

O que eles pensam do Ministério da C&T

André Gouveia e Tiago Mota

Pedimos a alguns professores do Técnico que nos falassem do novo Ministério da Ciência e Tecnologia, devido ao interesse que tal certamente desperta em muitos de nós. A pergunta feita a todos foi: *Faça um breve comentário ao novo Ministério da Ciência e Tecnologia. Que vantagens poderá trazer para a ciência no país, e que alterações podemos esperar na investigação científica em Portugal?*

Prof. Jorge Dias de Deus
Pres. do Dpto. de Física do IST

A existência do Ministério da C&T julgo que corresponde a um progresso e a uma maior valorização na sociedade do papel da ciência e da tecnologia. Nesta fase eu teria preferido ter visto um ministério com ciência e tecnologia e ensino superior ou/ e universidades. Numa altura em que a investigação científica universitária significa cerca de 80% da investigação científica que se faz em Portugal, julgo que haveria vantagem em associar as duas actividades exactamente para mostrar à sociedade que o ensino universitário e a investigação científica são dois aspectos de uma mesma actividade. Esta ideia não existe. *Muitas vezes no anterior governo, e em particular no Ministério da Educação, desenvolveu-se exactamente a ideia oposta, de que ensino não tinha nada a haver com investigação.* Acabou-se com a única instituição de investigação no Ministério da Educação, o INIC, e actualmente a ligação entre o Ministério da Educação e as universidades limita-se às actividades de ensino. Isso julgo que está errado, a investigação e o ensino deviam estar ligadas institucionalmente; devia ser claro para toda a gente, que não deve haver universidades em que não se faça investigação.

Dito isto, torno a dizer que é vantajoso que haja um Ministério da C&T, porque vai ser possível fazer alguma coordenação nas actividades de investigação que existem ligadas aos vários ministérios. É claro que vai ser uma tarefa difícil, porque o Ministério da C&T acaba por ser, infelizmente, um pequeno ministério. Mas enfim, espero que o senhor ministro, de quem todos nós conhecemos as capacidades, seja capaz de influenciar os outros ministérios e conseguir uma coordenação da actividade de investigação

científica em Portugal. Uma coordenação quer a nível da própria programação, na existência de um orçamento único para a investigação e para a ciência e tecnologia, quer a nível da identificação de áreas de investigação científica que realmente existam nos vários laboratórios do estado associados aos vários ministérios. Seria importante que essas actividades, que realmente são de investigação científica, ficassem ligadas ao Ministério da C&T.

Outro papel importante que o Ministério pode vir a ter, e mais uma vez julgo que a coordenação com o ensino superior seria altamente vantajosa, será na questão de desenvolver postos de trabalho nas áreas de ciência e tecnologia. Em particular postos de trabalho para os doutores que se estão a formar nestas áreas, em relação aos quais houve grande generosidade em conceder bolsas, mas até aqui não parece haver grande generosidade em oferecer emprego.

* * *

Prof. António Brotas
Dpto. de Física do IST

Acho que não é asneira, acho que é importante ter um Ministério da Ciência, e digo Ministério e não Secretaria de Estado, embora me choque a não existência de outros ministérios que, apesar de tudo considero mais importantes como o Ministério da Indústria. Mas, com respeito ao da Ciência, o que vejo é um ministério para pensar os problemas a dois, cinco ou mais anos, a longo prazo. Enquanto outros ministérios, em particular o da Educação, são obrigados a pensar os problemas no quase imediato, esse Ministério da Ciência poderá ser um ministério para ter, procurar, uma estratégia, o que exige algum tempo.

O que eu penso que seria interessante, era ter um ministério que *não* concentrasse os órgãos de investigação científica espalhados pelos vários ministérios. Há investigação científica na Educação, na Agricultura, na Economia, na Indústria, nas Pescas, nas Forças Armadas nas obras públicas... há instituições, algumas com passado, e que funcionam até bastante bem, como o LNEC e outras instituições no género. Penso que é fundamental que esses órgãos continuem nesses ministérios.

Então perguntam-me, "Qual é a vantagem em ter um Ministro da Ciência e não um Sec. de Estado?". É esse Ministro da Ciência poder dialogar, fazendo-se ouvir pelos outros ministros. O que eu vejo é um Ministro da Ciência que dialogue com o Ministro da Saúde para estimular a investigação na área da Saúde, que possivelmente seria algo esquecida diante dos problemas mais imediatos. Em certa medida os grandes ministérios, como os da Saúde e da Educação, são obrigados, digamos, a olhar as coisas em extensão. O Ministério da Educação é obrigado a olhar para todas as universidades; é obrigado a olhar para todas as escolas secundárias, a olhá-las de igual modo... Quando chega à investigação, este tipo de grandes ministérios têm tendência a repartir as verbas por igual, e fazer isso é acabar com a investigação! É não ter critérios de escolha.

Penso que é o diálogo do Ministro da Ciência com esses outros ministros, que de certo modo, introduzirá a diferença entre as várias Universidades, entre os vários Hospitais. *As verbas para a investigação terão de ser concentradas onde forem rentáveis.* Vejo portanto, que o ministro da ciência poderá ter um papel muito grande no planeamento e na avaliação e rentabilização das verbas para a investigação.

Há no entanto, larguíssimos equívocos sobre a investigação; por exemplo, é feita imensa confusão entre investigação e projecto. Ao nível desta escola quando me formei, não havia investigação, mas as pessoas aprendiam a projectar. *Agora fico muito contente por ver que o Técnico é uma grande escola científica, mas interrogo-me seriamente se as pessoas sabem projectar.* E projectar é fazer as coisas bem feitas com um mínimo de leis bem conhecidas, e isso parece-me que está

a ser muitíssimo mal feito em Portugal.

Portanto, eu vejo que o Ministério terá de transbordar o âmbito puro e simples da investigação, para ser também um avaliador crítico dos grandes erros de projecto que se estão a fazer neste país. Projectar uma autoestrada, obviamente, não é um trabalho de investigação, mas é um trabalho de projecto que bem ou mal feito pode envolver, não só perdas de muitas dezenas de milhões de contos, como, o que é mais grave, incómodos para muitos milhões de pessoas durante séculos. É sob este aspecto que eu penso que o país tem sido extremamente mal conduzido nos últimos anos.

O Ministro da Ciência tem de ser um Ministro com muito bom senso.

*

A Democracia deve ser o sistema que meta os melhores nos lugares de maior responsabilidade... É assim em teoria e devemos procurar aproximar-nos da teoria. Compete, a meu ver, ao Ministro da Ciência procurar e aglutinar nos vários sectores... na Agricultura, na Física, na Química, nos sectores industriais, os melhores valores da sociedade portuguesa. A meu ver compete ao Ministério da Ciência aglutinar esse saber, essa capacidade dos melhores quadros portugueses. Depois, o Ministro, com o peso de ser Ministro (um Secretário de Estado não teria força para dialogar com os outros Ministros e não estaria presente no Conselho de Ministros), apoiado, de facto, pelos melhores valores da sociedade portuguesa nos vários sectores, poderá ter uma influência extremamente benéfica na investigação e avaliação de projectos, e portanto, no desenvolvimento a prazo do país.

Prof. Gustavo Castelo Branco
Dpto. de Física do IST

É difícil de responder à pergunta, porque tudo depende do que é que está por trás da decisão do governo de criar este ministério. Se é dar importância à ciência e à tecnologia, é evidente que é algo de extremamente positivo. Portugal é um país que do ponto de vista científico e tecnológico está atrasado em relação à

Europa, por isso dar importância a uma área que, a meu ver, é fundamental para o desenvolvimento do país é algo de extremamente positivo.

