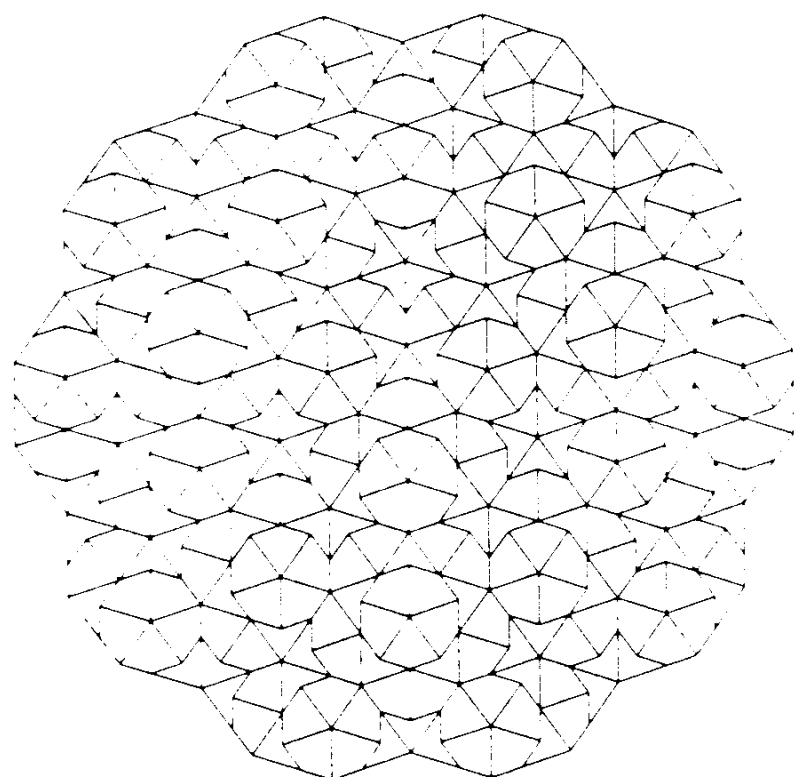


P U L S A R

Jornal dos Estudantes de Eng. Física Tecnológica - LEFT IST

Maio 1996

NÚMERO 5

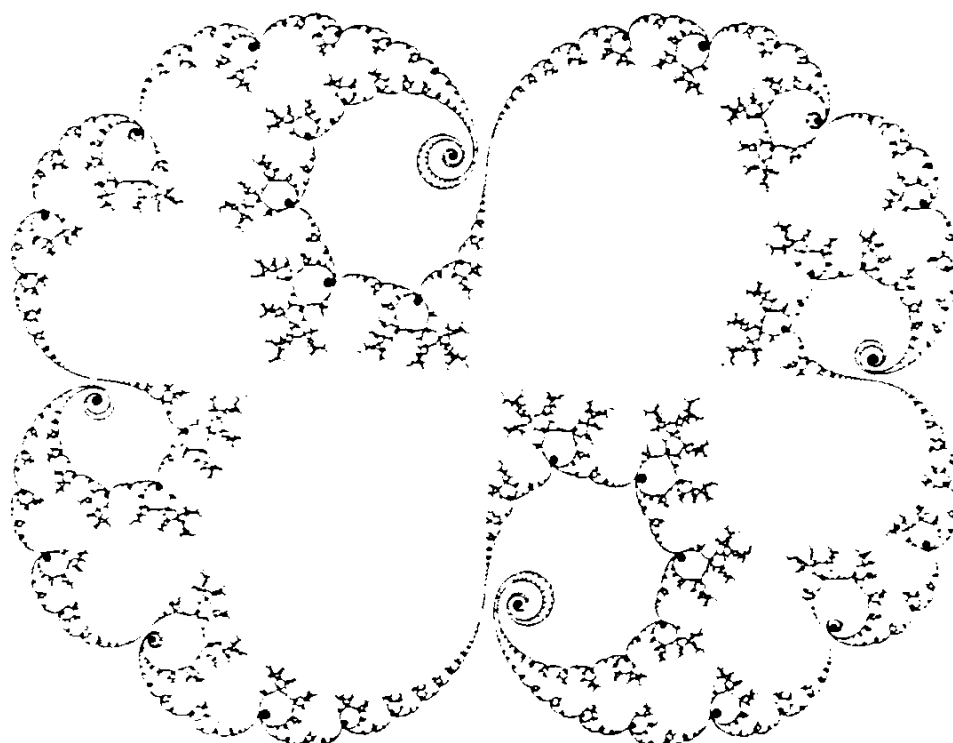


LEFT:
Reforma aos 12 anos?

**Entrevista ao Professor
João Resina Rodrigues**

Geometria Quântica

**Simetria, Grupos e
Física**



Sumário

- **Entrevista ao Professor João Resina Rodrigues**
André Gouveia e Tiago Mota Página 3
- **LEFT: Reforma aos 12 anos ?**
Filipe Moura, Mónica Martins, Yasser Omar Página 7
- **História da Física na Grécia Antiga**
Ariel Guerreiro Página 12
- **Geometria Quântica**
Carlos Ramos, Nuno Cruz, Nuno Leonardo Página 15
- **Simetria, Grupos e Física**
Carlos Ramos Página 17
- **Conto Interminável...**
José Pedro Pereira Página 19
- **Do Xadrez**
Romeu Garcia Página 21
- **Poesia** Página 22
- **$1 + 1 = 1$**
Rui Fernandes Página 23

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

Editor: Pedro Martins **Secção Científica:** Nuno Leonardo (Coordenador), Ariel Guerreiro, Carlos Ramos, David Fernandes, José Barros, Nuno Cruz, Paulo Cunha, Pedro Martins **Secção Cultural:** Hugo P. Gomes (Coordenador), João Jorge Santos, José Pedro Pereira, Patrícia Simões

Espaço do Curso: André Gouveia (Coordenador), Filipe Moura, Mónica Martins, Tiago Mota **Colaboração neste número:** Romeu Garcia, Rui Fernandes **Arranjo Gráfico:** Pedro Martins **Tiragem:** 500 exemplares

Editorial

Maio de 1996

O *PULSAR* faz um ano, e como é típico destas ocasiões uma análise ao que ficou para trás impõe-se.

Em apenas um ano muitas alterações se verificaram na LEFT e muito nos apraz que o *PULSAR* tenha contribuído para algumas positivas mudanças. De facto o *PULSAR* tem sabido, de uma forma educada e com algum humor, levantar a discussão sobre temas afectos à Licenciatura e ao próprio quotidiano do aluno da LEFT. Afinal não mais precisamos de recorrer à Mecânica Quântica para entrar no Edifício Ciência! (será esta atitude resultante da nossa formação? Só Deus sabe!).

O *PULSAR* tem servido de espaço ao debate de ideias, de publicação de trabalhos, mas acima de tudo permite que alunos dos diferentes anos da licenciatura se juntem num projecto comum. Chegou mesmo a ser a mola impulsora para o Núcleo de Física que embora estando timidamente numa fase de arranque já tornou comum uma cultura de seminários, estando na forja outros projectos.

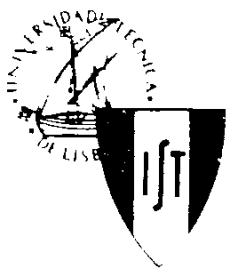
Chegamos neste momento às principais bibliotecas de instituições onde se lecciona Física, a instituições e centros de investigação e a todos os que nos queiram procurar na Internet.

Temo-nos debatido com carências infra-estruturais, 1001 problemas em cada montagem, mas tudo compensado pelo prazer que nos dá pôr cá fora um novo número.

Temos merecido o apoio que nos tem sido dado e por isso fazemos. Fazemos e continuaremos a fazer pois o projecto está implantado. O *PULSAR* veio para ficar.

A Redacção do *PULSAR*

Patrocinado por:



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



LABORATÓRIO DE INSTRUMENTAÇÃO E
FÍSICA EXPERIMENTAL DE PARTÍCULAS

CENTRA

Centro Multidisciplinar de Astrofísica



Entrevista

André Gouveia e Tiago Mota

Agradecemos a colaboração do Prof. António Brotas na preparação desta entrevista.

João Resina Rodrigues nasceu em 1930. Entrou no Técnico em 1947 com o número 2528 onde se formou em "Engenharia Química Industrial" em 1953. Foi monitor de Química Orgânica I em 1952-53. Após o serviço militar em Artilharia de Costa entra no Seminário dos Olivais em Março de 1955 e é ordenado padre em 1959. Depois disso Licenciou-se em Filosofia na universidade belga de Lovaina. De 1965 a 1968 é assistente no departamento de Física do IST. Em 1969 apresenta em Lovaina uma tese de doutoramento em Filosofia das Ciências, onde fica como assistente durante um ano. Após isso volta ao IST. Actualmente é prof. associado no Dep. de Física; trabalha em investigação no domínio da Física Molecular no Centro de Física Molecular no IFM e dedica-se à vida religiosa a partir das cinco e meia da tarde na igreja do Campo Grande. Foi com ele que fomos conversar neste número do Pulsar.

Pulsar: Como era a vida no Técnico em 1947?

Prof. João Resina Rodrigues: A casa era mais pequena: não existia nenhum dos edifícios "modernos" mas apenas os pavilhões clássicos desenhados pelo Arq. Pardal Monteiro. Os alunos vinham de gravata, sentiam-se mais distantes dos professores, ninguém tinha lata de fazer barulho numa aula, nem de discutir uma nota...

Os laboratórios certamente eram piores que os de agora. Em Química, em todo o caso, eram mais aceitáveis. A Química, estava atrasada relativamente aquele tempo, mas mesmo assim trabalhava-se nos laboratórios.

Havia mil alunos, o Conselho de Professores suponho que eram uns 50. O Departamento de Física tinha um professor catedrático e dois assistentes. O professor de Física era um homem muito competente, brilhante na exposição, mas as pessoas tinham muito medo dele, era um homem terrível.

Havia uma cadeira curiosa que se parecia com a Mecânica Analítica que eu agora dou, que se chamava Mecânica Racional e era anual. Correspondia a um semestre de Mecânica Analítica e a um semestre de Técnicas Matemáticas, por exemplo. Ensinava-se bastante bem a teoria do potencial.

Portanto havia umas certas diferenças... Não havia tantos automóveis! [risos] Não era difícil estacionar, os alunos vinham a pé.

Mas o mal grave e geral a todo o Isto de então é que não se incentivavam os alunos à investigação. E os primeiros que teimaram em investigar, como o Prof. Alves Marques, tiveram de se sujeitar a dificuldades e

injustiças.

P: Ao prepararmos esta entrevista o Prof. Brotas referiu-nos a consciência social e política das pessoas dessa geração do Técnico, como é que isso se revelou no seu percurso?

JRR: No meu tempo, digamos que as coisas ainda não estavam muito quentes. A consciência social e política era em geral muito baixa entre o alunos. O meu colega, Brotas e mais alguns, que tinham desde muito novos opções sérias em matéria social e política constituíam excepções. Digamos que comecei a interessar-me pela política bastante mais tarde. Quando regresssei ao Técnico, muitos anos mais tarde, apanhei aquela fase antes

do 25 de Abril em que havia reuniões quase todos os dias. Havia sempre assuntos a contestar, havia muitas reuniões políticas quer dos alunos, quer dos assistentes, quer dos professores. Curiosamente um docente podia falar nas reuniões dos alunos.

Aí o Prof. Brotas e eu tínhamos uma posição claramente à esquerda, em todo o caso havia a esquerda muito partidária, nós, creio que éramos uma crítica que na altura não estava conotada com partidos mas criticávamos as posições conservadoras que tomavam as estruturas da casa.

Depois houve o 25 de Abril, e então foi muito curioso, o Prof. Brotas e eu continuámos a ser muito políticos, a querer corrigir os exageros. Nomeadamente, houve uma febre,

por esse país de saneamento, isto é, de expulsar todos os que tinham a cor oposta... Eu creio que aí ele e eu conseguimos travar um bocado a coisa. Creio que conseguimos que prevalecesse um certo bom senso.

A consciência política foi evoluindo nos alunos não há duvida nenhuma. Quando eu entrei para cá os alunos pensavam pouco em política, para o fim pensavam um bocadinho mais. Antes do 25 de Abril, nesta casa, os alunos sabiam política como ninguém, não sabiam muito de Física nem Matemática, mas de Política sabiam. Curiosamente a seguir ao 25 de Abril apareceram umas reivindicações patetas, os indivíduos queriam "uma Física sem integrais porque não há integrais pendurados das árvores", mas descontando isso...

Hoje, os alunos pensam outra vez muito pouco em política e temas sociais, então naqueles cursos para que se entra com uma classificação elevada, estabeleceu-se uma corrida sôfrega às boas classificações. Julgo que há alunos que nem dormem, só trabalham. Fechou-se o círculo. É pena.

P: Porquê a Física, a Religião e a Filosofia na sua vida? São facetas totalmente distintas ou complementam-se?

JRR: O velho Kant dizia que há três questões fundamentais e que elas definem o homem.

Primeira: que posso saber? Segunda: que devo fazer? Terceira que me é lícito esperar? Sempre gostei de entender o mundo que me cerca. Vim para o Técnico porque tinha fama de ser uma escola exigente. Hesitei entre Química e Electricidade (não havia

eng^a Física) na procura do que fosse mais "ciência". Optei pela Química. Infelizmente, como já disse o curso de Química era então pouco avançado. A segunda questão de Kant, que devo fazer? acabou por me orientar nos anos 60, para a temática social e política (neste momento tento com um grupo de amigos, construir um bairro decente para realojar uma zona de barracas). A terceira questão, a do sentido da vida, foi evoluindo em mim ao longo do curso do Técnico: e acabou por me orientar para uma vocação religiosa.

Para mim são três assuntos, cada um deles é comparativamente independente. Por exemplo, só religiões muito antigas é que tentavam explicar a estrutura do mundo, todas elas têm uma cosmologia, o Antigo Testamento ainda tem; Jesus no Evangelho nunca se meteu nisso. Portanto eu acho que a Religião tem que tentar ajudar os homens a

O professor de Física era um homem muito competente, brilhante na exposição, mas as pessoas tinham muito medo dele, era um homem terrível.

O velho Kant dizia que há três questões fundamentais e que elas definem o homem. Primeira: que posso saber? Segunda: que devo fazer? Terceira que me é lícito esperar?

fazer? Terceira que me é lícito esperar? Sempre gostei de entender o mundo que me cerca. Vim para o Técnico porque tinha fama de ser uma escola exigente. Hesitei entre Química e Electricidade (não havia

serem bons uns para os outros e para Deus, e recordar aos homens os seus deveres fundamentais. Creio que a Religião não tem que se meter em questões de Ciência. Para mim são assuntos muito importantes que têm de ser tratados com uma certa independência. Um é a compreensão do Universo e neste caso penso que é com a Física, o outro é o sentido da vida e penso que é com a religião. Fica uma coisa a meio termo, que é a Filosofia, que a meu ver é a tentativa de dizer algumas coisas sobre o sentido da vida: a importância do trabalho a importância da solidariedade, a importância dos valores, coisas nesse género...

P: E na sua vida pessoal, acaba por fazer a distinção entre essas três coisas?

JRR: A distinção é muito ideológica, na vida pois têm que se juntar. Se quer um exemplo uma pessoa que seja físico e seja casado, tem gostar da mulher e dos filhos e tem que gostar da Física. Para ele se calhar as duas coisas são importantes por igual, mas suponho que ele não trata da mulher e dos filhos com critérios, com formalismos, com lagrangeanos! E embora ter mulher e filhos, para um físico casado possa lhe dar,

digamos, uma maneira nova de estar na vida, também não é exactamente por pensar nos olhos da mulher ou em como os filhos são pacholas que ele descobre os formalismos!

Eu penso que as coisas acabam por se juntar na vida. Na minha vida, estas coisas são todas importantes, e eu sei que os métodos são diferentes. Gasto tempo com a Religião, sou padre; gasto algum tempo a estudar Física e a ensinar e gasto algum tempo ainda a ler Filosofia.

P: Ao longo da História em que é que a Ciência contribuiu para o desenvolvimento do pensamento religioso?

JRR: Directamente não contribuiu. Só contribuiu como crítica. Enquanto não há Ciência o pensamento religioso com facilidade começa a mandar bocas, i. e., quando as pessoas são ignorantes é muito fácil aos pregadores invadir os campos vizinhos: "chove porque Deus manda a chuva cá para baixo" etc., etc... Ou então a ideia que o Universo é feito de certa maneira.

Eu entendo que isso não tem nada a ver com a Religião, mas o facto de saber Física ajuda a compreendê-lo melhor. E à medida que a Ciência entra nos hábitos da malta, a malta verdadeiramente religiosa já não pergunta essas coisas à Religião. A Ciência serve como vacina aqui. A Ciência contribui para condição humana directamente.

Contribui enquanto compreensão, contribui porque, de alguma maneira fundamenta as aplicações, as técnicas. Do ponto de vista religioso e filosófico acho que significa crítica. Mesmo em relação à Filosofia há posições (por exemplo certas posições de Aristóteles) que um físico já não pode ter.

P: E é nessa medida que a Ciência pode refutar o pensamento religioso de alguma maneira? Será que a Ciência pode refutar o pensamento religioso mais profundo?

JRR: Eu penso que em relação ao pensamento, ao núcleo que eu acho que é a Religião, que é no fundo uma relação pessoal com Deus e um certo tipo de relação pessoal com as pessoas, eu não vejo o que é que a Ciência aí possa aprovar ou reprovar. Pessoalmente não vejo.

P: Qual é então o papel de Deus num mundo que é regido por leis científicas rígidas como as que conhecemos?

