

P U L S A R

Jornal dos Estudantes de Eng. Física Tecnológica - LEFT IST
Dezembro 1995

NÚMERO 4

O EFEITO DE TÚNEL ou como entrar no Departamento de Física



Sobre as Físicas Experimentais IV e V, pág. 6

O elo entre os neurónios de certos gatos
(sonhadores) e a temperatura dos Mares do Sul,
pág. 10

A História da Física na Grécia Antiga - parte 2,
pág. 17

$3=2?$, $300=4!?$, pág. 22

Muito tem acontecido ultimamente no curso de Física do Técnico. Criou-se uma dinâmica entre nós, alunos, com vista a uma maior tomada de consciência do curso, das oportunidades que ele nos oferece e da possibilidade de podermos começar já a fazer um pouco daquilo que nos une e todos gostamos: Física! É no meio de toda esta movimentação que aparece o número 4 do Pulsar. E é com satisfação que vemos todas estas iniciativas, tanto por muitos dos nossos colaboradores participarem delas, como pela certeza que temos de que este jornal lançou boas bases para que tudo isto pudesse acontecer.

Lembramos que foi criado pelos estudantes da LEFT o Núcleo de Física do IST, que visa possibilitar a realização de várias actividades entre os alunos do curso (poderão ler sobre elas no artigo da página 3). Aqui no Pulsar garantimos manter-vos informados sobre tudo isso e continuar a promover este espírito de equipa que cada vez mais se faz sentir no nosso curso.

Cabe-nos também a nós, estudantes, fazer um curso melhor. Para tal o Pulsar sempre se disponibilizou como um espaço livre de debate e troca de ideias, onde se pudessem exprimir as várias opiniões e mentalidades que se fazem sentir à nossa volta. Nem sempre teremos sido isentos ou perfeitos, sabêmo-lo bem. Noutras vezes, vários critérios justos se contrapuseram e obrigaram-nos a tomar decisões nem sempre consensuais. Mas é assim que as coisas funcionam, e não se esqueçam de que o Pulsar é feito por

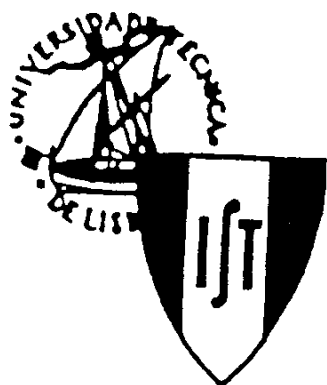
todos nós, não é só da nossa criatividade conjunta mas também das nossas divergências que ele nasce. É tarefa de todos melhorar o possível e um pouco do impossível. O que nos une não são ideologias nem crenças, mas um curso, e acima disso uma amizade que nos permite sentir que a nossa opção pela Física é a correcta a todos os níveis. É para essa amizade que o Pulsar gostava de chamar a atenção nesta época natalícia, já com os exames a bater à porta. Pois foi dela que nasceu este próprio jornal, e é por serem os nossos amigos que o fazem que vale a pena lê-lo e fazê-lo com eles.

Gostávamos de deixar aqui um apelo. *O Pulsar precisa de ti!* E esta frase é cada vez mais verdade, é necessário que novas pessoas, novo sangue se junte ao jornal, pois só assim ele poderá continuar, como todos o desejamos. Há aqui muito trabalho a fazer, e certamente todos encontrarão um sítio onde podem contribuir. E é preciso que o façam, sem acanhamento, com imaginação e iniciativa. Cabe-vos a vós assegurar que este jornal continua, nós esperamos que sim! Quanto a tudo o resto, mais uma vez desejamos a todos os alunos de Física que os seus projectos resultem num melhor curso para todos nós e esperamos que este Pulsar, mais uma vez, venha contribuir para também o fazer.

Os nossos mais sinceros votos de um Feliz Natal, cheio de amizade, cooperação e alguma Física.

A Redacção do Pulsar

Patrocinado por:



CENTRA

Centro Multidisciplinar de Astrofísica



CFIF

CENTRO DE FÍSICA DAS INTERACÇÕES FUNDAMENTAIS

Instituto Superior Técnico-Edifício Ciência (Física)

Av. Rovisco Pais P-1096 Lisboa Codex

Tel: (351-1) 8419 092 Fax: (351-1) 8419 143



JÚLIO DE FIGUEIREDO, Lda.

Livros Técnicos e Científicos : Assinaturas de Revistas

Sede: Rua António Pereira Carrilho, 5 - 1.º 1000 Lisboa

Tel.: 846 17 80 / 37 82 / 07 84 Fax: 846 41 64

Ficha Técnica:

Pulsar: uma publicação dos Estudantes de Engenharia Física Tecnológica.

LEFT-IST Morada: Pulsar - Jornal dos Estudantes de Eng. Física Tecnológica

LEFT-IST, Instituto Superior Técnico, Departamento de Física, Av. Rovisco

Pais, 1096 LISBOA Codex Editores: Pedro Martins e Yasser Omar

Secção Científica: Luís Calvão Borges (*coordenador*), Ariel Guerreiro, Carlos Ramos,

David Fernandes, Mário Barbosa, Nuno Cruz, Nuno Leonardo, Paulo Cunha,

Pedro Martins, Yasser Omar

Secção Cultural: Hugo P. Gomes (*coordenador*),

Armando Fernandes, João Jorge Santos, José Pedro Pereira, Luís Mata da Silva

Espaço do Curso: André Gouveia (*coordenador*), João Santos, Mónica

Martins, Tiago Mota

Colaboração neste número: Filipe Moura, Fernando

Passos, José Pinheiro, Nuno Morais, Rui Fernandes

Arranjo Gráfico: Pedro

Bordalo, Pedro Martins e Tiago Mota

Tiragem: 500 exemplares

Número 4

Pulsar

Instantâneos

Pequena selecção de notícias das seguintes revistas:

LaR - La Recherche

N - Nature

S - Science

PhW - Physics World

PhT - Physics Today

ScV - Science et Vie

ScA - Scientific American

NSc - New Scientist

SKT - Sky & Telescope

por David Fernandes, Mário Barbosa e Paulo Cunha

Numa reunião de astrónomos vários grupos de investigadores apresentaram dados que levavam à conclusão que os sistemas estelares binários, muito mais comuns que estrelas isoladas do tipo do nosso Sol, não seriam formados por captura ou outros processos após o crescimento das estrelas individualmente mas resultariam da génese e desenvolvimento em conjunto das mesmas. (ScA Out, 38)

Novo cometa descoberto este ano, o Hale-Bopp, atingirá o perihélio no primavera de 1997, altura em que parece prometer ser ainda mais espectacular que o Halley. (LaR Nov, 27); (SKT Nov, 20)

O planeta descoberto orbitando a estrela 51 Pegasus (ver Pulsar nº3) parece concluir uma órbita em torno da estrela em cada 4 dias, o que o colocaria suficientemente próximo da estrela para que os elementos mais leves se evaporassem para o espaço. A confirmar-se a descoberta, dado que a sua massa se estima aproximadamente igual à de Júpiter, estaremos perante o primeiro gigante não gasoso conhecido. (NSc 14 Out, 18)

Foi confirmada pelo Keck a existência de uma jovem galáxia com um "redshift" de 4,38. Trata-se da galáxia mais longínqua alguma vez observada. (LaR Nov, 17)

Estaremos perto de encontrar um processo industrial rentável de dissociação da água? Podemos esperar que o Hidrogénio seja o combustível do próximo século? (ScV Nov, 54)

Núcleo de Física do Instituto Superior Técnico

Na passada quinta-feira, dia 14 de Dezembro, foi constituído o Núcleo de Física do I.S.T. O que é?

É um Núcleo constituído pelos alunos da Licenciatura em Engenharia Física Tecnológica que pretende promover e divulgar actividades de índole científica complementares à formação curricular do curso. Neste sentido foram criadas as seguintes secções:

Secção de Informação

A Secção de Informação tem por objectivo recolher, organizar e divulgar junto dos alunos de Física informação sobre eventos formativos do seu interesse, tais como seminários, estágios e intercâmbios.

Foi já reunida informação relativa a bolsas ERASMUS, estágios e seminários junto de professores e centros de investigação no IST. Está em curso o contacto com instituições exteriores ao Técnico cujas actividades se relacionam com a Física.

Iniciou-se também um programa de seminários, para o qual se conta com a colaboração dos centros de investigação em Física do IST; uma das prioridades deste programa é a de dar oportunidade aos alunos da LEFT para divulgarem trabalhos seus.

O Circo da Física

O Circo da Física é uma secção do Núcleo de Física que tem como objectivo projectar e montar experiências aliciantes para apresentação a público mais jovem, nomeadamente em escolas secundárias ou primárias. Essas experiências serão pensadas como "experiências espectáculo" na medida em que a intenção é despertar a curiosidade natural muitas vezes abafada pela rotina escolar. É sabido que a curiosidade científica começa no espanto. No espanto de existirem fenómenos que contrariem o senso comum, ou cuja explicação não seja imediata - e é isso que se pretende acima de tudo...espantar! Espantar com fenómenos obtidos sem grande tecnologia (porventura a explicação de algo deslumbrante poderia ser a complexidade tecnológica, o que talvez

não despertasse curiosidade pois fenómenos novos, frutos da tecnologia, não faltam), mas com resultados surpreendentes; sejam eles por exemplo o efeito da conservação do momento angular no giroscópio, as superfícies de área mínima feitas de película de sabão, objectos em equilíbrio precário, etc. Para isso conta-se com algum material já montado e, conta-se acima de tudo com ideias que venham a surgir dos participantes.

Secção de Astronomia

Esta secção tem como objectivo debruçar-se sobre o *infinitamente grande*. Traçaram-se duas linhas estratégicas complementares:

- através da organização e/ou participação em seminários e conferências pretende-se antecipar o contacto (a um nível adequado) com questões ligadas à Astronomia, Astrofísica e Cosmologia, as quais, curricularmente, só teríamos oportunidade de abordar a partir do 4º ano da licenciatura. Para tal esperamos poder contar com o apoio de alguns professores do Dpt. de Física do IST.

- pela promoção de um contacto regular com actividades de observação astronómica (na gama do visível) e com aspectos práticos a ela associados, pretende-se, até pelo seu carácter lúdico, incentivar a participação nas actividades desenvolvidas pela secção. Este tipo de actividade desempenha um papel ímpar para a nossa familiarização com a imensidão do *Cosmos* que habitamos e constitui o veículo ideal para a divulgação da Astronomia junto de quem, embora manifeste uma certa curiosidade, nunca tenha desenvolvido nada nesse campo.

PARTICIPA !

Número 4

Pulsar

3

Andamentos Astronómicos

A Secção de Astronomia organizou já as seguintes actividades:

- 29 de Novembro: Tendo em conta a sua importância histórica no campo da Astrometria e Astronomia de Localização, efectuámos uma visita ao Observatório Astronómico da Ajuda. A visita foi conduzida pela Dra. Alfredina Campo que nos deu uma perspectiva histórica da Astronomia e da existência do Observatório e nos mostrou alguns instrumentos, descrevendo as suas características e funcionamento. Destacam-se um refractor colocado no 1º Vertical (para determinação da variação da inclinação do eixo terrestre relativamente à esfera celeste), relógios atómicos de Césio medidores dos Tempos Sideral e Universal Coordenado e o grande Telescópio da torre (com 7 m de comprimento e 38 cm de abertura). Vimos também um precioso registo fotográfico de toda a superfície visível da Lua (a sua organização foi iniciada na última década do século passado pelos franceses irmãos Henry, tendo sido melhorada e concluída na 2ª década do século XX por Loewy e Puiseux).

- 6 de Dezembro: uma sessão de Planetário no Museu de Ciência orientada pelo Dr. Máximo Ferreira (que teria sido secundada por observação telescópica caso as condições atmosféricas tivessem sido favoráveis). A simulação de uma noite de observação permitiu a identificação das principais constelações e outros objectos celestes de interesse no Hemisfério Norte. Focaram-se alguns tópicos geométricos (como a inclinação entre o plano do equador terrestre e o plano da eclíptica) e suas implicações, e introduziram-se as coordenadas celestes *declinação e ascensão recta*.

Estes e outros assuntos serão abordados mais pormenorizadamente num novo encontro com o Dr. Máximo Ferreira, agendado para Março.

Existem no país outros grupos de estudantes astrónomos amadores. Um deles, o geograficamente mais próximo

de nós, é o Núcleo de Astronomia da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa. Este grupo, gentilmente, aceitou apadrinhar a nossa secção possibilitando o nosso acompanhamento nas suas actividades de observação. Desse modo poderemos usufruir da utilização do seu material bem como do importante contacto com a experiência por eles adquirida em alguns anos na organização e planificação de noites de observação (tanto directa como por outros meios como a astrofotografia e, mais recentemente, através do uso de câmaras CCD). Infelizmente, a par de dificuldades inerentes à deslocação do grupo, não nos temos deparado com condições atmosféricas compreensivas (o que é, aliás, habitual nesta época do ano). Esperamos por melhores noites...

Assim que toda a estrutura legal do Núcleo de Alunos de Física estiver assente, contamos poder começar a angariar fundos e a reunir subsídios para as nossas actividades (assinatura de algumas publicações periódicas especializadas, aquisição de material próprio como um telescópio e outro material de observação,...).

Em termos de actividades futuras, e para além da já referida 2ª sessão com o Dr. Máximo Ferreira, estão já planeados:

- Seminário sobre *A Importância dos Neutrinos em Supernovas*, pela Prof. Ana Mourão do CENTRA (11 de Janeiro);

- Visita ao Centro de Astrofísica da Universidade do Porto.

Estão ainda prometidos seminários sobre os temas *Raios Cósmicos*, *Gravitação Quântica*, *Origem do Universo* e *Buracos Negros* pelos professores J. Dias de Deus, José Mourão, Paulo Sá e J. Sande Lemos do CENTRA. E também um seminário sobre *Aspectos Informáticos ligados à Astronomia*, pelo Prof. C. Marciano da Silva da FCT/UNL.

Se te interessas por este tipo de actividades e convívio, junta-te a nós. Contamos Contigo.

Instantâneos

Foi lançado pela ESA um novo telescópio espacial que trabalha na zona do infravermelho. Esta zona, ainda relativamente inexplorada, é importante visto que os corpos frios emitem neste comprimento de onda de uma forma detectável. Corpos celestes como planetas, e as densas nuvens gasosas onde se formam estrelas. Este novo telescópio resolverá o problema causado pela absorção desta radiação por parte da atmosfera, permitindo assim a observação de galáxias e protogaláxias desconhecidas. (NSc 4 Nov, 32)

Galileu não se dedicou única e exclusivamente à Física! (LaR Nov, 37)

Interferência destrutiva ao serviço do controlo de ruído. Como é que ainda ninguém se tinha lembrado disso! (LaR Nov, 32)

Os computadores quânticos poderão realizar determinadas tarefas, como gerar números aleatórios e calcular factoriais, com muito mais facilidade que os convencionais. A sua aplicação ao estudo de sistemas quânticos poderá facilitá-lo tremendamente. Uma discussão destes computadores quânticos é feita em (ScA Out, 44).

Novos desenvolvimentos no fabrico de diamantes parecem abrir novos horizontes na electrónica, devido às propriedades únicas deste material, tendo já sido fabricado um transistor que funciona a 500º C. (NSc 28 Out, 36)

O laser mais eficiente do mundo é-o dezenas de milhar de vezes mais que os convencionais devido ao uso de fio fotónico. A minimização de calor gerado torna-o ideal para aplicações em microelectrónica. (NSc 21 Out, 23)

Produzido um núcleo com 108 prótons e 159 neutrões, parecendo confirmar a ideia da existência duma "ilha de estabilidade" prevista para núcleos de 108 prótons e 162 neutrões. (LaR Nov, 95)

Quão depressa pode um núcleo rodar sem que a força centrífuga o quebre? (PhT Nov, 17)

O Efeito de Túnel

Sobre o acesso ao Departamento de Física por parte dos alunos da LEFT

João Jorge Santos

O Departamento de Física do IST (daqui em diante designado por DF) fica localizado no Edifício Ciência (daqui em diante designado por EC). O acesso a este edifício pode ser feito de várias maneiras:

a) por uma porta no piso -1 que dá directamente para a Av. Rovisco Pais e que se encontra permanentemente fechada - "Porta Cenário";

b) por uma porta no piso 0, com saída para o *campus* do Técnico, cuja utilização obriga a contornar por fora o Edifício de Pós-Graduação (daqui em diante designado por EPG);

c) todos os pisos do EC têm portas que comunicam com os correspondentes pisos do EPG. Destas portas, misteriosamente, apenas a do piso 1, sob administração do Departamento de Química, se encontra aberta.