Causou-me, no entanto, alguma estranheza o facto de o Ministério da C&T aparecer separado do ensino superior. É que a quase totalidade da investigação científica em Portugal é feita nas universidades. É importante lembrar que é condição necessária (embora não suficiente), para alguém ser um bom professor universitário, ser capaz de fazer investigação científica de qualidade.

Que vantagens poderá trazer para a ciência no país? Em vez de responder directamente a esta pergunta, eu diria aquilo que um cientista gostaria de ver num Ministério da C&T: grande profissionalismo e pouco protagonismo. Não é preciso falar de muitas coisas, mas sim dar aos cientistas as condições de trabalho e fazer com que o cientista não esteja sempre preocupado com o futuro. Seria bom que o Ministério da C&T planeasse o que é que vai ser o futuro da ciência e tecnologia no país, não só do ponto de vista de investimentos, mas há também uma série de escolhas políticas que têm de ser feitas. Por exemplo, temos neste momento um grande número de jovens estudantes que foram com bolsas do governo para o estrangeiro, e outros que estão no país a tirar doutoramentos. É muito importante que o governo decida o que quer fazer: se quer de facto que haja uma expansão neste domínio, tem de criar algumas posições para as pessoas que terminarem os doutoramentos, caso contrário é um completo desperdício de dinheiro ter oferecido estas bolsas, se os jovens doutorados não tiverem possibilidade nenhuma de continuar o seu trabalho em Portugal. Isto não quer dizer que deva haver posições para todos, o que também seria mau. Deve haver posições para alguns, para os melhores, e mesmo essas posições não têm de ser permanentes, porque também não é assim que se faz no resto da Europa ou nos Estados Unidos. Deve haver algumas posições a médio prazo, para depois as melhores pessoas poderem ser englobadas em posições permanentes.

Relativamente a alterações que podemos esperar na investigação científica em Portugal, é também difícil de prever. O ideal seria que houvesse esse planeamento, porque muitas vezes não é só uma questão da verba ser pequena, mas ainda pior é que esse investimento não tem sido planeado.

O caso mais importante que aconteceu nos últimos dez anos foi a extinção do INIC, feita de uma maneira completamente arbitrária, sem que a comunidade científica fosse ouvida, sem que alguém tivesse explicado porquê. Eu não vou dizer se sou a favor ou se sou contra pois faz-me lembrar uma coisa que um famoso físico, o Pauli, dizia acerca daqueles trabalhos científicos que tinham um nível muito baixo: "este trabalho, nem sequer errado está". *O mesmo acontece em relação à decisão de extinguir o INIC, nem sequer errada está, porque demonstra uma tal falta de profissionalismo, de pensamento anterior à decisão, que nem sequer se pode classificar.* Era muito importante que o país nunca mais fizesse coisas dessas, que houvesse um planeamento e um diálogo com a comunidade científica. Sobretudo com aquela que produz! No país existem muitos tipos de cientistas: aqueles que trabalham de facto em ciência, que produzem e que têm prestígio lá fora, e os outros que vivem à volta da bandeira da ciência, e embora apareçam muitas vezes na comunicação social, de facto não são cientistas. É preciso que o governo preste atenção aqueles que são verdadeiros cientistas e que produzem ciência de qualidade.

Prof. Orpheu Bertolami
Dpto. de Física do IST

A criação de um Ministério da C&T é extraordinariamente positiva. Mesmo que este ministério faça pouquíssimo, ele já levanta uma questão importante que é saber que no final do século XX um país precisa ter um ministério, ministros, secretários de estado e toda uma infraestrutura que trate da questão científica... O desenvolvimento de um país está intimamente relacionado com a maneira como a Ciência é organizada.

Não sei, na actual circunstância, se este ministério vai ter capacidade para interferir na investigação que é feita nas Universidades. Isso é um ponto muitíssimo importante, porque nós sabemos que 45% da ciência feita neste país é feita dentro das universidades! Se agora há duas competências diferentes, uma para tratar da Ciência e Tecnologia, outra para tratar do ensino superior e da investigação feita na universidade então não vejo com essa situação possa ser melhorada.

A este ministério também escapa a investigação que é feita em laboratórios que estão ligados a outros ministérios... como o do Planeamento, e laboratórios grandes com o LNEC, o INESC, etc, etc.

A minha expectativa é que esse novo ministério seja capaz de criar mecanismos para interferir na investigação que é feita, nas universidades e nesses laboratórios para que seja minimamente eficiente.

Depois acho também importante que este ministério devesse contemplar a possibilidade de criar uma carreira de investigação limitada no tempo: com isto eu quero dizer que este ministério deveria ter meios para, por exemplo, contactar ou abrir concurso para aquelas pessoas que quisessem deixar a docência por um certo número de anos, 2, 3, 5, ... ou 10, para serem investigadores profissionais durante aquele período. E o ministério, além de pagar salário a essas pessoas, compensaria as universidades dando dinheiro para contratar pessoas para substituir esses docentes. Essa estrutura existe em vários países, nomeadamente na Inglaterra, na Alemanha...

Uma outra questão que eu considero importante é o financiamento da investigação em curso e também o financiamento de pessoas que querem entrar na carreira científica, jovens como vocês, que vão continuar os seus estudos, fazendo pós-graduação, ou fazendo estágios nos estrangeiros. Nessa porção do espectro muito já foi feito e tem sido feito pela JNICT... mas exactamente por esta estar enquadrada no ministério do planeamento e as universidades estarem noutra ministério, houve um segmento nessa questão que foi completamente esquecido. A saber: como absorver as pessoas que vêm com os seus estágios com

os seus mestrados, os seus doutoramentos no estrangeiro e mesmo aquelas que o fizeram aqui neste país? Até ao momento não existe nada planeado sobre essa questão. Isso eu acho que é um problema seriíssimo que precisa de ser atacado rapidamente!

Em países que deram um grande salto, por exemplo a Espanha, isso foi feito. Um organização chamada Secic, que em certo sentido era muitíssimo análoga ao antigo INIC (que foi extinto), fez exactamente isso: trazia pessoas que trabalhavam na mesma área e estavam terminando o Doutoramento nos Estados Unidos, na Inglaterra ou em França, colocavam-nos no mesmo sítio e diziam: 'Olha, tal universidade está interessada em contactar vocês dois ou vocês três para fazer um grupo nesta área.' Isso foi levado a cabo, houve problemas, mas a ideia estava ali e isso funcionou de certa forma... e os resultados são bastante positivos.

Neste país há 14 universidades estatais, e não sei dizer exactamente, mas talvez mais de metade destas estão funcionando a 50%. Eu fui a várias universidades deste país e vi departamentos inteiros com uma taxa 30,40,50% de Doutores! Muitas pessoas ainda não tinham funções ou essa universidade não era capaz de absorver as pessoas!

Há muito espaço ainda para fazer ciência, mas é preciso reorganizar, desobstruir a situação, e eu acho que isso pode ser feito... Desde que, novamente, (e eu acho que é importante salientar), haja uma maneira do ministério da C&T interferir no espaço das universidades. Senão vai acontecer uma coisa parecida com o que estava acontecendo antes: os investigadores pedem dinheiro à JNICT, isso funciona até um certo ponto, mas, a

universidade como um todo não se modifica não se moderniza, não se torna mais atraente enquanto estrutura para estimular a investigação científica.

Na minha opinião esse é o maior problema da investigação portuguesa no momento. A minha esperança é exactamente essa que esse novo ministério seja capaz de abrir esses canais e estimular essa reformulação na universidade portuguesa que eu considero essencial.

* * *

*Prof. José Tribolet
Presidente do INESC*

A criação do Ministério da C&T é uma iniciativa governamental, cujo valor facial tem significado: é a promoção política do sector da Ciência. Dado que eu desconheço neste momento qual o conteúdo operacional que este ministério vai ter, nomeadamente: que entidades tutela, que tipo de disponibilidades orçamentais vai dispor, que tipo de responsabilidades funcionais de coordenação vai ter na orgânica do estado... vejo com curiosidade o que é que vai sair desta organização.