JRR: Penso que a Ciência não tem que invocar Deus para compreender o mundo. Se um homem é crente e é interessado na Ciência pensará que tudo depende de Deus que terá feito o Universo, mas se quer compreender o Universo olha para a obra e não para outra coisa. Portanto se eu acredito n'Ele então acredito que as coisas foram feitas por Deus de uma certa maneira. Em todo o caso, se eu quero perceber como são, o melhor é olhar para elas! A menos que hipoteticamente houvesse nos livros santos uma explicação que eu nunca vi.

P: ... e essa "maneira" de fazer as coisas, não poderá ser violada? Como o caso de alguns milagres documentados em que algumas leis físicas poderão desta ou daquela maneira ter sido violadas.

JRR: A questão do milagre é uma questão muito de pormenor, que ainda por cima os teólogos têm dificuldade em tratar. Mas se acontecesse que, numa zona muito limitada do Universo, na vida duma pessoa, Deus resolvesse fazer um milagre em que suspendia a aplicação das leis físicas por uns momentos, eu não vejo

que isso desse cabo da Física. Eu não vejo que haja uma conexão tão profunda entre o Universo, que se houver uma lei física que neste momento não se verificar, que isso dê cabo do Universo. Isso seria, digamos, uma

excepção que Deus eventualmente introduziria. Bom... isto em termos de determinismo! Num universo que não é rigorosamente determinista ainda seria mais fácil tentar encontrar uma explicação.

Mas eu penso, em todo caso, que o milagre a existir seria uma coisa muito improvável... Há quatro mil milhões de pessoas no mundo, suponhamos que se dá um milagre com uma delas. Isso não tem relevância científica.

P: Qual é o papel da Filosofia na Ciência e da Ciência na Filosofia?

JRR: Há uma certa posição de alguns homens de Ciência segundo a qual esta não tem que ter Filosofia. Creio que não é bem verdade. Creio que

todas as grandes opções científicas têm uma carga filosófica. Por exemplo, na Idade Média ninguém está convencido que as leis cá em baixo sejam leis deterministas, o século XVII aposta que há leis de carácter determinista. É no fundo uma opção filosófica! Uma opção filosófica porque veio orientar de outra maneira o pensamento filosófico, e digamos que tem assim um carácter de hipótese extremamente vasta. É engraçado que a malta nos sécs. XVII, XVIII e XIX disse que não era uma hipótese filosófica, disse que era uma verificação científica. Nós hoje estamos bem colocados para saber que o determinismo foi uma opção e não exactamente uma prova científica.

Outra coisa: Newton clarificou as noções de espaço e tempo e, no começo do livro célebre, *Os Principios*, diz que o espaço é totalmente independente do tempo, que o tempo é totalmente independente do espaço e implicitamente são os dois independentes da matéria. Durante muito tempo diz-se que aquilo era a Ciência. Hoje achamos que foram hipóteses, que são por um lado científicas, mas por outro lado têm uma vastidão tal que têm qualquer coisa de filosófico.

As grandes viragens da Física implicam uma reorganização do pensamento humano em geral, nesse sentido têm um sentido filosófico. Por exemplo o determinismo, o espaço-tempo de Newton, a relatividade restrita, que em vez de força de gravitação vamos arranjar uma geometria para o espaço-tempo... E tanto assim é que depois

das grandes conquistas científicas se têm feito filosofias. Tem-se dito que a Filosofia de Kant é muito influenciada pela Mecânica Clássica. Há quem vá ao extremo de dizer que *A Crítica da Razão Pura* é o estudo das

(...) não é exactamente por pensar nos olhos da mulher ou em como os filhos são pacholas que ele descobre os formalismos!

Creio que todas as grandes opções científicas têm uma carga filosófica.

Mas se acontecesse que (...) Deus resolvesse fazer um milagre em que suspendia a aplicação das leis físicas por uns momentos, eu não vejo que isso desse cabo da Física.

condições que permitem fazer mecânica clássica, e que a Filosofia do Hegel foi muito influenciada pela Física do séc. XIX... É possível que seja um bocado verdade. As grandes descobertas introduzem coisas muito novas que se prestam a bases para filosofar.

As filosofias em si mesmas, creio que não podem dar base à Ciência. É engraçado que certas filosofias, que eu chamaria reaccionárias, por exemplo, o Tomismo na sua versão mais católica e o Materialismo Dialéctico na sua versão mais soviética, tentaram dizer que aprendidos os princípios da Filosofia um tipo tinha as bases da Ciência. Por exemplo: é engraçado a gente ler aqueles artigos, mesmo de bons físicos nos anos 40 nas revistas soviéticas, onde os tipos começam por dizer que aquilo está perfeitamente de acordo com o Lenin, claro que era só para inglês ver, para não serem muito chateados.

A Filosofia pode ser uma actividade crítica, o filósofo pode ser um homem de espírito crítico que convide os homens de Ciência a reflectir sobre os fundamentos e sobre os métodos.

Durante um tempo acho que foi assim, hoje é mais difícil... Para fazer Filosofia, suponhamos, da Mecânica Quântica é preciso saber um bocadinho do assunto, senão o que a gente diz é blá blá blá!

Hoje creio que trabalhos como os do Bell e outros assim, que têm qualquer coisa de filosófico. Como vocês sabem a Mecânica Quântica apresenta-se em geral num sistema em que as partículas não descrevem trajectórias definidas e em que apenas podemos tomar probabilidades. O Bell mostrou que, em muitos dos exemplos e porventura em todos eles, se pode escrever uma Mecânica Quântica que seja determinista e que descreva uma trajectória, mas perde-se a causalidade relativista, isto é, passam a haver interacções instantâneas, o que é muito chato. Mas mostrar que um tipo pode invocar formalismos de maneiras muito diferentes, creio que é uma actividade, se quiserem, da Filosofia da Ciência, que antigamente os filósofos faziam. hoje só um indivíduo que saiba um bocadinho de Física é que é capaz de fazer.

Enfim, penso que é uma ilusão supor que a ciência pode absorver em si a filosofia. A filosofia é uma meditação tão rigorosa quanto possível, sobre a condição humana. Mas há aspectos desta , como os valores éticos e estéticos, que ultrapassam a esfera das ciências.

P: A Ciência pode provar ou refutar o pensamento filosófico?

JRR: A Ciência pode mostrar que certas teses filosóficas, quando tomadas no sentido óbvio,

são inaceitáveis. Os gregos pensavam que só nos céus havia causalidade rigorosa. No século XVII a Ciência encontra leis rigorosas na Terra. As filosofias dos séculos XVIII e XIX aceitam quase todas o Determinismo, já a Mecânica Quântica parece sugerir que determinismos tomados demasiado à letra são inaceitáveis. Mas admito que em certos casos a Ciência mostre que um pensamento filosófico é errado, por exemplo em relação ao tempo absoluto, acho que depois da Relatividade é muito difícil admiti-lo. O Descartes estava convencido que o espírito humano pode ler as leis essenciais do real, nomeadamente a geometria euclidiana, hoje pensa-se que não está no nosso poder verificar que num universo físico se cumpre a geometria euclidiana e, por outro lado, temos uma coisa mais gira, somos capazes de criar geometrias não euclidianas. Compusemos a questão em duas: não somos capazes de ler directamente qual é a estrutura própria do real, isso tem de ser feito progressivamente por hipóteses; e por outro lado somos capazes de criar formalismos mais vastos que aquilo que se aplica ao real. Mas a Mecânica Quântica, por exemplo, tolera interpretações filosóficas muito diferentes. E não vejo de que maneira a Ciência pode refutar concepções a respeito da condição humana como os existencialismos.

P: Após uma forte formação humanística, porquê voltar ao Técnico?

JRR: Eu, como disse, voltei ao Técnico um bocadinho por acaso. O meu projecto era dedicar-me só à Religião. Acontece que fiquei vagamente desempregado depois de umas peripécias que aí houve em Lisboa. Foi nessa situação de quase desemprego que voltei ao Técnico. E depois fui ficando, por duas razões: por um lado porque me distraio, acho giro; e por outro porque completa um bocadinho o meu equilíbrio interior mexer nas duas coisas. A Religião corresponde à minha convicção de que a condição humana não se esgota na experimentação nem nos formalismos; a Física obriga-me a um rigor no pensamento e na linguagem. Mas o meu projecto inicial não era esse, voltei um bocado por acaso.

P: Pode falar um bocado no trabalho que desenvolve em Física actualmente?

JRR: Eu tenho trabalhado no gabinete do professor Alves Marques (Física Molecular) a tentar compreender as estruturas moleculares através de difracção de raios X

e de determinação de frequências por efeito de Raman. Em particular, estivemos muito tempo interessados em compreender como é que os solutos aquosos muito concentrados se comportavam. Como vocês sabem há aquela ideia de que quando se deita sal na água, se dissociam os iões e pronto. Mas fomos vendo que, ao dissolver em água um sal solúvel, quando a concentração está aí a 90%, não é verdade que os iões andem por lá a boiar mas aparecem estruturas quase cristalinas. Isto é, num cristal há uma estrutura perfeitamente periódica, e numa solução destas as forças que se exercem façam com que haja uma estrutura que é periódica nas primeiras camadas mas que depois se vai esbatendo. Tentávamos perceber como eram essas estruturas e tirar algumas conclusões sobre as forças que se exerciam. Em particular, as forças que se exercem na água e a sua polarizabilidade. Parece uma coisa fácil de saber, a polarizabilidade da água, mas realmente os dados que existem na literatura ainda são pouco seguros. Para obtê-lo, por um lado fazíamos experiências, como disse por difracção de raio X e espectroscopia Raman, por outro fazíamos modelos e íamos tentando ajustar.

Essa fase agora está mais ao menos terminada. Neste momento estou a entreter-me com uma coisa muito diferente, ligada com a Filosofia da Mecânica Quântica. Há o trabalho do Bell que mostra que é possível dar interpretações deterministas da Mecânica Quântica; por outro lado há uma série de trabalhos relativamente recentes, uns artigos de Gell-Mann, Griffiths, Zureck, Hartle e Omnès, que tentam resolver certas dificuldades como a questão da fronteira entre a Mecânica Quântica e a Mecânica Clássica, a Teoria da Medição, a fundamentação lógica de certas regras de cálculo.

De maneira que um tipo se começa a perguntar qual delas é a mais fundamental, e durante muito tempo pareceu que era impossível postular a Mecânica Quântica e obter, como subproduto, a Mecânica Clássica, nomeadamente por causa do problema da medida. Tenho andado a ler essa coisa toda - são uns artigos um bocado chatos - e gostaria de pôr aquilo assim bonitinho, limpinho, e publicar para aí numa revista qualquer para ver se arranjo uns adeptos que queiram avançar. Isto está feito para a Mecânica Quântica não Relativista, mas pouco para a Relativista e para a Teoria Quântica dos Campos. Seria engraçado ver, do ponto de vista metodológico e filosófico, se se pode arrumar aquelas dificuldades relacionadas

Tenho andado a ler essa coisa toda - são uns artigos um bocado chatos - e gostaria de pôr aquilo assim bonitinho, limpinho, e publicar para aí numa revista qualquer para ver se arranjo uns adeptos que queiram avançar.

com o observador, a medida e a Mecânica Quântica - onde os fulanos muito importantes no assunto fazem às vezes umas coisas um bocado extravagantes do género de não conseguir dispensar o observador. Estes indivíduos parecem estar a arrumar a coisa de maneira muito mais simples. Ao contrário de uma sugestão de Von Neumann, entendem que não é útil recorrer a lógicas não clássicas, mas sim utilizar a lógica clássica precisando o universo do discurso. Outra linha de reflexão passa por D. Bohm e B. Hiley: insistem em que é possível e útil uma interpretação quase-clássica da Mecânica Quântica em que "apenas" se perde o princípio relativista segundo o qual não há propagações instantâneas. Todos estes trabalhos são dos anos 90.

Depois vou dando aulas do que calha. Como vocês sabem tenho aquela coisa da *História das Ideias em Física*, que volta e meia está para acabar. Acho giro, e agora estou virado para não só falar da Relatividade mas destas coisas da Mecânica Quântica, acho engraçado pôr a malta a pensar umas coisas. Tenho a Mecânica Analítica, e de vez em quando ensino Física aos outros cursos. É isso que faço.

P: Qual a necessidade de uma formação filosófica, ao nível da Ética e da Epistemologia, num curso de Ciência? E em particular no nosso?

JRR: Bom, isso depende bastante do que a gente chama necessário. Para perceber Física, penso que não. Se nós queremos pessoas com uma certa maturidade, talvez não seja mau. Há um bocado perguntaram-me como era o Técnico no meu tempo: nessa altura os alunos não liam só as coisas de cá. A malta lia literatura, ia ao teatro e ia aos concertos, interessava-se pela arte em geral. Acho que agora acontece a mesma coisa. Talvez a malta esteja demasiado abafada pelo trabalho, mas até há bem pouco tempo, mesmo que se trabalhasse muito, os alunos desta casa gostavam de ler umas coisas por fora, para não ficarem só vinculados nisto. Cadeiras neste género podem contribuir para melhorar isso.

Não para melhorar a Engenharia, mas para não deixar que a malta se torne demasiado absorvida só no que está a fazer.

Depois, eu creio que ajuda as várias

pessoas a não se escravizarem ao método. Einstein dizia que a coisa que o espantava era que houvesse alguém que ainda fosse capaz de investigar depois de fazer um curso: metiam-lhe tantas ingrómnias na cabeça que ele depois não

ele depois não tinha imaginação para mais. Isso de facto é um problema difícil. Hoje não se pode fazer Física se não se souber um bocadinho do que já está, não é? Aquele tempo glorioso de um tipo partir do nada e descobrir coisas de Física passou. Se hoje não se souber meia dúzia de métodos matemáticos e, apesar de tudo, estas Mecânicas e estes Electromagnetismos, não se vai a lado nenhum. Por outro lado era preciso que a malta não ficasse tão vinculada nisso, perdendo-se a imaginação para

quebrar tabus. Umas cadeiras de Epistemologia podiam ajudar nisso.

A Ciência e a Ética são coisas diferentes. Por exemplo, a Física diz-me que eu posso fazer uma bomba nuclear, se a devo fazer é uma outra questão. Talvez fosse inteligente pôr a malta a reflectir sobre essas coisas. São parte de uma dimensão fundamental do Homem; vivemos num mundo dilacerado entre o oportunismo e a vertigem do útil. Mas parece-me difícil de ensinar! Tanto, que não me meto nisso. Mas acho que uma boa escola deve ter um conjunto de professores que, pelo rigor do método, pela dedicação ao trabalho, pela isenção, sejam referência para os alunos.

P: O que é que falta na Ciência em Portugal? Qual a razão do nosso atraso em relação a outros países desenvolvidos? Serão os meios? Serão as pessoas?

JRR: Há uma diferença muito grande do meu tempo para agora. Nessa altura havia pouca gente a estudar, comparativamente, e é claro que isto tem uma certa massa crítica. É preciso que haja bastante gente para haver um certo entusiasmo e se aproveitem os melhores. Abaixo disso o sistema não funciona. Penso que agora ultrapassámos, no bom sentido, a massa crítica. Cá em Portugal, durante muito tempo, houve bons professores de Literatura e de Direito. Lembro-me de uma reunião que houve antes do 25 de Abril, em que eu andei para aí numas reuniões entre Política e Física, e uma gente de Física do

Porto dizia: "a gente a Física nunca foi grande coisa, mas agora a poesia... tivemos sempre bons poetas". Mas dizia-o a sério! Eu creio que, apesar de tudo, nós valorizámos

em Portugal muito o Direito, as Letras, a Filosofia e tal, e houve sempre pessoas notáveis nessa matérias.

Depois eu penso que havia um certo atraso em relação a algumas áreas da Ciência, e isso

era devido a um certo cassiquismo. Havia uns homens muito importantes que já estavam velhos e não estavam muito interessados em renovar. Eu mesmo hoje acho que a gente devia ensinar Mecânica Quântica a todos os cursos, no 2º ou no 3º ano do Técnico. Quer Química quer Electricidade, precisavam disso. No meu tempo ainda não se ensinava,

e com a breca, já havia a Mecânica Quântica.

Aí penso que foi por inércia do sistema. Depois, quando eu fui assistente cá na casa,

com o mesmo

professor, já se ensinava Mecânica Quântica.

Acho que isto andou muito tempo com falhas, e então nos laboratórios as falhas eram imensas. Neste momento creio que o facto de se ter alcançado a massa crítica faz com que tenha aparecido muita gente, e muita gente tem ideias novas. Há gente especializada nas várias coisas, e sobretudo apareceu, entre a gente nova, um desejo de fazer coisas, enquanto que no meu tempo um tipo queria era arranjar um bom tacho. Nesse sentido creio encontrar uma espécie de mutação cultural cá em Portugal, porque antigamente eram só uma mão cheia de fulanos, e agora só aqui no Técnico são umas dezenas largas, ou mesmo umas centenas, de tipos muito interessados. Houve gente muito válida do meu tempo que acabou o curso, não tinha assim grandes sítios para onde ir, e acabou a fazer uma coisa qualquer pouco interessante na indústria, embora fossem tipos excepcionais. Uns dois ou três que eram do melhor que havia e que, no fundo, nunca foram aproveitados. Mas agora acho que isto está a andar.

Claro que continua a haver laboratórios um tanto beras, mas também já se pode ir fazer as coisas para o estrangeiro. A aparelhagem é cada vez mais cara: devemos tê-la cá para pôr a malta a andar, para a rodar em Física Experimental, e depois os trabalhos de investigação têm de ser feitos, fundamentalmente, lá fora. Por exemplo, aquelas coisas que andámos a fazer na linha do professor Alves Marques, hoje é fácil fazê-lo numa aparelhagem não só melhor, mas que se actualiza mais depressa. E temos de ter cá essa aparelhagem, fundamentalmente, para pôr a malta que queira entrar naquele caminho a saber o que está a fazer.