É claro que a maneira mais rápida e lógica de chegar ao Departamento de Física é entrar pela porta principal do EPG (piso 1) e percorrer o corredor que dá acesso à porta referida em c). É nesse corredor - "O Corredor" - que tudo acontece.

Se entretanto a nossa passagem não for de alguma forma barrada, quando estamos prestes a transpor a fronteira EPG / EC - "A Porta" - deparamos com um letreiro que reza assim:

"Acesso exclusivo a funcionários e docentes".

Inicialmente a nossa postura foi a de respeitar o aviso, resignando-nos a ter de optar pela hipótese b), perdendo com isso cerca de mais 3 minutos. Acontece que para nós, estudantes da LEFT, que nos dirigimos ao nosso departamento umas 5 vezes por dia (é aí, no piso 2, que se localizam a secretaria e a biblioteca do DF, bem como a nossa sala de alunos), isso implica perdermos mais 30 minutos por dia em passeatas (são contabilizadas as entradas e saídas).

A inviabilização da passagem dos alunos (além de se tratar de uma política discriminatória) expõe algumas

situações caricatas:

- Um aluno que se encontre a estudar na biblioteca de Física (ou a desenvolver qualquer outro trabalho no Departamento) e que resolva fazer uma pequena pausa para ir tomar café ou comer algo, logicamente, a fim de perder o menos tempo possível, optará por ir ao *Científico*, o bar da aeGIST, localizado no piso -2 do Edifício de Pós-Graduação. Possivelmente desiste da ideia só de pensar em ter de se fazer passear à volta do Edifício de Pós-Graduação.

- Alguns dos nossos colegas do 4º e 5º ano frequentam cadeiras que fazem também parte de mestrados dados pelo Departamento de Física. Algumas das aulas destas cadeiras decorrem na sala P4 (EPG), expressamente destinada aos mestrados em Engª Mecânica/Física (segundo inscrição na porta). Localizando-se esta sala n'O Corredor precisamente na fronteira com o Edifício Ciência, torna-se realmente um incómodo injustificável um aluno que venha do Dpt. de Física ter de percorrer o percurso descrito em b). Dirão que usufruindo desse *magnífico* passeio, os alunos irão mais inspirados para as aulas...

Agora o mais grave (verdadeiramente bombástico):

- O horário de portaria da entrada b) termina às 17h. A partir dessa hora deixa de estar alguém permanentemente responsável por essa entrada, passando o vigilante de serviço a ter de controlar também essa área. Esta responsabilidade é apenas mantida até às 20h (hora a que é habitualmente encerrada essa entrada). OK!, os alunos podem tirar o cavalinho da chuva que não entram (nem saem se se tiverem distraído com as horas) no departamento depois das 20h. Mas a biblioteca de Física funciona até às 23h... E o acesso à sala de alunos? Também fica condicionado a esse horário? É que é lá que estão instalados alguns dos computadores que o DF destinou a serem utilizados pelos alunos (os outros estão nas Oficinas do departamento no piso -2, igualmente inacessíveis a essa hora) além de ser a sede física do PULSAR e do Núcleo de Física do IST (NFIST). Teremos nós que intensificar a prática de desportos radicais (para-quedismo, para-pente, escalada, queda livre, ...) a fim de desenrascarmos uma alternativa para entrar no departamento? Ou então que

tal pôr em prática o efeito de túnel? É que teríamos de esperar um tempo correspondente a várias idades do Universo para que uma pessoa conseguisse atravessar uma parede... É que se não há a possibilidade de nos dedicarmos ao PULSAR e ao NFIST nesse horário talvez estes cessem de existir, pois no resto do dia temos que nos preocupar com outras coisas importantes tais como tirar o curso...

Passámos a ignorar o aviso e a aventurarmo-nos pel'O Corredor.

Aí, cruzamo-nos repetidas vezes com os nossos professores e nunca nos foi feito um reparo à *violação*, por assim dizer. Existem contudo, os vigilantes, menos compreensivos, que patrulham o espaço e que têm ordens *superiores* (enfim, há sempre alguém contra a Ciência!) para fazer respeitar o aviso. A caça ao aluno é, de tempos a tempos, intensa.

Pretende-se com este artigo sensibilizar as pessoas para o ridículo da situação e apelar a quem de alguma forma é responsável pela administração do Edifício Ciência a tomar as medidas necessárias para que ela se anule.

A intenção é a de continuar a usar este acesso e a jogar ao *gato e ao rato* com os vigilantes (apesar de haver a hipótese de eles serem assíduos frequentadores do *Fixação*) nem que para isso nos vejamos forçados a tomar atitudes um pouco incorrectas como a de nos fazermos passar por docentes (Ai daqueles de nós que sejam honestos: têm direito a mais uma passeata, nem que esteja a chover...).

NOTA: Esta questão foi exposta sob a forma de uma carta, datada de 30 de Novembro e assinada por mais de 100 alunos da LEFT, ao Presidente do Conselho Directivo, Prof. Diamantino Durão, e ao Presidente do Dpt. de Química, Prof. Romão Dias.

Sobre as Físicas Experimentais IV e V

Filipe Moura, Aluno da LEFT no Conselho Pedagógico

No anterior número do PULSAR, escrevi um artigo intitulado "Sobre o Carácter Opcional das Físicas Experimentais IV e V". Pretendia, com aquele artigo, dar a conhecer à generalidade dos alunos da LEFT a proposta dos alunos do 4º ano, expressa em abaixo-assinado ao coordenador da licenciatura, prof. Jorge Dias de Deus. Referi, de um modo genérico, as motivações dos alunos para terem feito aquele pedido, bem como a desmotivação de alguns para fazerem aquelas cadeiras. No entanto, o objectivo principal do artigo era lançar a discussão sobre o assunto. Aproveitando a ocasião, tentei lançar também a discussão generalizada sobre a situação das Físicas Experimentais, particularmente a Física Experimental II. É minha convicção, e de colegas meus, que esta é uma das cadeiras mais problemáticas do nosso curso, e exige uma reflexão cuidadosa. A meu ver, um dos motivos que levaram os alunos do 4º ano a fazer aquele pedido foi não quererem mais cadeiras como a Física Experimental II (e aqui não quero, de maneira alguma, falar por todos os meus colegas, uma vez que tal não vinha escrito no texto do abaixo-assinado - quem o assinou e quiser contrariar esta afirmação está totalmente à vontade. Não creio, porém, que alguém venha a fazer isso).

Uma reflexão sobre as Físicas Experimentais tem de ser feita de um modo global e sistematizado, e não é disso que se pretende tratar agora. Pretende-se falar de duas cadeiras de Física Experimental obrigatórias e diferentes das existentes até ao terceiro ano, embora mantenham alguns aspectos comuns. É evidente que ninguém poderá dizer que não quer fazer as Físicas Experimentais IV e V só porque tem uma má experiência anterior, particularmente da Física Experimental II (embora quem já tenha passado pela experiência traumática da Física Experimental II mereça, a meu ver, e pelas situações existentes nessa cadeira, de que só referi uma amostra no anterior PULSAR, uma certa compaixão e solidariedade, mas devo manter o artigo o mais objectivo e racional

possível): quem defender essa posição não se pode furtar a analisar as duas cadeiras em questão, quer em relação ao modo como têm funcionado, quer em relação aos seus objectivos. É isso que, resumidamente, vou tentar fazer aqui. Vou assim procurar obter respostas às críticas que têm sido feitas à proposta, de um modo geral: que a proposta não é *construtiva*, no sentido em que se limita a pretender a passagem a opcionais das cadeiras, em lugar de tentar resolver os seus eventuais problemas ou de as reformular (a passagem das cadeiras a opcionais é, assim, a solução mais fácil); ou então, simplesmente, que o conteúdo das cadeiras é indispensável num curso como a LEFT.

O *Auto-Estudo para a Avaliação da LEFT* (Departamento de Física do IST, Junho de 1994) refere que os objectivos da Física Experimental IV são "dar formação teórica e experimental aos alunos no domínio da tecnologia de vácuo de modo a prepará-los para calcular, projectar, montar e, quando necessário, alterar sistemas de acordo com as especificações que forem apresentadas; em suma, saber estar num laboratório de vácuo; fazer experiências fundamentais em Física que, (...) envolvendo conhecimentos adquiridos anteriormente (...), não foram feitas em cadeiras experimentais anteriores"; de acordo com a mesma fonte, os objectivos da Física Experimental V são "ensino de métodos experimentais em Física e de técnicas de diagnóstico de plasmas frios; contacto com a investigação experimental em física dos plasmas". Estes objectivos pareceram aos alunos do 4º ano demasiadamente específicos para um curso que pretende formar não "engenheiros de leque estreito", mas "licenciados bem preparados para a investigação científica e o desenvolvimento tecnológico, mas também para a gestão da ciência e da tecnologia, (...) pessoas com grande capacidade de actuar num leque largo de actividades", segundo o prof. Dias de Deus em entrevista ao PULSAR nº 1. Julgo que estas ideias se podem considerar consensuais, assim como que a LEFT deve fornecer aos seus alunos uma boa formação básica em física, matemática e tecnologia. O que

parece aos alunos do 4º ano é que uma cadeira cujo conteúdo seja só técnicas de vácuo ou só física experimental de plasmas não se enquadra nestes objectivos, ainda mais no 4º ou no 5º ano, quando os alunos estão a pensar seriamente no que querem fazer no futuro. As cadeiras escolhidas nestes anos têm como principal objectivo inserir o aluno numa determinada área, de forma a poderem realizar um projecto. Antes do projecto, há que passar por duas fases: a escolha da área em que este vai ser feito (para tal, há que conhecer essa área minimamente; por isso, todas as áreas de trabalho têm uma cadeira introdutória que deve ser feita se se pensa seguir essa mesma área); uma vez tomada essa decisão, devem fazer-se cadeiras com o objectivo de obter formação para o projecto. Ora, parece-me desejável que seja só isto (e não é pouco) o que se tem de fazer no 4º e 5º ano: cadeiras obrigatórias, para merecerem esse estatuto devem dar formação básica e indispensável e, como tal, *se calhar* deveriam estar todas nos três primeiros anos do curso (talvez com a excepção da Economia). Digo *se calhar* porque não tenho a certeza de que tal seja possível. Tal análise, no entanto, terá que ficar para outra altura. Julgo, todavia, que nos três primeiros anos é possível dar toda a formação básica em Física Experimental que qualquer físico, seja ele teórico, experimental ou aplicado, deve ter.

O que não me parece aceitável é obrigar os alunos a fazer cadeiras que não devem ser obrigatórias. E é aqui que se põe a questão: será que estas cadeiras devem ser obrigatórias?

Numa conversa com a profª Áurea Cunha, responsável pela F.E. IV, expus o ponto de vista dos alunos do 4º ano: neste momento, alguns não se sentem muito motivados para fazer esta cadeira, uma vez que esta não lhes dá formação necessária para o que pretendem fazer no futuro. Por outro lado, a cadeira funcionaria com certeza melhor para alunos efectivamente interessados no seu tema. A profª Áurea Cunha concordou na globalidade com este ponto de vista: adiantou que no semestre em curso as aulas estavam a decorrer melhor, por só lá estarem os alunos efectivamente interessados (recorde-se que só se inscreveram nesta cadeira, neste ano, alunos interessados em fazê-la, aguardando os outros uma resposta da Comissão Coordenadora do Depº de Física ao seu pedido). Quanto à necessidade da cadeira para uma

As memórias holográficas, através da impressão com laser de um cristal tridimensional poderão superar as convencionais em capacidade de armazenamento (eventualmente centenas de gigabytes, contra as eventuais dezenas, no máximo, dos discos ópticos) e em tempo de acesso (microsegundos contra os milissegundos requeridos pelos CD's e discos rígidos). Um exemplo da sua aplicação, entre outros, foi realizado no Caltech, em 1993: conseguiu armazenar-se quase 100 Mb num cristal com um centímetro cúbico, numa fase em que apenas se começa a explorar as potencialidades desta tecnologia. (ScA Nov, 52)

Um novo programa utilizado pela Scotland Yard permite ler o disco a partir de uma disquete de arranque sem activar possíveis armadilhas colocadas pelo utilizador para eliminar provas incriminatórias. O programa permite rapidamente copiar todo o disco com segurança e foi inicialmente desenvolvido para combater vírus. (NSc 28 Out, 8)

A necessidade de controlo de códigos de encriptação para conferir às comunicações via Internet fiabilidade que permita compra e venda de todo o tipo de bens poderá tornar fácil a organizações governamentais montar uma vigilância perniciosa neste espaço livre (e algo anárquico). O alerta foi dado por vários grupos de utilizadores preocupados com uma proposta da comissão europeia neste sentido. (NSc 28 Out, 8)

Será que o neutrino tem mesmo massa (ver Pulsar nº 3)? Outro investigador do mesmo laboratório, baseado nos mesmos dados, talvez ache que não. (LaR Nov, 17)

Conseguido sucesso na aplicação de microscopia por efeito de túnel no estudo de um tipo de supercondutor de temperatura crítica (T_c) elevada. (PhT Nov, 19)

formação básica em Física, a prof. Áurea Cunha afirmou que os fundamentos de vácuo deveriam ser ministrados no 2º ou 3º ano, pois não faz sentido no 4º ano forçar uma pessoa mais interessada em física teórica a fazer esta cadeira, que só é indicada para a formação complementar de alguns físicos aplicados e experimentais. Ou seja, a cadeira deveria manter-se no 4º ou 5º ano, só que como cadeira avançada de opção (principalmente para pessoas interessadas em tecnologia e física experimental). Um primeiro contacto com tecnologias de vácuo, bem como uma das experiências da cadeira (a experiência de Franck-Hertz) deveria ser feita mais cedo, numa Física Experimental *obrigatória* do 2º ou 3º ano.

Falei também com o prof. Carlos Varandas, responsável até ao ano passado pela F.E. V, que me referiu que concordaria com a proposta, no que diz respeito a esta cadeira, se ela de facto fosse muito específica. Só que a F.E. V, com efeito, não é, segundo o prof. Varandas, uma "física experimental de plasmas", uma cadeira específica: na realidade, lá aprende-se instrumentação e métodos experimentais avançados e importantes em física, que não se aprendem em mais nenhuma cadeira do curso. O plasma é usado apenas como um meio de teste; não é objectivo da cadeira estudar o plasma propriamente dito. O prof. Varandas reconheceu que nalguns pontos talvez um aluno com formação em física dos plasmas tivesse mais facilidade (por já ter mais prática de certos assuntos), mas afirmou que era perfeitamente possível ter 19 valores na cadeira sem ter feito física de plasmas. Referiu ainda que o objectivo principal da cadeira era o ensino de métodos experimentais de física e não o tratamento de dados; por isso, não eram exigidos cálculos extensivos, mas relatórios curtos. Para além disso, existe acompanhamento teórico durante todo o semestre. O esquema de funcionamento da cadeira é, típica-mente: aula teórica na semana $n-1$, experiência correspondente na semana n e entrega do respectivo relatório na semana $n+1$. Para finalizar, informou-me de que, até há dois anos, os alunos lhe costumavam dizer que esta era a melhor física experimental de todo o curso. Infelizmente, nos últimos dois anos a cadeira não tinha corrido bem, por estarem avariados aparelhos importantes.

Depois de ouvidas estas opiniões,

julgo que não se pode dizer que a proposta dos alunos do 4º ano é descabida; pelo contrário, penso que deve ser discutida com muito cuidado, de forma a chegar-se à melhor solução. Pessoalmente, julgo que uma formação básica em física de plasmas deveria ser obrigatória, embora não com uma cadeira estritamente experimental (penso que é uma lacuna do nosso curso - pode-se acabá-lo sem saber o que é um plasma). Por outro lado, reconheço perfeitamente que uma das áreas onde a nossa formação é mais deficiente é a instrumentação. Conhecimentos mínimos deste assunto fazem falta a físicos teóricos, experimentais e aplicados. Se tais conhecimentos são ministrados na F.E. V, permitam-me avançar com uma proposta (que é minha, e não dos alunos do 4º ano - eles terão de manifestar a sua opinião sobre ela, já que não foi a que propuseram): por que não tornar a F.E. IV opcional, mantendo obrigatória a F.E. V, embora com algumas reformulações? Para essas reformulações, ter-se-ia em conta os aparelhos presentemente em condições e a necessidade, referida quer pelo prof. Matos Ferreira, numa conversa que tive com ele, quer pela prof. Áurea Cunha, de uma formação mínima em técnicas de vácuo. Por formação mínima não se entendia uma cadeira completa, mas uma experiência, um contacto. Nessa altura, poder-se-ia incluir na F.E. V uma experiência de familiarização com uma bomba de vácuo. Uma vez estando as físicas experimentais reformuladas, como penso ser indispensável, essa formação mínima deveria ser dada nos três primeiros anos do curso. Até lá, faço esta proposta "provisória".