Claro que conhecendo o Prof. Mariano Gago como conheço, tenho a certeza que se ele aceitou o lugar, é por que o lugar e a responsabilidade política que lhe é inerente, com certeza que devem ter um conteúdo que é potencialmente importante. Mas neste momento, em termos objectivos, não posso dizer mais nada porque não sei o que é o ministério.

Posso dizer sim, alguns dos vectores de actuação do ministro, que penso que se forem desenvolvidos serão importantes para todos nós. Isto é quase um *wish list* de coisas que eu gostaria que o Prof. Mariano Gago assumisse como objectivos políticos, e que tivesse os meios para os concretizar.

Podemos dividir a actuação do Ministério: há uma actuação externa, a nível internacional, e há uma actuação interna no país.

Na actuação a nível internacional eu acho crucial fazer um ponto da situação muito objectivo... fazer uma espécie de livro branco sobre a participação

**O Jornal Pulsar é de
Todos e para Todos
Colabora !**

portuguesa nos programas internacionais de C&T, nomeadamente, nos programas da União Europeia. Fazer uma análise muito rigorosa do que se fez, em que regimes, como é que se está a trabalhar e que saldo é que isto está a trazer. Porque, efectivamente, a minha experiência aqui no INESC é que neste momento a participação nacional no âmbito do programa quadro europeu, é tal que nós estamos a dar muito a troco de muito pouco. ***Estamos, sem exagero, a financiar o esforço de investigação europeu a favor dos países mais ricos.***

Acho que a participação em C&T tem de ser feita numa base de igualdade. E o problema põe-se a vários níveis, alguns até já denunciados pelo Prof. Mariano Gago, no primeiro dia em que começou a actuar, numa reunião ao nível europeu, que veio tentar repor o facto que o ***esforço de investigação europeu não pode ser apenas centrado nos interesses das grandes empresas europeias, cujos lobbies dominam todo o panorama político nesta matéria.*** Isso é um esforço bem vindo, até porque, na realidade, o que faz a força da Economia, o que dá emprego, são as pequenas empresas e não as grandes, sobretudo em países como Portugal. O esforço principal que nós temos de trazer para o nosso país, é um esforço de apoio à capacidade de actuação global das pequenas empresas, e das outras pequenas empresas europeias.

Mas para mim, o factor mais grave de todos, que o anterior governo nunca teve a coragem de assumir politicamente, é o facto que o mecanismo contratual jurídico, que regula as participações de instituições, de empresas, no âmbito do programa quadro, é um regime jurídico feito cerca de 1980 por juristas alemães, perfeitamente adaptado à realidade crucial da CEE nessa altura, nomeadamente, o triângulo alemão-francês-inglês. É um mecanismo de controlo e participação, feito para grandes consórcios, e que, progressivamente com a evolução do programa quadro, onde começaram a entrar pequenas empresas, indústrias convencionais, universidades, laboratórios estatais... pura e simplesmente começou a ficar desadaptado. Basicamente, eu refiro-me ao facto de que eles financiam 50% dos custos de investigação de instituição do tipo empresarial, ou contabilidade do

tipo empresarial, como é o caso do INESC, ou participam custos marginais no desempenho da investigação, como é o caso da maior parte das universidades que não têm uma noção contabilística do tipo empresarial.

Quando aderimos ao programa quadro em 86, empenhámo-nos brutalmente, nós e muitos outros, acho que fizemos boa figura, e finalmente depois de muitos contratos prontos e encerrados, e onde nós fomos cobrando e apresentando contas a Bruxelas com base num preço homem/hora, estimado pelas nossas contas, (com técnicas rudimentares, reconhecemos hoje), e que era digno: 20, 30% mais barato que o alemão. O que verificámos foi que depois do INESC, e outras instituições como o Técnico, que têm sido sujeitas a auditorias por entidades controladas por Bruxelas, feitas a sério, profissionalmente, neste momento, o preço homem/hora, para efeitos de comparticipação a 50% admitidos por Bruxelas, é cerca de 1/5 do alemão e metade do grego.

Isto quer dizer que há uma completa não adequação do regime jurídico à realidade. Estamos completamente descorrelacionados com a relação de níveis de vida que há entre os países. ***Por outras palavras estamos a financiar os outros.***

Chegamos à conclusão que (para engenheiros parece uma redundância mas não é), 50% de comparticipação dos custos quer dizer metade. Quer dizer que se numa instituição não entrar dinheiro para a outra metade, temos prejuízo. Hoje em dia, a instituições como a nossa, que praticam a verdade das contas, trabalharem nos projectos europeus dá prejuízo. Isto é um problema político! Tem de ser resolvido primeiro, com um acordo político com Bruxelas, estabelecendo outro regime de contratos. Isto é um problema que eu espero que o ministério do Prof. Mariano Gago, aprofunde, perceba e actue.

O governo Português, que tem poder de veto, quando se discutiu o programa quadro que está agora em vigor (o 3º) elaborou com Bruxelas 4 ou 5 alternativas de contrato. Mas quando chegou o momento da verdade, o Governo encolheu-se, não usou o seu veto, e ficou em conversa. De modo que eles continuam a praticar o mesmo regime com uma grande segurança e estão-se borrifando.

A nível interno eu espero várias coisas. Em primeiro lugar espero que o Prof.

Mariano Gago reponha um processo e uma dinâmica que ele, quando esteve à frente da JNICT, lançou. Um processo de diálogo que procure definir uma estratégia que seja credível do ponto de vista de cumprir as suas responsabilidades.

Os últimos anos da C&T em Portugal foram efectivamente um descalabro! Apesar de aparentemente haver instrumentos de financiamento. Temos o PRAXIS, ***a JNICT completamente desacreditada e sem capacidade funcional. Isto para falar de um órgão de pseudocoordenação que na realidade não coordena nada!*** Pois temos várias pseudo-instituições de investigação, institutos criados para sacar dinheiro do CIÊNCIA, que no fundo não correspondem a realidades institucionais nenhuma. Temos as universidades que estão orfãs dum sistema e de uma inserção clara da actividade de investigação. Desmembrou-se o INIC e não se substituiu por nada, o que é uma burrice. Não é que o INIC estivesse bem, mas estava melhor do que isto.

A tarefa de reestruturar o sistema, em diálogo com os parceiros todos, é uma tarefa importante. Obviamente, a grande questão é: "Que capacidade de comando tem o Ministério?" Porque se o Ministério tiver verbas, de certeza que tem imensa capacidade. Se o Ministério só tem discurso, (claro que valerá pela bondade das ideias), que capacidade de liderança vai conseguir ter? Vai-se ver no terreno, mas vejo isso com grande dificuldade.

Fontes de dinheiro para isto? Fala-se no orçamento envelope. Se o Prof. Mariano Gago vai ter capacidade de controlo sobre uma componente de 1 ou 2% de cada Ministério, associado a processos de investigação e desenvolvimento tecnológico, então temos Homem e temos Ministério.

Eu defendo que a investigação deve estar numa conjugação matricial entre os sectores; a Agricultura, a Economia, o Turismo, a Saúde, etc, e uma entidade de coordenação e de responsabilidade política perante a investigação. Portanto se se conseguir explicitar a actividade de I&D em todos os sectores da vida nacional, isso é uma coisa importante, e nomeadamente também a explicitação das responsabilidades da promoção de novos conhecimentos e de I&D nas empresas do país, sobretudo nas públicas. O ministro que fizer isso é um herói!