Por outro lado continua a ser preciso mais massa crítica para que a malta discuta. Neste sentido, sou muito optimista em relação às Ciências em Portugal, nomeadamente em relação à Física e à Química.

P: Qual é a quota parte de

responsabilidade do Antigo Regime no atraso da Ciência neste país?

JRR: Eu acho que aí é quase impossível um indivíduo dizer coisas diferentes das suas opções políticas. É quase impossível... As paixões ainda são tão grandes a esse respeito, que eu não acredito que alguém possa ser lúcido.

Com esta reserva: julgo que o dito Salazar era um homem extremamente inteligente, extremamente honesto, e até penso que governou menos mal durante a primeira metade. Ele encontrou isto num caos, tentou pôr um bocado de ordem nisto. Mas era muito conservador, tinha muito medo das novidades. Na primeira parte em que arrumou a casa, e foi fazendo umas barragens, porque não havia electricidade, e manteve taxas alfandegárias, porque senão isto entrava rapidamente no caos, até penso que fez bem. Depois tinha chegado à velocidade de cruzeiro, e aí tinha de inovar. Manteve as taxas alfandegárias que protegeram esta indústria têxtil que não presta, porque durante cinquenta anos não teve de inovar. Mas o 25 de Abril já foi há uma data de anos, e resolveu-se não mexer nisso. Porque estas coisas são chatas de mexer. O Salazar tinha tido ocasião aí de fazer uma viragem e acabar com as taxas alfandegárias, correndo o risco de ter crises na indústria para que ela se renovasse. Com as barragens que tinha feito, tinha electricidade, tinha de industrializar mais e escolher certas indústrias. É difícil porque a terra é má - e ele gostou sempre muito da agricultura, o que foi um erro - as matérias primas também não são assim grande coisa - não temos aço, não temos carvão.

Apoiou-se numa classe média-rica. Embora fosse muito senhor da sua vontade, foi sendo pouco a pouco aprisionado por esse grupo. Melhor dito, ele e esse grupo foram-se identificando progressivamente. Quando a contestação começou a subir, endureceu. Parecia convencido de que só ele sabia qual o bom caminho para Portugal.

Em relação ao ensino - acho que ele teve sempre medo das Ciências - não esteve muito interessado em abrir linhas para o estrangeiro. Depois havia os livros, do Marxismo por exemplo, que a censura não deixava entrar. Havia um intercâmbio cultural muito mais pequeno. De modo que nós vivíamos, de certa maneira, em *ghetto*. Para as Literaturas talvez isso não faça muito mal, mas para as Ciências faz. Nesse sentido teve algumas responsabilidades. Mas repare que do 25 de Abril para cá já era altura de termos remediado melhor as coisas. Isso também significa que, durante muito tempo, andámos a olhar uns para os outros. E é portanto com

uma certa simpatia e interesse que eu vejo que hoje a gente nova sofreu uma espécie de mutação.

P: Nos últimos 20 anos houve uma grande evolução da Ciência no nosso país, em parte devido aos investigadores que se doutoraram lá fora. Neste momento, estamos em condições de uma verdadeira cooperação científica ou continuamos apenas dependentes do estrangeiro para a evolução da nossa Ciência?

JRR: Não sei o que entende por dependentes. Penso que isto funciona com uma certa autonomia, isto é, hoje em dia temos pessoas que são capazes de ensinar correctamente, seja na Física de Partículas, seja na Física Experimental. Antigamente só havia meia dúzia, actualmente temos largas dezenas de pessoas que são competentes para transmitir o que se sabe. Temos equipas que são capazes de investigar: no caso da Física Teórica precisam de papel e lápis, de falar uns com os outros e de ir aos congressos, e vão; nas Físicas Experimentais, ou se juntam uma data de linhas para arranjar uma aparelhagem que seja polivalente e que possa servir a um grupo de modo a tentar reunir meios em áreas que não sejam muito sectárias, ou vai-se ao estrangeiro (ao CERN ou a outra coisa mais caseira), para fazer investigação de partículas a sério não se pode ter um acelerador de partículas a brincar.

Acho que isto está em condições de andar.

Mas começam agora a haver outras indeterminações muito graves no pensamento europeu. Estamos à beira de um crise imensa: como vem nos jornais, qualquer dia não há dinheiro para pagar reformas. Antigamente os reformados eram poucos, agora são muitos. Antigamente os cuidados de saúde eram poucos, agora um indivíduo num serviço de urgência de um hospital gasta dois mil contos por semana. E há uma altura em que não há dinheiro. Isto é um dos problemas.

Outro problema é o dos diplomados: o que é que se faz com eles? A população da Europa está a diminuir - o que para já está a resolver o problema das escolas já que não é necessário fazer mais escolas primárias. Mas quando se diplomar todos os indivíduos do país? Por um lado é muito útil porque fica toda a gente culta, mas por outro o que é que vão fazer? Ninguém sabe bem como é que se vai resolver isso. A solução não é dizer que o melhor é não aprenderem para não terem peneiras. Com os engenheiros o problema ainda não se põe, mas vai-se pôr. Hoje temos uma Universidade a desenvolver-se, e daqui a uns tempos o que é que a malta vai fazer? Ninguém sabe!

Há enigmas muito grandes agora no final do século XX. É claro que não tenho soluções. Sei apenas que temos de partilhar com os outros homens, e os outros povos, as incertezas e a procura.

LEFT, reforma aos 12 anos ?

por Filipe Moura, Mónica Martins e Yasser Omar

No passado dia 14 de Março foram discutidas no Conselho do Departamento de Física as linhas gerais de uma proposta de alteração do currículo da Licenciatura em Eng. Física Tecnológica (LEFT). O *Pulsar* foi ouvir alguns dos principais intervenientes, perguntar--lhes qual a sua definição de engenheiro físico tecnológico, se acham que o curso oferece a formação correspondente e o que pensam que deve ser alterado.

Prof. A. Casanova Ribeiro

PULSAR - Como é que define eng. físico tecnológico?

Prof. A. Casanova Ribeiro - Eu acho que um eng. físico tecnológico deveria ter um conhecimento aprofundado de Física e, ao mesmo tempo, devido a essa preparação em Física e a uma preparação complementar noutros domínios, ser capaz de abordar problemas tecnológicos.

P - Sim, e acha que o curso dá essa preparação?

ACR - Eu acho que o curso tem esse nome, e para muitos alunos corresponde exactamente ao que eles querem, que é aprender bastante física, mas a parte

tecnológica foi sendo enfraquecida, porque algumas reformas que foram feitas desde o primeiro currículo do curso foram-lhe retirando uma certa componente tecnológica que ele tinha. Isso resultou por vezes de alguma pressão de colegas vossos, que achavam que era necessário mais cadeiras de física e menos de tecnologia. O curso tinha três ou quatro cadeiras de electrónica; eu, pessoalmente, acho que foi um erro terrível terem cortado essas cadeiras. Julgo que as cadeiras de electrónica, que eram semelhantes às do curso de Eng. Electrotécnica, deveriam ter continuado, mas adaptadas ao perfil do curso de física... Portanto, se vocês me perguntam se a componente tecnológica está lá, ela de facto falta, embora eu não tenha

dúvidas de que uma boa parte dos alunos, como são muito bons, são capazes de se adaptar a qualquer situação, aprendendo muito rapidamente... se forem trabalhar num dado domínio tecnológico, facilmente se desenrascam.

P - Sobre a proposta da Coordenadora do Departamento de reformular o curso: quais eram as grandes ideias dessa proposta?

ACR - Digamos que as grandes ideias dessa proposta eram, basicamente, reintroduzir mais programação, independentemente do nome que se desse às cadeiras; introduzir mais electrónica e cadeiras de instrumentação e de técnicas de aquisição de dados. Agora, a grande questão que se põe, ou que se punha, era no fundo saber se aos alunos, basicamente a partir do segundo ou do terceiro ano, lhes deveria ser dada a possibilidade de optarem por cadeiras mais tecnológicas ou cadeiras mais científicas. Na minha opinião pessoal, eu acho que o curso deveria ter dois ramos, mas não creio que seja essa a opinião da maioria das pessoas, nem creio que seja necessário que tal aconteça. Bastava que as pessoas pudessem, de facto, optar; no fim, a sua formação acabaria por ter um perfil mais científico ou mais tecnológico: isso apareceria naturalmente. O que posso dizer é que todos os professores da Comissão Coordenadora estão interessados em que esta não seja apenas mais uma reforma. Eu até nem considero muito negativo que as linhas gerais não tenham sido aprovadas na reunião do Conselho de Departamento. É necessário reflectir mais um pouco.

P - O Professor tinha dito que no curso de Eng. Física Tecnológica, presentemente, se adquiria uma boa formação em física. Acha que, de um modo geral, se adquire essa formação? Ou acha que existem defeitos? Não há, por exemplo, uma cadeira obrigatória de Mecânica dos Meios Contínuos...

ACR - Há unanimidade na coordenadora do departamento: de facto, não faz sentido uma cadeira de física dos meios contínuos ser opcional.

P - E a nossa formação básica em física? Há professores que dizem que ela é muito formal: deveria ser mais concreta e mais integrada com as físicas experimentais. Nota-se uma grande descoordenação...

ACR - Eu discordo totalmente de integrar as físicas experimentais nas físicas teóricas. As físicas experimentais devem dar apoio, mas devem funcionar independentes, o que não quer dizer que não haja uma coordenação. Não quer dizer que as físicas experimentais não cubram algumas das matérias das primeiras "físicas" dos primeiros anos, que não haja uma certa correlação entre aquelas

primeiras três ou quatro físicas que vocês iriam ter no curso e as físicas experimentais... A minha opinião é a de que as físicas experimentais devem ajudar à compreensão daquilo que se estuda nessas cadeiras, mas devem ser completamente desintegradas. A minha experiência, como docente do Departamento de Física, é a seguinte: quando um laboratório está acoplado a uma determinada disciplina, normalmente há problemas, porque acaba por haver menos horas, há muito maior flutuação de docentes, há tendência a haver menos estabilidade das equipas... reparem, eu acho que todos os esquemas são possíveis, desde que haja uma grande ligação entre as equipas que dão as matérias teóricas e as que dão as matérias experimentais, só que a experiência mostrou-nos que é melhor desacoplar as cadeiras que dão uma formação experimental das que dão uma formação teórica.

P - Mas nós, na nossa experiência de alunos, chegámos muitas vezes à conclusão de que, no nosso curso, as físicas teóricas estão descoordenadas com as físicas experimentais, e isso reflecte-se na nossa formação: muitas vezes, nós não percebemos o que estamos a fazer nas físicas experimentais...

ACR - Já vos respondo a isso. Eu faço-vos uma pergunta: vocês sentiram isso em relação à Física Experimental 0 e aos Complementos de Física Experimental? Em relação a estas duas cadeiras, se vocês me disserem "vamos distribuir os trabalhos" pelas físicas teóricas básicas, eu posso-vos dizer que isso dá muito mau resultado. A única coisa que se pode fazer é, talvez, reorganizar as cadeiras, de forma a que elas estejam mais coordenadas com as cadeiras teóricas que vocês vão dando ao longo do curso. Agora, elas deveriam funcionar como módulos independentes, até porque vocês reparem: imaginem uma cadeira que se chama Física 1, que vos dá as bases teóricas, por exemplo, de mecânica e um pouco de termodinâmica. Ao longo do semestre todo, vocês iriam ter uma carga horária laboratorial para aí de 16 horas. Vocês teriam 4 trabalhos de laboratório, se tivessem, e isso de forma alguma iria cobrir aquilo que se dá nessas cadeiras; além disso, alguns desses trabalhos seriam efectuados antes de vos ser dada a preparação teórica associada aos mesmos, porque por razões financeiras não é possível ter cinco trabalhos idênticos a funcionar ao mesmo tempo. Parece-me bem que a Coordenadora do Departamento pense reformular algumas físicas experimentais, reposicionar outras, eventualmente tornar outras facultativas...

P - Acha que faz sentido haver, por exemplo, laboratório de Termodinâmica,

ou acha que toda a parte laboratorial deveria estar incluída nas físicas experimentais?

ACR - De acordo com o que eu penso, vocês deveriam ter, no segundo semestre do segundo ano, uma cadeira que vos desse formação em termodinâmica e em tecnologias de vácuo. As coisas estão perfeitamente ligadas, mas creio que era uma maneira de aproveitarmos a experiência da professora de Física Experimental IV. Essa professora também tem uma grande experiência em laboratórios de termodinâmica; era a melhor forma de compatibilizar tudo isso... Notem que eu estou-vos a dizer o que é que eu penso...

P - Mas, portanto, as Físicas Experimentais teriam sempre uma componente teórica associada noutra cadeira...?

ACR - Sim, teriam sempre. Não quer dizer que vocês depois não voltem a falar nisso. Se esta reforma vier a ser aprovada, como eu penso e como é desejo da Coordenadora, e no caso deste laboratório de Termodinâmica, vocês já terão dado grande parte da matéria relacionada.

P - O que pensa exactamente das físicas básicas? De criar três cadeiras onde se dava a física teórica toda?

ACR - Eu não sei exactamente se são três, se são quatro. Também não sei se se devem chamar Física 1, 2 e 3, mas o que interessa é que essas cadeiras vos dêem uma formação desde a mecânica clássica até à mecânica quântica...

P - Acha bem essas cadeiras começarem logo no 1º ano, 1º semestre?

ACR - Há a questão da matemática, dos integrais, das equações diferenciais, das derivadas parciais... Eu não vejo que seja um grande drama. A grande ideia desta reforma é permitir, a quem queira, adquirir uma formação tecnológica. Provavelmente, deve haver opções (embora não se chamem ramos) a partir do terceiro ano. Pessoalmente, ainda tenho uma dúvida: deve-se ou não impor a todos os alunos aquela formação tecnológica? A programação está fora de questão: todos os alunos terão programação. Devem ou não todos os alunos vir a ter todas as cadeiras de electrónica e aquisição de dados que venham a ser criadas? A ideia dominante na coordenadora é que se deve assegurar a formação básica, na qual aparecerão sempre duas ou três cadeiras de perfil mais tecnológico, e depois dar a maior liberdade aos alunos para escolherem a sua formação.

P - Tem mais algumas sugestões que queira apresentar?

ACR - Há muitas outras possibilidades, é

preciso é pôr as pessoas a pensar... É muito importante que esta reestruturação, que vai de certeza ser feita, em primeiro lugar não tenha nada a ver com os interesses particulares dos professores: é preciso que ela tenha basicamente a ver com três coisas: dar-vos uma boa formação, não vos decepcionar em relação às expectativas que vocês tenham do curso, e dar-vos a formação adequada a vocês conseguirem encontrar emprego no mercado de trabalho. Outro assunto: cada cadeira deveria ter um programa que deveria ser obrigatoriamente cumprido, independentemente do professor que dê a cadeira. Também julgo que é extremamente importante que não seja sempre o mesmo professor a dar-vos as cadeiras de Física Básica: é muito importante vocês terem pessoas com sensibilidades, formações científicas e formas de ensinar

Prof. Jorge Loureiro

Pulsar - Como é que define um eng. físico tecnológico?

Prof. Jorge Loureiro - Eu defino um eng. físico tecnológico como uma pessoa que tenha uma formação de base mais especializada e mais aprofundada que a generalidade das outras licenciaturas, mas que em contrapartida possa ter uma especialização mínima. Não me repugna que um eng. físico tecnológico não apresente à saída do curso uma especialização que lhe permita imediatamente ser apto numa fábrica, ou para onde quer que ele vá trabalhar, de forma a começar imediatamente e ser um elemento produtivo. Mas ao contrário, que seja uma pessoa capaz de pensar, com uma formação geral muito completa, que lhe permita ao longo da vida profissional ir-se reciclando, ir acompanhando sempre as diferentes inovações, e os diferentes avanços tecnológicos que irão necessariamente existir ao longo de uma vida profissional que é longa. Se já o era na nossa geração, para a vossa será necessariamente ainda mais longa, e não tem sentido que exista um curso muito especializado que permita que as pessoas saiam daqui com um conhecimento preciso das últimas tecnologias, quando isso rapidamente ficará obsoleto. É evidente que isto também não se pode levar ao excesso, porque é preciso que no momento em que a pessoa sai da Universidade saiba fazer alguma coisa, e que os industriais reconheçam vantagens em empregar pessoas com este perfil. Mas esta componente de forma nenhuma é um aspecto de marca da licenciatura. Penso que a outra parte é que a distingue relativamente a todas as outras.

P - Então e acha que o currículo actual dá

esta formação?

J. L. - Ora bem, o currículo actual funciona muito bem para aquelas pessoas que se destinem à investigação ligada às universidades e à docência. Agora, é capaz de não estar bem concebido para alunos que vêm para o curso procurando uma via profissionalizante, que os leve directamente à indústria, e que não querem logo à partida pensar em investigação. Portanto, para essas pessoas, penso que de facto o curso é capaz de estar com um *deficit* de matérias de um determinado domínio, o que é também um resultado do corpo docente que o Departamento de Física tem, o qual é na sua quase totalidade constituído por investigadores, por pessoas ligadas às universidades e sem ligações à indústria. No sentido de contrair, pelo menos em parte, este problema, há uma opinião generalizada no Dptº, sobre a necessidade de se criarem cadeiras de electrónica, aplicadas, mas não exactamente no mesmo espírito das electrónicas aplicadas do Dptº de Engenharia Electrotécnica, e talvez mais cadeiras de instrumentação. Penso que há um consenso geral no Dptº, sobre a necessidade de rapidamente se introduzir isso no curso. Paralelamente, os grupos de cadeiras do 4º e 5º anos com uma formação mais tecnológica também deverão sofrer alterações. Há outra questão que se coloca, que é a eventual alteração do currículo dos primeiros anos. Aí, eu penso que, de um modo geral, o currículo da LEFT está razoavelmente bem estruturado, tirando dois simples casos, que é a falta da cadeira de Mecânica dos Fluidos e talvez mais uma cadeira de programação em paralelo com a Física Computacional. Penso que o nível e a profundidade com que os assuntos são dados são o nível e a profundidade correctos, e não vejo uma necessidade de reestruturação sobre esses aspectos.

