consistência é a completa formalização do siste-

ma axiomático; assim o pensou e fez Hilbert. Criou por isso o que chamou a metamatemática (conjunto das proposições que traduzem afirmações sobre o sistema em que se trabalha, do tipo, "x é uma variável numérica", "0 ≠ 0 não é um teorema"). Com este passo, Hilbert e seus discípulos (Ackerman, Bernays, Von Neumann) queriam, depois de efectuar uma axiomatização de toda a matemática, submeter as teorias matemáticas assim formalizadas a uma investigação metamatemática de maneira a demonstrar a sua não contradição (ou consistência interna). Embora não tivessem obtido grandes resultados, conseguiram provar que o cálculo proposicional é consistente.

Outra grande tentativa para provar a consistência interna da matemática foi a de Frege (*Begriffsschrift*) e Russel e Whitehead (*Principia Mathematica*) quando tentaram reduzir a aritmética à lógica, embora sem grande sucesso. No entanto, os logicistas, como são chamados, contribuiram imenso para o desenvolvimento da lógica.

A terceira escola mais importante de investigação dos fundamentos da matemática, a intuicionista, foi fundada por Brouwer e seus discípulos e tem raízes em Kant, Kronecker e Poincaré. Ela quer isolar a matemática dos outros ramos da Ciência e usar na matemática apenas noções e métodos elementares e intuitivos. Negavam validade, por exemplo, ao princípio do terceiro excluído, o que provoca um aumento enorme na dificuldade das demonstrações tendo tido por isso influência reduzida.

O TEOREMA DE GÖDEL

Apareceu então em 1931 o trabalho de Gödel "Sobre as proposições formalmente indecidíveis de Principia Mathematica e os sistemas associados I". Nele, Gödel mostrou que se se juntarem os axiomas de Peano à lógica de Principia Mathematica (com os números naturais como elementos) juntamente com o ~~axioma da escolha~~, se obtém um sistema formal (S) que obedece a:

(*) I. O sistema (S) não é completo, isto é, contém propriedades para as quais nem a sua negação são demonstráveis em (S). Mesmo se se junta um número finito de axiomas ao sistema (S) continua a haver propriedades nessas condições.

II. Mesmo se admitimos todos os dispositivos lógicos de Principia Mathematica em metamatemática, não existe uma demonstração de consistência para o sistema (S).

Estes resultados são ainda verdadeiros para outros sistemas formais como por exemplo o Zermelo-Fraenkel.

As conclusões de Gödel vieram portanto provar as limitações do sistema axiomático como método de sistematizar toda a matemática.

(*) os axiomas da adição e multiplicação

CONCLUSÕES

Como consequência temos pois que se se quer demonstrar a consistência de um sistema, ou encontrar um sistema completo que englobe a matemática, terão de se encontrar novos métodos de demonstração.

Os resultados provocaram uma grande controvérsia, sobretudo entre intuicionistas e formalistas sobre aonde basear o rigor matemático. Efectivamente, é preciso reconhecer que ninguém deu uma resposta cabal; e ainda hoje as coisas continuam na mesma. Resta-nos pois dizer com Bourbaki:

"Há agora 25 séculos que os matemáticos praticam a correção dos seus erros, o que, como é visível, enriqueceu e não empobreceu a sua ciência; isto autoriza-nos a encarar serenamente o futuro". ■

BIBLIOGRAFIA

Kline, Morris, *Les fondements des Mathématiques*. La Recherche (Nº 54, 1975).

Monk, J. D., *On the Foundations of Set Theory*. Am. Math. Monthly (Set. 1970, pg. 703-710).

Newman, J. R. e Nagel, E., *Goedel's Proof*, Scientific American (Junho 1956)

Coimbra, Outubro 1975

Este artigo é extraído de um trabalho realizado para a cadeira "História do Pensamento Matemático" (3º ano de Matemática) no ano lectivo de 1974-75.