Acho que o Prof. Mariano Gago parte com uma grande margem de esperança de nós todos. *Mais que um estado de graça, é quase um estado de pré-milagre que a gente espera.* Ele tem crédito pessoal, tem ideias e sabe o que quer. O que isto significa em termos de enquadramento político, estamos para ver... Se fizerem qualquer coisa já não é mau, porque como estava, era uma desgraça. Claro que do Prof. Mariano Gago esperamos muito, porque entre as pessoas desta área que têm crédito, e consequentemente uma grande responsabilidade, o contamos a ele. Vamos ver...

Prof. Guilherme Arroz
Dpto. de Electrotecnia do IST

Eu acho que num país da Europa no fim do século XX faz todo o sentido, já há muito tempo que o faz, haver um departamento governamental voltado fundamentalmente para a ciência e tecnologia, para a investigação científica e para o fomento da ciência. E isso quer dizer várias coisas, quer dizer investigação científica, divulgação científica e melhoria do prestígio da ciência e dos investigadores junto da população, o que é um aspecto muito importante pois *num país democrático as verbas que a investigação científica custa têm de ter o*

apoio das populações. Se as populações não tiverem a consciência de que isso é útil, é muito difícil fazer passar, num parlamento minimamente democrático, um orçamento com verbas significativas para esta área. É por isso que é realmente importante haver um departamento ao nível de ministério que se encarregue disso.

Em segundo lugar, a pessoa que vai para lá é um homem que tem uma experiência, e positiva. Não é pelo Mariano Gago ser um investigador que é interessante estar à frente do ministério (muitos investigadores à frente do Ministério da Ciência seriam o seu hara-kiri), penso que o Mariano Gago é um homem que tem a experiência política necessária para transformar o ministério, ou melhor, esta experiência de ministério, num êxito que frutifique de forma a que fique nas estruturas dos próximos governos, sejam eles de onde forem.

O problema que eu vejo é conjuntural, é que o Mariano Gago e o Ministério da Ciência não têm, neste momento, dinheiro para gerir a investigação científica em Portugal, que está completamente estrangulada do ponto de vista financeiro. Os programas Ciência criaram uma data de infraestruturas, mas agora para as por a funcionar, ou melhor, para as manter a funcionar, é preciso dinheiro, e esse dinheiro não existe. Temos

de perceber que esse dinheiro não existe! Quando se olha para o dinheiro que, por exemplo, os programas Praxis têm, são amendoins! Objectivamente, ou dá para manter as infraestruturas em funcionamento e não se faz mais nada, ou se faz alguma investigaçãozeca e se deixa cair as infraestruturas. O problema que o Mariano vai ter é... dinheiro. Pelo menos neste Orçamento de Estado, não o estou a ver a conseguir dinheiro suficiente para fazer funcionar o ministério.

Em relação às alterações da ciência e tecnologia em Portugal, estas não se fazem com o Ministério da C&T, fazem-se com os investigadores. Criar uma investigação mais voltada para as necessidades do país tem a haver com as pessoas que estão no terreno. O ministério, o que tem realmente, é de arranjar dinheiro para programas de investigação e uma estratégia global, mas não acredito que os ministérios resolvam tudo. O ministério, quando muito, pode ser uma ferramenta importante para valorizar, popularizar e modificar o prestígio da actividade científica em Portugal. Quando eu digo prestígio, não estou a falar nos investigadores ganharem menos ou ganharem mais, não é nada disso, estou a falar da actividade de investigação científica ser uma actividade prestigiada, de as pessoas perceberem que ela é vital para o país se desenvolver.

Sobre o carácter opcional das Físicas Experimentais IV e V

Filipe Moura
Aluno da LEFT no Conselho Pedagógico

No ano lectivo de 1992-93, entrou em vigor um novo currículo da licenciatura em Eng^a Física Tecnológica (LEFT). Relativamente ao currículo anterior, este trazia como principais novidades, para além de algumas trocas de semestre de disciplinas já existentes, a substituição das disciplinas de Programação (1º ano) e Física da Estrutura da Matéria (1º ano) respectivamente por Física Computacional (1º ano) e Física Atómica e Molecular (3º ano); a supressão, enquanto disciplinas obrigatórias, da Electrónica (3º ano) e da Mecânica dos Meios Contínuos (2º ano); e a introdução da Física Experimental I (2º ano) e do Seminário (3º ano). Neste

currículo, no 5º ano era possível escolher duas disciplinas (os Estudos Complementares do Projecto I e II), cuja nota era a mesma do projecto. Na prática, a escolha de tais disciplinas tinha como objectivo ter mais tempo livre para o projecto, fazendo menos duas disciplinas; quem as escolhesse passaria a ter um maior peso do projecto na nota final.

Desde então, têm-se observado os resultados desta reestruturação. Se no ano lectivo de 1992/93 tudo correu normalmente, já no ano de 1993/94 se registou uma anormalmente elevada taxa de reprovação no segundo ano, em particular nas disciplinas de Física e

Matemática. Em 1994/95, embora as informações oficiais disponíveis à data deste artigo sejam muito incompletas (na Avaliação Pedagógica - Primeiro Semestre de 1994/95, uma publicação do Conselho Pedagógico, só havia informação sobre três disciplinas do segundo ano e uma do primeiro), pode-se afirmar, sem risco de cometer grande erro, que os resultados deverão ser semelhantes. Em particular, os resultados podem-se considerar desastrosos em duas destas disciplinas: a Física Estatística e o Electromagnetismo. Nestes casos, é evidente que houve problemas no funcionamento destas disciplinas. O caso da Física Estatística, onde os problemas são bem antigos, foi analisado na Comissão Pedagógica da LEFT, tendo-se sugerido ao Coordenador da Licenciatura o regresso da disciplina ao segundo semestre do terceiro ano, bem

como um pequeno *aligeiramento* do seu conteúdo programático; o caso do Electromagnetismo será com certeza abordado na Comissão Pedagógica brevemente.

Neste ano lectivo, iniciou-se um novo currículo no 4º e no 5º anos do nosso curso (ver PULSAR nº 1). As principais alterações deram-se nas disciplinas de Física do Estado Sólido e Física de Partículas, para além da supressão das disciplinas de Estudos Complementares do Projecto, aumentando assim o peso do projecto, peso que passa a ser o mesmo para todos. No entanto, manteve-se inalterado o estatuto de duas disciplinas (obrigatórias): a Física Experimental IV (sobre técnicas de vácuo) e a Física Experimental V (sobre sistemas de aquisição de dados e plasmas). Diminuiu-se, portanto, o número de disciplinas que cada um de nós poderia efectivamente fazer, mas havia que continuar a fazer essas cadeiras. Tal medida prejudicou evidentemente quem, por opção pessoal ou por necessidade de formação (para projecto *et cetera*), precisava fazer mais duas disciplinas (em lugar dos Estudos Complementares do Projecto), agora suprimidas, sem precisar no entanto directamente de fazer as duas Físicas Experimentais.

Baseados nestes argumentos, os alunos que no ano passado se encontravam no 3º ano, entre os quais eu me incluo, escreveram uma carta assinada por todos ao coordenador da Licenciatura, o prof. Jorge Dias de Deus. Nessa carta, pedia-se que, pela “frutífera flexibilidade nas opções dos 4º e 5º anos” e pela “possibilidade de melhores e mais consistentes escolhas”, o estatuto dessas cadeiras fosse revisto, passando a funcionar como cadeiras opcionais. Repare-se que, para as pessoas efectivamente interessadas em fazer as cadeiras (e que também assinaram a carta), tal proposta também era vantajosa, uma vez que as cadeiras funcionariam muito melhor só com pessoas nelas interessadas.

Pretende-se com este artigo levantar o debate sobre esta questão e, ao mesmo tempo, apresentar alguns argumentos favoráveis a esta proposta.