P - Mas o professor referiu-se às cadeiras teóricas. O que nós notamos na nossa experiência de alunos é que existe uma certa descoordenação entre as cadeiras de Física teórica e as cadeiras de Física experimental. Neste aspecto não acha que seria positivo uma maior integração das físicas teóricas com as físicas experimentais?

J. L. - Acho que sim, acho que seria positivo que as físicas experimentais acompanhassem horizontalmente as físicas teóricas, para lá de uma cadeira introdutória de Física Experimental 0 para dar o primeiro contacto com a Física Experimental, e de certa maneira para preencher algumas lacunas do ensino secundário ao nível do ensino experimental. Eu não questiono que as cadeiras devam ser separadas, porque a

experiência mostra que talvez as coisas funcionem melhor em cadeiras separadas do que na mesma cadeira, com uma parte laboratorial e uma parte teórica. Mas penso que as pessoas deviam dialogar mais, e que devia haver uma correspondência mais vinculada entre aquilo que está sendo dado numa cadeira teórica num determinado semestre e as experiências de laboratório pedidas nesse mesmo semestre.

P - Há professores que dizem que se deviam dar as coisas básicas nos primeiros anos e guardar um certo formalismo para o 3º ano. O que é que o professor tem a dizer sobre isso?

J. L. - Eu penso que o formalismo deverá ser dado mais cedo, porque é isso que de certa maneira distingue este curso dos outros, e porque não há tempo para se dar uma rodada sobre as diferentes matérias a um nível introdutório, e depois fazer uma segunda volta a um nível mais formal. As cadeiras que aparentemente são continuação de outras cadeiras, não são de facto sobre a mesma matéria: há o caso da Física Estatística com a Termodinâmica, e a Electrodinâmica Clássica com o Electromagnetismo, que tratam matérias diferentes, e essas duas cadeiras do 3º ano, por exemplo, precisam que as outras matérias sejam tratadas também sob um aspecto formal. Agora é evidente que se há lacunas no ensino, como aquela de se passar por cima do oscilador harmónico ou da difracção, então o que existe é uma má coordenação entre as diferentes cadeiras, mas não é admissível que possam existir matérias que acabem por não ser dadas. É preciso que haja um pouco mais de cuidado para que ao longo do curso um assunto com essa importância não deixe de ser dado. Talvez tenham sido aquelas reuniões de coordenação de ano que não tenham existido, ou que não tenham funcionado, e o diálogo entre os professores que não tenha funcionado muito bem.

Prof. Jorge Dias de Deus

PULSAR - (Rapidamente e sem entrar em repetição com entrevistas anteriores) qual é a sua definição de eng. físico tecnológico?

Prof. Jorge Dias de Deus - É um licenciado em Física com excelente formação nas ciências básicas - matemática e física -, com uma excelente formação de informática, na utilização do computador, com uma formação boa nas partes de Física Experimental, oficial e de Electrónica. No geral, deve ser uma pessoa que não se contenta com estudar, mas que tenta sobretudo resolver novos problemas, desenvolvendo, portanto, certas capacidades

para os enfrentar, seja qual for a área em que eles aparecem. Portanto, um eng. físico não deve ser um estudioso. Não fico muito impressionado com bons alunos, no sentido convencional da palavra, mas com os alunos que têm tendência a sair da média, do "bom comportamento". Alunos, por exemplo, que se envolvam em actividades de organizações, que trabalhem na Associação de Estudantes, ou que criem actividades para-escolares ao lado da actividade normal. Julgo que isso é uma prova de que são pessoas com capacidade de iniciativa e organizativa, e isso é importante para um eng. físico.

P - E acha que o curso está adequado a esses objectivos?

JDD - Não, claro que não. Não dá nem boa formação básica em Física, nem em Matemática; tenta dar alguma formação, talvez não a melhor, em computação; na parte de formação experimental e oficial até certo ponto julgo que sim; na parte de formação muito básica experimental é razoável, mas a partir de certa altura deixa de dar qualquer formação experimental minimamente estruturada. Há uma componente de Gestão de que eu não falei, que já existe e que julgo

que deveria ser um bocadinho ampliada, em particular virada para a gestão de Ciência e Tecnologia, gestão de inovação, avaliação de projectos, que é uma área que claramente se vai desenvolver.

P - Pode explicitar melhor quais os defeitos que vê nessas áreas?

JDD - Eu preferia não tocar muito na Matemática. Em relação à formação básica de Física, por um lado, mantivemos um ensino clássico no que diz respeito à componente mais teórica; por outro lado há uma Física Experimental - estou a pensar especificamente na Física Experimental 0 - em que se dá uma introdução à física experimental muito a partir de uma "física moderna", com experiências físicas interessantes. Qualquer pessoa percebe que o que se dá na parte teórica não tem nada a ver com o que se dá na parte experimental. Isto parece-me um absurdo, um absurdo que já existe há mais de dez anos e pareceu-me que era uma boa altura de acabar com isto. Acho que o curso como está parece um Frankenstein, são dois modelos que estão implantados ao mesmo tempo no mesmo corpo. Um é um modelo que sempre existia

antes. Depois há o modelo das Físicas Experimentais, virado para uma visão mais moderna da Física, mas que ficou completamente desacompanhado. No que diz respeito às Físicas Experimentais, eu julgo que estão na linha certa. Ou seja, eu defendo um modelo em que as Físicas Experimentais tenham um papel importante. Quanto ao outro modelo, enfim, eu acho que serviria para preparar as pessoas para entrar no século XX. O pequeno erro é que nós vamos entrar no séc. XXI.

P - Esse é um bocado o seu slogan...

JDD - Exacto, e eu julgo que é correctíssimo. As cadeiras básicas são Mecânica, Termodinâmica, Electromagnetismo, que são realmente as grandes cadeiras antes da entrada no século XX. Depois há umas coisas pouco claras que são dadas numa cadeira com um certo pendor filosófico, a História das Ideias em Física, em que se dá uma pouca da Relatividade, com aqueles comboios que encolhem, as estações que aumentam... eu nunca vi isso. E há também o problema do electrão ir para o buraco da direita ou para o da esquerda. Quer dizer, a física moderna é apresentada assim como uma coisa estranha.

Isto é claramente o início do século XX. Se é isto o modelo que nós desejamos dar para os engenheiros físicos, então penso que isto é um absurdo total e acho que já era tempo de se mudar este modelo... Muitas vezes não é propriamente a matéria, nem sequer se questionam os professores, é um bocadinho a perspectiva, que não é do século XX. É uma pena nós estarmos a formar pessoas como se a ciência do século XX não existisse, ou existisse como uma coisa nebulosa, uma curiosidade meio filosófica.

P - O que é que isso implicaria em, por exemplo, ter de chamar Física a todas as nossas cadeiras de Física básica?

JDD - Eu apresentei um projecto em relação às física básicas mais ou menos completo. Julgo que devemos acabar com o aspecto *frankensteineano* e o aspecto reaccionário, e a maneira de resolver isso é ter um curso integrado com a componente teórica e a componente experimental obedecendo ao mesmo programa, o que resolve o problema *frankensteineano*. Relativamente ao reaccionarismo, que seja um programa feito numa perspectiva de quem está a entrar no século XXI. Por exemplo, quase toda a tecnologia deste século é baseada na Mecânica Quântica. Que formação, portanto, é que nós estamos a dar? Julgo que os engenheiros físicos tecnológicos não devem estar virados para a Física Clássica, até porque existem outras engenharias que ocupam essas áreas. Temos que nos basear na instrumentação, na microelectrónica, ... e isso é tudo Mecânica Quântica.

P - E quanto à componente tecnológica do curso?

JDD - Se acreditamos que podemos formar engenheiros físicos, julgo que um bocadinho de electrónica tem que existir. Eu defendo que deve haver pelo menos mais uma cadeira de electrónica/instrumentação.

P - Mas ter-se-iam que abrir mais cedo as opções? Qual é, por exemplo, a sua opinião a respeito da existência de ramos?

JDD - Sou completamente contra os ramos. Esta licenciatura não é a especialização da especialização, e julgo que esse é o nosso mérito. Não faz sentido termos pessoas que estão preparadas numa certa área. É uma licenciatura de espectro largo. Claro que umas



**Ensino
Investigação
Desenvolvimento**

Revista Técnica

Queres colaborar com a Técnica?

A Técnica precisa de colaboradores. Se sentes que a divulgação de ciência e engenharia é fundamental, se desejas participar na elaboração desta importante revista, dirige-te à Direcção da Associação dos Estudantes e inscreve-te como colaborador. Vem ser mais um átomo da Técnica!

Prof. António Brotas

PULSAR - Como é que o professor definiria um engº físico tecnológico? Acha que o currículo do curso está adequado a esse perfil? Se não está, que sugestões poderia dar? Finalmente, qual é o seu comentário às linhas gerais da proposta apresentada na comissão coordenadora do departamento?

Prof. António Brotas - Se me permitem, eu vou tentar responder globalmente e não por esta ordem, mas procurando abordar todas as questões. Uma condição inicial, mas não única, é um engenheiro físico tecnológico ser alguém que teve um muito bom curso de física, isto é, um curso com um núcleo inicial, uma base muito boa e depois alguns ramos especializados, que também devem ser muito bons, mas que já podem ser divergentes. Eu vou falar mais da parte inicial do curso. *Grosso modo*, um curso de cinco anos - e reduzi-lo para quatro seria um desastre - tem os dois primeiros anos, um terceiro ano de transição e depois o quarto e quinto, já francamente divergentes, desde uma física experimental até uma física marcadamente teórica, com todos os seus ramos - isto naturalmente com várias situações intermédias. Com respeito à melhoria e ao progresso, tenho uma ideia básica: o progresso faz-se por conservação do que é bom. O que é bom demora muito tempo a fazer; o que é mau pode ser feito num instante. O progresso é sempre muito ameaçado de destruição, que pode ser rápida e quase irreversível: aquilo que demorou vários anos

de esforço pode ser destruído. Esta escola, nos primeiros anos, tinha uma tradição excepcionalmente boa, que foi essencialmente criada e mantida durante umas três décadas pelo prof. António Silveira. Isso traduzia-se nas cadeiras básicas: chamemos-lhe Mecânica, Termodinâmica, Electromagnetismo (e, já agora, acho que houve sempre uma lacuna - não haver uma cadeira de Óptica). A meu ver, nos quatro primeiros semestres, deveria haver estas quatro cadeiras, por esta ordem (a Óptica deveria ser dada depois das equações de Maxwell; não fosse por questões de matemática, a ordem poderia ser Mecânica, Electromagnetismo, Termodinâmica e Óptica). Para a Mecânica, a Termodinâmica e o Electromagnetismo, há livros de uma nova geração, como o Goldstein, o Callen e o Jackson, feitos por físicos que conheciam os problemas da física moderna. Estes não são livros de curso: são livros para depois das cadeiras. Os dois primeiros anos são para preparar os alunos para estes livros, e não para os seguir. A questão básica, para mim, nestas cadeiras dos primeiros anos, é que os professores não estão a ensinar física: estão a ensinar os alunos a ser físicos. Um professor dos primeiros anos tem de despertar a imaginação dos seus alunos, ensiná-los a desenvolver o domínio de técnicas, a capacidade de abordar problemas, de redacção, de entrar num livro... Estes cursos iniciais têm de ser dados na óptica de serem os melhores cursos do mundo, e não andar a imitar a última moda lá de fora. Sobretudo, não o fazer num modelo de ensino de física, que pode ser adoptado para outros cursos de engenharia, mas não para o curso de física. A proposta que apareceu, um bocado abruptamente (pelo menos para mim, que talvez andasse distraído...), era a de, em três dias, remodelar o curso! E aí eu senti o imenso risco de destruímos o que temos sem fazermos melhor. A minha proposta é que pensemos o curso com razoável calendário para 1997/98 (no mínimo, durante seis meses). É preciso os professores saberem uns o que andam a fazer os outros e conhecerem as várias propostas. O que eu vejo são duas grandes linhas: uma, na tradição desta escola, que eu lutarei para conservar: ter, nestes dois primeiros anos, cadeiras do mais alto nível possível (tal não significa necessariamente matérias mais avançadas - significa ter uma reflexão sobre como é que as coisas surgiram, significa cursos o mais bem pensados para fornecerem uma visão global "por cima"); a outra linha é a miscelânea da física: misturar as coisas todas, que é outra das grandes linhas "pedagógicas" actuais e que se traduz, por exemplo, nos livros de física para o pré-

primário: "o boomerang", "os buracos negros", "a cor azul do céu", umas coisas assim... Assim entramos num processo em que a física é uma coisa para deslumbrar as pessoas, para as estupificar. Nos primeiros anos, tem de se ensinar as pessoas a olhar para a realidade à sua volta e a aprenderem técnicas que depois serão muito úteis. É aqui que entra a interacção entre professores: entre o prof. de Mecânica, o de Física Experimental e o de Mecânica Quântica. Tem de se mostrar o carácter unificador e aprofundado da física, e não dar uma mistura, um conjunto de coisas que podem ser muito curiosas mas que não estão a ensinar física. Que não abre perspectivas "para cima", não unifica, não esclarece conceitos, usa as palavras com o uso corrente; aparentemente tudo aquilo é muito simpático só que, a meu ver, não serve para formar físicos... nem serve para nada. Ou servirá para engenheiros de outros sectores, que têm que saber "umas coisas". O que os físicos precisam é de conceitos fundamentais. Estes conceitos devem ser ensinados numa perspectiva histórica; para isso, convém uma cadeira de História das Ideias em Física. E tudo deve ser minimamente articulado com as cadeiras de matemática. (Sobre a matemática, eu gostaria que a cadeira de Estatística fosse leccionada por um físico.) Nós não sabemos bem o que vai acontecer, mas eu costumo dizer que uma pessoa, quando não sabe o que é que há de fazer, estuda física. O que é que vai ser esta escola no ano 2005? Tudo se vai decidir entre estas duas grandes opções, e eu lutarei por uma. Mas não estou nada certo de ganhar; aliás, não sou eu que ganho: nessa altura, eu já não serei professor desta escola. Se estiver vivo, direi: "lá se afundou o Técnico" ou "lá sobreviveu o Técnico".

Prof. Carlos Varandas

PULSAR - Como é que define um eng. físico tecnológico?

Prof. Carlos Varandas - Eu acho que numa altura em que cada vez mais em todas as áreas se vão introduzindo as chamadas novas tecnologias, é necessário uma pessoa que faça a interface entre o utilizador e o projectista, e penso que essa é uma das missões no futuro do engenheiro físico tecnológico. Há uma outra missão muito importante, que consiste na investigação e desenvolvimento de tecnologias de ponta. Finalmente, há uma terceira área em que eu acho que estes licenciados vão ter futuro: a gestão de Ciência e Tecnologia. De facto, cada vez mais, não só a nível dos governos, portanto das instituições públicas, como a nível de

instituições privadas, empresas e sobretudo firmas de consultoria, vai aparecer a necessidade de avaliação de grandes projectos, onde obviamente é preciso saber Física, Engenharia, Economia. Penso que a eng. física tecnológica é das engenharias que tem maior campo de expansão em Portugal, desde que se verifiquem três condições: que as empresas comecem a investir no desenvolvimento de coisas, e não apenas na produção de produtos, ou de projectos que vêm lá de fora; que as eng. físicas tecnológicas tenham um currículo adequado ao seu nome, e aí, eu penso que a eng. física do Técnico não tem; e é preciso fazer o marketing da eng. física.

P - E então que propostas é que faria para adequar mais o currículo do curso?

C. V. - Eu acho que as propostas podem-se fazer a dois níveis: um primeiro nível é aquilo que eu chamo uma alteração progressiva, e outra era uma alteração radical. Começando pela alteração radical, era dividir o curso em dois: uma licenciatura em Física, e uma licenciatura em eng. física tecnológica. Bem, eu acho que o ideal seria o seguinte: manter para todas as pessoas que queiram o currículo actual da lic. em eng. física, mas abrir uma área de especialização devidamente ordenada em tecnologia. Por que é que eu disse a palavra devidamente organizada? Porque, no fundo, a questão é esta: os nomes das cadeiras estão lá, só que elas não funcionam, primeiro porque o Dptº. não tem infraestruturas, segundo porque não há um empenhamento de algumas pessoas do Dptº. em pôr as cadeiras a funcionar, e em terceiro lugar, porque mesmo que as cadeiras funcionassem, e mesmo que tivessem alunos, estes iam ter uma grande dificuldade em acompanhar as matérias porque não tinham a formação de base. O que é que isto significa portanto na minha reestruturação? Significa por um lado manter o actual currículo para quem quer o chamado ramo científico, criar um ramo tecnológico com cadeiras no 4º e no 5º ano que são basicamente disciplinas que já lá estão no currículo, mas devidamente organizadas, e alterar o 2º e o 3º ano de modo a introduzir duas ou três cadeiras de opção, para que os alunos que pensam seguir o ramo tecnológico, possam ter cadeiras de electrónica, de instrumentação, de economia e de outras coisas semelhantes nos primeiros anos, para terem a base para as cadeiras da especialidade, porque senão, como é que uma pessoa pode ter uma cadeira de aquisição de dados, se não sabe nada de electrónica, de computadores aplicados em laboratórios e de instrumentação? Não pode...