Se, depois disto, ainda restarem opiniões favoráveis à manutenção de uma cadeira obrigatória de técnicas de vácuo, gostaria de recordar uma coisa em que ninguém fala: e a mecânica dos fluidos, será que é menos importante que as técnicas de vácuo? A última reforma do curso manteve a mecânica dos fluidos opcional e a F.E. IV obrigatória. Ora a mecânica dos fluidos é necessária para físicos teóricos, experimentais e aplicados: deveria ser uma cadeira horizontal! Será que este critério de obrigatoriedade/opcionalidade tem cabimento?

Espero que esta situação das físicas experimentais se resolva o mais depressa possível. Até lá, para os meus colegas com o actual currículo, desejo boa sorte com os solitões, sem dúvida a experiência mais importante e mais fundamental de todo o curso.

Teorias Físicas e Tipos de Abordagem

Na Grã-Bretanha um criador de bovinos (alguns dos quais vieram a estar infectados pela ESB, ou "doença das vacas loucas") contraíu a doença de Creutzfeldt-Jakob (síndrome neurodegenerativa mortal do mesmo tipo da ESB). Volta de novo a pôr-se a questão da transmissibilidade entre espécies. (LaR Nov, 16)

Cientistas russos estão a desenvolver um novo propulsor para foguetes destinados ao lançamento de satélites, baseado em vapor de água comprimido. O vapor aquecido deverá ser colocado a alta pressão dentro do foguete ainda em terra, tendo o foguete simplesmente que libertá-lo durante o seu percurso ascendente. Simulações computacionais deram resultados positivos, e a equipa russa tenciona construir um pequeno modelo de 5 toneladas para testes no mecanismo de direcção, etc... (NSc 28 Out, 24)

Foi atribuído o prémio Nobel da Paz a um físico, Joseph Rotblat. (S 20 Out, 372)

Os anticorpos poderão passar a ser fabricados em sementes de vários vegetais, através de uma manipulação genética. Isto permitirá um aumento quantitativo enorme, e uma armazenagem (dentro das sementes) por tempo indeterminado. Isto abriria perspectivas inteiramente novas, em termos de fabricação de anticorpos, mas há ainda um obstáculo determinante a ser ultrapassado: um processo de extracção rentável em termos de quantidade extraída, visto que este processo parece bastante mais difícil que a produção propriamente dita. (NSc 28 Out, 23)

Conseguido sucesso na aplicação de microscopia por efeito de túnel no estudo de um tipo de supercondutor de temperatura crítica (T_c) elevada. (PhT Nov, 19)

Estranhas partículas que vêm do céu ... (LaR Nov, 62)

Velocidades maiores do que a da luz? Talvez... por efeito de túnel! (LaR Nov, 46); (ScA Ago93, 38)

Pretende fazer-se notar, clarificando, a existência de diferentes modos de exposição de uma teoria física. Não se satisfaz, por ora, o intuito de efectuar um estudo sistemático desses diferentes tipos de abordagem, apresentando exhaustivamente os aspectos particulares, corroborativos de cada um desses tipos ou por eles satisfeitos em menor grau. Procurar-se-á, tão-só, salientar essa distinção que se torna visível nos diferentes textos de Física, outrossim com o propósito de apresentar determinadas considerações de ordem pedagógica.

Tipos de exposição de uma teoria

A abordagem de uma teoria física pode ser feita de três modos: histórico, heurístico ou axiomático.

Uma exposição histórica, fiel e detalhada, apresentará a situação do problema nas suas sucessivas etapas, expondo os pontos problemáticos e os *plausíveis*, e as ideias que surgiram como tentativas (amiúde elegantes) de diluir incoerências e/ou incompatibilidades com resultados experimentais *curiosos*. Incluirá o modo como foram aduzidas as diferentes soluções, bem como as influências que tais ideias tiveram nos desenvolvimentos seguintes, não podendo dispensar as etapas erradas por que se passou, bem como as respectivas justificações alegadas em função da caracterização detalhada da situação precedente.

Seria uma abordagem que um físico interessado desejaria fazer, e o modo que lhe permitiria sentir as subtilezas e conhecer os génios que empreenderam a construção de uma dada teoria. Dir-se-á, no entanto, que é *em si* impraticável, na sua totalidade, sendo apenas praticáveis aproximações a esta abordagem.

A abordagem heurística é a universalmente adoptada, dominando a maioria dos textos de física. Reúne um conjunto de fórmulas, que não são, note-se, necessariamente as mais fundamentais, e a partir daí deduz resultados, e aplica-os. É, digamos, o tipo de abordagem adequada para uma aquisição de conhecimentos que se pretenda rápida.

A formulação axiomática de uma teoria (praticada *quase* invariavelmente nas matemáticas) começa por clarificar os princípios fundamentais em que assenta, apresentando explicitamente todas as pressuposições, e a partir daí, de um modo sistemático, efectua deduções e apresenta os respectivos resultados.

Uma teoria científica é, por definição, um sistema hipotético-dedutivo. A abordagem axiomática satisfaz, pela sua natureza, essa qualidade, partindo de um sistema de hipóteses e procedendo dedutivamente. Dispensa na sua formulação argumentos históricos, bem como exemplos, os quais são deixados para a fase de aplicações.

Defende-se que, se se pretender um conhecimento *completo, fundamental e rigoroso* da teoria, com vista ao seu aperfeiçoamento ou para *deleite intelectual* privado, então a via axiomática será a indicada.

Não se nega que os exemplos sejam úteis para uma visão mais esclarecida da teoria, porque são-no de facto. Mas por certo peca por menor rigor e falta de generalidade a exposição que avança recorrendo a exemplos pontuais, para logo em seguida generalizar apelando à *intuição* do leitor.

No entanto, a análise histórica de uma dada teoria não deverá ser dispensada por qualquer investigador interessado no seu assunto específico. Conhecer bem uma teoria, pode dizer-se, requer uma análise mais ou menos aprofundada da sua biografia: dos passos dados e da evolução dos conceitos básicos que possui; aspectos apenas fornecidos por uma exposição do primeiro tipo.

As capacidades e realizações são aspectos de uma teoria evidenciados por uma abordagem da segunda espécie apresentada, ou heurística. Esta via realça a *eficiência* da teoria; i.e., embora a eficiência não seja uma propriedade intrínseca da teoria, dependendo do par meios-fins e podendo apenas ser julgada relativamente aos objectivos, a exposição deste tipo dá ênfase a uma análise a este nível.

Assim, pois, as três abordagens são compatíveis; mais, são *mutuamente*

complementares. Dir-se-ia que uma formação científica desejável não permitirá o desinteresse por qualquer dos tipos de exposição apresentados.

Teoria Física vs Teoria Matemática e Peculiaridades da Axiomática da Física

Entre uma teoria física e uma teoria matemática nota-se uma diferença essencial: é que a primeira, em contraste com a segunda, refere-se, quer correcta quer erradamente, a sistemas físicos. Mas não só: enquanto os sistemas axiomáticos na matemática pura *definem* estruturas formais, em física eles são empregues afim de *caracterizar* esses sistemas físicos, concretos. Mais: enquanto as propriedades de tais estruturas matemáticas se encontram *intrinsecamente* (não totalmente, em parte devido à *incompletude* prevista pelo *Teorema de Gödel*) dependentes dos axiomas, os sistemas físicos, ao invés, possuem uma existência independente, não sendo rigorosamente afectados pelos sistemas de axiomas que os visam caracterizar (dir-se-ia que a realidade parece não se preocupar muito com as nossas conjecturas!...).

O axiomatizador matemático é livre para criar as estruturas que quiser. Convirá, certamente que proporcionem propriedades interessantes, de modo a que a teoria possa vingar. Mas o desprendimento não deixa à partida de ser total. Algo que se não passa na física, para a qual a realidade é o referente, por excelência.

Por este motivo, a axiomática da física não coincidirá com o estilo adequado à matemática pura. Os sistemas físicos não poderão ser definidos em termos puramente matemáticos - tem de haver ligação à realidade, i.e., a referência a *objectos* externos.

Um outro ponto essencial resulta da observação de que as teorias físicas não são definitivas, e refere-se à necessidade de incompletude das teorias físicas. Devem, pois, ser *incompletas* de modo a poderem ser enriquecidas com hipóteses subsidiárias. Caso contrário, as teorias seriam intestáveis, já que cada teste impõe premissas próprias. O que deve ser feito, em suma, é a axiomatização apenas do *núcleo* da teoria.

Entrementes, faz-se notar a importância da matemática na física moderna. Por um lado têm-se os

aspectos computacionais, de cálculo numérico e simulação. O outro lado prende-se com a formulação de conceitos. *Embora, enquanto tal, os conceitos matemáticos não comportem qualquer significação física, no entanto, constituem o próprio eixo das ideias físicas, mais do que um auxiliar cómodo.*

Aprendizagem e tipos de exposição

A questão de fundo destas considerações, que naturalmente se apresenta, é a de qual o tipo aconselhável de exposição para as teorias físicas. A este respeito já se procurou demonstrar que os três tipos apresentados são mutuamente complementares, evidenciando diferentes aspectos da teoria.

A questão que interessa agora introduzir é outra. Se no caso geral das matemáticas, muito em particular da álgebra, parece ser preferível um tratamento axiomático desde o início, que dizer então do caso da Física? Precisamente: Qual será, num primeiro contacto com um assunto em física, o modo de exposição mais adequado?

Parecerá sensato alegar que, em tais circunstâncias, será aconselhável uma apresentação não formal das matérias. Dir-se-á, então, que uma exposição essencialmente heurística será a mais indicada; que referências históricas marcantes torná-la-ão mais interessante. Acrescentar-se-á que, a este nível, uma abordagem axiomática revelar-se-ia demasiadamente pesada, e poderia resultar em incompreensão e desinteresse.

De facto, visto que se requer a familiarização com diversos conceitos, amiúde deveras intrincados, e referindo-nos à generalidade das teorias físicas, essa via - a heurística, com recorrência a múltiplos exemplos de aplicação, esclarecedores e favorecendo de algum modo a *intuição* - parece indicada.

Existem, no entanto, determinadas matérias em Física que, pela sua natureza, se prestam a uma introdução axiomática (referir-se-ão o Electromagnetismo e a Termodinâmica, a título ilustrativo).

Uma determinada teoria admite, naturalmente, várias formulações axiomáticas. É de admitir que uma formulação mais *forte* (quer-se dizer, com um espectro de resultados mais abrangente), e mais *elegante*, fará uso

de conceitos formais tanto mais rebuscados, e tanto menos intuitivos. Defender-se-á, então, que nas circunstâncias em causa, será de adoptar uma formulação axiomática mais simples - com perca de generalidade e de elegância, mas notavelmente mais pedagógica.

(Assim, referindo o caso da Teoria Electromagnética¹, uma formulação aconselhável, com propósitos introdutórios, apresentará, por exemplo, as quatro equações de Maxwell separadas, em lugar de na sua forma compacta, a qual requer o domínio de conceitos matemáticos mais profundos.)

Uma formulação axiomática, *em si*, dispensa quaisquer considerações históricas, como referências a alguma experiência determinante na evolução da teoria, bem como a apresentação de exemplos práticos esclarecedores. No caso presente, porém, defender-se-á, outrossim, a introdução paralela (exterior à estrutura da formulação) de considerações heurísticas.

Em suma, defender-se-á que a altura em que uma formulação axiomática deve ser introduzida depende, em particular, de dois pontos: em primeiro lugar das matérias em questão e do nível das respectivas formulações axiomáticas mais fracas disponíveis e, em segundo lugar, do domínio, por parte do indivíduo, dos conceitos e das técnicas matemáticas efectivamente empregues numa dada formulação.

De qualquer modo, há que referir que, logo que se atinja um certo grau de familiarização com as ideias e conceitos mais centrais, estar-se-á em condições de tentar uma análise do tipo *axiomático cuidado* (i.e., baseada numa estrutura formal adequadamente elaborada). Então, tal procedimento permitirá uma organização precisa das ideias apreendidas, e estimulará o aprofundamento das matérias, tal como a sua análise crítica.

Nuno Teotónio Leonardo

Bibliografia²

Bunge, M.; *Filosofia da Física*, edições 70, s.d.

¹ É notável o grau de segurança e sentimento de domínio das matérias quando se tem a oportunidade de estudar Electromagnetismo pela forma essencialmente axiomática relativamente àquela que adopta uma estrutura histórica.

² Faz-se notar que as posições tomadas pelo autor não têm de ser as advogadas na bibliografia.

Seminários

CFIF

(Centro de Física das Interações Fundamentais)

Pedro Bicudo (CFIF/IST)

" G_A : from quarks to the pion-nucleon coupling"

9 de Janeiro, 14:15 h

Thomas Ruf (CERN)

"Experimental Prospects of studying CP Violation and Mixing in D-decays"

16 de Janeiro, 14:15 h

Os seminários realizam-se na Sala P4 do Edifício de Pós-Graduação (piso 1)

Seminários de Mecatrónica e Sistemas Dinâmicos

Organizados pelo Laboratório de Mecatrónica e Centro de Automática da U.T.L., estes seminários decorrem regularmente, à 3ª feira, pelas 11 horas, na Secção de Máquinas Eléctricas e Electrónica de Potência.

Os temas mais debatidos são:

- Controlo de sistemas electromecânicos;
- Sistemas de aprendizagem, redes neuronais, etc;
- Sistemas dinâmicos: teoria e aplicações;
- Análise de dados, métodos estatísticos.

As sessões organizadas são essencialmente de dois tipos:

Seminários formais - destinam-se à divulgação de trabalhos em fase de conclusão, ou à apresentação de trabalhos realizados por elementos exteriores ao Grupo.

Discussão selvagem - em que são expostos trabalhos em curso, se avaliam propostas de novos trabalhos, etc.

CENTRA

(Centro Multidisciplinar de Astrofísica)

Mantém-se atento aos seminários sobre Astrofísica e Gravitação promovidos pelo CENTRA.

Estes seminários terão lugar às Sextas-feiras, pelas 14h15 na Sala de Seminários do Dpt. de Física (Ed. Ciência, piso 2).

Questões Disputadas

3. O elo entre os neurónios de certos gatos (sonhadores) e a temperatura da água nos Mares do Sul

"Depois de contemplar, com assombro, o espectáculo, assim que me refiz, perguntei: «Que som é este tão intenso e tão doce que enche os meus ouvidos?» «É aquele que, produzido por intervalos desiguais, mas regulado segundo uma relação determinada, é provocado pelo impulso e movimento das próprias esferas e que, temperando os agudos com os graves, provoca acordes de variada harmonia. Não podem tamanhos corpos mover-se em silêncio e é natural que do lado de uma extremidade produzam sons graves, e do outro, agudos. Por essa razão, o círculo mais elevado do céu, o que segura as estrelas, aquele cuja revolução é mais rápida, move-se com um som agudo e vibrante, ao passo que o mais baixo, o lunar, emite o som mais grave. A Terra, que é o nono, permanece imóvel, sempre fixa no mesmo lugar, ocupando o centro do mundo, ao passo que as oito esferas móveis, nas quais duas têm o mesmo valor, produzem sons separados por sete intervalos, número esse que está no cerne de quase toda a existência" (1).

"Não se ouve nada!" (2).

A interessante narrativa que acima transcrevemos revela-nos uma parte substancial daquela que foi, durante muitos séculos, a doutrina cosmológica dominante, ou mais consensual.

Os méritos do sistema de esferas que, passe a expressão, constitui a imagem de marca do modelo geocêntrico por ela sustentado, são certamente conhecidos: sendo as previsões do movimento dos astros que, no seu âmbito, se podiam fazer, admiravelmente concordantes com os resultados das observações, este sistema foi, de facto, o padrão pelo qual se aferiu a qualidade e o rigor do sistema dito heliocêntrico, ao menos nos primeiros anos que se seguiram ao respectivo aparecimento, já que, conforme se sabe, pelo que diz respeito às técnicas matemáticas usadas, este último sistema é ainda um sistema ptolomaico (3).