Folhas soltas

(continuado da pág. 10)

mento, supervisionado por Madame Curie. Relata depois, para que conste, de como aqueles que a pelida de "espíritos maléficos" procederam à obstrução de iniciativas notáveis (Instituto de Rádio de Coimbra, Emissor Universitário), como procederam à sua prisão e à sua aposentação compulsiva. Conta ainda como, mais tarde, foi difícil e demorada a sua reintegração. Os capítulos derradeiros são dedicados à última grande paixão de Mário Silva - o Museu Nacional da Ciência e da Técnica. O entusiasmo do Professor deve encontrar eco nos continuadores recentemente nomeados.



experiência de ensino em "CONJUNTOS E ESTRUTURAS ALGÉBRICAS"

ARTUR S. ALVES
(Assistente de Matemática)

A cadeira de *Conjuntos e Estruturas Algébricas* foi ensinada pela primeira vez no 1º semestre de 1976/77 e integra-se no novo plano de estudos do bacharelato em Matemática. Este plano trazia já indicações muito completas sobre o conteúdo de cada cadeira. Em *Conjuntos* dever-se-ia começar pelas noções de lógica, pelo estudo das relações mais elementares da teoria dos conjuntos e acabar nas estruturas de grupo, anel e corpo. Poderia incluir-se ainda o estudo axiomático dos números reais, estudo que infelizmente é em geral deixado de lado. O horário semanal desta cadeira é de 3 horas teóricas mais 4 práticas e neste mesmo 1º semestre do bacharelato em Matemática os estudantes seguem também os cursos de *Análise Infinitesimal I* e *Álgebra Linear I*.

Posta ao lado das duas cadeiras anteriores, *Conjuntos* é naturalmente uma cadeira subsidiária que tem, na nossa opinião, uma função essencialmente formativa. É o quadro adequado para o estudo rigoroso de conceitos como par ordenado, aplicação, lei de composição e para a ilustração de questões como a recorrência, a existência de números naturais, assim como para o despertar dos estudantes para os problemas dos fundamentos, ainda que a nível elementar. Isso pressupõe que o programa nunca poderá ser muito extenso. Esta é, bem entendido, uma característica duma cadeira que cumpre um determinado objectivo e que não se pode de modo nenhum estender mecanicamente a todas as outras cadeiras.

O PROGRAMA

Seguindo tão de perto quanto possível o estabelecido pela Comissão de Reforma do Bacharelato, o programa de 1976/77 foi o seguinte:

I parte (noções essenciais à cadeira de *Álgebra Linear I*): Conjuntos; operações elementares; aplicações; produto cartesiano; leis de composição.

II parte: 1) Relações de igualdade e de pertença; conjuntos vazios e $P(A)$; 2) Par ordenado; produto cartesiano; gráficos e funções; imagem directa e recíproca; restrição; composição de aplica-

ções; aplicações injectivas e sobrejectivas;
3) Reunião e intersecção de famílias quaisquer de conjuntos;
4) Relações de equivalência; conjunto quociente;
5) Cardinal de um conjunto; operações com cardinais; conjuntos finitos e infinitos; números naturais e princípio de recorrência; elementos de análise combinatoria.

Dado que *Conjuntos* tem uma parte introdutória comum com *Álgebra Linear*, e por acordo com a Sra. Dra. Maria Emilia Miranda, regente de *Álgebra Linear*, o ensino das duas cadeiras foi unificado nas duas primeiras semanas, cobrindo exactamente a I parte deste programa.

No sentido de estimular os estudantes a fazer uso dos manuais, seguiu-se fielmente a obra de Godement, *Cours d'Algèbre*, por onde uma boa parte dos estudantes preparou o seu exame.

EXERCÍCIO DE "REDACÇÃO"

É um facto que durante o bacharelato os estudantes não aprendem a redigir um texto de matemática. Todos sabemos que procurar escrever um texto com rigor e concisão é um dos melhores exercícios que podem ajudar à compreensão das matérias.