P: Portanto, isso implicaria uma divisão do curso em ramos?

C. V.: Repare uma coisa. O que é que isto

implica, depende de duas opções: o que é que os alunos querem ter escrito no seu diploma, e o que é que o Dptº. está interessado em estrategicamente fazer. Eu acho que mais importante do que os nomes é o conteúdo e a organização das disciplinas, porque aquilo que eu penso que hoje todos nós sentimos é que temos dos melhores alunos que há no país, temos, embora isto não fique bem dizer, bons professores, temos um Dptº. de Física muito completo e que abrange muitas áreas, simplesmente ainda não foi possível romper com o passado. Eu gostava também de aqui dizer um ponto que acho que é fundamental:

a actual licenciatura em eng. física, quando nasceu, não podia ter nascido diferente, porque o Dptº. de Física tinha uma elevadíssima percentagem de pessoas que eram físicos ligados mais à teoria. Ao longo destes últimos anos, o Dptº. tem tido uma série de mestres e doutoramentos já em áreas de Física Experimental e até eng. física, e portanto eu penso que o Dptº. começa a ter outras condições humanas para oferecer soluções alternativas.

* * *

A História da Física na Grécia Antiga

3ª Parte

Ariel Guerreiro

O PERÍODO HELENÍSTICO

A morte de Alexandre Magno, em 323 a.C., assinala o fim do período helénico e o início do período helenístico.

OS GRANDES SOCRÁTICOS

Se, durante o período helénico, o conhecimento da natureza é, salvo no platonismo, uma parte importante da filosofia, já no período helenístico este se reduz a um problema menor da filosofia. Esta passa a ter um só objectivo: propor aos indivíduos uma arte de viver, uma moral. Numa tal arte de viver fundam-se os estóicos argumentando uma ausência de paixão, e os epicuristas defendendo a ausência de perturbação. Eles separaram a filosofia em três partes: Lógica, Física e Moral.

Enquanto a Física estóica tem como interesse apenas dar uma noção da ordem cósmica, a Física epicurista adopta uma linha atomista, cujo materialismo afasta o carácter da vida como preparação mística para a morte negando a sobrevivência da alma.

A Física estóica pressupõe dois princípios, agente e paciente, os quais são corpos que, ao se interpenetrarem totalmente, asseguram pela sua tensão a unidade de cada um dos indivíduos e a do Mundo que é o composto por eles.

O Mundo conhece ciclos cósmicos que têm o seu começo e o seu fim na reabsorção dos corpos num fogo de Heráclito que é a razão divina.

A Física epicurista retoma o atomismo

de Demócrito, mas acrescenta uma qualidade aos átomos, o seu peso, e substitui os seus movimentos turbilhantes por um movimento de queda. Todos caem com a mesma velocidade. Ora, a diversidade do Mundo só pode explicar-se no caso de certos átomos se encontrarem: os seus encontros são devidos a um desvio imperceptível de alguns deles, uma declinação tão fraca que não requer nenhuma explicação, mas permite aos átomos escapar à estrita necessidade das leis da Física de Demócrito. Este traço é essencial na Física epicurista, visto preservar a liberdade da alma humana ao subtrair os seus átomos à estrita necessidade. Nisto, a Física de Epicuro, tal como a dos estóicos, não é mais que um preâmbulo da moral.

Cheios de pressa de chegar ao seu centro de interesses próprios, a elaboração de uma arte de viver, estoicos e epicuristas constroem Físicas multiplicando as afirmações globalizantes.

A ESCOLA DE ALEXANDRIA

Alexandre Magno é formado na escola de Aristóteles, e traz consigo a ideia de que só os gregos são profundamente e verdadeiramente humanos. A sua experiência prática levou-o a adoptar a política da união dos povos conquistados sob o signo da cultura helenística.

Após a morte de Alexandre, Alexandria torna-se a capital do Egipto. Ela é, até ao séc. V da nossa era, um centro de intensas pesquisas em ciência e filosofia que influencia todo o Mundo antigo. Com os mestres da

escola de Alexandria a ciência diversifica-se em ramos separados: Aritmética, Geometria, Trigonometria, Astronomia, Mecânica, Óptica e Acústica, Mineralogia, Medicina e Geografia.

No Mundo helenístico, a Matemática e a Física eram cultivadas com um duplo fim: o académico e o prático. Do ponto de vista académico, a grande ciência era a Geometria, onde se estudavam intensivamente as secções cónicas, com a finalidade de resolver os problemas clássicos, entre os quais a dissecação de triângulos e duplicação cubos.

Do ponto de vista prático, trabalhava-se nas máquinas para a irrigação, transporte de pesos, construção naval e operações militares.

A meio caminho entre a teoria e a prática encontra-se a Astronomia.

Aristarco de Samos (310-230 a.C.) propõe métodos para medir as dimensões e as distâncias do Sol e da Lua:

1. a medida do ângulo das rectas Terra-Lua e Terra-Sol no momento de quadratura
2. a medida dos diâmetros aparentes do Sol e da Lua no desenvolver da sombra durante os eclipses da Lua.

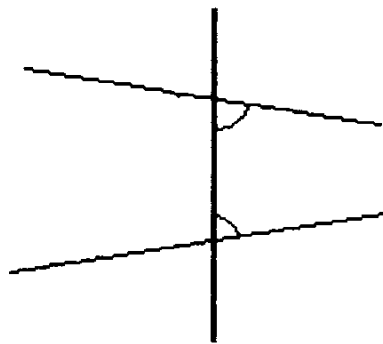
Lembre-se também Hiparco (190-120 a.C.), a quem se deve o catálogo de Estrelas, e Ptolomeu, que elaborou Tetratibiles, o grande manual do geocentrismo de toda Idade Média.

As propriedades mais importantes sobre os lados e os ângulos dos triângulos, sobre as rectas e planos paralelos e perpendiculares, sobre a construção de diversos tipos de triângulos, quadriláteros, paralelogramos e diversos tipos de superfícies, foram pormenorizadamente analisados por Euclides, o geómetra (315-225 a.C.), nos seus célebres Elementos de Geometria. Aí se analisam as principais propriedades dos círculos e da circunferência, bem como dos polígonos regulares inscritos e circunscritos, semelhança de triângulos, etc.. Dos treze livros que compõem os Elementos constam ainda um tratado sobre Álgebra e Aritmética.

Ponto chave desta obra é o quinto postulado, por mais que pareça tratar-se de uma verdade à La Palice:

“Se uma linha recta perpendicular a outras duas rectas fizer ângulos interiores do mesmo lado mais pequenos que dois ângulos rectos, essas rectas prolongadas até ao infinito encontrar-se-ão do lado em que os ângulos são mais pequenos que os dois rectos.”

in Euclides, Elementos de Geometria.



Pelo seu conteúdo, e também pelo método de exposição em que se fundamenta, esta obra de Euclides tornou-se uma das obras mundialmente traduzidas e divulgadas ao longo dos séculos, e o manual adoptado durante quase dois mil anos no ensino da Geometria e de outros ramos da Matemática, em que o desenvolvimento dialético parte de definições para estabelecer postulados e, a partir destes, construir um edificio coerente por estrita dedução.

Contemporâneo de Euclides é Arquimedes (287-212 a.C.) foi um dos maiores vultos da Matemática e da Mecânica gregas. Referindo-se à sua obra, escreveu Plutarco:

“Não é possível encontrar na Geometria problemas mais profundos e difíceis expostos de maneira mais simples e em bases mais claras.”

Parente de Heirão II, Arquimedes desempenhou um papel de relevo na defesa da cidade contra os Romanos, pondo os seus engenhos ao serviço militar. Mas foi sobretudo no domínio da Hidrostática que mais se notabilizou: a ele se deve a formulação de alguns dos mais importantes e famosos princípios desta ciência: “um sólido menos denso que um determinado fluido em que se mergulhe emerge forçosamente”, e “sofre uma impulsão de baixo para cima igual à diferença entre o seu peso e o peso do líquido deslocado”. Por sua vez, “um sólido mais denso que um determinado fluido em que se mergulhe torna-se mais leve que o seu peso real, devido ao peso do líquido deslocado”. É com base nestes princípios que é resolvido o incidente da coroa do Rei Heirão.

Os simples títulos de obras suas são indicativo suficientemente claro da sua imensa actividade científica: Da Esfera e do Cilindro, A Medição do Círculo, Dos Conóides e Esferóides, Das Espirais, O Centro de Gravidade, Dos Corpos Flutuantes, O Contador de Areia, Método da Mecânica e Princípios de Geometria.

PARA TERMINAR...

Physis para os gregos, natura para os

Instantâneos

Pequena selecção de notícias das seguintes revistas:

LaR - La Recherche
N - Nature
PhW - Physics World
PhT - Physics Today
ScV - Science et Vie
ScA - Scientific American
S - Science
NS - New Scientist

O projecto anglo-alemão de construção de um detector de ondas gravitacionais (nunca observadas directamente) teve finalmente luz verde por parte do financiador britânico. A ideia data de 1986, e a sua implementação começou em Ontono passado em Hannover, utilizando fundos alemães.

Outros detectores já estão a ser construídos: o projecto LIGO (E.U.A.) do qual constam dois detectores e o VARGO (franco-italiano) e com o virar do século, todos os quatro detectores deverão já estar em funcionamento. (PhW, Fev96, 9)

A equipa que descobriu o quark top encontrou indícios de uma possível sub-estrutura constituente dos quarks. (PhW, Mar96, 7)

O presidente da Academia das Ciências russa afirmou que a ciência neste país “poderá morrer” por falta de fundos. (N, 21Mar96, 194)

O JET deverá ser prolongado por mais 3 anos, decorrendo assim até ao final de 1999, se, como é esperado, ao fim do parlamento europeu se seguir o fim do conselho da Europa. Recorde-se que a UE custeia 80% do orçamento de 80 milhões de ecus do JET. (N, 7Mar96, 4)

O governo britânico criou um comité consultivo que deverá supervisionar os estudos genéticos em humanos, tanto nas suas aplicações comerciais como nas suas implicações éticas. (N, 7Mar96, 6)

Um dos primeiros manuscritos de Einstein sobre matéria e energia não foi vendido em leilão como previsto, porque a maior oferta, (3,3 milhões de dolares) estava abaixo do preço mínimo de venda. (N, 21Mar96, 193)

Instantâneos

Novo mapa genético é mais um passo no sentido de uma descrição completa do ADN humano. (N, 14Mar96, 111).

Em Washington, a ideia de proibir por lei a utilização (por parte das companhias de seguros) de informação genética para negar o seguro a potenciais clientes caiu por terra. (N, 14Mar96, 91)

Já foi encontrada uma explicação para o brilho invulgarmente intenso do cometa Hale Bopp.

Este cometa foi descoberto no ano passado a uma distância de 7 AU do Sol (AU = raio médio da órbita terrestre) com um brilho mais de 100 vezes superior ao do cometa Halley à mesma distância. O fenómeno parece ainda mais estranho, se considerarmos o facto de, à distância indicada o cometa estar demasiado frio para que o mecanismo normal de sublimação da água gelada ocorra (que permitiria assim ao cometa reflectir a luz do sol na matéria resultante).

Neste caso, a sublimação do CO parece ser responsável pelo fenómeno em questão. (N, 14Mar96, 107)

Choques entre a lua Prometeu e o anel F de Saturno (um estreito anel excêntrico a 3,400 km do sistema principal de anéis) poderão justificar o atraso de aproximadamente 20 graus do satélite em relação à órbita esperada. (N, 14Mar96, 139)

As primeiras imagens detalhadas da superfície de Plutão tiradas pelo Hubble em 1994 e divulgadas no princípio de Março, revelam o planeta com mais contrastes em larga escala do sistema solar, à excepção da Terra. (N, 14Mar96, 91)

Estará a caminho uma nova tecnologia que permitirá reduzir significativamente o tamanho dos aceleradores de partículas? (PhW, Fev96, 22)

Tentativa de fabricação de uma substância mais dura do que o diamante. (N, 14Mar96, 104)

A comissão europeia alertou para a diminuição da percentagem de patentes industriais registadas, em relação aos Estados Unidos e ao Japão. (N, 14Mar96, 94)

latinos, a palavra natureza significa etimologicamente geração e devir. A natureza é o princípio, a fonte da geração e do devir de todas as coisas segundo uma ordem estabelecida, visível na permanência, que jaz sob a diversidade das coisas. O Homem engendra o Homem. A natureza é a organização interna de cada ser, ele é também o conjunto de todos os seres que compõem o Universo organizado, o Cosmos.

Vimos como nos primeiros tempos, nas civilizações antigas, a Física aparecia incluída no mito sob a forma de uma cosmogonia. Os seres divinos influenciam o Universo marcando o ritmo celeste, o qual preside à vida terrestre, aos ciclos sazonais, às catástrofes e às glórias...

Na visão grega, os mitos e a cosmogonia cedem aos discursos e à cosmologia numa tentativa de racionalização dos conhecimentos fenomenais. Esta atitude constitui a filosofia da natureza em que a fé nos Deuses é substituída pela fé na cognoscibilidade e na ordem do Universo. O mito descreve o Mundo como animal vivo, narrando a sua génese e ligando a Terra ao céu, os fenómenos aos Deuses. Com a Física os fenómenos redescobrem a sua regularidade e perdem a marca do livre arbítrio dos Deuses.

A escola de Mileto procurava descobrir a matéria fundamental do cosmos e, baseada nesta, descobrir a estrutura do cosmos. A matéria fundamental, mais do que um princípio material, é um princípio transcendente de cognoscibilidade do real.

Para explicar a matéria surge a necessidade de racionalizar as transformações no Universo, assim aparece o Devir.

A Escola Pitagórica introduz as estruturas matemáticas como ferramentas da descrição

do cosmos, mas peca criando o culto do número. Já os Eleatas procuram na razão pura o caminho para a verdade.

Platão procura reencontrar Deus na essência da verdade. Retomando os elementos de Empédocles, redesenha toda a doutrina Eleática procurando encontrar o lugar do Homem no Universo.

Aristóteles, para além de uma cosmologia, cria também a sua noção de ciência acabada baseada no raciocínio indutivo.

Com os grandes socráticos do período helenístico apenas se retomaram as grandes Físicas anteriores e só com a Escola de Alexandria é que aparecem inovações. Aí a Física divide-se noutras ciências: a Aritmética, a Geometria, a Trigonometria ... adquirindo um duplo fim: o académico e o prático, começando-se a formar os esboços das ciências actuais.

Esta primeira ciência da natureza deu origem a dois tipos de ciências. Um primeiro tipo que conserva um carácter mítico: a Astrologia, as ciências etéreas..., um segundo tipo que evolui para a concepção de ciência de Galileu baseada no método científico: a Astronomia, a Física.

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: Fedon, Criton, Publicações Europa-América.
Russell, Bertrand, História da Filosofia Ocidental, Primeiro Livro, Livros Horizonte.

NOTA: a presente mini-série de artigos que hoje termina é adaptação de um trabalho realizado para a cadeira de História das Ideias em Física.

Seminários da Secção de Astronomia

A formação de estruturas cósmicas em larga escala,
prof. Paulo Mauricio (CAUP), dia 14/05 às 16h00 na Sala P4

Gravitação Quântica,
Prof. José Mourão (CENTRA/UAL), dia 16/5 na Sala P4

Cosmologia no Laboratório,
Prof. Orfeu Bertolami (Dpt. Física/IST), dia 20/5 às 18h00 na Sala P4

Matéria Escura,
Prof. Barbosa Henriques (CENTRA/IST), dia 21/5 às 16h00 na Sala P4

Os primeiros instantes da história do Universo,
Prof. Paulo Sá (CENTRA/UAL), dia 6/6 às 18h00 na Sala P4

Foi aceite para publicação na Secção Científica do *PULSAR* :

- "*Método de VODC*" de Óscar Dias e Vítor Cardoso
- "*Diálogo com um micróbio inteligente sobre Termodinâmica*" de José Henriques

Geometria Quântica

Carlos Ramos, Nuno Cruz, Nuno Leonardo

Tivemos recentemente o inaudito privilégio de receber o eminente Físico-Matemático francês, Alain Connes do Collège de France, Institut des Hautes Études Scientifiques, nascido em 1947 e a quem foi atribuído em 1982 o mais alto galardão, de quatro em quatro anos, da Matemática, a medalha Fields.

Alain Connes distinguiu-se pelo seu trabalho em álgebra dos operadores cujo desenvolvimento tem levado ao aparecimento de um novo paradigma: a Geometria Não-Comutativa. A partir daí, introduz tratamentos revolucionários em teoria da medida, geometria e física-matemática, revelando um potencial notável no que respeita a aplicações, para além de diversas áreas da matemática, em quantificação, campos e partículas elementares.

Esteve em Portugal pela primeira vez, tendo proferido duas conferências, uma no Instituto Superior Técnico a 23 de Abril e

outra na Sociedade Portuguesa de Matemática a 24 de Abril intituladas respectivamente "Gravity Coupled with Matter and Foundations of Non-Comutative Geometry" e "Sur la Notion d'Espace Géométrique". O que foi exposto resume-se no seguinte: primeiro, Connes apresentou uma axiomática para a geometria riemaniana baseando-se na álgebra das funções sobre o espaço desta. Mostrou, então, que enfraquecendo os axiomas de forma a estender a álgebra de funções a uma álgebra não comutativa, obtém-se uma estrutura que forma a nova geometria, daí o nome de Geometria Não-Comutativa. Feito isto, Connes mostrou como partindo da geometria não-comutativa se pode tirar propriedades respeitantes às partículas elementares, em particular as simetrias que as caracterizam.