Ora, é de crer que o conjunto de alterações aos nossos modos próprios de conceptualização do cosmos pelas quais há que responsabilizar, entre outros, Nicolau Copérnico, dada a inconsequência do esforço antes empreendido por Aristarco de Samos, é de crer, dizíamos, que um tal conjunto, por mais temeroso que seja o respeito que inspire, não possa, por si só, impedir a audição da música gerada pelo movimento das esferas que Cipião, privilegiadamente, testemunhou durante o seu sonho. Note-se, a propósito, que Copérnico, embora não tivesse tido a sorte de Cipião, nem por isso pôs, jamais, em dúvida a existência concreta das

referidas esferas (3). Torna-se por isso razoável supor que, já no tempo de Cícero, como aliás agora (ao que parece), essa música era inaudível. Mas, porquê?

A resposta a esta pergunta vem no seguimento da narrativa que Cícero coloca na pessoa do Africano, o qual, dirigindo-se a Cipião no seu sonho, lhe fala do que sucedeu com certa gente que terá habitado em lugar próximo às nascentes do rio Nilo; Catadupa, se chamava o sítio. Sendo os ares que aí se respiravam permanentemente sacudidos pelo fragor das águas precipitadas, os seus habitantes terão, de algum modo, perdido o sentido da audição. E o Africano prossegue, por analogia, afirmando que também o som produzido pela rotação das esferas é duma tal qualidade que não podemos nós, frágeis seres, reconhecer a virtude musical que o distingue. Viveremos, por isso, constrangidos a interpretá-lo como se de ruído se tratasse, e ensurdecido, ao ponto de nos impedir o reconhecimento de padrões melódicos e harmónicos em cuja apreciação estética poderíamos, doutro modo, beneficiar.

Mas que extravagância!, objectará a crítica, decerto incrédula e, aliás, precipitada. Ao que nós, prudentemente, retorquimos, que nem tanto. Senão vejamos:

Terá algum sentido afirmar que o som produzido por um qualquer fenómeno, na natureza, é um som musical? Para o determinar necessitamos obviamente de dispôr duma definição do que é a música, coisa

que se nos afigura difícil. Tentativamente, e querendo evitar uma polémica infrutífera, diremos que é música todo o fenómeno sonoro que um individuo, um grupo, ou uma cultura aceitam considerar como tal (4).

Note-se que esta definição, embora neutra e aparentemente inofensiva, nos obriga, caso a aceitemos, a reconhecer como musical o som, qualquer que seja, que os antigos sustentavam ser produzido pelo movimento das esferas, na medida em que eles o aceitavam como tal. Infelizmente, ela nada nos esclarece acerca da misteriosa razão pela qual nem mesmo esses homens e mulheres conseguiam reconhecer, aliás, ouvir a música em questão.

Outras dificuldades, são as que surgem quando nos apercebemos de que, aquilo que as diferentes culturas têm aceitado considerar como musical, ao longos dos anos, corresponde, amiúde, à aceitação de fenómenos sonoros anteriormente considerados como ruídos (4).

Qual é, então, a diferença entre um som musical e um ruído?

Do ponto de vista perceptivo, podemos talvez classificar como ruído todo o fenómeno sonoro que toma para nós um carácter afectivo desagradável, por ser duma intensidade excessiva, ou por não possuir uma altura bem definida, ou, ainda, por não apresentar qualquer organização com sentido (4).

Se, adicionalmente, quisermos completar a distinção proposta fazendo uso dum critério mais rigoroso e científico, isto é, cuja aplicação e resultados não dependam duma sensibilidade estética particular e possam ser testados experimentalmente, diremos que o ruído se distingue do som musical pela sua maior riqueza em harmónicos ou, o que é o mesmo, pela maior diversidade de timbres que o caracteriza. Ainda assim, pode observar-se que subsiste uma certa subjectividade na graduação, arbitrária, da escala necessária à aferição da referida diversidade. Não obstante, o caso é que, estabelecido um valor de referência nesta escala, a comparação e a classificação de fenómenos acústicos

passa a ser feita sem qualquer ambiguidade.

A técnica de análise de sinais (produzidos por uma fonte musical ou de ruído) que está envolvida na aplicação do critério exposto é a chamada análise espectral. Ela é aplicada quando, por exemplo, escutado um certo acorde (o sinal), se identificam as notas musicais que o constituem (a composição espectral desse sinal). Em versões um pouco



fig. 1: símbolo ou ícone?

mais sofisticadas (transformada de Fourier da função de auto-correlação do sinal), a técnica permite, além do estabelecimento da composição espectral dos sinais, a determinação do modo como é feita a distribuição da sua energia pelas respectivas componentes espectrais (ou seja, determinar a sua densidade de potência espectral como função da frequência).

II

É sabido que a técnica de análise de sinais que acabamos de mencionar pode ser aplicada ao estudo das propriedades de qualquer fonte emissora de sinais. Em particular, ela pode ser usada para estudar a variação, no tempo, do sinal de corrente que é

da tensão aos terminais dum tubo de raios catódicos. Isto mesmo é o que foi feito por um físico, Johnson, de seu nome, conforme no-lo relata a sua publicação de 1925 (5), da qual temos apenas referência indirecta (6). Julgamos ser este o primeiro artigo publicado em que se dá conta do seguinte resultado experimental: na banda das baixas frequências, a relação entre a densidade de potência espectral, $D(f)$, do ruído eléctrico definido por estas flutuações e a frequência, f , com que elas ocorrem é dada por uma expressão simples, como seja,

$$D(f) = c f^{-x}$$

Nesta expressão, c denota uma constante real arbitrária, e x é uma variável real que toma valores próximos da unidade. É esta a razão pela qual o fenómeno em causa ficou a ser conhecido como ruído em $1/f$.

Desde então, 1925, o número de sistemas objecto de estudo em física da matéria condensada, ou do estado sólido, que se tem constatado serem sede para a ocorrência deste fenómeno, sistemas, portanto, cuja emissão de sinais, em determinadas condições, pode ser classificada como ruído em $1/f$, o seu número, dizíamos, não tem parado de aumentar (7).

Com efeito, encontram-se nesta condição sistemas que vão desde as vulgares

resistências de carbono até aos mais sofisticados dispositivos integrando junções de Josephson, passando pelos semicondutores, pelos filmes metálicos, ou outros.

Naturalmente, tem sido feito algum progresso no sentido de obter uma caracterização do fenómeno em termos gerais, isto é, que se possa dizer independente do sistema que o protagoniza. E assim é, que se chegou ao reconhecimento de que a densidade de potência espectral do ruído produzido é, qualquer que seja o sistema fonte, aproximadamente invariante para

certas transformações de escala temporal. Isto é o mesmo que dizer que o ruído em questão é aproximadamente auto-semelhante no tempo.

Esta linha de pensamento pode ser bastante desenvolvida, tal como, mais adiante, vamos mostrar.

Entretanto, sejam-nos permitido retomar o problema que nos levou a introduzir a técnica de análise de sinais que tão sugestivos e intrigantes resultados tem permitido obter: a distinção entre música e ruído. É um facto indiscutível que, também neste âmbito, se têm obtido resultados dignos de menção, embora feridos da mais inesperada ambiguidade, conforme se irá ver.

Realizada a análise espectral comparativa, entre os fenómenos acústicos gerados por fontes que, intuitivamente e em geral, classificamos como fontes de ruído (por exemplo, o som produzido por uma televisão após o fim da emissão), e aqueles outros que são gerados por fontes que, intuitivamente e em geral, classificamos como fontes de música (por exemplo, o som produzido por uma televisão que transmite uma interpretação da 3ª Sinfonia de Beethoven, pela Orquestra Filarmónica de Londres), as diferenças são evidentes. Em particular, temos que, só no caso da 3ª Sinfonia se observa que, numa certa gama de baixas frequências, a dependência da densidade de potência espectral relativamente à frequência é indiciadora da presença de ruído em $1/f$. E mais se constata, procedendo a análises similares, e com resultados idênticos, numa amostra significativa dos mais diversos géneros musicais, que a razão pela qual assim sucede não está na técnica de composição musical de Beethoven (8) (ver figs. 2a e 2b). Será a música uma forma particular de ruído

(em $1/f$)? Pensamos que não; mas os factos que enunciámos são insofismáveis. Consequentemente, não encontramos outra alternativa que não seja a de questionar a classificação da forma

espectral que nos interessa aqui, como se de ruído se tratando. E por este motivo nos dispomos a sustentar o argumento de que ela não é uma forma de ruído, mas sim o reflexo duma dinâmica intrínseca, e dominada por uma qualquer estrutura subjacente, a determinar (9).

Este é, ao menos, um dos sentidos em que a linha de raciocínio que

acima interrompemos pode ser desenvolvida. Tratando-se, como é o caso, de produzir enunciados gerais, que não dependam das características particulares de cada fonte emissora estudada, vemo-nos na obrigação de averiguar o que é que há de comum entre uma resistência de carbono e a Orquestra Filarmónica de Londres (ou, como o título deste trabalho sugere, entre a temperatura da água nos Mares do Sul e os neurónios de certos gatos sonhadores).

A tarefa não é ingrata porque nos vale, neste transe, o benefício que deriva, para o fim que temos em vista, da relação de correspondência existente entre a semiótica e a teoria da comunicação (10). Todas estas

fontes, emissoras de sinais, podem ser pensadas como sistemas semióticos,

com capacidade para realizar determinadas produções discursivo semióticas, ou seja, por outras palavras, emitir determinadas sequências de signos (ou sinais). A mudança gradual que assim se sugere, no universo de discurso em que nos exprimimos, é determinada pelo intuito de convidar à compreensão do modo como uma vasta gama de sistemas pode ser concebida como constituindo uma classe de equivalência, sob isomorfismo relativo às estruturas, quaisquer que sejam, que, sustentamos, são responsáveis por formas espectrais do tipo $1/f$.

Neste ponto, reconhecemos, torna-se instrutivo proceder a uma breve enumeração de alguns elementos da classe em questão, a fim de que se possa avaliar a envergadura da empresa a que nos estamos propondo, bem como a necessidade das cautelas de que julgamos prudente rodear-nos. A listagem que, portanto, se segue, é uma listagem de sistemas semióticos cuja produção discursiva se averiguou ter características como as que sabemos associáveis a formas espectrais do tipo $1/f^x$. Em nenhum caso se usaram, como critério de inclusão, quaisquer resultados de simulações numérico computacionais de modelos. A listagem está longe de ser exhaustiva, e a ordem pela qual procede é arbitrária.

1. O neurónio tonicamente autoactivo do caracol gigante africano (*Achatina fulica* Férussac). A forma espectral é do tipo $1/f^x$ ao longo de cerca de três décadas (11); mede-se o tempo entre disparos de impulsos eléctricos com origem no neurónio.

2. Os neurónios do gato: na formação reticular mesencefálica, no complexo ventrobasal do tálamo, na área cortical somatosensorial I, e na célula teta do hipocampo. Para medições realizadas durante os estados de sono (REM), e de vigília (observação de pássaros), a forma

espectral é do tipo $1/f^x$ ao longo de cerca de duas décadas, no 1º caso, e de

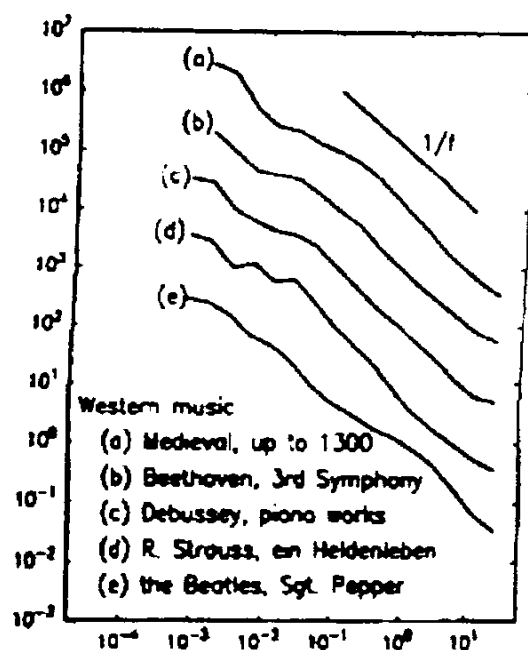


fig. 2a.: Densidade de potência espectral (ordenadas) em função da frequência (abcissas), para os trechos musicais indicados (8).

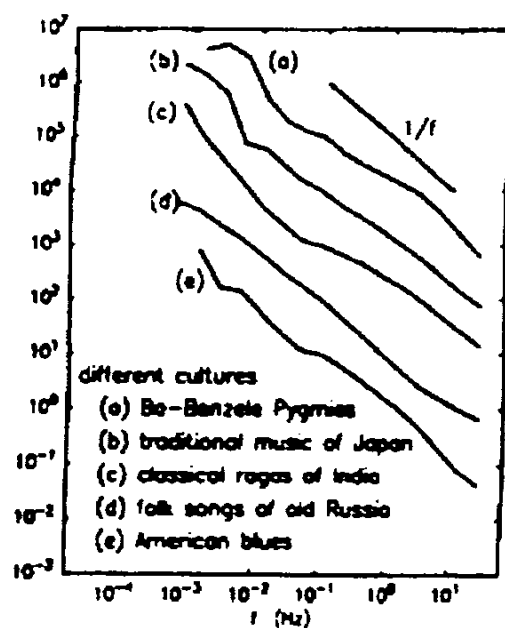


fig. 2b.: Densidade de potência espectral (ordenadas) em função da frequência (abcissas) para os géneros musicais indicados (8).

cerca de três décadas, no 2º caso: mede-se o tempo entre disparos de impulsos eléctricos com origem nos neurónios (12).

3. O coração humano. Em pessoas saudáveis, a forma espectral é do tipo $1/f^x$ para valores da frequência entre 10^{-4} Hz e 2×10^{-2} Hz (ver fig. 3). Num paciente com fibrilhação ventricular e bloqueio atrioventricular completo é semelhante, porém, torna-se branca ($D(f)=c^{te}$) acima de 10^{-2} Hz: mede-se o ritmo cardíaco (13).

4. O axónio gigante da lula (*doryteuthis bleekeri*); mede-se a série cronológica dos potenciais de acção (14).

5. A membrana neuronal dos axónios gigantes da lagosta (*Homarus americanus*); medem-se as flutuações no tempo da corrente eléctrica através da membrana (15).

6. Os neutrófilos no sangue humano. Formas espectrais observadas: numa pessoa normal, $1/f^{1.14}$, num paciente com neutropenia cíclica, $1/f^{1.54}$. As medições são contagens do número de neutrófilos (16).

7. O sangue humano num diabético instável. As medições incidem no nível de glucose (17).

8. O campo magnético interplanetário (na escala da Unidade Astronómica) (18).

9. Os aglomerados atómicos de argon. O expoente da forma espectral depende do número de átomos no aglomerado. As medições são realizadas entre 20 e 40 kelvin (19), e incidem nas flutuações de energia potencial dos aglomerados.

10. A Internet. A forma espectral é do tipo $1/f^{1.15}$ ao longo de cerca de três

décadas. Mede-se o tempo de transmissão em circuito fechado (20).

11. A fonte radioactiva ^{90}Sr - ^{90}Y , ou talvez com mais propriedade, o processo de emissão do qual é sede (21).

12. A Oscilação Meridional El Niño (fenómeno atmosférico-oceanográfico). As medições incidem sobre as flutuações da temperatura da água à superfície (22) (ver fig. 4).

13. As falhas sísmicas na região do Japão. Mede-se o intervalo temporal entre sismos. Amostra: os 14470 sismos ocorridos na região, entre Julho de 1985 e Dezembro de

1987 (23).

14. O ácido desoxirribonucleico (ADN) de diferentes espécies, desde a amiba até ao ser humano, passando pelos fungos, pelos vírus, pelos insectos, pelas plantas, pelas aves, pelos peixes, por outros mamíferos e primatas. Medem-se diferentes sequências dos respectivos genomas e, dentro destas, as sequências de nucleótidos (24) (ver figs. 5 e 6).

15. Os contos de Grimm, a Bíblia, e Moby Dick. Mede-se a frequência de letras e de palavras. A estrutura de correlação é destruída quando se altera a ordem das frases (25).