Pode-se perguntar qual a relação entre o atrás referido sobre os resultados obtidos nas taxas de aprovação e a passagem a

opcionais das Físicas Experimentais. Directamente, não tem nada (ninguém vai dizer que é por causa destas duas Físicas Experimentais que as taxas de aprovação do curso são baixas); no entanto, entendo que uma opinião sobre esta questão será melhor fundamentada se tiver em conta a situação de todo o curso.

Em qualquer semestre de qualquer ano, as disciplinas com melhores resultados em termos de aprovações são sempre as Físicas Experimentais. Poder-se-á daqui concluir que são estas as disciplinas que funcionam melhor? É minha convicção pessoal, e de outros colegas meus, que não. Pelo contrário: se consultarmos as Avaliações Pedagógicas dos últimos anos, verifica-se que é frequente não haver dados sobre as Físicas Experimentais e que, quando há, geralmente não são muito abonatórios. É praticamente uma constante resultados negativos nas respostas às questões “articulação com os conhecimentos anteriores”, “trabalho exigido” e “apreciação global da disciplina”. Na realidade, se existe maior percentagem de aprovação às Físicas Experimentais do que às outras disciplinas, é porque os alunos passam todo o semestre a trabalhar para essas mesmas Físicas Experimentais, quando também deveriam estudar para as outras disciplinas. Tal poderá não corresponder à verdade em algumas dessas Físicas Experimentais, principalmente as do 1º ano, onde os prazos de entrega dos relatórios não são muito rígidos. No entanto, nos dois semestres onde tem havido piores resultados (2º do 2º ano e 1º do 3º ano), os alunos têm de entregar um relatório por semana. Poder-se-á perguntar: será que fazer um relatório dá trabalho para uma semana? A resposta é: se for uma pessoa do grupo a fazê-lo (procedimento infelizmente cada vez mais generalizado, motivado por uma pessoa não poder perder tempo a inteirar-se do conteúdo de todas as experiências da disciplina, limitando-se, em dois terços das experiências, a participar no trabalho laboratorial), fazer um relatório poderá demorar bem mais do que uma semana. Tendo-se só uma semana para efectuar o relatório, é impossível não dividir o trabalho pelos três elementos do grupo; no entanto, só um é que pode perder tempo a estudar o conteúdo da disciplina e a dizer aos outros quais as fórmulas que se deve meter na folha de cálculo. Isto se o professor nos quiser tomar mais tempo; se for nosso amigo, e nos quiser poupar o nosso precioso tempo, apresenta-nos já umas fotocópias de uns acetatos da aula

teórica ou dos manuais de utilização dos sofisticadíssimos aparelhos existentes no laboratório. (Isto no seu tempo de estudantes não havia! Nós agora é que somos uns privilegiados!) Essas fotocópias incluem uma série de fórmulas, vindas sabe-se lá de onde, mas o que é que isso interessa? O objectivo da cadeira não é entender essas fórmulas: isso é para os teóricos! As referidas fórmulas estão todas perfeitamente enquadradas na experiência que efectuámos, de tal modo que assim escusamos de perder tempo a pegar num livro e ver as fórmulas que vamos empregar aparecer numa situação mais geral. Insisto no “perder tempo” porque assim já podemos fazer as centenas, os milhares, a porrada de cálculos correspondentes a todas as medições que efectuámos (mais o cálculo do erro - e se não usamos certo método mas sim um outro que tenhamos aprendido com outro professor, esse professor é uma desgraça) e depois fazer um número de gráficos da mesma ordem de grandeza do número de cálculos efectuados (a visualização gráfica é importante na Física!). A fazer isto, podem crer que se passa uma semana! E, é importante dizer, cumprindo escrupulosamente uma das regras impostas numa destas cadeiras (por que não explicitar? - na Física Experimental II): não incluir fundamentos teóricos no relatório. De facto, na perspectiva desta cadeira, compreende-se tal exigência dos docentes, certamente para terem menos trabalho a ver o relatório. É que uma de duas: ou se copia para o relatório tudo o que vem no guia da experiência, algo que, convenhamos, não parece muito interessante, ou se tenta perceber de onde vêm as fórmulas que se aplicam, algo que obriga a “sair” momentaneamente do domínio da experiência, antes de lá ingressar. Nessa altura, dir-nos-ão que nos afastámos dos objectivos do trabalho.

Mas, de facto, nem pensar em nos darmos ao luxo de fazer introduções teóricas! O objectivo é efectuar cálculos atrás de cálculos, numa semana. Se algo correu mal na experiência ou se os resultados não são os esperados, existem sempre (e isto os professores não sabem, ou fingem que não sabem) relatórios de anos anteriores, onde podemos retirar valores bem medidos e aldrabices para enfiar nas conclusões, pois nisto o importante é apresentar muitos cálculos, gráficos em quantidade e qualidade e uma boa argumentação!

Para além de tudo isto, há que considerar






o conteúdo destas cadeiras. Se as cadeiras do 1º ano incluem experiências fundamentais da Física, oscilações e ondas, fenómenos que já nos são familiares e sobre os quais nos é dado um efectivo esclarecimento nas aulas teóricas, permitindo-nos, se não se importam, aprender alguma coisa com as experiências (podendo-se dizer o mesmo da Física Experimental III), já tal não se pode dizer das Físicas Experimentais I e II. Estas cadeiras incluem fenómenos que *a priori* nos são totalmente estranhos (física nuclear, caos, solitões...), para além de efeito Doppler e propagação de ondas em meios dispersivos. Se é certo que é indispensável uma familiarização experimental com a maioria destes temas, o facto é que seria dispensável um contacto tão exaustivo com o primeiro (uma cadeira só de Física Nuclear parece exagerada - se me parece adequado verificar os declínios α e β de isótopos radioactivos e a emissão de radiação γ , julgo que o resto da cadeira seria melhor se fosse dedicado a outros temas de Física da Estrutura da Matéria). Sobre a Física Experimental II, a apreciação é ainda pior: os temas abordados vão do básico, que já deveria ter sido abordado em anteriores cadeiras (o efeito Doppler), ao redundante (o que se ganha ao fazer a experiência da linha de transmissão depois de se ter feito a experiência do circuito RLC no 1º ano?), passando pelo inacessível, que se torna ridículo (os solitões). Se existe experiência na qual não se aprende rigorosamente nada, é precisamente esta. A tentativa de enquadramento teórico feita na aula respectiva é patética: nunca como ali as equações são tão estranhas e imperceptíveis, particularmente para quem nunca estudou realmente mecânica dos fluidos (é suposto vermos solitões numa tina de água). A explicação dada nas aulas não ajuda muito (para não dizer que não serve mesmo para nada...). Está certo que pelo menos os alunos não percebem nada de mecânica de fluidos, mas, palavra de honra, gostaria de ver aquela aula ser dada a um público mais entendido e ver quais seriam as reacções! Seria uma experiência mesmo gira! Lanço aqui o desafio. Entretanto, eu e os meus colegas fomos para o laboratório fazer simplesmente o que era pedido, para depois perdermos muito tempo no relatório, sem percebermos nada do que estávamos a fazer, situação infelizmente vulgar. Concluindo: esta experiência merece o epíteto, bem posto por um antigo colega nosso, de *nulidade experimental*.

Sem que nada os mova contra a Física Experimental, permitam-me afirmar que uma das motivações que levaram os alunos do 4º ano a pedir o que pediram ao prof. Dias de Deus foi, mesmo que não estivessem a pensar nisso quando escreveram e assinaram a carta, estarem simplesmente fartos de cadeiras que lhes deram muito trabalho sem lhes terem servido para muito, principalmente numa altura em que tão importantes opções têm de ser feitas.