Apresenta-se de seguida comentários/citações sobre Alain Connes, a pessoa, o seu trabalho, e em particular a sua vinda a Lisboa.

«A tarefa de apresentar Alain Connes, de que me incumbiu a Sociedade Portuguesa de Matemática, é muito facilitada pelo facto de, nos últimos dez anos, eu ter apresentado frequentemente, não o homem, é certo, mas a sua obra.

Pelo contrário, é Alain Connes quem não nos facilita a tarefa, pois ultrapassando-se a ele próprio a cada passo, em ritmo mozartiano, faz-nos fazer a todos a figura do coelhinho da Alice no País das Maravilhas: sempre em atraso!

Na sequência dos seus trabalhos de juventude foi atribuída a Alain Connes, em 1982, a medalha Fields. Desde então, desenvolveu a chamada Geometria Não-Comutativa, ou Geometria Quântica como ele próprio prefere chamar-lhe, revolucionando de modo irreversível, os nossos conceitos de espaço. O vírus não-comutativo contaminou todas as áreas da matemática e pode mesmo dizer-se que é um dos raros casos em que uma epidemia reforçou vigorosamente a saúde de uma comunidade.

Felicitos e agradeço à Sociedade Portuguesa de Matemática e aos organizadores da vinda de A. Connes por nos proporcionarem a honra de o escutar.»

Introdução proferida pelo Prof. Paulo Almeida aquando da conferência de 24 de Abril

«Para quem já conhecia o trabalho de A. Connes foi interessante conhecer o homem, a pessoa, o modo de estar, de falar, de se apresentar. Para quem não conhecia foi ocasião para se interessar, inteirar-se sobre o seu significado e reflectir sobre o lugar que ocupa no actual pensamento científico.

Reflectir como um físico no seu desejo árduo e prolongado de compreender o espaço-tempo físico que o rodeia, consegue descobrir resultados formais da matemática que o levam a criar uma nova geometria, visitando lugares não comutativos nunca antes visitados. Tendo abstraído uma nova noção de espaço dos seus trabalhos de álgebras dos operadores, a sua preocupação parece ser compreender, tirar dela consequências que lhe permitam enriquecer o nosso conhecimento da estrutura da matéria a pequenas dimensões e o seu comportamento a altas energias: são as propriedades das interacções fundamentais e as simetrias das partículas elementares um dos seus objectivos. Tal como a noção de Riemann permitiu a Einstein identificar a gravitação à curvatura de espaço-tempo, A. Connes pretende deduzir as propriedades quânticas da matéria-energia das características não-comutativas das álgebras que substituem as funções definidas sobre o espaço-tempo, ou sobre a energia-momento.

Novos trabalhos confirmarão os seus sonhos, ou abrirão novas portas para novos

Instantâneos

Melhoria no controle de instabilidade do plasma em tokamaks. (PhT, Jan96, 9)

Recorrendo à espectroscopia de ressonância de ultra-sons, é possível determinar a constante elástica de um número muito vasto de materiais. (PhT, Jan96, 26)

Diversas doenças infecciosas (como a malária, a tuberculose e a cólera) reapareceram na Europa como resultado do colapso económico da antiga União Soviética. O alerta foi dado pela Organização Mundial de Saúde. (N, 14Mar96, 99)

Uma simulação em computador indicou que o modelo do "geodínamo" (baseado na ideia que o movimento dos fluidos de camadas internas da Terra funciona como um dínamo) parece apresentar resultados consistentes com a experiência, em termos da explicação do campo magnético terrestre. (PhT, Fev96, 17)

Os E.U.A. enviaram, entre 1954 e 1991, no âmbito do projecto "Atoms for Peace" um total de 750 kg de plutónio para 39 países (incluindo o Irão, o Iraque e Israel) segundo dados oficiais recentemente divulgados. O Nobel da paz do ano passado Rotblat afirmou que apenas 4 kg do plutónio para reactores nucleares é suficiente para o fabrico de uma bomba. Foi também divulgado que, aproximadamente 90% dos 111,4 ton de plutónio produzido ou importado desde 1944 permaneceu nos E.U.A., mas 2,5% estão em parte incerta, devido a discrepâncias nos diversos inventários. (PhW, Mar96, 12)

Avanço técnico na computação quântica com a fabricação de uma "porta lógica quântica". (PhW, Mar96, 27)

Terá uma "glueball" (mesões cujo principal constituinte não serão quarks mas glúons, previsto pela QCD) finalmente sido descoberta? (PhT, Fev96, 9)

50000 ton de água serão utilizados num novo detector de neutrinos nipónico-americano. (PhT, Fev96, 17)

Utilização de fractais no estudo do movimento browniano. (PhT, Fev96, 33)

Instantâneos

Foi já lançado o primeiro telescópio espacial de infravermelhos - o ISO - que é cem vezes mais sensível do que o IRAS. (PhW, Dez95, 7)

O Instituto de Conjuntura IFO de Munique publicou um relatório no passado dia 8, que alerta para o atraso da UE em tecnologia de ponta, sobretudo no sector da informação e telecomunicações. Uma das causas apontadas é a ausência de coordenação de esforços de investigação entre os países membros. (vide Diário de Notícias, 9Abril96, 12, Negócios).

Descoberta no satélite de Júpiter Europa a presença de sódio atómico, presumivelmente proveniente de vulcões activos de uma outra lua de Júpiter bastante próxima, Io. Esta atmosfera de sódio estende-se por 25 vezes o raio do planeta. (N, 21Mar96, 193)

Novo mineral descoberto de forma quase ocasional por uma geóloga amadora. De férias em Marrocos a referida geóloga comprou numa venda de beira de estrada uma rocha. Incapaz de identificar um mineral azul enviou-a para o departamento de mineralogia do Museu de História Natural de Londres. Testes de difracção confirmaram que este mineral nunca havia sido descrito anteriormente. (N, 21Mar96, 193)

Curitiba, estado do Paraná, Brasil. Como com um pouco de vontade e engenho se conseguiu melhorar significativamente a vida numa grande cidade. (ScA, Mar96, 3)

Observações realizadas pelo ASCA, um satélite operado conjuntamente pelos Estados Unidos e pelo Japão, confirmam a hipótese de que as ondas de choques de supernovas podem acelerar partículas até energias de raios cósmicos. (ScA, Mar96, 3)

A epidemia de SIDA em África toma proporções extremamente preocupantes. Em zonas urbanas de países como o Sudão, Uganda, Burundi, Ruanda, Quênia, entre outros, quase 25% da população está infectada pelo HIV. (ScA, Mar96, 3)

sonhos. Uma coisa é certa, o caminho natural de diversas áreas da Matemática passa pelo não-comutativo, assim como passa pelo não-integrável, não-linear e pelo não-regular. O próximo século será capaz de fazer a síntese na ciência da complexidade (caos, fractais, etc) dos seus múltiplos aspectos de não-integrável, não-somável, não comutativo, não linear e não periódico.»

Prof. J. Sousa Ramos

«A propósito da actividade matemática, essa actividade humana misteriosa moldada em acções e estímulos instintivos, Alain Connes como não podia deixar de ser, manifestou, em certa ocasião, uma forte preocupação: ao participar de uma mesa redonda em Barcelona em 1992, juntamente com quatro outros "medalha Fields" e ao abordar o conceito de "realidade matemática", comentou a grande dificuldade que tem o matemático em explicar ao público em geral o objectivo da sua ciência, tornando-o distinto dos demais. Em primeiro lugar, dizia ele, a matemática aparece como linguagem para as outras ciências, e por outro lado é extremamente não trivial explicar a alguém que os matemáticos estudam um aspecto da realidade que não é material. Já S. Smale, sobre o mesmo tema, inclina-se a pensar que a matemática é a ciência que mais se aproxima da arte, tendendo, no entanto, a ser correcta; realçou porém o risco de uma certa irrelevância, i.e. orientar-se para coisas que são correctas mas não importantes. G. Faltings acrescentou: enquanto que a física vive realmente da experiência, da matemática só se espera que seja correcta, interessante e útil. V. Jones afirmou que existe uma espécie de contínuo na matemática, desde as mais puras às mais aplicadas; e completou: todas elas são ciência. R. Thom preferiu comparar a relação entre matemática e realidade com uma questão filosófica: a da distinção entre Platão e Aristóteles.

Sobre esse importante tema levantado por A. Connes e outros relevantes assuntos ligados à matemática é muito agradável a leitura de "Mathematical Research Today and Tomorrow", Lect. Notes in Math., 1525, Springer-Verlag 1992.»

Prof. Waldyr Oliva

« • Parece-me a forma mais interessante de resolver o problema da Unificação da Gravitação com as outras interacções.

• É feito por um matemático, Fields medal, portanto deve ser bem fundamentado.

• É completamente novo; os últimos cálculos estão num paper saído há um mês.

• E sobretudo faz previsões que podem ser observadas experimentalmente, como por exemplo o Higgs que surge naturalmente do modelo, com massa da ordem do top.

• A física é uma ciência experimental, portanto teorias que fazem previsões são sempre mais interessantes, pois podem imediatamente ser aceites, ou não, depois de testadas.

• Para nós, do CFIF, foi uma janela aberta para uma perspectiva diferente posta por um matemático que parece pensar como um físico, e começámos a trabalhar para entender o seu modelo e as suas implicações.»

Prof.^a Lúcia Ferreira

«Um dos objectivos principais da ciência actual é conseguir uma unificação dos dois grandes pilares da física moderna, a Mecânica Quântica e a Relatividade Geral. Para tal existem essencialmente três programas principais. No primeiro, talvez o mais convencional, visa-se a quantização da gravitação através das chamadas variáveis de Ashtekar mantendo-se inalterável a Mecânica Quântica. Neste programa, que nada tem a dizer sobre as outras interacções fundamentais da natureza, a conexão substitui a métrica como variável básica (junto do respectivo momento canonicamente conjugado) no procedimento da quantização.

O segundo programa, o das cordas quânticas, mantém essencialmente a estrutura da Mecânica Quântica, porém vê a Relatividade Geral como aproximação em ordem mais baixa numa expansão em termos do inverso da tensão da corda e alguma hipótese acerca da dinâmica do dilató, campo escalar companheiro do gravitão nas cordas quânticas fechadas. As cordas Quânticas têm comprimentos da ordem 10^{-33} cm e as partículas correspondem aos modos de vibração. Para além de naturalmente unificar as interacções fundamentais da natureza, a teoria das cordas quânticas faz algumas previsões que são razoavelmente independentes das ambiguidades associadas à escolha do vácuo, processo de compactificação, etc., tais como por exemplo a de uma diminuta diferença entre a massa gravítica e a inercial,

$$\frac{|m_g - m_i|}{m_g} \approx 10^{-17}.$$

Tal diferença pode vir a ser medida pelo satélite STEP (Satellite Test of the Equivalence Principal).

O terceiro programa vem sendo desenvolvido por Alain Connes e

colaboradores a partir da chamada Geometria Não-Comutativa. Assumindo que os vectores da base do espaço formam uma álgebra de Lie e que os operadores devem ser compactos, Mecânica Quântica e Relatividade Geral tornam-se inadequadas para a derivação de processos fundamentais à escala de Planck ($\hbar \approx 10^{-33}\text{cm}$, $M_p \approx 10^{19}\text{GeV}$). Alain Connes pretende que tais princípios sejam suficientes para a resolução da questão da quantização da gravitação, assim como uma solução para problemas da teoria quântica de campos associados às divergências

logarítmicas (cuja solução surge na definição do integral no contexto da Geometria Não-Comutativa) e às divergências quadráticas. É importante notar que a estrutura não-comutativa da teoria dá naturalmente origem aos campos de gauge e fermiónicos, de modo que trata-se também de um programa de unificação. Naturalmente, o estágio ainda pouco desenvolvido do programa não permite ainda falar de uma teoria completa, porém as perspectivas que se vislumbram são sem sombra de dúvida fascinantes.»
 Prof. Orfeu Bertolami

Simetria, Grupos e Física

Carlos Ramos

Introdução

A identificação de figuras simétricas na natureza, e sua posterior idealização, teve grande importância no emergir da ciência. É de notar que a simetria espontânea na natureza aparece a um certo grau de aproximação, daí ser necessário o processo de idealização referido. Os favos de mel das abelhas formam uma estrutura regular hexagonal, a um certo grau de aproximação; se o favo for olhado com mais cuidado ou mais de perto existem diversas quebras na simetria. O mesmo se passa com o corpo humano; aparentemente o lado direito do corpo é igual ao esquerdo. No entanto, substituindo a parte direita pela parte esquerda reflectida por um espelho, as diferenças ressaltam, mostrando que afinal não são exactamente simétricas.

A geometria começou quando se abstraíram formas que na natureza aparecem com frequência, formas essas que são independentes do material constituinte. Uma corda esticada, uma vara, um raio de sol, todos estes objectos têm algo em comum; esse “algo” é uma idealização a que se chama recta. O mesmo acontece com a maioria das figuras e conceitos geométricos. A geometria foi das primeiras ciências a descrever a natureza de forma sistemática e conseguiu-o por meio da abstracção de propriedades de objectos reais. Esta abstracção é empreendida porque permite simplificar fenómenos naturais e formalizá-los.

A simetria é de grande importância na descrição da natureza precisamente porque permite grandes simplificações em termos de formalismo. Considere-se que dado um sistema ou objecto, para se descrever determinada característica deste, é necessário especificar um determinado número de parâmetros; suponha-se que existe um objecto aproximadamente igual, cujas diferenças em relação ao objecto

dado são as necessárias para o tornar mais simétrico (esta aproximação terá de ser tal que não altere significativamente a característica em estudo no objecto). Neste caso, o objecto idealizado será descrito por menos parâmetros, sendo esta a vantagem obtida pelo aumento de simetria. Por exemplo, para determinar o perímetro de um quadrado basta dar o valor de um dos lados; já para um quadrilátero em geral é necessário especificar os tamanhos dos quatro lados, ou seja, especificar quatro parâmetros.

A ideia de simetria não aparece ligada apenas à geometria elementar. A definição de simetria pode ser dada de forma geral, relacionada com transformações de objectos, para abarcar campos mais vastos. Um objecto é simétrico se, submetido a uma transformação, determinadas características permanecem iguais. As características que são preservadas dependem de como se define o objecto ou de que ponto de vista é usado. Diz-se então que essa transformação é uma transformação de simetria. Por exemplo, no caso do quadrado, as rotações de 90° , 180° , 270° e 360° em torno do centro são transformações de simetria pois preservam o quadrado tal como é. Uma operação de escala é também uma transformação de simetria do ponto de vista geométrico, porque mantém o quadrado como tal, no entanto, se se olhar para o quadrado de um ponto de vista métrico, as rotações continuam a ser transformações de simetria, mas as operações de escala deixam de o ser.

Na física, o facto de transformações como as translações ou as rotações não alterarem as leis reflecte a existência de simetrias e características que se conservam, sendo translações e rotações

transformações de simetria. É neste ponto que intervem a teoria dos grupos. Isto porque, dado um objecto, o conjunto das transformações de simetria, munido com a composição de transformações, forma um grupo, chamado grupo de simetria. Demonstra-se esta afirmação mais à frente.

Elementos da Teoria dos Grupos

Um grupo é um conjunto G de objectos que estão relacionados entre si (para além da relação de pertença). A esta relação chama-se lei de composição interna do grupo e é tal que as seguintes condições são satisfeitas:

- $\forall a, b \in G \exists c \in G : c = a \cdot b$ (Fecho)
- $\forall a, b, c \in G \quad a \cdot (b \cdot c) = (a \cdot b) \cdot c$ (Associatividade)
- $\exists u \in G \forall a \in G : a \cdot u = u \cdot a = a$ (elemento neutro)
- $\forall a \in G \exists a^{-1} \in G : a \cdot a^{-1} = a^{-1} \cdot a = u$ (elemento inverso)

Esta é a definição de grupo abstracto. Diz-se abstracto porque a natureza dos elementos não é especificada; o grupo define apenas uma estrutura independente dos objectos que a compõem.

Quando se verifica a comutatividade, diz-se que o grupo é abeliano. Ao número de elementos do grupo chama-se a ordem deste; um grupo pode ser contínuo, discreto finito ou infinito.

A estrutura de um grupo abstracto pode ser apresentada de diversas formas: se for finito, a estrutura pode ser dada por meio de uma tabela de multiplicação. Por exemplo, para um grupo de ordem 4, uma estrutura possível é a apresentada pela seguinte tabela:

.	u	a	b	c
u	u	a	b	c
a	a	b	c	u
b	b	c	u	a
c	c	u	a	b

Se o grupo é infinito, é impraticável apresentar a estrutura por meio de uma tabela. É necessário apresentá-la por meio de uma lei geral de composição.

Os grupos finitos estão totalmente classificados, ou seja, sabe-se para cada ordem o número de grupos que existem; de ordem 1 existe apenas um grupo, assim como para as ordens 2, 3 e 5. Para a ordem 4 existem 2 grupos distintos, e por aí adiante...

A uma concretização de um grupo abstracto (concretiza-se especificando os elementos e a lei de composição) chama-se

realização do grupo. Um exemplo de uma realização é o conjunto $\{1, i, -1, -i\}$ munido com a multiplicação usual que realiza o grupo abstracto de ordem 4 apresentado atrás.

x	1	i	-1	-i
1	1	i	-1	-i
i	i	-1	-i	1
-1	-1	-i	1	i
-i	-i	1	i	-1

Dar exemplos de grupos infinitos é mais simples por meio de realizações. O conjunto dos inteiros com a operação adição usual, por exemplo, forma um grupo abeliano discreto infinito.