Para além da espantosa diversidade dos sistemas aqui enumerados, esta listagem inspira-nos duas observações importantes. Em primeiro lugar, temos

que o número de sistemas de signos, entenda-se, o número de alfabetos aqui implicado é quase tão grande como o número de sistemas semióticos envolvidos. Em segundo lugar, temos que estes sistemas semióticos se distribuem, enquanto objectos de estudo, por um número considerável de domínios disciplinares do saber. Estas observações são importantes pela seguinte razão:

O argumento que estamos a desenvolver, em favor da existência de estruturas, nos diversos sistemas semióticos, que possam estar relacionadas causalmente com as formas espectrais que as respectivas produções discursivas exibem, este argumento, dizíamos, procede, naturalmente, em função duma reivindicação de validade que se pretende que seja aceite em cada um dos domínios disciplinares associados, e independentemente das particularidades das linguagens científicas que, nos respectivos âmbitos, sejam usadas para descrever os sistemas semióticos aí objecto de estudo. Ora, isto só será possível mediante a posição prévia duma base discursiva comum aos diferentes domínios, o que é como quem diz, mediante a construção dum sistema meta-semiótico que seja suficientemente poderoso para definir as aplicações que transformam entre si as linguagens científicas que têm os vários sistemas semióticos como objectos de descrição

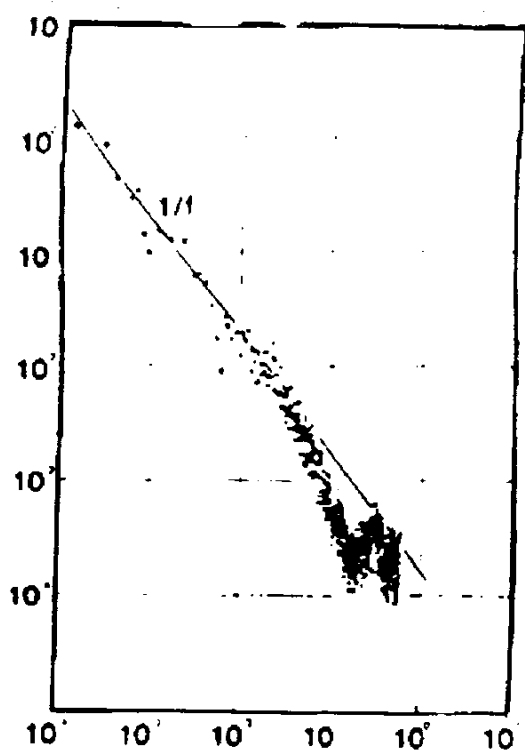


fig. 3.: Densidade de potência espectral das flutuações do ritmo cardíaco duma pessoa saudável (ordenadas), em função da frequência (abcissas). O pico observado, para $f=0.3$ Hz, é devido à cadência respiratória (13).

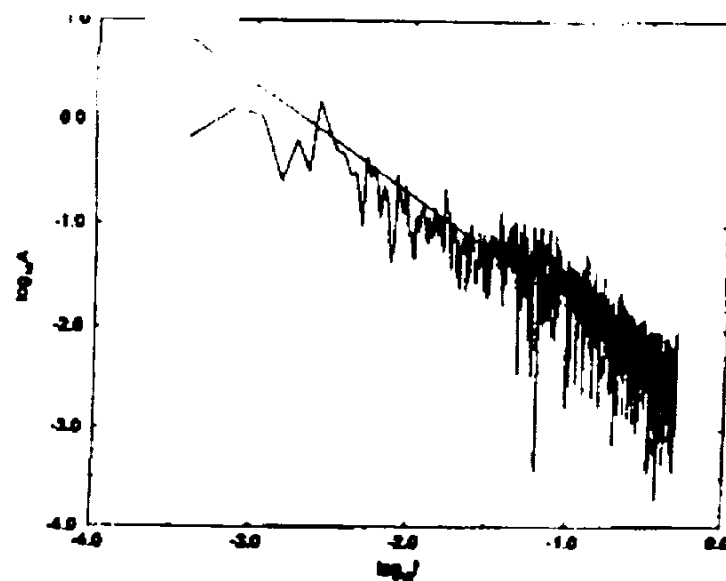


fig. 4.: Densidade de potência espectral das flutuações de temperatura da água, à superfície do oceano (ordenadas), em função da frequência (abcissas) (22).

(26).

Observamos, ainda, que a listagem a que procedemos reforça, de algum modo, a credibilidade da tese segundo a

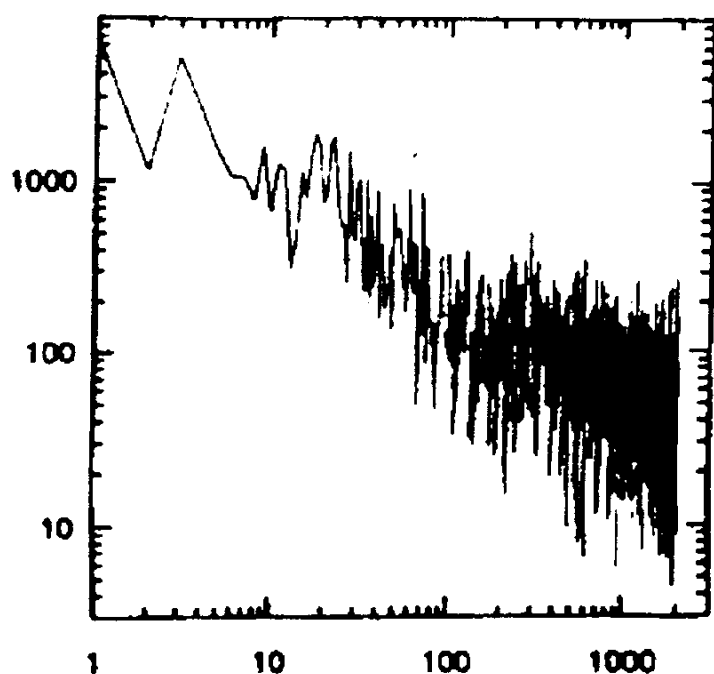


fig. 5.: Potência espectral das flutuações de densidades de bases (ordenadas), em função da respectiva frequência (abscissas) na sequência genética do citomegalovirus humano. Comprimento da sequência 225280 bases (in (24), Li et al., 1994).

qual o tipo de forma espectral de que aqui nos ocupamos não é ruído. Na verdade, classificar como ruído uma parte tão significativa da produção discursiva semiótica do mundo que nos rodeia não é, senão, confessar a nossa dificuldade em compreendê-lo, ou melhor, em interpretar convenientemente a trama de fluxos de informação em que estamos envolvidos, posto que dele fazemos parte.

Esta questão pode ser colocada, alternativamente, em termos duma opção acerca do significado dum sem número de relações empíricas detectadas, todas elas do tipo

$$D(f) = c f^{-x}$$

Será que a ubiquidade dos fenómenos que assim são caracterizados é fruto do acaso, ou será que, pelo contrário, ela pode ser derivada de algum conjunto de leis fundamentais, regendo a evolução dos sistemas complexos envolvidos (27)? Já deixámos claro que optamos pela segunda alternativa. Falta-nos mostrar que ela é, de facto, a escolha correcta. É o que passamos a fazer.

IV

A construção teórica que agora

vamos edificar não é apresentada com o objectivo de, com ela, se conseguir a descrição de uma qualquer realidade. Propomo-la antes como um domínio universal, em cujo interior é possível representar, mediante um morfismo adequado, qualquer uma das estruturas subjacentes aos fenómenos que aqui foram já referidos (28).

Adquirida a perspectiva que uma tal edificação nos confere, as leis que regem o comportamento dos sistemas complexos mencionados podem ser derivadas e formuladas de modo quase trivial,

conforme se vai ver. Porém, o caso é que os estudos que realizámos não nos conduziram à descoberta de qualquer estrada real, ligando o ponto em que agora nos encontramos, e aquele outro, a partir do qual se usufrui a desejada perspectiva; torna-se por isso recomendável que, ao longo do percurso pelo qual estamos prestes a enveredar, se consultem as fontes que formos indicando como referência, e sempre que a licitude dos passos que executarmos suscite dúvidas. Quanto à orientação que vamos dar a estes últimos, ela pode ser motivada pela apresentação prévia do seguinte conjunto de considerações, de carácter intuitivo e informal:

Os sistemas semióticos que aqui nos importa contemplar apresentam uma característica comum, como seja, a estrutura de correlação observada nas respectivas produções discursivas. Para além da forma espectral que lhe está associada, a presença duma tal estrutura de correlação manifesta-se simultaneamente como um efeito de memória e como uma simetria para certas transformações de escala temporal.

Concentremos a nossa atenção no modo como nos podemos aperceber desta simetria. Trata-se inicialmente, isto é, num instante $t=t_0$, de aplicar a um qualquer sistema de teste um dispositivo de medição. Define-se em seguida uma janela de observação, seja ela um intervalo de tempo $(t_1-t_0)=1s$, e, em seguida, uma outra janela de

observação, obtida da primeira por uma transformação de escala, seja ela o intervalo de tempo $(t_2-t_0)=10s$.

Suponhamos a existência de dois observadores, cada um deles encarregado de analisar a produção discursiva registada na respectiva janela. A simetria do sistema (para a transformação de escala indicada) é inferida das observações realizadas por ambos, e isto quando se constata que as características estruturais do texto (a sequência de signos/sinais) que cada um deles examina são as mesmas. Esta constatação só é possível se, pelo menos (cf. supra, exemplo 15), a componente sintáctica do código semiótico subjacente à produção discursiva registada na primeira janela se conservar, durante o tempo que medeia entre o fecho das duas janelas. Isto parece óbvio, mas não é trivial: estamos a um passo de formular, com rigor e, ao que julgamos saber, pela primeira vez, a relação entre este tipo de simetria e uma lei de conservação.

Não obstante o seu interesse, esta simetria observada é algo pobre, já que resulta duma quebra espontânea duma simetria de ordem superior. Com efeito, as medições realizadas só foram possíveis na medida em que o sistema observado protagonizou uma escolha, espontânea, duma sequência particular de signos, num conjunto vasto de mensagens ou emissões semióticas possíveis. A estrutura de correlação observada é uma consequência do modo particular como essa simetria, de ordem superior, foi quebrada, isto é, em geral, dos 'modos de Goldstone' que estão associados à degenerescência que era a do sistema semiótico, antes da sua emissão duma forma particular de discurso (29). E quanto a motivação, julgamos que chega.

V

Seja dado o conjunto, K , formado por todos os sistemas semióticos conhecidos, cuja produção discursiva tem as características a que temos vindo a fazer referência, e mais um (o sistema semiótico desconhecido).

Consideremos o conjunto, U , que é formado pelos signos que constituem os alfabetos (finitos) dos elementos de K , incluindo o alfabeto desconhecido, e por todas as respectivas concatenações possíveis, cruzadas ou não. Admitimos que U é um conjunto numerável. Embora reconheçamos que alguns dos

alfabetos em que estamos interessados são constituídos por sinais contínuos, logo, só representáveis em espaços com dimensão infinita, o facto de lidarmos apenas com sistemas observáveis, isto é, que só podemos medir com uma precisão limitada, permite-nos substituir esses sinais pelas respectivas representações finitas, em espaços com dimensão aproximada, N , e de modo a manter um controlo adequado do balanço entre os tempos de observação, T , e os níveis de energia de sinal, E , impostos pelos limites de precisão com que trabalhamos (30).

É conhecida a arbitrariedade dos signos de todo e qualquer sistema semiótico. Vamos aproveitar este facto para realizar duas transformações sucessivas do conjunto U .

Começamos por proceder a uma numeração de Gödel dos elementos de U , isto é, vamos substituir cada elemento de U por uma correlação particular de números naturais distintos (31). Esta transformação constitui uma aritmetização do sistema meta-semiótico que estamos a construir. Parece-nos evidente que há uma relação bem definida entre o conjunto constituído por estas correlações de números naturais e as estruturas de correlação detectadas na produção discursiva dos diferentes sistemas semióticos. Não obstante, julgamos dever esclarecê-la, conferindo-lhe uma formulação de rigor. É do que tratamos de fazer, procedendo à segunda transformação.

Apliquemos, pois, em correspondência um a um, de resto arbitrária, os elementos de U , agora entendidos como correlações de números naturais, aos elementos do conjunto que se constrói a partir do conjunto vazio, , do seguinte modo:

$$\emptyset \rightarrow \{\emptyset\} \rightarrow \{\emptyset, \{\emptyset\}\} \rightarrow \{\emptyset, \{\emptyset\}, \{\emptyset, \{\emptyset\}\}\} \rightarrow \dots$$

Seja V o conjunto resultante. V é um universo artinianiano, e o seu cardinal é fortemente inacessível (32).

É no quadro conceptual fornecido pelo universo V que as considerações intuitivas que acima tecemos vão ser formalizadas.

Seja então dado um sistema semiótico com as características que inspiraram as reflexões acima expostas, mas cuja natureza particular ignoramos

deliberadamente.

Quando este sistema inicia a sua, eventual, emissão de sinais, e nós começamos a medi-la, produz-se imediatamente uma quebra de simetria, observável pelo facto de que a produção discursiva gerada envolve apenas um alfabeto semiótico particular, cuja

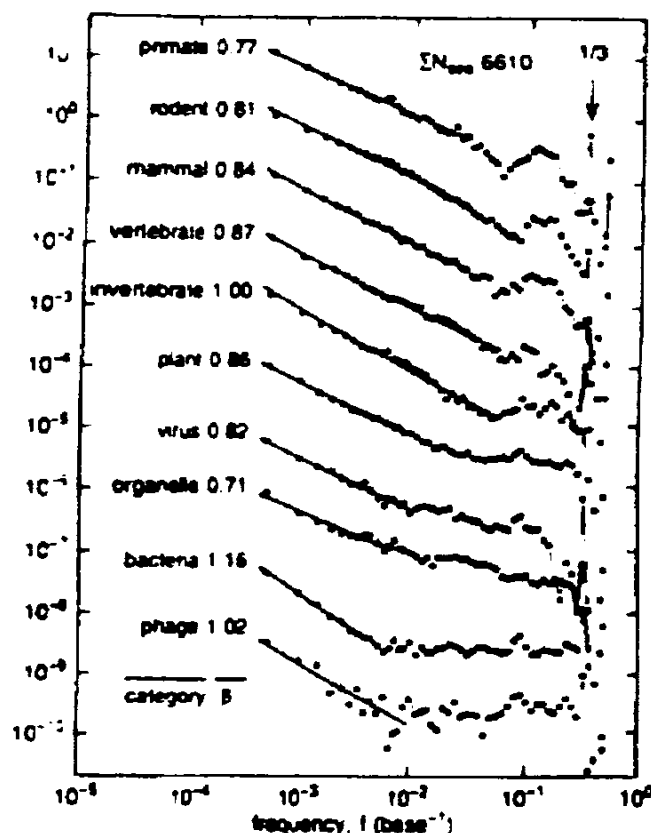


fig. 6.: Potência espectral das flutuações de densidade de bases (ordenadas), em função da respectiva frequência (abscissas) nas sequências genéticas de diferentes espécies (in (24), Voss, 1992). representa o expoente espectral

natureza, repetimo-lo, ignoramos deliberadamente.

Esta quebra de simetria é constatada e confirmada à medida que o sistema prossegue a sua emissão; por conveniência de método, perfeitamente legítima, consideraremos que o arranque do processo de medição é assinalado pela posição do símbolo vazio, , o qual, postulamos, é comum a todos os sistemas.

Chamamos a este primeiro sinal, que representamos pelo conjunto vazio, o conjunto de base principal.

O processo de medição decorre e, ao fim dum certo tempo, estarão registados, digamos, n conjuntos do nosso universo, os quais classificamos como conjuntos de base auxiliares.

Posto isto, é-nos permitido traduzir os enunciados que acabamos de redigir, relativos ao processo de medição, nos seguintes termos:

A quebra espontânea de simetria realizada pelo nosso sistema semiótico, no universo V , é consumada no modo em que o observamos, executando um esquema de construção de hierarquia

sobre $1+n$ termos. Terminada a sua execução, estamos na posse duma caracterização típica da espécie de estrutura, chamemos-lhe Sigma, que está envolvida na produção do texto registado (33).

Entretanto, a par com a construção dos conjuntos de base auxiliares, concorre, naturalmente, um processo de reconhecimento de signos específicos, como sejam, as letras e as palavras dum certo alfabeto semiótico. Não queremos aqui ocupar-nos do critério de decisão para este reconhecimento, pois entendemos que ele pode perfeitamente ser empírico. Suponhamos que a decisão está tomada. Então, a definição por extensão do conjunto formado pelos signos reconhecidos pode ser tomada como afirmação explícita do axioma que, juntamente com o esquema de construção de hierarquia seguido pelo sistema observado, formam uma caracterização completa das estruturas de espécie Sigma (33), cuja existência assim se demonstrou (construtivamente). São estas, portanto, as estruturas de que nos podemos socorrer na constituição de classes de equivalência, sob isomorfismo, entre sistemas complexos cuja emissão de sinais tem as características espectrais que acima ilustrámos.