Não quero, com isto, afirmar que as Físicas Experimentais IV e V "não servem para nada", embora haja quem já tenha feito as cadeiras e afirme isso. Tal

corresponde a opiniões de antigos alunos para os quais as cadeiras não foram importantes, por não terem nada a ver com as restantes opções por eles tomadas. É por isso indispensável uma análise do conteúdo das cadeiras, o que procurarei fazer brevemente. Até lá, espero que o que foi dito neste artigo contribua para uma indispensável renovação das Físicas Experimentais. Para esta renovação, sugiro que se repense totalmente os seus objectivos (que, julgo, devem ser apresentar uma visão informal e concreta da física). Para tal, penso que é indispensável haver aulas teóricas decentes. Para que os alunos percebam efectivamente o que andam ali a fazer!

BOLETIM
INFORMATIVO

-  Programas
-  Intercâmbios
-  Estudar no Estrangeiro
-  Concursos
-  Actividades

IPJ Instituto Português da Juventude

Aspectos topológicos dos flexágonos

Carlos Ramos

Pretende-se no presente artigo divulgar algumas características dos flexágonos e apresentar uma classificação para estes por meio de propriedades topológicas.

Os flexágonos são objectos de papel que, dobrados de certa maneira, apresentam uma evolução de faces diferentes. Este trabalho tem como base o artigo indicado em [1] que mostra como se constrói um hexaflexágono, caso particular dos flexágonos.

O hexaflexágono de 3 faces é construído a partir de uma tira de papel com dobras diagonais formando triângulos equiláteros. Esta tira é dobrada convenientemente formando um hexágono, e as duas pontas são coladas uma à outra, sendo portanto uma superfície fechada.

Para conseguir ver mais claramente que tipo de superfície o hexaflexágono forma, podem-se seguir os mesmos passos de construção usando apenas uma tira sem os triângulos vincados. Tal é exemplificado na figura seguinte. A dobragem é feita sem vincar em torno da linha a tracejado.

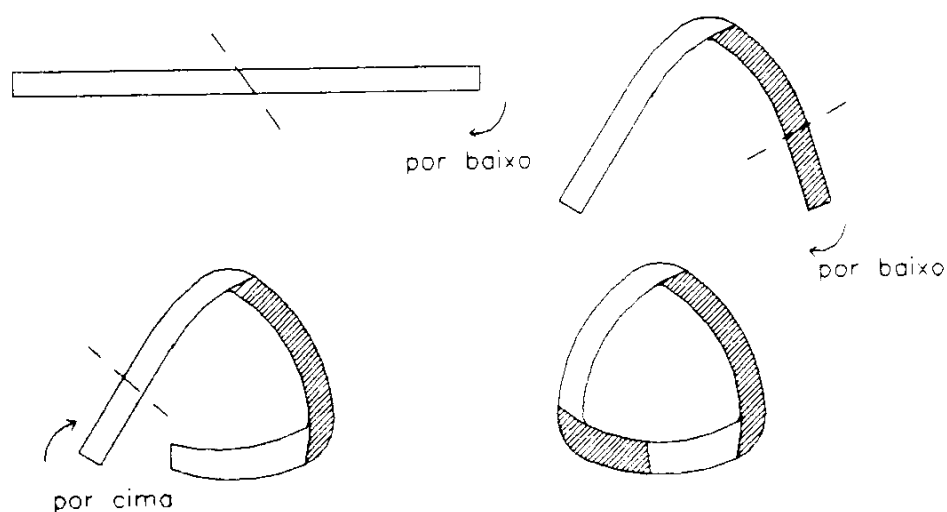


figura 1

O hexaflexágono é uma superfície fechada com três torções e portanto não orientável. As superfícies de número par de torções são orientáveis, e as de número ímpar são não orientáveis, como é o caso da faixa de Möbius que tem apenas uma torção.

Para verificar mais facilmente a orientabilidade da superfície, basta ter inicialmente a tira com um dos lados pintado ou marcado, e ver que ao colar as pontas, o lado marcado coincide com o não marcado - ou seja a superfície tem apenas um "lado". Neste caso diz-se que a superfície é não orientável. Caso contrário, se ao colar as pontas, ambas tem o lado marcado coincidente, independentemente das torções dadas, diz-se que a superfície é orientável.

Se se esticar a fita nos três pontos de torção, procurando dar a forma de um triângulo equilátero, e vincando as dobras, fica-se com a superfície planificada como é mostrado na figura 2.

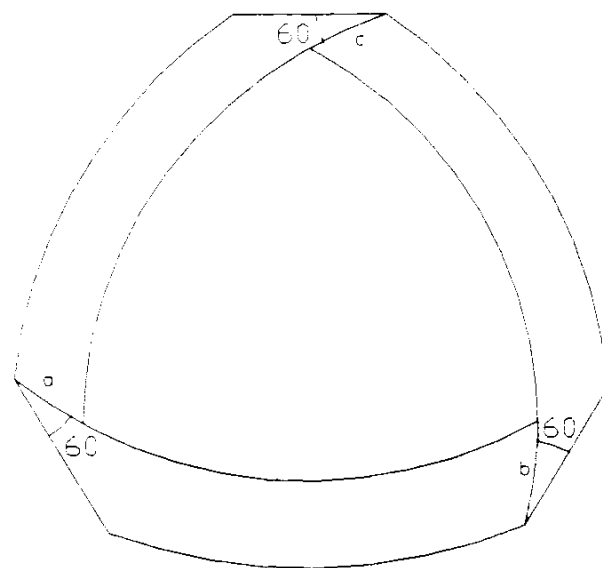


figura 2

Feito isto, vincam-se as arestas assinaladas a, b, e c, ou seja, vincam-se as partes da fita que cruzam por baixo.

A fita "arranjada" desta maneira é um flexágono rudimentar; para o flexar basta, seguindo os vincos, dobrar ao mesmo tempo as arestas a, b, c para cima e a fita dá a volta em torno de si própria - ela "flexa".

Se em vez de uma tira lisa se usar uma tira de triângulos equiláteros (como para o hexaflexágono), e seguindo o mesmo processo (fazer as três torções correctamente e colar as pontas), obtém-se um flexágono da forma apresentada na figura 3.

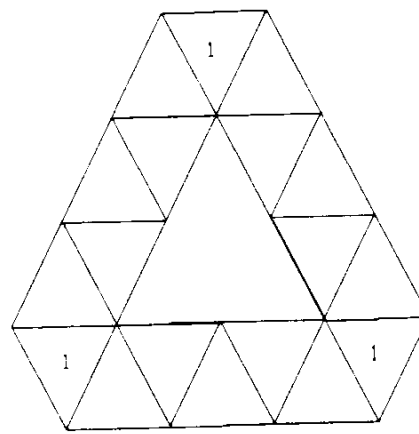


figura 3

Podem-se fazer flexágonos deste tipo com 9, 15, 21, ..., $6n+3$ triângulos ($n=1,2,\dots$) (na construção do flexágono acrescentar sempre mais um triângulo para colar na ponta).

O flexágono com 9 triângulos corresponde ao hexaflexágono de 3 faces descrito em [1].

Para observar o comportamento do flexágono, basta numerar as faces à medida que se vai flexando até se fazer uma revolução completa. Para o flexágono de 9 triângulos existem 3 faces distintas (hexaflexágono), para o de 15 existem 5, para o de k triângulos existem $k/3$ faces distintas.

Os triângulos que compõem uma face são os que estão junto à dobra, ou seja os que estão assinalados na figura 3 com um 1. A razão para se assinalarem apenas estes triângulos é que são estes que caracterizam o estado do flexágono da maneira mais simples.

É preciso notar ainda que o facto de se dobrarem as fitas em triângulos equiláteros tem uma razão muito especial: é que se

por exemplo, na figura 2, se se vincasse a fita de forma diferente, a geometria do objecto deixava de ser invariante sobre a operação flexar.