Quando se faz corresponder a cada elemento do grupo uma transformação afim, definida num espaço vectorial de dimensão n , e à lei interna a composição de transformações, diz-se que a realização é uma representação de grau n do grupo em questão.

Escolhido um sistema de coordenadas no espaço vectorial, as transformações afins podem ser representadas por matrizes $n \times n$ com determinante diferente de 0 (este facto garante que cada matriz tenha inversa, o que é necessário para representar um elemento de um grupo). A notação usada para a transformação associada ao elemento a é $T(a)$. A representação de um grupo é então uma função definida da seguinte forma

$$T: G \rightarrow \mathcal{R}n$$

$$a \rightarrow T(a) \quad e \quad T(a \cdot b) = T(a) T(b)$$

Ao mudar de sistema de coordenadas por meio da transformação S , obtem-se outra representação definida por $a \rightarrow S T(a) S^{-1}$. Representações obtidas desta forma dizem-se equivalentes.

Apresenta-se de seguida vários exemplos e aplicações de representações de grupos.

- $GL(n)$: é o grupo representado por todas as matrizes $n \times n$, com a operação de multiplicação de matrizes. É a representação mais geral que se pode ter, uma vez que contém todas as transformações lineares invertíveis (determinante diferente de 0).

- $O(n)$ e $SO(n)$: O conjunto de todas as matrizes ortogonais ($A = A^T$) reais é representação do grupo $O(n)$; no caso adicional de $\det A = 1$ então o grupo denomina-se $SO(n)$.

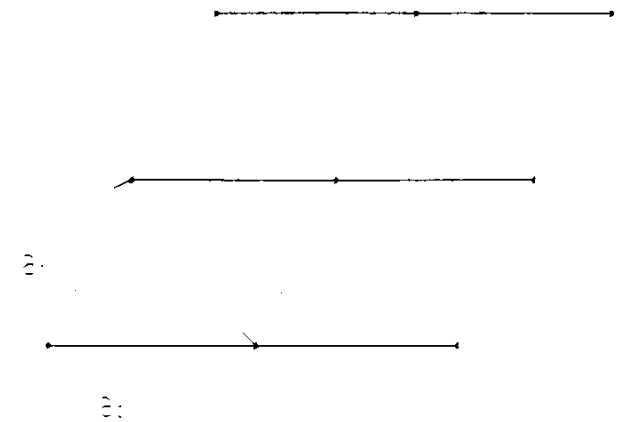
Tendo-se $n=3$, cada matriz do grupo $SO(3)$, pode-se interpretar como uma rotação

no espaço tridimensional. Por exemplo a matriz

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos \theta & \sin \theta \\ 0 & -\sin \theta & \cos \theta \end{bmatrix}$$

representa uma rotação de θ em torno do eixo dos xx .

- Considere-se um reticulado bidimensional da forma $\{n a_1 + m a_2; n, m \in \mathbb{Z}\}$



que pode representar a estrutura de um cristal. O conjunto das suas simetrias é um subconjunto das isometrias do plano (transformações que preservam comprimentos) e incluem reflexões, translações e rotações. A título de exemplo determina-se de seguida as rotações que podem ser simetrias do reticulado.

Uma rotação no plano é representada matricialmente por $A = \begin{bmatrix} \cos \theta & \sin \theta \\ -\sin \theta & \cos \theta \end{bmatrix}$ na base canónica. Na base $\{a_1, a_2\}$, a representação matricial pode ser obtida por meio da matriz de transformação de coordenadas S e a sua inversa S^{-1} . Tem-se $B = S^{-1} A S$ com

$$B = \begin{bmatrix} n_{11} & n_{12} \\ n_{21} & n_{22} \end{bmatrix}$$

Sabe-se ainda que duas matrizes A e B nesta situação têm o mesmo polinómio característico, o que implica que os respectivos traços são iguais, ou seja, $2 \cos \theta = n_{11} + n_{22}$. Portanto, uma condição é que $2 \cos \theta$ seja um inteiro. Uma vez que $-1 \leq \cos \theta \leq 1$ vem que $\cos \theta = -1, -1/2, 0, 1/2$, ou 1 donde $\theta = 180^\circ, 120^\circ, 90^\circ, 60^\circ$ ou 0° .

Este resultado está intimamente ligado com o facto de as pavimentações do plano com apenas uma figura geométrica regular, serem possíveis apenas com hexágonos, quadrados e triângulos.

Relações com a geometria e a mecânica

Primeiramente apresenta-se o conceito de classe de equivalência e de relação de equivalência: dado um conjunto de objectos, estes podem ser agrupados mediante características ou propriedades comuns.

A estes agrupamentos chamam-se classes de equivalência, e as propriedades que os objectos partilham são definidas por uma

relação de equivalência. Formalmente, define-se relação de equivalência da seguinte forma:

Diz-se que a e b são equivalentes, representando-se por $a \equiv b$, sse verificarem as propriedades:

- Reflexiva $a \equiv a$
- de Simetria $a \equiv b \Leftrightarrow b \equiv a$
- Transitiva $a \equiv b$ e $b \equiv c \Rightarrow a \equiv c$

Ao conjunto dos objectos equivalentes chama-se classe de equivalência.

Na geometria elementar considera-se que figuras têm as mesmas propriedades se são iguais, ou seja, se podem ser levadas à coincidência. Assim todas as figuras iguais (que coincidem quando sobrepostas) formam uma classe de equivalência. No entanto, intimamente ligado ao facto de dois objectos poderem ser sobrepostos, está o facto de se poderem deslocar, melhor, que após um deslocamento a figura permaneça invariante, isto é, que o deslocamento seja uma transformação de simetria. Mas o conjunto dos deslocamentos no plano forma um grupo, logo resulta que o grupo dos deslocamentos actua sobre as figuras deixando-as invariantes. Esta ideia levou Félix Klein, no seu Programa de Erlanger, a que toda a geometria pode ser definida axiomáticamente por meio de um grupo chamado grupo principal. Este grupo caracteriza todas as figuras da geometria em questão, pois permite reuni-las em classes de equivalência. Por exemplo, a geometria métrica possui como grupo principal o grupo que contém as seguintes transformações: translações, rotações e reflexões, definindo como objectos equivalentes aqueles que são do mesmo tamanho. Para a geometria euclidiana, o grupo principal tem uma transformação acrescida, a homotetia, ou seja as alterações de escala. Neste caso os objectos geométricos que são equivalentes são aqueles que são semelhantes; um triângulo é semelhante a outro se os seus ângulos forem iguais, não dependendo do tamanho dos lados. Outras geometrias terão outros grupos principais.

Por outro lado, dentro do contexto de uma geometria, a simetria de uma figura particular é descrita por um subgrupo do grupo principal, precisamente aquele que contém as transformações que levam essa figura nela própria.

Veja-se agora o caso da mecânica, mais concretamente da cinemática. A cinemática estuda o movimento dos pontos materiais ou de corpos rígidos. No entanto, o movimento na cinemática é diferente do movimento na geometria. Nesta, o movimento é uma

transformação que associa a cada ponto A outro ponto A'; a forma como é realizado o movimento é irrelevante. Já na mecânica, o que interessa é precisamente o processo que leva um ponto no outro. Os pontos intermédios do processo são relevantes. É necessário, portanto, introduzir uma dimensão adicional à geometria para descrever tal processo - essa dimensão é o tempo. O tempo parametriza o caminho ou curva que são o conjunto dos sucessivos pontos sobre os quais o movimento decorre. As propriedades dos objectos que concernem à mecânica (aparte a estática) estão ligadas directamente com o tempo.

Existe uma classe de equivalência de objectos chamados referenciais de inércia. A relação de equivalência que os relaciona é definida pelas transformações de Galileu. O conjunto destas transformações forma um grupo, o grupo de galileu, que por sua vez define uma geometria, geralmente chamada de geometria galileana. As transformações que geram o grupo de galileu² são as seguintes:

$$\begin{bmatrix} x' \\ y' \\ z' \\ t' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \\ t \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} v_x \\ v_y \\ v_z \\ 0 \end{bmatrix} t$$

movimento uniforme

$$\begin{bmatrix} x' \\ y' \\ z' \\ t' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \\ t \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} a \\ b \\ c \\ d \end{bmatrix}$$

translação da origem do referencial

$$\begin{bmatrix} x' \\ y' \\ z' \end{bmatrix} = M \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix}$$

rotação dos eixos (M é uma matriz ortogonal unitária)

O princípio de Galileu, que é um dos princípios basilares da mecânica clássica, postula que o grupo de galileu deixa as leis da mecânica invariantes. Além disso, indica que a velocidade é relativa. Apenas faz sentido, como grandeza mecânica, diferença de velocidades, e não velocidade em si. Isto leva ao carácter absoluto da aceleração, pois é definida como um limite de diferença de velocidades. Por outro lado a lei de Newton relaciona a força com a aceleração (relação causal - força/causa, aceleração/efeito), sendo a forma da força o que caracteriza o sistema mecânico. Assim o sistema mecânico, por acção do grupo de galileu, é invariante.

O facto de as leis físicas serem invariantes por translações no espaço e no tempo é conhecido por homogeneidade do espaço e do tempo. O espaço ser isotrópico exprime, o facto das leis serem invariantes por acção de rotações dos eixos do referencial.

Por outro lado, mostra-se que estas simetrias estão ligadas directamente com os princípios de conservação. A homogeneidade do espaço está relacionada com a conservação do momento linear, a homogeneidade do tempo com a conservação da energia e a isotropia do espaço com a conservação do momento angular.

Apenas as leis da mecânica clássica são invariantes sob acção do grupo de Galileu. As leis do Electromagnetismo, equações de Maxwell, já não o são. Foi a procura das transformações que o deixassem invariante que permitiu chegar às transformações de Lorentz. O conjunto destas transformações forma igualmente um grupo, que generaliza o grupo de galileu, e que define uma geometria a 4 dimensões, a geometria hiperbólica de Minkowski.

Por fim referem-se algumas extensões modernas da ideia de relação entre simetria, geometria e física.

Na teoria das partículas elementares, a classificação destas é feita mediante grupos que exprimem as simetrias relacionadas com as leis de conservação.

H. Weyl interpretou a conservação de carga eléctrica, no electromagnetismo, como uma transformação de gauge. O conjunto destas transformações, constitui um grupo abeliano. A generalização a grupos não abelianos (Yang- Mills) permitiu interpretar as simetrias atrás referidas como transformações de gauge abrindo as portas para uma nova geometria: a geometria não comutativa de Alain Connes. Confirmando uma vez mais a forte relação entre grupos de simetria, geometria e física.

¹ Apenas as geometrias de curvatura constante possuem um grupo principal que as determinam, como por exemplo a geometria euclideana, hiperbólica ou elíptica. No entanto, numa geometria em que a curvatura varie de ponto para ponto (geometria de Riemann geral), o grupo está apenas definido localmente.

² Se todos os elementos de um grupo podem ser obtidos por composição de um determinado número finito de elementos, diz-se que estes geram o grupo.

Bibliografia:

- Almeida, P., Da geometria euclideana à geometria quântica, Jomal de matemática elementar nº 130/131
- Brotas, A., Mecânica
- Feynman, R., O que é uma lei física, Gradiva
- Providência, J., Leis de conservação e Simetria, Gazeta da física 1995 abril/junho
- Resina, R., Mecânica analítica
- Ricou, M., Introdução à álgebra, Aeist
- Rosen, J., Symetry in Science, Springer Verlag
- Weyl, H., Space time matter, Dover
- Weyl, H., The theory of groups and quantum mechanics, Dover
- Weyl, H., Symétrie et mathématique moderne, Flammarion
- Yaglom, I.M., A simple non euclidean geometry and its physical basis, Springer Verlag

Conto Interminável...

Roxardius era descendente de um clã próspero, uma família de guerreiros que defendia a sua aldeia de todos os perigos que assolavam aquelas paragens, já desde os Tempos Antigos (antes da Grande Batalha). Ele sempre fora educado para se transformar num guerreiro robusto e audaz, como todos os descendentes da Casa de Éorin; mas por qualquer motivo especial, ele destacava-se sempre dos seus primos, quer pela sua coragem em combate, quer pelas suas qualidades musicais, pela sua inteligência e pelo bom-senso que sempre demonstrava. Era um exemplo para todos os jovens Éorianos! E foi devido a estas qualidades que se tornou o líder da geração mais nova. E gostavam dele na aldeia, pois apesar dos seus grandes atributos, ele mantinha-se humilde, conquistando assim a simpatia de todos.

No entanto, havia um primo seu, Icanus, que o odiava, pois sempre ficara renegado para segundo plano. Este ódio era, mesmo assim, corroído pela admiração que Icanus sentia pelo primo. E Roxardius sempre tinha feito por merecer esta admiração. Mesmo quando Icanus tomava atitudes claras de inveja, tentava sempre desculpá-lo perante os

Do Xadrez

Romeu Garcia

Xadrez - o jogo dos reis!... Oriundo, quicá, da Índia:

Pensa-se que foi inventado por Sissa, ministro de um príncipe muito orgulhoso e algo arrogante. Então, Sissa decidiu dar uma lição ao seu senhor e provar-lhe que nada valia sem a ajuda do seu povo. Daqui surgiu um jogo onde o rei necessita de todas as outras peças para conseguir vencer o adversário. O príncipe mostrou-se deliciado com o jogo e quis recompensar o inventor. Sissa pediu 1 grão de trigo pela 1ª casa do tabuleiro, 2 grãos pela 2ª e a partir daí era sempre a dobrar. O príncipe achou o pedido modesto, no entanto, após os matemáticos da corte terem feito as contas chegaram ao bonito resultado de 18.446.744.073.709.551.615 grãos de trigo ou seja ($2^{64} - 1$). Isto é, mesmo que se enchessem todos os continentes da Terra com searas esse pedido não poderia ser satisfeito. É claro que Sissa renunciou o pedido - sabia-o aliás impossível! - e explicou ao príncipe a ideia que tinha tido ao inventar o xadrez. Este, para expressar a sua gratidão, nomeou-o seu 1º ministro e conselheiro.

É claro que isto não passa de uma história algo especulativa embora perfeitamente verosímil. O certo é que não deixa de ser uma particularidade curiosa da história do xadrez. Mas há muito mais curiosidades:

Por exemplo, sabiam que na 1ª jogada existem 400 (20 para o 1º lance das brancas e 20 para o 1º lance das pretas) maneiras diferentes de abrir o jogo?!

Como se pode ver, o Xadrez é um jogo que não se deve tomar de ânimo leve e isto porque reúne em si mesmo uma série de características que o tornam um dos jogos mais completos (e complexos), senão o mais completo de todos os jogos. Claro está, a minha opinião é suspeita! No entanto, com o intuito de vos convencer, apresso-me a apresentar alguns argumentos em favor de tal afirmação. Vejamos:

É um jogo lógico-racional, os seus princípios assentam num desenvolvimento harmonioso e preciso das peças no sentido de conquistar o centro do tabuleiro que é o ponto fulcral onde se desenrola o embate das duas forças. É um jogo objectivo e calculista já que são concebidos planos, estratégias bem definidas, orientadas para um determinado fim. É também um jogo de previsão onde somos obrigados a calcular e a antecipar as jogadas do adversário na esperança que o

"inimigo" entre numa "linha" desvantajosa.

Dei-vos algumas características "científicas", por assim dizer, do xadrez. Porém, este jogo não se esgota apenas neste aspecto particular. É, indubitavelmente, um jogo de "nervos", um jogo psicológico onde o factor risco desempenha um papel importante. E isto porque somos apenas capazes de calcular algumas (poucas) variantes e com um grau de profundidade pequeno. Contrastantemente, apesar desta decisiva(?) desvantagem possuímos algo que a colmata quase na totalidade: a intuição! A capacidade de prevermos com uma margem de erro, de mediante determinada posição avaliar se tal vai ou não desembocar numa situação superior, de, mesmo não tendo a certeza absoluta, poder "adivinhar" o futuro no tabuleiro, de acreditar que esta variante é melhor do que qualquer outra é quase um acto de fé! E isto já sai fora do domínio "científico" onde todas as jogadas são escrupulosamente medidas e calculadas. Ora, o ser humano possui esta capacidade intuitiva baseada no erro, na experiência e talvez em algo mais, o que faz dele um adversário único e temível para qualquer "máquina".

No seguimento desta "deixa" falar-vos-ei um pouco do recente "match" que opôs o "Deep Blue" ao campeão mundial Kasparov.

Havia muita expectativa à volta deste confronto até porque o "Deep Blue", um IBM RISC System/6000, conseguia analisar 50 a 100 mil milhões de posições em três minutos - É obra !

Após a derrota de Kasparov a ansiedade tornou-se ainda maior - o xadrez estava em perigo! Mas, felizmente, tudo acabou bem e Kasparov ganhou o "match" com relativa facilidade. E isto porquê?

Porque o ser humano planeia, tem em mente um determinado objectivo. À "máquina" falta esta capacidade, limita-se a analisar miríades variantes e a interpretar de acordo com critérios rigorosos e pré-definidos a melhor delas. Obviamente que também é falível!

Certo é que quando forem inventados um programa e um computador suficientemente poderosos que consigam calcular até à exaustão todas as variantes em pouco tempo o xadrez perderá muito do seu interesse.

Aliás, a perspectiva de "transformar" o xadrez num "jogo do galo" é francamente desmotivadora. Será isto possível? Independentemente disto vir ou não a

acontecer o xadrez é, de facto, uma bela criação humana.