Ora, nem as aulas teóricas nem as aulas práticas podem servir como modelo de exposição. Por tal motivo, foi proposta aos estudantes a resolução facultativa por escrito de um ponto, sendo eles convidados a proceder como se estivessem a escrever um artigo para ser estudado por outros. Entregues os exercícios em questão, foram criticados e comentados individualmente. Embora seja um trabalho moroso pareceu-nos no entanto de grande utilidade.

AVALIAÇÃO DE CONHECIMENTOS

Foi feita através de duas frequências, sem consulta, e do exame final para quem não ficou dispensado.

Para obter notas superiores a 17 nas frequências exigiu-se uma prova complementar que neste caso consistiu no estudo de um artigo elementar do *American Mathematical Monthly* e respectiva re-exposição desenvolvida. Deve, de resto, acrescentar-se que foram apresentados dois trabalhos de bom nível, sendo um deles particularmente cuidado.

Quanto aos resultados, embora não se tenham afastado muito dos resultados médios do 1º ano, apresentam certos aspectos difíceis de compreender:

a) nº de estudantes inscritos:	118-100%
b) nº de estudantes que nunca compareceram a qualquer das provas de avaliação:	33-28%
c) nº de estudantes que se candidaram à aprovação (através das frequências ou do exame de 1.º e 2.º época)	69-58,5%
d) nº total de estudantes aprovados:	52-44,1%
Percentagem de d) em relação a c)	75,3%

Existiu portanto um número elevado de estudantes que não compareceu nem nas frequências nem no exame final. E até, talvez, nem mesmo nas aulas, a avaliar pelo facto de que só existiam três turmas práticas que nunca estiveram sobre-carregadas.

UMA CONSTATAÇÃO INTERESSANTE

Constatámos durante o curso que a notação $f^{-1}(A)$, para designar a imagem recíproca do conjunto A através da aplicação f, deu origem a frequentes confusões. Existiu uma tendência constante para deduzir de $f^{-1}(A)$ a existência de aplicação recíproca. Embora esta notação esteja consagrada pelo uso, nós pensamos futuramente adoptar estoutra:

$$D_f(A) \text{ para } f(A) \text{ e } R_f(A) \text{ para } f^{-1}(A).$$

CONCLUSÕES

A experiência feita em *Conjuntos e Estruturas Algébricas* deixou-nos no essencial satisfeitos, embora haja vários acertos a realizar futuramente. No seu conjunto os estudantes mostraram-se interessados.

Agora, resta-lhes a eles pronunciarem-se também, como principais e directos interessados na qualidade do ensino. ■

Observatório Magnético

(continuado da pág. 21)

nio carregados electricamente, propagados a partir de perturbações no Sol, constituindo o que se chama vulgarmente o vento solar, havendo uma ação recíproca entre as camadas ionizadas da atmosfera superior e o magnetismo terrestre.

Nas camadas superiores rarefeitas da

atmosfera as radiações X e ultravioletas, provenientes do Sol, são absorvidas pelos átomos e moléculas. O resultado é que os eléctrões são expulsos dos átomos neutros, e assim, nestes níveis, a atmosfera passa a conter elevado número de partículas carregadas de iões.

As correntes de radiações que normalmente penetram na ionosfera provocam as variações diurnas do campo geomagnético. Porém quando a actividade é forte com grande produção de protuberâncias manchas, fáculas, etc., as radiações emanadas são consequentemente elevadas, em particular os de raios X, resultando daí as tempestades magnéticas.

Aqui tem de uma forma muito resumida o que se passa. ■

Sistema nervoso

(continuado da pág. 20)

ceptor provoca uma alteração da permeabilidade da membrana, determinando um fluxo de iões, que induzirão uma despolarização de tal valor que dará origem ao novo potencial de ação no neurônio seguinte (e) que se propagará pelo axônio até nova sinapse. O neurotransmissor terá de "desaparecer" do espaço sináptico para que se possa dar uma nova transmissão sináptica (f). Esta eliminação pode ser feita quer por captura das moléculas, quer por transformação das mesmas.