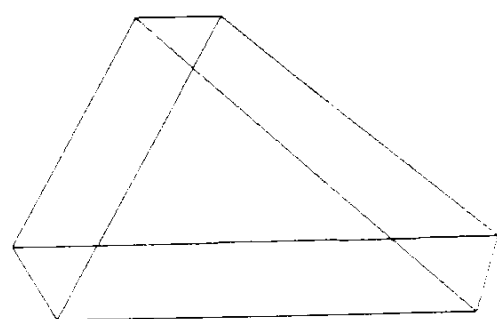


figura 4

É natural perguntar o que é que ocorre à superfície quando se flexa, em termos espaciais. Pegando novamente numa fita como a da figura 1, vê-se que o que acontece é a fita ser virada do avesso - qualquer troço da superfície que esteja a apontar para fora passa a apontar para dentro e vice-versa; isto é ilustrado na figura que se segue.

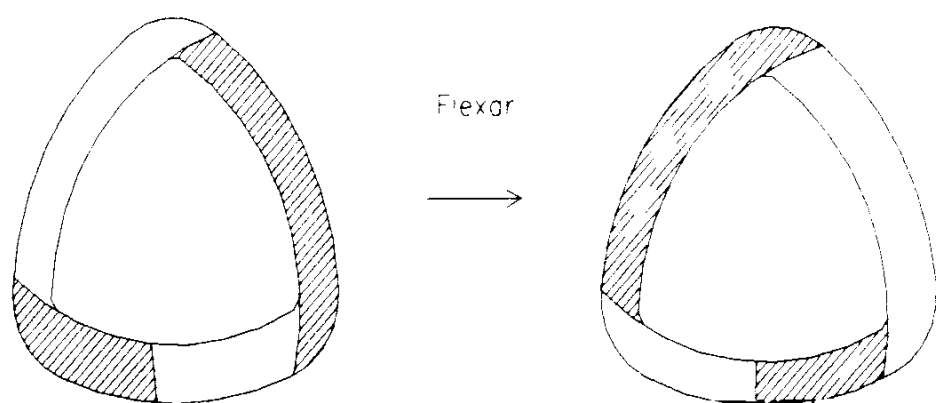


figura 5

Através da abordagem feita ao hexaflexágono, por meio de uma superfície topologicamente equivalente (a fita da figura 1) é possível encontrar outro tipo de flexágonos. A superfície de três torções (para abreviar de agora em diante t é o número de torções de uma dada superfície), ou seja $t=3$, produz flexágonos. A questão que se põe é: será que superfícies de t diferente de 3 também os produzem? A resposta é sim; aliás é possível classificar os flexágonos feitos a partir de tiras de papel através do número de torções das superfícies que os originam. Ver-se-ão de seguida, de uma forma breve, flexágonos produzidos por superfícies de $t=2$ e $t=4$.

A superfície $t=2$ é construída fazendo duas torções numa tira e colando as pontas. Depois vincam-se as duas dobras da maneira indicada na figura 6.

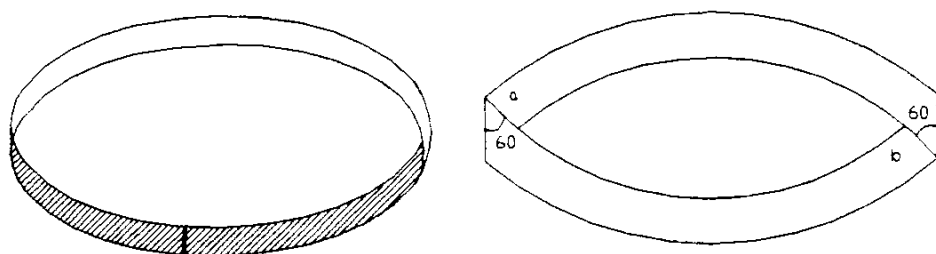


figura 6

Vincam-se também as arestas assinaladas a e b. Para flexar basta dobrar as arestas a e b simultaneamente, seguindo os vincos.

É portanto esta a estrutura do flexágono originado por $t=2$. Dentro desta estrutura, tal como para o de $t=3$ (já visto anteriormente) é possível fazer vários flexágonos variando o tamanho da fita, ou seja variando o número de triângulos. O mais pequeno flexágono tem 6 triângulos - 6 é o número mínimo para fazer um flexágono ($t=2$); na figura 7 exemplifica-se a sua construção (usa-se um triângulo adicional para colar as pontas).

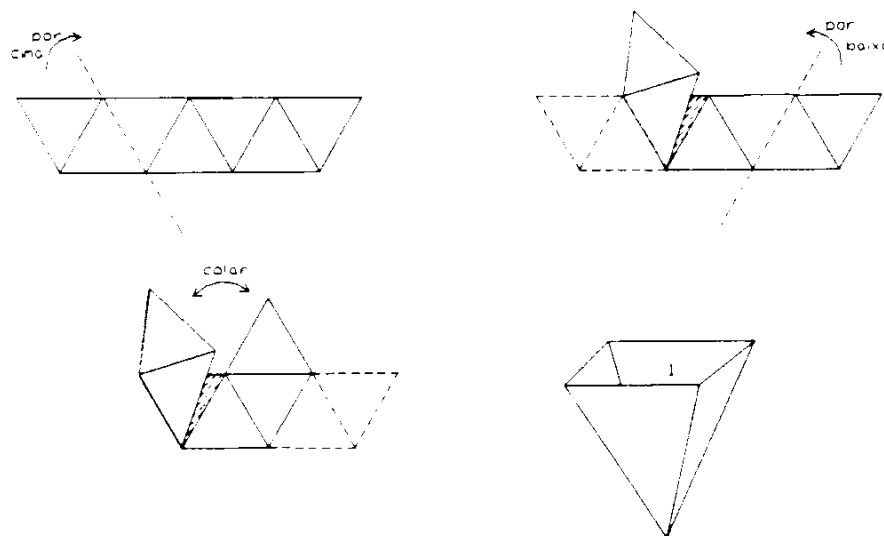


figura 7

Para flexar juntam-se dois dos vértices opostos. Este flexágono tem apenas duas faces diferentes.

A superfície $t=4$ é construída de modo análogo, dando à fita 4 torções. De seguida, apresentar-se-á apenas o procedimento de como construir o mais pequeno flexágono deste tipo. Para tal são necessários 12 triângulos mais 1 (o que serve para colar).

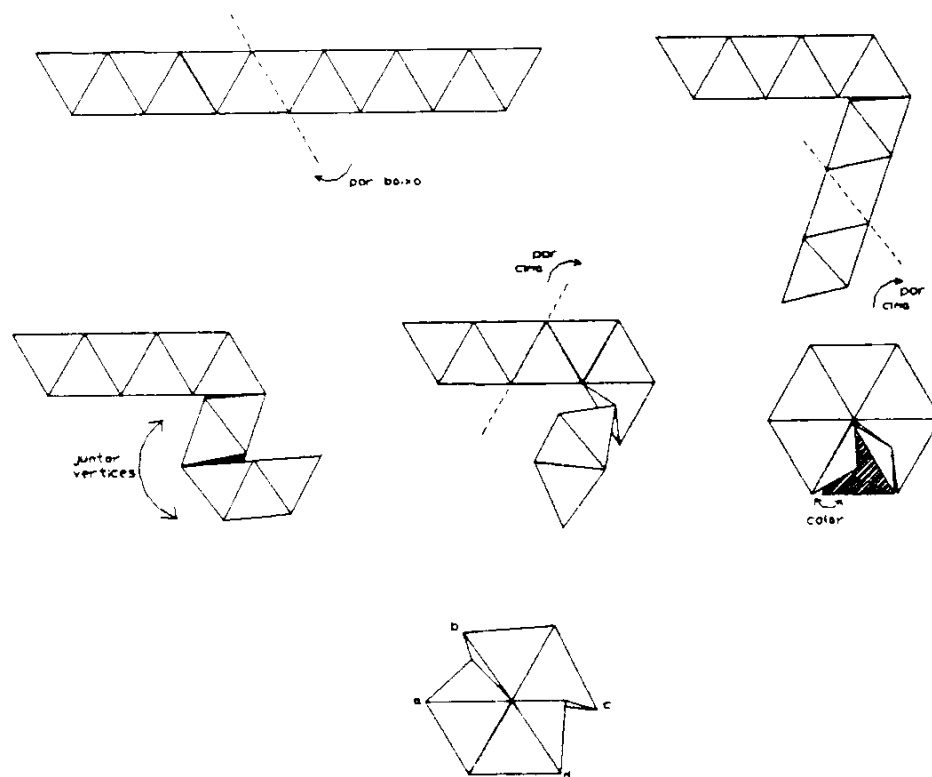


figura 8

Para flexar juntam-se os vértices a,b,c,d por baixo.