Suponhamos agora que, em simultâneo com este processamento da informação emitida, se determinou também a expressão para a densidade de potência espectral, com um resultado semelhante aos que são típicos dos sistemas acima listados. É evidente que a estrutura de correlação temporal aqui envolvida é captada pelo processo que culminou na construção da espécie de estrutura Sigma. Podemos portanto formular o seguinte enunciado:

A simetria da produção semiótica observada, para certas transformações de escala temporal, é determinada pela conservação no tempo da espécie de estrutura Sigma, característica do sistema que por essa produção é responsável.

Lembrando, enfim, o modo como perseverámos na ignorância deliberada da especificidade do sistema observado,

cumpre-nos reconhecer que o enunciado anterior é, no fim e ao cabo, uma primeira lei geral pela qual se regem todos os sistemas complexos com as propriedades empíricas que motivaram a nossa reflexão.

VI

Sem prejuízo da universalidade da lei que acabámos de enunciar, temos agora que reconhecer que as situações em que ela é obedecida são situações ideais ou, pelo menos, precárias.

A maioria dos sistemas semióticos complexos em que estamos interessados são sistemas que, de algum modo, acedem à existência, evoluem, definham e são extintos. Daqui o carácter restrito que é o das aplicações desta lei de conservação, razoáveis apenas quando é possível assegurar uma certa permanência (em sentido ecológico) dos sistemas envolvidos (34).

Esta limitação, todavia, não nos

impede de sustentar que a complexidade real do mundo em que vivemos é uma complexidade segundo leis. Nem, tão pouco, nos impede de avançar na modelização do devir a que os sistemas que aqui foram objecto de estudo estão sujeitos.

É fácil observar como, passando a uma teoria adequadamente mais forte, todas as espécies de estrutura aqui introduzidas podem ser concebidas como estruturas com as quais munimos o conjunto vazio (33). Donde se segue que todas as estruturas de correlação por elas captadas são interpretáveis como quebras de simetria desse mesmo (conjunto) vazio.

Assim sendo, se nos for concedido que a evolução de um sistema complexo é aferida pela constatação de que, em momentos distintos, a sua dinâmica intrínseca é determinada por diferentes espécies de estrutura, Sigma e Teta, digamos, então, essa evolução é modelizável por um morfismo de

munido de Sigma, para , munido de Teta. Eventualmente, um tal morfismo poderá ser construído como um prolongamento (ou uma restrição) 'entre' as secções associadas à aplicação canónica de V sobre o universo quociente de V pelos axiomas das duas espécies (relembrando que estes últimos se exprimem como relações) (33).

Ou talvez não. Talvez estas nossas últimas asserções, assaz técnicas, necessitem de uma revisão cuidadosa. Pois seja. E seja como for. Pois será sempre uma revisão nos termos do quadro conceptual agora estabelecido, de uma vez por todas.

E talvez um dia, quem sabe, prosseguindo nesta senda (ver fig. 1), alguém descubra essa oculta banda de frequências em que é necessário sintonizar as nossas estruturas perceptivas e cognitivas para ouvir, enfim, a Música das Esferas.

Luís Calvão Borges

Referências

- (1) Cícero, O Sonho de Cipião, in Rocha Pereira, M.H., trad., org., *Romana - Antologia da Cultura Latina*, Universidade de Coimbra, 1986.
- (2) A quase totalidade da comunidade científica actual (1995).
- (3) Koyré, A., *Do Mundo Fechado ao Universo Infinito*, Gradiva, Lisboa, s.d.
- (4) Nattiez, J.-J., Som/ruído, in *Artes - Tonal/atonal*, Enciclopédia Einaudi, Vol. 3, INCM, Lisboa, 1984.
- (5) Johnson, J.B., 1925, *Phys. Rev.*, 26, 71.
- (6) Bochkov, G.N., Kuzovlev, Yu.E., 1983, New Aspects in 1/f Noise Studies, *Sov. Phys. Usp.*, 26, 9, 829. Voss, R.F., Clarke, J., 1978, "1/f Noise" in Music: Music from 1/f Noise, *J. Acoust. Soc. Am.*, 63, 1, 258.
- (7) Weissman, M.B., 1988, 1/f Noise and Other Slow, Nonexponential Kinetics in Condensed Matter, *Rev. Mod. Phys.*, 60, 2, 537.
- (8) Voss, R.F., 1989, Random Fractals: Self-Affinity in Noise, Music, Mountains, and Clouds, *Physica D*, 38, 362.
- (9) Bak, P., Tang, C., Wiesenfeld, K., 1988, Self-Organized Criticality, *Phys. Rev. A*, 38, 1, 364. Christensen, K. Olami, Z., Bak, P., 1992, Deterministic 1/f Noise in Nonconservative Models of Self-Organized Criticality, *Phys. Rev. Lett.*, 68, 16, 2417. Yang, Z., 1995, Conformal Invariance and 1/f Noise, *Phys. Lett. A*, 197, 235.
- (10) Trabant, J., *Elementos de Semiótica*, Editorial Presença, Porto, 1980. Lyons, J., *Semântica-I*, Editorial Presença, Porto, 1980.
- (11) Musha, T., Takeuchi, H., Inoue, T., 1983, 1/f Fluctuations in the Spontaneous Spike Discharge Intervals of a Giant Snail Neuron, *IEEE Tr. Biomed. Eng.*, 30, 3, 194.
- (12) Grūneis, F., Nakao, M., Musha, T., Nakahama, H., 1989, An Interpretation of 1/f Fluctuations in Neuronal Spike Trains During Dream Sleep, *Biol. Cybern.*, 60, 161. Grūneis, F., Nakao, M., Mizutani, Y., et al., 1993, Further Study on 1/f Fluctuations Observed in Central Single Neurons During REM Sleep, *Biol. Cybern.*, 68, 193.
- (13) Kobayashi, M., Musha, T., 1982, 1/f Fluctuation of Heartbeat Period, *IEEE Tr. Biomed. Eng.*, 29, 6, 456.
- (14) Musha, T., Kosugi, Y., Matsumoto, G., Suzuki, M., 1981, Modulation of the Time Relation of Action Potential Impulses Propagating Along an Axon, *IEEE Tr. Biomed. Eng.*, 28, 9, 616.
- (15) Poussart, D.J.M., 1971, Membrane Current Noise in Lobster Axon Under Voltage Clamp, *Biophys. J.*, 11, 211.
- (16) Goldberger, A.L., Kobalter, K., Bhargava, V., 1986, 1/f-Like Scaling in Normal Neutrophil Dynamics: Implications for Hematologic Monitoring, *IEEE Tr. Biomed. Eng.*, 33, 9, 874.
- (17) Campbell, M.J., Jones, B.W., 1972, Cyclic Changes in Insulin Needs of an Unstable Diabetic, *Science*, 177, 889.
- (18) Matthaeus, W.H., Goldstein, M.L., 1986, Low-Frequency 1/f Noise in the Interplanetary Magnetic Field, *Phys. Rev. Lett.*, 57, 4, 495.
- (19) Nayak, S.K., Ramaswamy, R., Chakravarty, C., 1995, 1/f Spectra in Finite Atomic Clusters, *Phys. Rev. Lett.*, 74, 21, 4181.
- (20) Csabai, I., 1994, 1/f Noise in Computer Network Traffic, *J. Phys. A*, 27, L417.
- (21) Gopala, K., Athiba Azhar, M., Swamy, 1994, 1/f Noise in the Decay of ^{90}Sr - ^{90}Y , *Phys. Rev E*, 50, 4, 2588.
- (22) Andrade Jr., J.S., Wainer, I., Mendes Filho, J., Moreira, J.E., 1995, Self-Organized Criticality in the El Niño Southern Oscillation, *Physica A*, 215, 331.
- (23) Pavlos, G.P., Karakatsanis, L., Latoussakis, J.B., Dialetis, D., Papaioannou, G., 1994, Chaotic Analysis of a Time Series Composed of Seismic Events Recorded in Japan, *Int. J. Bifurcations and Chaos*, 4, 1, 87.
- (24) Voss, R.F., 1992, Evolution of Long-Range Fractal Correlations and 1/f Noise in DNA Base Sequences, *Phys. Rev. Lett.*, 68, 25, 3805. Buldyrev, S.V., Goldberger, A.L., Havlin, S., et al., 1993, Fractal Landscapes and Molecular Evolution: Modeling the Myosin Heavy Chain Gene Family, *Biophys. J.*, 65, 2673. Li, W., Marr, T.G., Kaneko, K., 1994, Understanding Long-Range Correlations in DNA Sequences, *Physica D*, 75, 392. Buldyrev, S.V., Goldberger, A.L., Havlin, S., et al., 1995, Long-Range Correlation Properties of Coding and Noncoding DNA Sequences: GenBank Analysis, *Phys. Rev. E*, 51, 5, 5084.
- (25) Ebeling, W., Neiman, A., 1995, Long-Range Correlations Between Letters and Sentences in Texts, *Physica A*, 215, 233.
- (26) Gopnik, M., 1977, Scientific Theories as Meta-Semiotic Systems, *Semiotica*, 21, 3/4, 211.
- (27) Casti, J.L. 1995, Bell Curves and Monkey Languages, *Complexity*, 1, 1, 12.
- (28) Manders, K.L., 1979, The Theory of All Substructures of a Structure: Characterization and Decision Problems, *The Journal of Symbolic Logic*, 44, 4, 583.
- (29) Huse, D.A., Fisher, D.S., 1987, Dynamics of Droplet Fluctuations in Pure and Random Ising Systems, *Phys. Rev. B*, 35, 13, 6841. Obukhov, S.P., 1990, Self-Organized Criticality: Goldstone Modes and Their Interactions, *Phys. Rev. Lett.*, 65, 12, 1395; 1992, *Phys. Rev. Lett.*, 68, 4, 547. Usher, M., Stemmler, M., Olami, Z., 1995, Dynamic
- (30) Slepian, D., 1976, On Bandwidth, *Proc. IEEE*, 64, 3, 292. Lafrance, P., *Fundamental Concepts in Communication*, Prentice-Hall, 1990.
- (31) Kleene, S.C., *Introduction to Metamathematics*, D. van Nostrand, 1952.
- (32) Bourbaki, N., Univers, in Artin, M., Grothendieck, A., Verdier, J.L., org., *Théorie des Topos et Cohomologie Étale des Schémas*, SGA 4, LNM, 269, Springer-Verlag, 1972.
- (33) Bourbaki, N., *Éléments de Mathématique, Théorie des Ensembles*, Diffusion C.C.L.S., Paris, 1977.
- (34) Sigmund, K., 1995, Darwin's "Circles of Complexity": Assembling Ecological Communities, *Complexity*, 1, 1, 40.

A História da Física na Grécia Antiga

2ª Parte

Ariel Guerreiro

B) A ESCOLA PITAGÓRICA

A grande preocupação da Escola Pitagórica é o comportamento das coisas, que tenta explicar sem recurso ou referência à matéria ou substância, mas à forma. Introduz assim uma ideia importantíssima, uma ideia que vive ainda hoje : o Universo apresenta uma estrutura matemática.

O seu maior mentor foi Pitágoras (572?-497). O pensamento pitagórico é místico, buscando o ser divino na unidade do número - o Um: a multiplicidade é engendrada pela divisão do número; os vários números ao fundirem-se podem restituir a unidade.

Qualquer número tal como o Mundo é um arranjo de pontos. Cada parte do Mundo é expressa por um número; o número é uma individualidade que expressa as relações da parte e do Todo no interior de uma harmonia! Os números só não são confundidos com as coisas pois estes são anteriores, são o Arquê, a fonte, a raiz das coisas.

A visão Pitagórica do Mundo é expressa sob a forma de uma harmonia musical simbolizada pelos acordes da lira de Orfeu, onde tudo é consonância e simpatia.

C) A ESCOLA DE ELEIA

Enquanto os Jônicos e os Pitagóricos afirmam dois grandes princípios, por um lado, o princípio permanente único, o ser e por outro lado, a multiplicidade variável de seres, o Devir, os Eleatas tomam-nos como ilusões do senso comum e atribuem à razão o título de única mãe da Verdade. Para eles o senso comum dá acesso ao Devir, porém a sensibilidade não vai além da aparência. Só a razão dá o ser único e imutável que governa todas as coisas pela força da sua inteligência.

Xenófanes de Colon (580-484) é um dos grandes mestres desta escola. Opõe o saber à aparência e atribui a Deus o único conhecimento verdadeiro e ao homem apenas o poder da conjectura.

Denuncia a representação antropomórfica dos Deuses nas grandes

narrativas de Homero (pai das actuais telenovelas) e a imoralidade dos seus actos. Para ele o Deus único é a substância em si mesma, a unidade e unicidade de todas as coisas. O seu corpo é o Mundo onde habitam os mortais, é esférico e idêntico em todas as direcções, imóvel e não engendrado, finito e uno. Este Deus governa todas as coisas, as quais são operadas no coração do ser.

Não há, pois, um Devir do ser, mas sim um Devir no seio do ser.

Parménides (590-450) é o outro grande mestre desta escola. Para ele o conhecimento tem duas vias:

-A via da verdade baseada num conhecimento puramente racional; aqui o homem consegue chegar à essência autêntica das coisas.

-A via da opinião baseada num saber ligado às sensações e à percepção; aqui o homem conhece a pluralidade das coisas, o que não passa de aparência sem realidade própria.

A sua Metafísica afirma um ser não engendrado e imperecível, sem fim, nunca foi ou será pois é agora todo inteiro. A sua natureza é indivisível e imóvel.

Paralelamente aos espíritos de Xenófanes e Parménides existe o pai da dialética: Zenão (410-?). Tal como os doze de Inglaterra (um Magriço pelas ideias Eleatas), parte em defesa da sua dama opondo a ordem imutável e abstracta à perpétua mudança do Mundo. As suas armas são as aporias. As aporias de Zenão têm ao longo da história um impacto na análise filosófica de vários problemas matemáticos e físicos, nomeadamente na

análise e descrição das noções de infinito e de conjunto, tempo e espaço, movimento e cálculo infinitesimal.

PLATÃO

A teoria platónica do conhecimento é a herdeira do eleatismo e do pitagorismo, mas enquanto o eleatismo desemboca na "verificação da impotência da razão Humana, Platão pensa que o homem participou das

ideias divinas e pode recordá-las".

"O Universo é o que devem sempre e nunca é", sendo feito de coisas visíveis das quais só conhecemos a aparência; o conhecimento que dele temos só pode ser conjectural. Ao invés, as ideias são e sempre foram eternas: elas são inteligíveis. Por causa da sua existência eterna, os seres matemáticos são cognoscíveis e oferecem uma via de acesso ao conhecimento da harmonia do que é inteligível, mas não nos permitem chegar aos cognoscíveis absolutos que só a intuição pode atingir.

A Física platónica inscreve-se neste contexto filosófico: o Deus moldou o Mundo ordenando a massa das coisas visíveis que se movia sem regra nem ordem. O Mundo é "a cópia visível, e submetida ao Devir, de um modelo inteligível e sempre o mesmo que é o vivo em si, o animal perfeito". O Mundo é visível e tangível, sendo por conseguinte composto de Fogo e de Terra; a estes dois elementos junta Platão dois elementos intermédios: a Água e o Ar; retomando assim os quatro elementos de Empédocles, mas tais elementos são para ele corpos sólidos perfeitos cujas faces são junções de triângulos rectângulos, escalenos e isósceles, que podem transformar-se uns nos outros: o Fogo, o mais móvel dos elementos, tem a forma de uma pirâmide; a Terra, o mais estável, a forma de um cubo. As transformações dos elementos e as suas combinações permitem dar conta da variedade dos corpos e dos estados da matéria. Dos arranjos geométricos dos elementos nos corpos resulta a diversidade das sensações que deles recebemos.

Fazendo sua a doutrina eleática segundo a qual é impossível entender o Devir a partir de uma substância imutável, Platão considera que Deus fez a alma do Mundo compondo a substância indivisível que é sempre a mesma-"o Mesmo"-, e a substância divisível que devem sempre-"o Outro"-, numa substância intermédia que participa do Mesmo e do Outro. Ele

marca assim de uma maneira alegórica a necessidade de procurar um invariante para tornar inteligível o princípio do movimento.