Nestes últimos tempos, os cientistas têm vindo a interessar-se pela investigação destes fenômenos neuroquímicos relacionados com a tomada e libertação de neurotransmissores a nível da sinapse, pois é um campo cheio de interesse fundamental e de amplas perspectivas. Não será maravilhoso sabermos e podermos intervir para um bom funcionamento do nosso riquíssimo sistema nervoso? ■

Agradecemos as sugestões do Professor Arsélio Pato de Carvalho, na preparação deste artigo.

BIBLIOGRAFIA

- DÉSIRÉ, Ch. - *Sciences Naturelles - Terminale C*, Paris, Bordas 1972
- CARVALHO, Arsélio Pato - *Transmissão sináptica*, Coimbra, Departamento de Zoologia, 1977.
- CARVALHO, Arsélio Pato - *Geração e transmissão de impulso nervoso*, Departamento de Zoologia, 1975.
- SCHADÉ, J. P. - *Como funciona o Sistema Nervoso "Rassegna Médica"*, Lisboa, 50 (1) 1973, p. 34-47.
- SCHADÉ, J. P. - *Como funciona o Sistema Nervoso "Rassegna Médica"*, Lisboa, 50(2) 1973, p. 33-43.
- FRASCIMO et al - *A célula viva. Como as células se comunicam*, São Paulo, Editora Polígono, 1969, p. 259.
- ECCLES, J. - *The Synapse*. - "Scientific American", 1975, p. 166.

PROSPECTO DA UNIVERSIDADE EM 1877

(excertos)

FACULDADE DE MATEMÁTICA

O curso geral de Matemática completa-se em 5 anos, nos quais se devem frequentar não só as 8 cadeiras privativas desta Faculdade, mas também algumas da Faculdade de Filosofia, e em todas elas obter aprovação. A distribuição desse curso por anos e cadeiras é a seguinte:

CADERNO	DISCIPLINAS	MORAS	
		Entrada	Saida
1.º ANNO			
1.*	Algebra superior — princípios da teoria dos números — geometria analítica a duas e a três dimensões — teoria das funções círculares — trigonometria esférica.....	10 $\frac{1}{2}$	12
*	(1.ª de Philosophia) Chimica inorganica.....	12	2
*	Desenho	2	4
2.º ANNO			
2.*	Caculo diferencial e integral; das diferenças, directo e inverso; das variações e das probabilidades.....	9	10 $\frac{1}{2}$
*	(3.ª de Philosophia) Physica (1.ª parte)	12	2
*	Desenho	10 $\frac{1}{2}$	12
3.º ANNO			
3.*	Mechanica racional, e suas applicações ás máquinas	11	1
4.*	Geometria descriptiva — applicação á stereotomia, á perspectiva e á teoria das sombras.....	11	1
*	(5.ª de Philosophia) Physica (2.ª parte)	1	3
4.º ANNO			
5.*	Descrição e uso dos instrumentos ópticos — astronomia práctica.....	9	11
6.*	Geodesia — topographia — operações cadas-tracs	1	3
*	(4.ª de Philosophia) Botanica	11	4
5.º ANNO			
7.*	Mechanica celeste.....	10	12
8.*	Physica mathematica — applicação de mechanica ás construções	11 $\frac{1}{2}$	1
*	(7.ª de Philosophia) Mineralogia, Geologia e Arte de minas	8	10

Na Faculdade de Matemática, bem como na de Filosofia, de que adiante nos ocuparemos, distinguem-se três classes de alunos - *Ordinários, Obrigados e Voluntários.*

Os Ordinários são os que se dedicam particularmente aos estudos próprios da Faculdade e que nela se pretendem graduar, seguindo com regularidade as disciplinas indicadas no quadro geral da mesma Faculdade. Os Obrigados são os que frequentam as aulas com o único fim de se habilitarem com o curso preparatório da Faculdade de Medicina, ou como complemento do curso de

Filosofia. Os Voluntários são os que desejam matricular-se e frequentar as aulas sem terem satisfeito a todos os exames preparatórios, a que são obrigados os Ordinários, sendo todavia considerados nas aulas como estes para todos os efeitos.