"Bobby" Fischer, um dos grandes mitos do xadrez no século 20 disse que: «O Xadrez é a Vida!».

Boris Spassky (outro grande jogador) afirmou, contudo: «O Xadrez é como a Vida».

A afirmação de Fischer é, obviamente, extremista, aliás como é seu apanágio. No entanto, a metáfora expressa por Fischer é mais sedutora e chocante, quicá mais "humana" porque mais "sentida", o que não acontece com a comparação moderada de Spassky.

Quando se nos depara uma metáfora é necessário, pois, analisar com cuidado o seu significado e filtrá-lo dos preconceitos. Nesse sentido, devemos encarar a frase de Fischer com naturalidade e não nos precipitarmos no juízo de tal afirmação sem a enquadrarmos no devido contexto.

Pessoalmente, considero o Xadrez como um jogo que reflecte grosso modo a vida na sua globalidade e essência. Porém, é apenas um jogo... mas que jogo!

De facto, as possibilidades são imensas. Podemos, por exemplo, averiguar superficialmente, claro está, a personalidade de uma pessoa vendo como ela joga: pode ser um jogador "defensivo" que não gosta muito de arriscar, seguro portanto, ou um jogador ousado, impulsivo, amante das grandes combinações, do xadrez-espectáculo, ou ainda um jogador forte que aguenta situações altamente "stressantes" e consegue virar o rumo dos acontecimentos, e assim sucessivamente. Podemos, inclusivamente, tirar conclusões acerca da inteligência de uma pessoa observando a sua maneira de jogar. É caso para se dizer : «Joga Xadrez comigo e dir-te-ei quem és!».

Estes "testes" são, forçosamente, subjectivos, relativos e superficiais. Contudo, servem para tirar algumas ilações importantes ainda que ligeiras em relação à pessoa. Em jeito de resumo, podemos afirmar, pois, que o Xadrez é Arte e Ciência já que consegue conciliar estes dois aspectos e nesse sentido "é a vida!" (Não será a Vida uma mescla de Arte e Razão?!). É claro que a Vida é muito mais abrangente, caso contrário estaríamos a praticar um reducionismo absurdo.

Pois bem, posto isto deixo-vos um problema muito simples mas de belo efeito.

Como irão ver, apesar da supremacia esmagadora das negras as brancas dão mate de forma imparável.

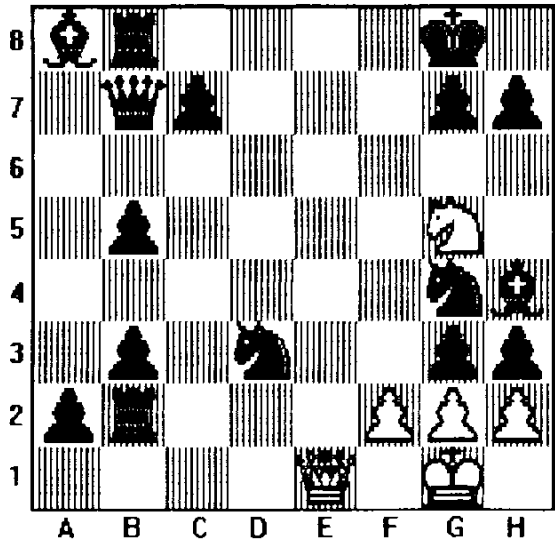
O que importa é aproveitarmos da melhor forma as oportunidades que criamos e/ou que nos são dadas, por isso muitas vezes ter vantagem material é irrelevante face a uma

melhor posição do adversário (Conseguem estabelecer um paralelo com a vida?!!!).

Só um pequeno aparte: Para mais informações deverão dirigir-se à sala A13, que fica nos pré-fabricados junto à torre de Electrotecnia ou se preferirem poderão falar comigo.

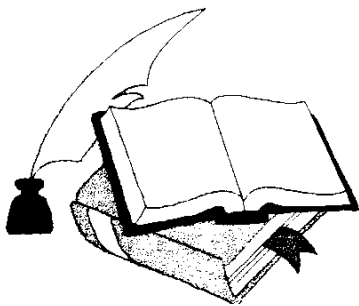
Se com este texto consegui aguçar o apetite de alguns para o xadrez então bem hajam, o meu tempo não foi em vão! Espero ainda que se divirtam na vida como no jogo! Até breve!

Estudo do mate "afogado"



Brancas jogam e dão mate em cinco

Solução: (1. De6+, Rh8; 2. Cf7+, Rg8; 3. Ch6+!, Rh8; 4. Dg8+!, Txe8; 5. Cf7++)



Exortação!

Novo caos no pensamento,
Novas águas neste rio!
Ventos que mudam o Vento,
Ciclones que atormentam...
Rugas de neurónios,
Fenómenos de interferência,
Medo de plutónios...
Grassa a demência,
Que os insanos fomentam...

Chamar ao Homem "jumento!",
Não é erro nem desvio...
E é assim que me eu sento:
-"Ignora as palavras que tentam
Acirrar os teus demónios!"-
Me aconselha a Prudência,
Respiro vapores de Amónios...
Estes indicam qualquer tendência,
Com que outros Homens me tentam.

José Pedro Gomes Guerra de Araújo Pereira
27/03/96

Imagens

A luminosidade da sombra
reflectida no espelho
à minha frente...
Concedia-me uma outra imagem;
uma imagem solta,
livre e sem fronteiras...
Por instantes o que eu era... não era...!
Poderia ser tudo o que era
e no entanto, senti que nada seria.

Eis a dita transfiguração do ser
Eis a alienação do pensar
- à noite dizem que é tarde,
de manhã dizem que é cedo,
e às duas dizem o quê!?

Dissera eu o que penso a quem me ouvisse
Não disse
e agora não digo!
Digo que nada há para dizer...

Não esperar
por quem está a chegar.
Não sei quem é
Não quero saber,
Só sei que vem
e que está perto,
e na eminência de se cruzar...
mas antes,
Apaguei a luz... e fui-me embora!

Hugo Parelho

1 + 1 = 1

Rui Fernandes

Em "A Nostalgia" de Tarkovski, a personagem principal é um poeta russo exilado em Itália que se encontra em estadia num solar no campo, onde fica a conhecer um homem que todos os dias tenta atravessar com uma vela acesa a piscina do solar. Todos os dias o homem é impedido de o fazer. O poeta acaba por ir visitar o homem em sua casa, ficando a saber a sua história. Ele tentara se fechar em casa com a família até ao dia do Juízo Final, quando os habitantes da aldeia se aperceberam do que se estava a passar chamaram a polícia, esta libertou a família que em seguida o abandonou.

No filme cria-se uma estranha empatia entre este aldeão perturbado e obscuro, e o solitário poeta russo. Há uma cena fundamental em que o louco junta duas gotas de azeite numa só, em seguida indica ao estrangeiro uma das paredes da sua casa onde se lê a carvão: $1+1=1$. A multiplicidade finalmente transmutada em unidade? A redenção para a solidão humana? Será esta a moral de "A Nostalgia"?

Duvido. O louco acaba por imolar-se em fogo e o poeta russo atravessa em seu lugar a piscina vazia (pois já é inverno) do solar com a vela acesa na mão. A solidão deste poeta nas últimas cenas é sufocante. Não há diálogos, o personagem encontra-se quase sempre imóvel a ouvir o barulho das coisas (a água a cair, o vento, as folhas das árvores, etc). Estranha redenção que Tarkovski nos oferece: uma fuga do homem a tudo que é humano, que lhe é próprio. A fórmula que o louco havia escrito na parede da sua casa surge então não tanto como uma verdade, mas como um sonho que sabido impossível leva as personagens ao desespero, podendo este último transfigurar-se em fogo ou no mais obscuro e inquietante silêncio.

Mas se os homens nunca se poderão compreender (o poeta de Tarkovski ri-se da tradução para o italiano dos poetas russos), se a alma humana encontra-se em última instância condenada a uma metempsicose inacabável de jaula em jaula, o que restará à arte, e em especial ao cinema, para dizer sobre o mundo? "A Nostalgia" é um dos últimos filmes de Tarkovski (também ele russo exilado em Itália) e um dos mais belos que conheço, bem como um dos mais insuportáveis.

Escrevo isto num café nos arredores de Lisboa, na mesa ao meu lado, vazia, vejo um maço de tabaco amassado, da mesma marca que

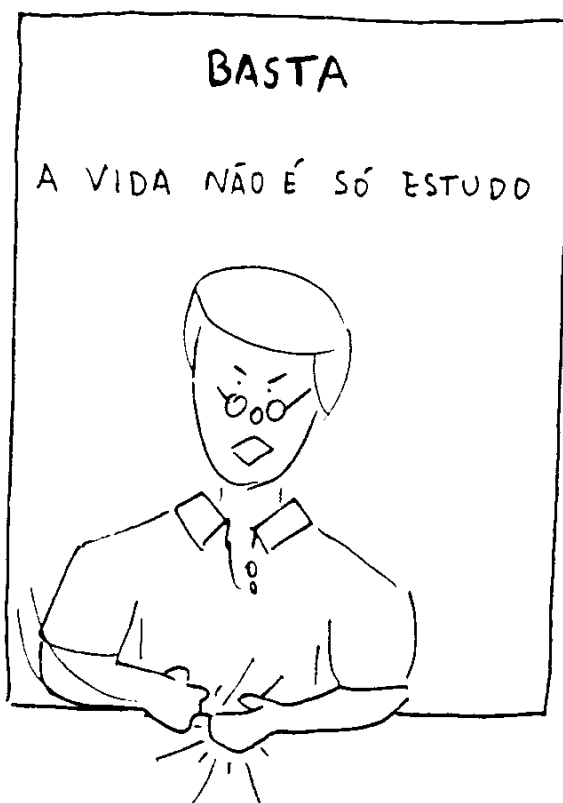
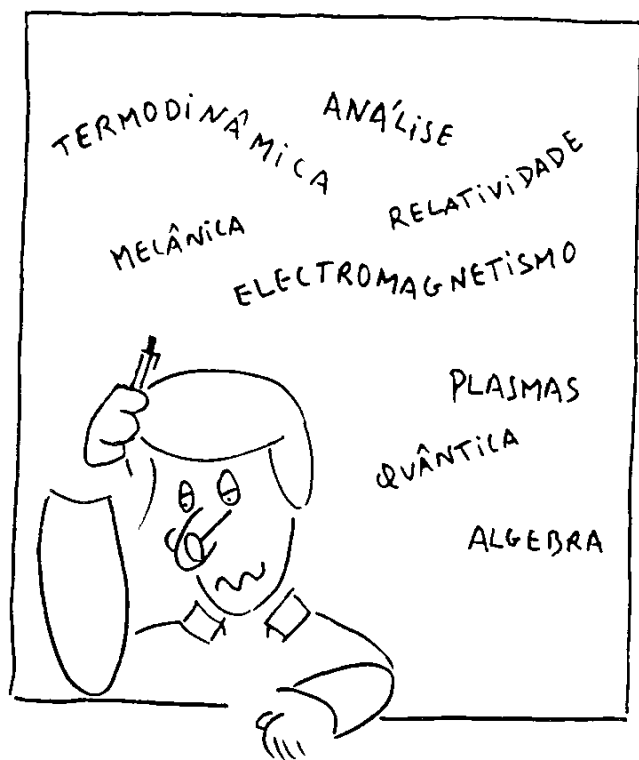
o que eu fumo, lembro-me de Kieslowski. Lembro-me em particular do seu filme "A dupla vida de Verónica", realizado em 1991. Neste filme a sócia de Verónica morre na Polónia sem que esta em Paris pareça vir a saber sequer um dia da sua existência, até que o seu amante ao folhear as suas fotografias, aponta-lhe o seu rosto numa das que haviam sido tiradas durante uma viagem pela Polónia. Verónica sabe que foi ela que tirou todas as fotografias, o que a deixa perturbada. Na última cena Verónica pára o carro ao lado de uma grande árvore próxima da casa do seu pai, que lá dentro interrompe o seu trabalho de serralheria (ele faz cadeiras todas iguais mas irremediavelmente separadas) como se tivesse ouvido um grito vindo do lado de fora da casa, Verónica abre a janela do carro e estende a mão para fora pousando-a sobre o casco da árvore.

Em Kieslowski a solidão surge como uma evidência que aos poucos é subtilmente subvertida, a possibilidade eventual de uma compreensão entre as personagens dos seus filmes surge assim como um milagre. Daí a confusão de se achar os seus filmes religiosos. A religiosidade a existir não é aqui uma reverência ao sobre-humano mas uma reverência ao próprio homem enquanto possibilidade de redenção ao individualismo reinante. O facto de Kieslowski não cair no didáctico é ainda mais de admirar. A verdade nos seus filmes não é assim acedida através de um discurso moral, mas sim por meio de uma experiência estética profunda e que só se alcança por via de uma disponibilização do espectador em pensar o que vê.

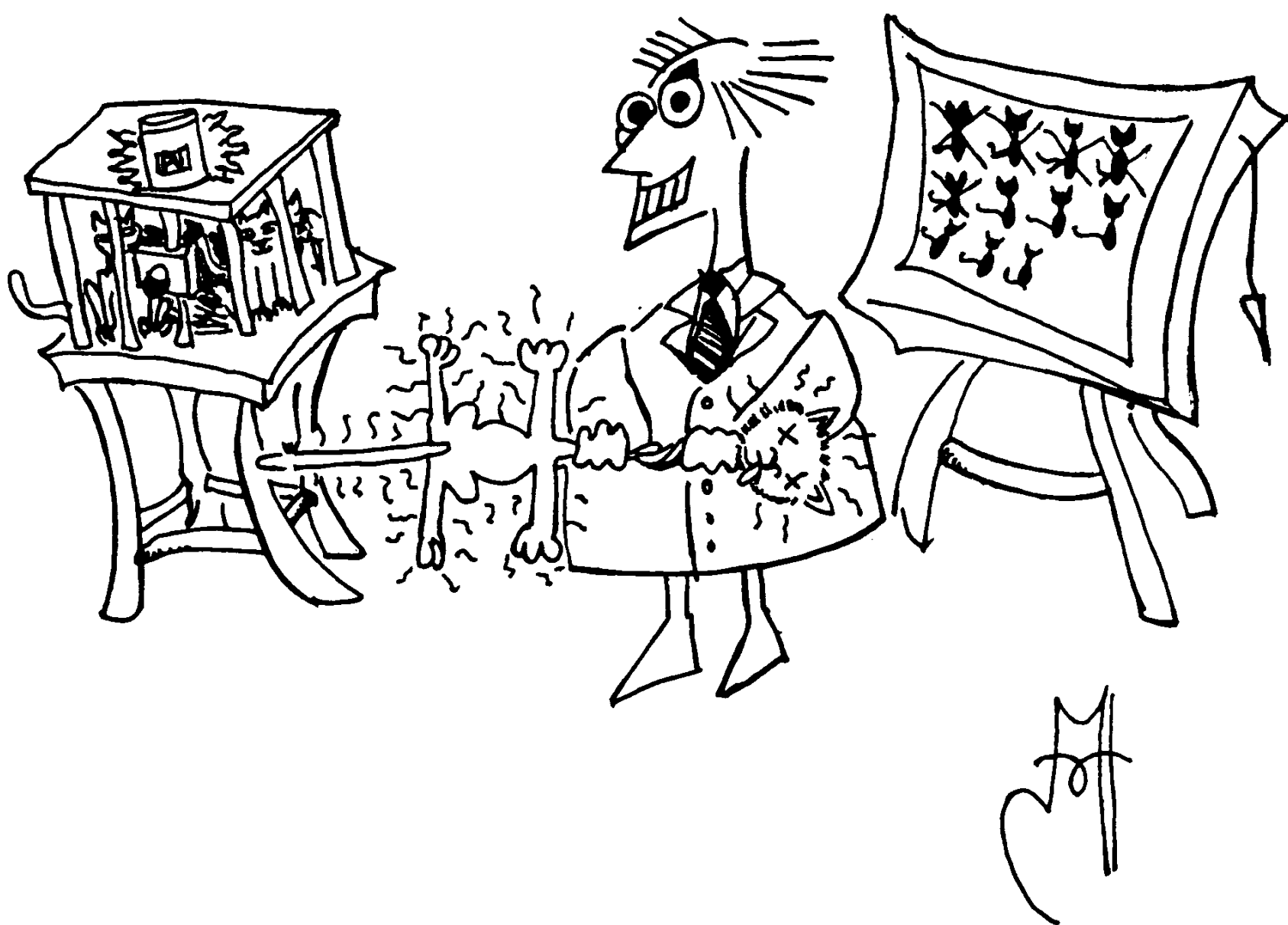
Existem poucos realizadores de quem se possa dizer que alteram a nossa forma de olhar para o mundo, Kieslowski foi certamente um deles. Com ele a fórmula metafísica do louco de Tarkovski insinuou-se como uma verdade quase etérea mas possível.

Em "Azul", Juliette Binoche fecha os olhos e nós ouvimos a música que lhe cresce no espírito perante uma tela enegrecida...uma tela em luto. Poderia acabar assim mas foi Musil quem escreveu as palavras finais para um texto sobre Kieslowski:

"Embora lá fora, no mundo, as grandes acções políticas seguissem o seu curso dir-se-ia um desses instantes por amor dos quais Deus criou a Terra."



SERRA' QUE' UM GATÔ
RADIOACTIVO TEM
DEZOITO MEIAS-VIDAS ?



O PULSAR reconhecidamente agradece à
Solsuni - Soluções e Sistemas Únicos de Informática, S.A.
a doação de um PC onde foi já feita a edição deste número