O Mundo, encerrando em si a totalidade das coisas, tem a forma perfeita da esfera e gira sobre si próprio: o equador é a linha do Mesmo, a esfera da Terra está pousada imóvel no centro do Mundo, as diferentes esferas celestes possuem raios que têm entre si as proporções de uma harmonia matemática. Estas esferas sustentam o Sol e os planetas que são almas cuja inteligência gira sobre si mesma segundo a órbita do Outro, a eclíptica.

Ao passo que nos pré-socráticos a preocupação essencial é o conhecimento do cosmos e da sua génese, e, para alguns deles, as condições deste conhecimento, em Platão a preocupação essencial é a política e social; o que motiva o estudo cosmológico do *Timeu* é a apreciação do lugar do homem no Universo. O objectivo de Platão é reencontrar a harmonia existente entre o Universo e o Homem concebidos cada qual como um macrocosmo e um microcosmo apresentando uma similitude de leis.

ARISTÓTELES

Aristóteles (384-322) é discípulo de Platão e, enquanto jovem, defende com fervor místico o idealismo e as ideias do Mestre. Contudo, ao amadurecer torna-se insatisfeito e procura novas concepções da ciência.

A *Filosofia* de Platão era também uma preparação mística para a morte. Assim a alma era considerada um ser perfeito que renascia no mundo imperfeito das coisas esquecida do seu estado de excelência. O grau de esquecimento e a posição hierárquica no cosmos com que cada alma renasce dependem da ascense tida na sua vida anterior. Aristóteles faz suceder à *Filosofia* de Platão uma *Filosofia* virada para a compreensão da vida universal.

Aristóteles aponta as sensações como fonte de saber; para ele uma coisa só pode ser conhecida se os seus atributos forem determinados:

1. a sua organização (matéria e forma)
2. a quantidade
3. a pluralidade

4. a sua disposição relativa aos outros objectos

Aos diferentes graus de abstracção correspondem diversos ramos de ciência.

A Física aborda as qualidades sensíveis dos objectos e os seus movimentos ou mudanças; por sua vez, a Matemática estuda as características discretas e contínuas dos seres reais ou ideais fazendo uso da Aritmética e da Geometria. Já a Metafísica reflecte sobre o ser abstraíndo qualquer atributo para além da entelêquia do objecto e do cosmos. Com isto surge na história uma das primeiras distinções entre Matemática, Física e Metafísica.

Aristóteles elabora a descrição de processos cognitivos como o raciocínio indutivo e dedutivo. Na obra *Organon* Aristóteles descreve o raciocínio dedutivo como um encadeamento de silogismos que caminha do geral ao particular. Actualmente pode ser encarado como análise da Lei que explica o Facto.

Consequentemente constrói o conceito de ciência acabada. Uma ciência acabada é uma ciência axiomatizada fundada, por um lado em axiomas, que são verdades evidentes ou generalizações sempre reversíveis (por observação ou experimentação), por outro lado em conceitos e definições que incidem sobre objectos reais ou do pensamento.

Os axiomas de uma ciência não podem ser demonstrados no seio desta ciência, mas podem sê-lo numa abstracção mais geral; Metafísica.

Para Aristóteles o raciocínio indutivo pode ser igualmente colocado sob a forma de silogismos, mas, partindo do facto e do particular para chegar ao geral e abstracto, as suas conclusões não têm um carácter de necessidades absolutas e são sempre reversíveis.

A Física de Aristóteles é a ciência do ser natural: aquele que traz em si o princípio do movimento e do repouso. Inspirado pelos Eleatas, admite que o Ser não pode vir do não Ser e que assim o Ser não pode ser absolutamente uno.

O movimento só se torna possível porque o Ser é uno em acto, mas múltiplo em potência. Passar de uma forma a outra, passar da potência ao acto, eis o princípio que permite

descrever as transformações e o movimento. O movimento é um processo que, indo de um começo para um termo, não pode ser separado em partes, a não ser pelo pensamento, pois tal como o tempo e o lugar, o movimento é contínuo e a sua divisão vai até ao infinito, e o infinito só existe em potência.

A forma de realizar o termo do movimento é, em última análise, o que impulsiona as transformações, o que Aristóteles chama de causa final.

Tal como a causa final, existem outras três causas que tornam inteligível a dignificação e afirmação do ser. Elas são:

1. a material
2. a formal
3. a motora

A percepção de movimento de Aristóteles é magnífica; ele assume o movimento como um processo irreversível que leva um corpo de um equilíbrio perdido sob o efeito de uma violência a um termo no qual o equilíbrio é finalmente reencontrado.

Aristóteles admite um princípio de movimento de carácter dinamista segundo o qual todo o movimento é engendrado por um motor. O movimento natural é gerado por um motor interno enquanto um movimento violento é criado pela acção de outro corpo que lhe é contíguo, ou seja, pela natureza deste.

PARA O PRÓXIMO NÚMERO:
O PERÍODO HELENÍSTICO
OS GRANDES SOCRÁTICOS
A ESCOLA DE ALEXANDRIA

BIBLIOGRAFIA

§ Costa, A. Amorim da; *Introdução à História e Filosofia das Ciências*; Publicações Europa-América.

§ Locqueneux, Robert; *História da Física*; Publicações Europa-América.

§ Platão; *Diálogos de Platão*: Fedón, Critón; Publicações Europa-América.

PULSAR

**Um Jornal
Feito Por Estudantes
Para
Estudantes
COLABORA**

Entrega os teus textos a um
qualquer colaborador do jornal ou
remete-os para a morada indicada
na Ficha Técnica do jornal

Partiu

Partiu. Após tantos anos, tantos bons e maus momentos, partiu, finalmente.

Foi numa tarde chuvosa, de equinócio de Setembro. Uma tarde clara, contudo, apesar da fina manta nebulosa que borrifava o asfalto com suave chuvisco, colorido e elegante nas espirais que descrevia ao sabor da brisa forte. O único movimento em todo o cais; o Tejo, apático, doente, as suas águas mal lambiam o paredão de pedra esverdeada.

Tudo estava silencioso em redor, e ela também. De cabelos soltos, esvoaçando ao vento, uma enorme mala poisada no chão a seu lado, olhava o Tejo. Olhava as águas cinzentas e tristes, dançando ainda a valsa de uma Natureza agonizante, desfazendo-se melancolicamente no paredão da doca.

Tudo estava silencioso, tão silencioso que cada um de nós apostaria estar sózinho no mundo. Nem trocas de olhares, nem gestos de despedida, nem palavras de tristeza, nem suspiros angustiados; nada. A calma imperava nessa tarde, como se o Tempo se tivesse deixado passar pelas brasas; mas era tudo uma ilusão, tudo um engano. O rio, a cidade, o céu, o vento, todos vigiavam, esperando o fim trágico a que essa tarde estava destinada. Eu tinha a presença dela profundamente marcada na minha consciência, e tenho a certeza de que partilhávamos ambos essa mesma sensação.

E o tempo passava e a tarde avançava, até que, ao longe, se pôde distinguir, através do véu cinzento da chuva, a traineira do pescador amigo. Ele prometera levá-la a Sines, para ela se encontrar com os seus pais, daí partindo todos para a Bélgica, onde facilmente arranjariam meios para chegar ao Luxemburgo.

A traineira aproximava-se lentamente. Não sabíamos o que dizer um ao outro. Certamente, muita coisa haveria ainda para ser dita; tudo, pelo menos, quanto não tinha sido dito ao longo de tantos anos. Mas, naquele momento crítico, não saía.

A traineira chegou, pachorrenta. Era uma embarcação velha, que em tempos idos teria sido azul e branca. Cortava-

me o coração a ideia de a ver partir em tal jangada, que balançava de maneira assustadora, apesar de mal se notar qualquer movimento nas águas do rio. O arrais chamou-a.

Ela continuou erecta, pregada ao chão, e olhava-me, e eu olhava-a, e tentávamos dizer pelos olhos os sentimentos, as angústias, a dor que que não conseguíamos articular em palavras. O arrais tornou a chamá-la. Tinha já amarrado a embarcação ao cais, e vinha em nossa direcção. Eu chamei-lhe "o pescador amigo"? Amigo, talvez, porque desviara a sua rota até Lisboa para levar a filha de um antigo companheiro que lhe tinha salvo a vida; mas, naquele momento, era o pior dos tiranos. Um lobo do mar de tez escurecida, barba mal aparada e cara vincada de quantos naufrágios enfrentara corajosamente; para mim, contudo, cada vinco era um pecado, e ele e a sua barca tresandavam a Inferno. Tornou ele a chamá-la, evidenciando sinais de impaciência. Veio pegar-lhe na mala, e ela seguiu-o, como que atraída magneticamente, deitando contudo inúmeros olhares para trás, para mim, que a observava imóvel, até que, animado por um impulso violento, fiz um movimento na sua direcção, como se a fosse seguir. Ela, entrando já na barcaça, parou, talvez angustiada, os seus olhos tremendo com os meus; o marinheiro pegou-lhe no braço e puxou-a para dentro, e soltou as amarras. Arrebatava-ma!

"Ei-los que partem, novos e velhos..."

Ela partia. Quando vi a traineira deixar a doca e sulcar indolentemente as águas cinzentas, tomei consciência do verdadeiro significado daquela partida. Alguma vez a tornarei a ver? Isso, só o destino o dirá. Contudo, naquele momento, a ideia de a perder para sempre deixou-me aterrorizado. Precipitei-me na direcção do barco, dominado por algum pensamento pouco saudável; mas esse, fosse qual fosse, morreu contra um poste de ferro ferrugento, ao qual me agarrei, sem forças para prosseguir. Olhei para baixo; as ondas desfaziam-se no paredão, mesmo por baixo dos meus pés: o rio estava visivelmente mais agitado do que momentos atrás. No barco, que se afastava lentamente, ela tinha virado a cabeça e agarrava com força a amurada. Talvez lhe

acorressem, também, os pensamentos violentos que começavam a enegrecer o meu espírito.

Durante algum tempo, não fui capaz de me mover; perdera toda a consciência do que me rodeava, o meu espírito mergulhara em trevas de profundidade insondável. Quando, por fim, voltei a mim, tinha caído de joelhos, agarrando ainda o poste, e parara de chover. O Sol, já baixo no horizonte, fazia por entre farrapos de nuvens a sua derradeira visita desse dia aqueles lugares tristes, antes de a noite tudo cobrir com o seu manto de esquecimento. A traineira já ia longe, levando a bordo aquela por quem eu tudo teria feito, e que acorria assim ao chamamento dos pais, que ma queriam levar, *qui sait?*, para sempre! E com que direito?

Oh, raiva eterna, com que direito a queriam reclamar eles, que não a viam desde que a tinham confiado aos cuidados da tia rica, já lá vão mais de dez anos! E que direito tivera a velha miserável para lhes arranjar a vida junto da sua própria família, no Luxemburgo?! E que direito tinham eles de me deixar para trás?

Oh, pudesse eu fazer justiça a tal gente, gente vil e egoísta, que assim destruía a vida de dois jovens, evocando princípios de mérito duvidoso, como aqueles que põem os laços de sangue à frente das amarras da alma! Ah, que vontade eu tive de fazer mal a esta gente, de lhes destruir as vidas, como eles me tinham esmigalhado a minha!

Uma enorme onda veio bater contra o paredão, fazendo-me levantar de repente. Já só tinha uma ideia em mente: correr. Não sei porque corri, mas foi um impulso da Alma, e isso era justificação suficiente. Se há alguma coisa que deve comandar a minha vida, além da minha vontade, seja a Loucura! Pois não é ela pura e maravilhosamente irracional, fruto apenas dos meus sentimentos espontâneos? Um louco age guiado por um Sol resplandecente, que o ilumina, aquece e conforta diariamente, ou pelas Trevas eternas, que tudo atraem e de que nada pode escapar. Em tempos, eu tive um Sol; tive uma estrela feita toda de Luz e nenhuma matéria, mas foi-me encoberta. Escondida, levada para longe e enterrada sovinaamente, como o

rico que possui o maior dos tesouros e o esconde numa cave para não partilhar com mais ninguém o prazer que lhe proporciona a sua contemplação. Eclipsada por uma horrenda casca de noz carunchosa e fedorenta...

A traineira já lá ía. Eu corri mais do que as forças me permitiriam, mas corri com a Alma, motor imóvel que tudo produz e nada consome; no entanto, a barca afastava-se sempre. A dado momento, muitos outros pescadores juntaram os seus barcos aquele em que ela me deixava. Eu segui-o com o olhar, até que ele desapareceu com o Sol que se punha, deixando para trás nuvens de tons rosados e alegres... Oh, e que dor isso me não causou! Até a Natureza mostrava o seu desprezo pela minha mágoa, de nada valia a dor da mais insignificante de todas as criaturas vivas!

E com o Sol se foi o barco, com o barco foi-se ela, para além do Cabo Espichel, e no Tejo só ficaram alguns barcos de desporto, exibindo sem vergonha as suas velas de cores garridas e estúpidas.

Fiquei mais algum tempo a olhar o horizonte, no ponto onde tinha visto desaparecer a traineira que me arrebatara, vendo as nuvens tomar tons rubros cada vez mais escuros, sentindo o ar ficar mais pesado. Olhei para o mar, para a praia. As ondas quebravam-se na areia amarelo-desbotado com invulgar violência, e nuvens negras devoravam a cúpula celeste, avançando implacavelmente do Norte gelado. Uma fortaleza de pedra escura enfrentava corajosamente as águas encrespadas do Tejo, onde estas lutavam furiosamente com o oceano, que as tentava impedir de espalhar as nossas lágrimas derradeiras por esses mares fora... A noite caía, e a saudade crescia já dentro de mim, devorando-me o espírito.

A Saudade! Será possível palavra tão Lusitana, tão nossa... será possível que outros povos de menor alma não tenham um miserável vocábulo que exprima de maneira tão magoada esse sentimento tão puro que consegue unir duas pessoas separadas ainda que por meio Mundo?...

Um trovão fez estremecer o ar pesado... Pouco depois, um aterrador relâmpago, seguido de novo trovão, cegou-me o espírito e eu corri, para Norte e para Leste, e para cima, esperando que as forças me não

poupassem e que acabasse de vez a minha provação... Coragem?... Precisava eu dela, agora, que já nada me prendia a esta Vida de dor e raiva eternas? Eu só queria correr, correr e morrer... Mas até essa última vontade me tinha sido negada, uma vez que, ao chegar a uma elevação, caí de joelhos na lama e não pude pender a cabeça...

No local em que, pela última vez, eu tinha visto a embarcação em que ela partira, desenrolava-se agora o mais maravilhoso dos espectáculos da Natureza: o céu, coberto todo de um manto negro de reflexos rubros, como se uma fornalha ardesse por baixo, cospia raios e chuva densa... O ar, tenebroso, dominado pelo som de artilharia pesada; a barra do Tejo transformara-se em mais um campo de batalha entre os Elementos, a derradeira, destinada a deixar assim marcada a nossa separação com a promessa de que um dia nos tornaremos a ver, quando as nossas almas não forem mais do que massas na balança justa do Criador. E aí, todas as nossas contas seriam ajustadas; aí, o Deus Vingador faria cair a sua Justiça sobre aqueles que, impiamente, assim tinham destruído as nossas vidas...

Ah, rio cruel, que me levaste...
pereças tu hoje em violência e dor

agonizante, e leva-me contigo, agora que perdida está toda a esperança... Mas, que digo eu? A Esperança, não é ela a última a morrer? Sim, é esse o cruel destino dos homens... mas eu já estava morto... perdido para sempre para tudo e para todos... só precisava que o rio me levasse o cadáver para as profundezas esquecidas do Oceano, ou que um raio o reduzisse a cinzas, e o vento as espalhasse por aí... e nova escuridão me separou deste mundo.

Quando, finalmente, regressei ao meu corpo, à mortalha do meu espírito apagado, compreendi, enfim, o cruel destino a que me condenara a Natureza: o pior dos destinos, a pavorosa Conformação! Eu, morta agora a minha alma, viveria para sempre na penumbra de um mundo sem esperança... Jamais tornaria a amar, jamais tornaria a odiar... O desprezo profundo pela vida dominaria a minha acção, doravante... Riria, comeria, beberia, faria dinheiro, daria o meu contributo para o bem-estar da Humanidade...

Mas, nos mais recônditos e inacessíveis lugares da minha consciência, ficará para sempre de saudade marcada a sombra desse fatídico dia: ela partiu.