Tanto os Obrigados como os Voluntários podem em qualquer época do ano transitar para a classe de Ordinários, satisfazendo as condições a que estes estão adstritos, e ao pagamento de uma proprina especial.

Para a primeira matrícula na classe de Ordinários do curso matemático são os alunos obrigados a apresentar os seguintes documentos: certidão de idade, em que mostrem ter 15 anos completos - certidões de aprovação nos exames do curso completo de português, de francês, da 1.^a e 2.^a partes de desenho, de matemática elementar, de história e geografia, das 1.^{as} partes de latim e filosofia, de introdução às ciências físicas e histórico-naturais, e do pagamento da propina académica. Para a matrícula dos Voluntários não são exigidos os exames de latim, de filosofia e de história.

Os Obrigados devem apresentar os mesmos documentos que os Ordinários, para se matricularem. Os exames nesta classe são sujeitos a menos rigor.

Um regulamento especial determina as condições que se exigem aos alunos das diversas classes para se matricularem nos anos seguintes.

Quando os alunos do curso geral de Matemática alcançam aprovação em todas as disciplinas do 4º ano, recebem o grau de Bacharel. Têm direito à carta de Bacharel formado logo que obtenham aprovação nas disciplinas do 5º ano.

As aulas da Faculdade de Matemática são diárias no 1º e 2º anos, excepto as de desenho, e em todos os mais anos são alternadas. Os alunos são obrigados a responder às interrogações que o professor lhes fizer sobre as matérias por ele explicadas na lição antecedente. Estão igualmente sujeitos a repetições semanais e a exercícios por escrito. Nas aulas de geometria descritiva e de astronomia física devem satisfazer os exercícios práticos designados pelos professores.

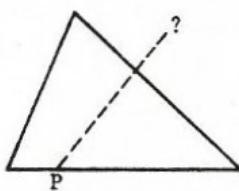
(continua no próximo número)

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 melhores respostas que nos enviarem relativamente às perguntas do número anterior.

- 1 - Qual a soma dos cubos dos mil primeiros números naturais?

- 2 - Dado um triângulo qualquer, designemos por P um ponto escolhido ao acaso sobre um dos seus lados. Qual a recta que passa por P e divide o triângulo em duas partes de igual superfície?



- 3 - Sejam m e n dois números inteiros compreendidos entre 2 e 99, inclusivé. Suponhamos que João conhece a sua soma, $S=m+n$, e José conhece o seu produto, $P=mn$, e que eles pretendem, cada um por seu lado, determinar m e n. Trava-se o seguinte diálogo:

João: - Não sei o suficiente.

José: - Eu também não.

João: - Então já sei o suficiente.

José: - E eu também já.

Achar um par de números que justifique este diálogo.

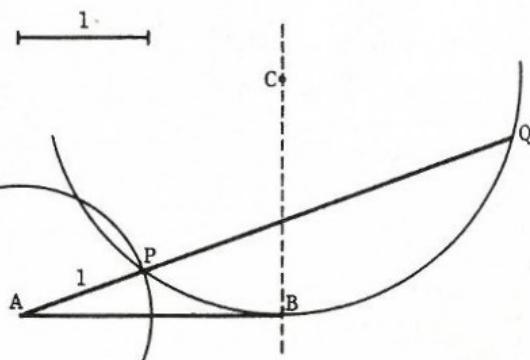
RESPOSTAS ÀS QUESTÕES DO Nº ANTERIOR

1) - De entre as várias soluções propostas para cada número, escolhemos a que nos pareceu mais simples:

$0 = 1^9 \times (7-7)$	$14 = 1^9 \times (7+7)$
$1 = 1^9 + 7 - 7$	$15 = 1^9 + (7+7)$
$2 = 1^9 + 7 : 7$	$16 = -1 + \sqrt{9} + 7 + 7$
$3 = 1 \times \sqrt{9} + 7 - 7$	$17 = 1 \times \sqrt{9} + 7 + 7$
$4 = -1 - 9 + 7 + 7$	$18 = 1 + \sqrt{9} + 7 + 7$
$5 = 1 + \sqrt{9} + 7 : 7$	$19 = 1 + 9 + 7 + [\sqrt{7}]$
$6 = 1 - 9 + 7 + 7$	$20 = -1 + \sqrt{9 \times 7 \times 7}$
$7 = (-1 + 9 - 7) \times 7$	$21 = (1 + \sqrt{9}) \times 7 - 7$
$8 = -1 + 9 + 7 - 7$	$22 = -1 + 9 + 7 + 7$
$9 = 1 + 9 - 7 : 7$	$23 = 1 \times 9 + 7 + 7$
$10 = 1 + 9 + 7 - 7$	$24 = 1 + 9 + 7 + 7$
$11 = 1 + 9 + 7 : 7$	$25 = 1 \times 9 \times [\sqrt{7}] + 7$
$12 = 1 - \sqrt{9} + 7 + 7$	
$13 = -1^9 + 7 + 7$	

(Apresentaram soluções completas Maria Esmeralda Gonçalves e Maria Isabel Fraga Alves - ambas do 1º ano Mat. - e António Pinto dos Santos - 1º ano de Eng. Electrotécnica).

- 2) - Seja AB o segmento dado. Com centro em A trace-se uma circunferência de raio igual à unidade de comprimento fixada. Trace-se agora uma circunferência que seja tangente ao segmento AB no ponto B e que tenha raio suficientemente grande para intersectar a primeira (basta tomar para centro um ponto da perpendicular a AB que esteja convenientemente distanciado de B).



Seja P um dos pontos de intersecção das duas circunferências (qualquer deles serve). A recta definida por A e por P determina um outro ponto Q na segunda circunferência.

E tem-se, por definição de potência de um ponto em relação a uma circunferência (ver, por exemplo, Palma Fernandes - *Elementos de Geometria*, pgs. 235-238) e por ser $\overline{AP} = 1$,

$$\overline{AQ} = \overline{AB}^2$$

(Respondeu correctamente António Pinto dos Santos - 1º ano de Eng. Electrotécnica).

- 3) - Designemos os 3 habitantes da região por H_1 , H_2 , e H_3 . O viajante dirige-se a H_1 e pergunta-lhe:

- É verdade que H_2 diz a verdade mais vezes que H_3 ?

Se a resposta é "sim", temos três hipóteses (conforme for H_1):

1º) Se H_1 é o que fala sempre verdade, então H_2 é o que mente às vezes e H_3 o que mente sempre.

2º) Se H_1 é o que mente sempre, então H_2 é o que mente às vezes e H_3 o que fala sempre verdade.

3º) Se H_1 é o que mente às vezes, nenhum dos outros dois pode ser esse.

Em qualquer caso, e é isso que nos interessa, H_3 nunca é o que só mente às vezes.

(continua na pág. seguinte)

plunk

Po dinossauro

carlos fiolhais 1977



ponto de interrogação (continuado da pág. anterior)

Se a resposta de H_1 for "não", concluímos, por um raciocínio análogo, que H_2 não pode ser o que só mente às vezes.

A segunda pergunta do viajante será então dirigida ao personagem que ele, de acordo com o resultado da primeira pergunta, já sabe que não é o que só mente às vezes (e portanto ou diz sempre a verdade ou mente sempre) e pode

rá ser a seguinte (apontando para um dos caminhos):

- Se eu lhe perguntasse se este é o caminho certo, o que é que respondia?

Mas isto é já terreno conhecido e as conclusões revelam-se imediatas. Se os três indígenas o aturarem, o viajante poderá enfim seguir o seu caminho. ■