Luis Mata da Silva

Bruma

*A mão treme-me,
serão estas as últimas linhas
que escreverei,
antes de o meu corpo se ter consumido?
A desgastante espera, até quando permanecerá?
Sim,... és tu,
a causa de tal prurido espiritual;
os dias...
longos como as noites de insónia...
Por vezes,
a chama é afagada por breves momentos de diálogo,
que cada vez mais se tornam insuficientes...
A noite cai, só...
Deitado, olho o relógio,
que teima (ilusoriamente) em ficar estagnado...
Após várias tentativas, o sono vence,
uma pálpebra desliza lentamente,
sobre a retina resplandecente,
espelhando a tua imagem num fulgor intensamente magnético...
Por fim, a outra pálpebra desliza, mais lentamente,
como que,
não querendo que o sono se apodere para sempre
de tal brilho que ilumina o meu inconsciente
numa mais intranquilamente tranquilizadora curta noite de sono...
E desta forma,
se passaram vários dias,
desde o momento eterno em que te conheci...*

Hugo Parelho

"DESPEDIDA"

*O vento voava, eriçava
A verde relva viçosa
E o mar rugia e roncava
Com um ronco tão rouco
E tão pouco
Era o desejo de partir!*

*O amor deixa saudade
E a teima que o homem tem
De amar de tudo um pouco
E de tudo sentir saudade;
De tudo lembrar, recordar
(Disso sentir vaidade)
E não vê o bruto que amar
é dor!
Amar é também calor
Amar é viver, porque
Viver é sofrer
Viver é amar!
Mas o amor fere o coração
Sem dó nem compaixão
Quebra a bela união
de dois seres em harmonia
e completa alegria...*

José Pedro Pereira 14/10/93

EIS O QUE EU GOSTO!

*Gosto de envelhecer sem mais nada
Que o sabor canceroso da cinza e do fumo.
O suicídio é demasiado consciente.
Gosto das coisas inconscientes,
De tudo que faça parte dos sonhos.
Gosto de acordar e não me lembrar deles.
Gosto que não tenham significado.*

Sigmund Freud era um fala-barato!

*(Quem me dera nascer de novo
Antes ou depois de tudo
E depois morrer sem dar por isso.)*

*Gosto de úteros vazios e murchos,
Do modo como ninguém se apercebe deles.
Pronto! Não vale a pena continuar,
Todos já perceberam que aqui
Não nasce nem morre nada nem ninguém.*

Rui Fernandes

CURIOSIDADE OU INTERESSE MATERIAL?

*Desde a Primeira Idade,
A da Pedra Lascada,
Era a curiosidade.*

*Ou seria, em vez disso,
Apenas a vontade
De dominar o Mundo,
De o ter ao seu serviço?*

*Eu creio, mais que tudo,
Na ânsia de infinito;
Naquele ancestral grito
Dos avoengos meus,
Clamando desde sempre
Pelo perdido Deus.*

*2/10/94
Fernando Passos*

O PASSO MAIS RECENTE

*O Grande Navio a novo Porto atraca,
Descobrimo a força da força electrofraca.
Era preciso ter uma alma de poeta
Para casar o decaimento beta
(A recente e estranha Radioactividade)
Com os velhos conhecidos - Magnetismo e Electricidade.
...Que perfeita Realidade,
Capaz de chamar na hora certa os homens certos,
Para desvendar mais um dos seus designios encobertos...*

*E o Grande Navio faz-se de novo ao Mar,
Para procurar, vivo ou morto,
Se ele existir, o Último Porto...*

*14/10/94
Fernando Passos*

$$3=2?$$
$$300=4!?$$

Rui Pereira

Acalma-te, amigo(a) leitor(a), não é o que estás a pensar! Trata-se apenas de um jogo com que te poderás divertir bastante. Se gostas de passatempos matemáticos, lê a explicação...

Conheces certamente aqueles jogos com números, que por vezes surgem em livros e revistas, do tipo “escreva uma expressão para cada número de 1 a 100 utilizando apenas quatro quatros”. É dada a lista das operações autorizadas - geralmente as quatro operações básicas, potências, raízes e por vezes factoriais e arredondamentos. Se calhar até já brincaste um pouco com esses problemas...

Vamos aqui propor-te que te distraias com um problema deste tipo, que consiste em descobrir fórmulas para obter os números inteiros em que intervêm comboios de números 0, 1, 2, ... por esta ordem. Quais são as operações e sinais permitidos? Aqui ficam:

- Adição, subtracção, multiplicação e divisão (+, -, , /);
- Potenciação (indicada pelas expressões em expoente);
- Troca de sinal (um “-” atrás de uma expressão);
- Parêntesis;
- Raiz quadrada;
- Factorial, indicado pelo ponto de exclamação;
- Somatório, uma operação invulgar indicada pelo ponto de interrogação.

Como funciona esta última operação? Nada mais simples. Chamaremos somatório de n , indicado por $n?$, à soma de todos os inteiros entre 1 e n . Trata-se portanto de um factorial, mas a somar, por assim dizer. Da regra da soma da progressão aritmética obtém-se que $n? = n(n+1)/2$. Será que esta operação estranha saiu da minha cabeça? Não. Na realidade, vi-a num artigo de Pierre Berloquin na “Science & Vie” (Janeiro de 1984).

Fornecida a informação básica, passemos à acção!

Para as nossas modestas fórmulas de partida vamos só utilizar o primeiro número, o zero. O que se pode fazer com tão modesto indivíduo? Bem, comecemos por encontrar uma fórmula que, utilizando o tal zero, dê zero. Não parece muito difícil:

De facto, alternativas não faltam. Vamos agora brincar aos mágicos e criar qualquer coisa a partir do nada, isto é, obter 1 a partir do zero. Há uma hipótese:

$$0! = 1$$

Infelizmente, com o zero isto é o máximo a que podemos aspirar. Vamos então passar ao segundo tipo de fórmulas, em que temos 0 e 1. Não é difícil descobrir que

$$0 \times 1 = 0$$

$$0 + 1 = 1$$

$$0! + 1 = 2$$

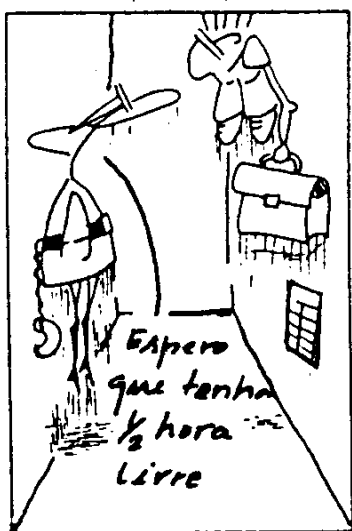
Para o número 3 as coisas parecem complicadas, mas olha bem para o título deste artigo... está lá a solução! Pois é, $2? = 1+2$, pelo que um ponto de interrogação bem colocado transforma 2 em 3:

$$(0!+1)? = 3$$

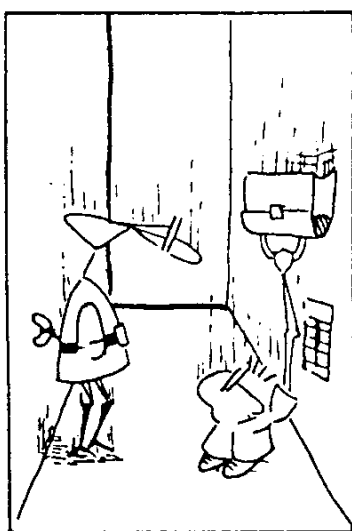
Pior será obter 4 ou 5. Aparentemente, é impossível. Ainda mal refeitos desta decepção, vamos subir mais um degrau na escada da complexidade e tentar fórmulas com 0, 1 e 2. Apenas com estes três números, conseguimos obter todos os inteiros de 0 a 12. Uma fórmula possível para obter 12 é:

$$(0!+1)?! \times 2 = 12$$

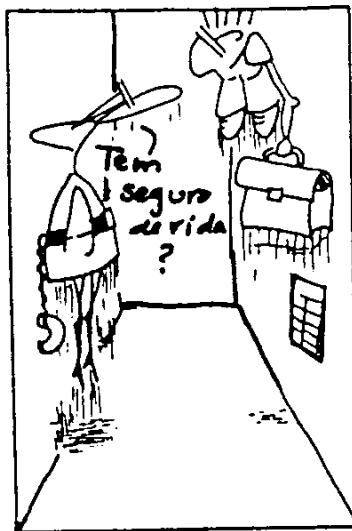
Será que consegues descobrir as outras? Nenhuma é muito difícil... e já agora tenta uma para 13, que eu nunca consegui.



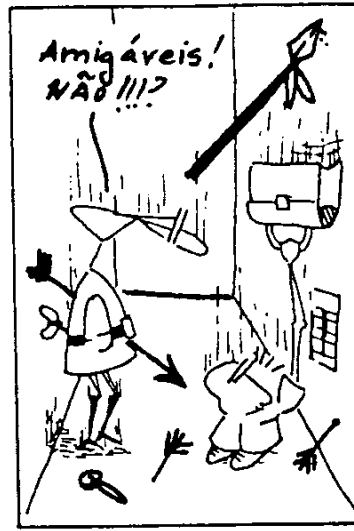
... Andar 5 para Andar 4...



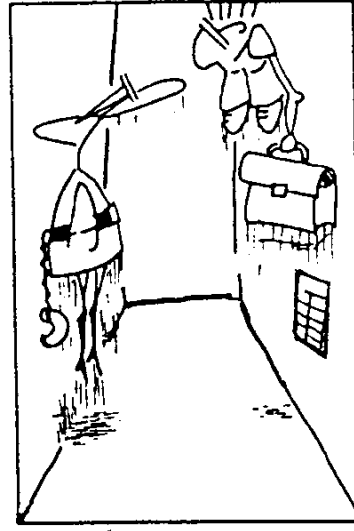
... Andar 4 para Andar 5 "outra vez!!"



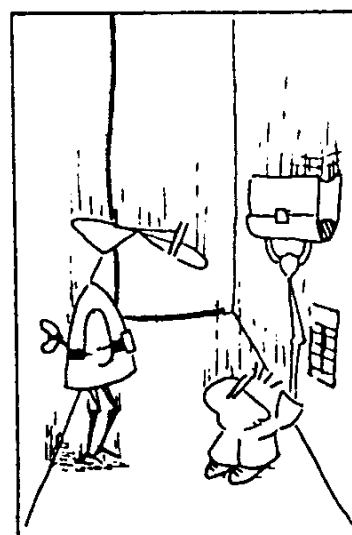
... Andar 5 para Andar 0134 Antipodas: "Ilha dos Canibais"



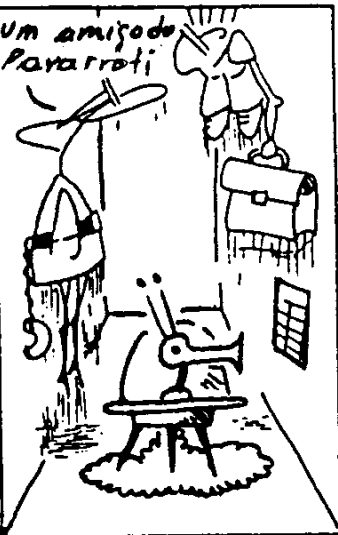
... De volta ao IST, para o andar 2



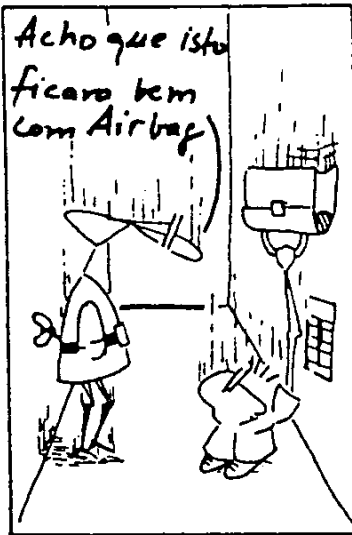
... Andar 2 para Andar 01



... Andar 01 para Andar 3x10 Posat



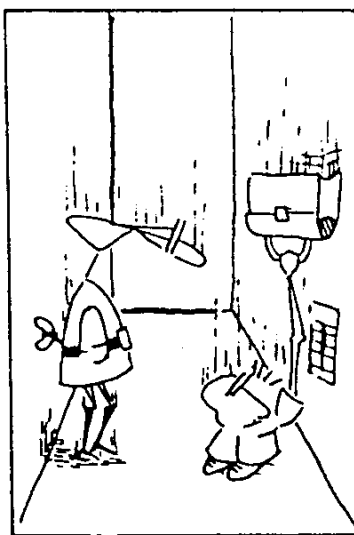
... Andar 01...



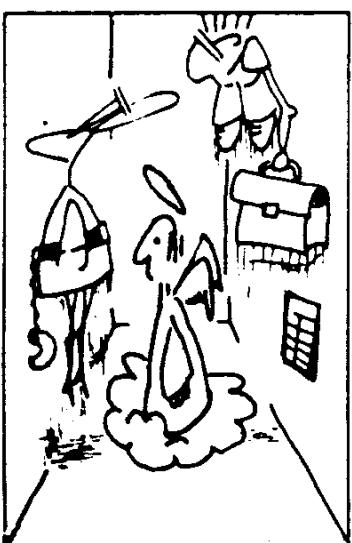
... Andar 5...



... Andar 3...



... Andar 1x10...



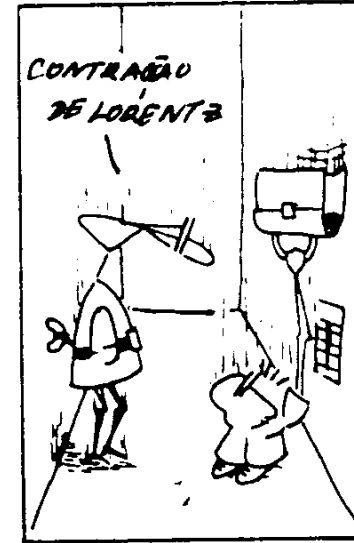
... Andar 7.D.D...



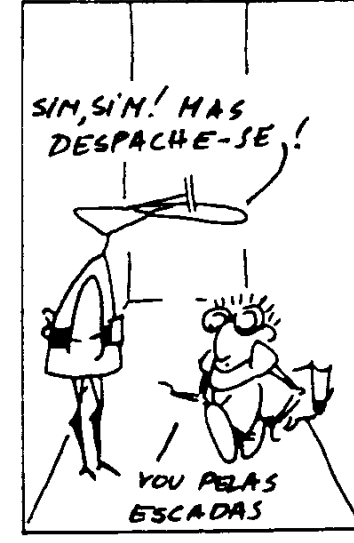
... Andar 701...



o Andar do Deus da CASA (NÃO FAZ MILAGRES)

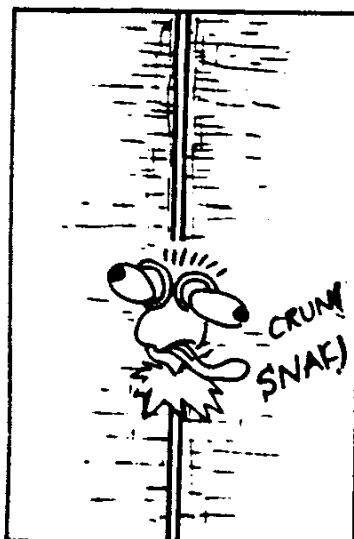


... Andar 01...

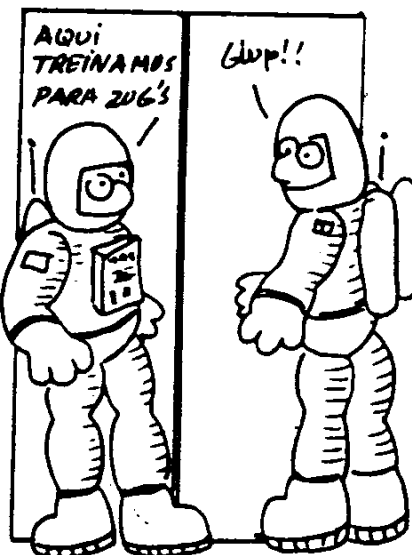


... Andar $1-\frac{v^2}{c^2}$...

... Andar 1...



"QUEM TE AVISA TEU AMIGO É!"



...MAIS TARDE...



QUEM DISSE QUE FOI COM MALÇAS



SERA' ELE A PRÓXIMA VÍTIMA!?'



...E LA' VAMOS NÓS OUTRA VEZ.....