Seria possível apresentar flexágonos produzidos por superfícies $t=0$ e $t=1$, ou mesmo $t > 4$ mas o artigo tornar-se-ia

demasiado extenso. O procedimento para os realizar é pegar numa tira de triângulos e provocar-lhe o número de torções que se deseje.

Uma superfície tem características próprias que dependem apenas da sua topologia, ou seja dependem apenas de t . Estas características são:

- O flexágono ser "finito", se iterando a operação flexar se chega a um estado terminal, i.e. deixa de flexar ou o flexágono ser cíclico, se flexando se volta sempre ao mesmo estado, tendo portanto um período.

- O flexágono ser orientável ou não. Se t é par a superfície é orientável, se t é ímpar a superfície é não orientável.

Para $t=0$ temos que a superfície é orientável e o flexágono resultante é "finito".

Para $t=1$ (Banda de Möbius) o flexágono é cíclico.

Para $t=2$ o flexágono é "finito".

Para $t=3$ (hexaflexágono) é cíclico.

Para $t=4$ o flexágono é cíclico.

É ainda de referir que o flexar não é a única operação que deixa os flexágonos invariantes. Existe uma operação que espacialmente corresponde à rotação da fita (imagine-se a fita ligada a um motor, e onde houver dobras imaginem-se eixos de tal forma que a fita roda).

Tudo o que foi apresentado são simples observações do comportamento dos objectos ditos flexágonos. Seria interessante construir uma teoria consistente do flexágono, faltando para isso adaptar um formalismo que descreva superfícies segmentadas ou "dobradas".

Bibliografia:

[1] Inácio, Nuno, Hexaflexágonos, *Pulsar*, nº1, Maio 1995

Os Centenários Raios-X

Pedro Martins

Foi há 100 anos, em 1895, que Roentgen, um físico alemão - por curiosidade o 1º Prémio Nobel, em 1901 - descobriu uma nova radiação singularizada por um enorme poder penetrante, sem precedentes até então. As suas potencialidades suscitaram um extremo interesse e esperanças junto da comunidade científica e médica, havendo tido um efeito sensacional a publicação da primeira fotografia dos ossos de uma pessoa viva. Tinha começado a física das radiações !

Os raios X são ondas electromagnéticas que se propagam em linha recta com a velocidade da luz, obedecendo à lei do quadrado da distância, i.e., uma superfície situada a 3m recebe 9 vezes menos energia que a 1m. Possuem um pequeno comprimento de onda (1 a 100Ångstrom), inferior à distância entre os átomos da matéria, o que lhes confere um enorme poder penetrante. Com a travessia da matéria, os raios X conservam o comprimento de onda do feixe incidente (absorção sem mudança do comprimento de onda). Em virtude de interacções atómicas, arrancando electrões e produzindo raios X de maior comprimento de onda, o feixe de saída sofre alterações qualitativas (absorção com mudança do comprimento de onda).

A absorção de raios X pela matéria é

sensível ao número atómico, aumentando-se com o aumento deste. A absorção aumenta também com o aumento da densidade e espessura da matéria irradiada, e com o comprimento de onda dos raios X. É devido a esta sensibilidade que é possível a obtenção de uma radiografia. Os ossos, que contêm uma proporção muito maior de átomos metálicos do que os tecidos carnudos vizinhos, tornam-se opacos à passagem destes raios.

A radiação X tem um carácter ondulatório, com comportamentos de difracção, interferência, polarização, reflexão e refracção, e ainda um aspecto corpuscular dando origem ao efeito fotoeléctrico e ao efeito de Compton. Estes raios podem ionizar gases e tornar fluorescentes certas substâncias. São empregues em medicina, em radiodiagnóstico e radioterapia, utilizados na identificação de substâncias cristalinas, orientação espacial de cristais e macromoléculas, avaliação de resistência de metais, etc. Permitem descobrir e analisar pinturas sobrepostas no mesmo quadro.

Para finalizar, uma pequena nota sobre a produção de raios X. A produção de raios X exige uma fonte de energia e um tubo onde foi praticado o vácuo. É estabelecida entre dois eléctrodos (ânodo e cátodo) uma diferença de potencial da ordem dos kiloVolt. Quando se faz a descarga, os electrões do cátodo lançam-se sobre a superfície do ânodo com tanto maior energia quanto maior for a diferença de potencial entre os eléctrodos. Como uma partícula carregada, ao ser acelerada irradia energia, os electrões ao embaterem na superfície do ânodo originam a emissão de raios X. O ânodo deve ser de uma substância capaz de suportar elevadas temperaturas, geralmente Tungsténio, pois

cerca de 99% da energia transforma-se (no ânodo) em calor e só 1% assume a condição de radiação X.

E é assim. Os nossos raios X estão já com 100 anos, mas rijos e prontos para as curvas.

Instantâneos (1)

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

por David Fernandes, Mário Barbosa e Paulo Cunha

Morreu a 21 de Agosto deste ano Subramanyan Chandrasekhar com 84 anos de idade. Era mais conhecido pela sua descoberta do limite superior para a massa de uma anã-branca (que lhe valeu o prémio Nobel em 1983) e por ter sido o editor do *Astrophysical Journal* durante 19 anos. (N 12 Out, 484); (PhW Out, 62)

Mistério na origem do spin do protão: medições recentes confirmam que os 3 quarks de "valência" contribuem relativamente pouco (cerca de 20-30%) para o spin do protão. A crise reside essencialmente no campo teórico: embora este resultado apareça como uma aparente confirmação da QCD, os teóricos ainda não foram capazes de explicar de onde vem o restante spin. (PhT Set, 24) (continua, pág. 14)

Considerações Filosóficas sobre Física

Relações entre Teorias*

Nuno Teotónio Leonardo

Quando se pretende comparar duas teorias, o que é habitual fazer-se, e que decorre do modo como as teorias se encontram expostas, é comparar-se alguns conceitos e enunciados típicos de cada uma, ou os aspectos *assimptóticos* de algumas fórmulas importantes.

É usual dizer-se que uma teoria se reduz a outra se se desprezarem termos de ordem superior; em alguns desses casos, porém, estão em causa termos de primeira ordem que foram esquecidos.

O que se passa, é que as relações interteóricas *assimptóticas* - é o caso de uma teoria se reduzir a outra por passagem ao limite de um determinado parâmetro - ou *intuitivas* não são tomadas com rigor, passando-se por cima da complexidade que está efectivamente em causa.

Opta-se na generalidade da literatura por *elegantes diagramas* de redução, nos quais se alega o respectivo carácter intuitivo, mas que estão por analisar com o rigor que se requer (muitos deles, verifica-se - e amiúde são outros autores do género que se encarregam de o rectificar - serem falsos!).

Na área das relações entre teorias, um ponto deveras interessante é, pois, a questão da *redução* de teorias. Com o intuito de introduzir esta temática, em termos mais gerais, faz-se notar a distinção *holismo* versus *reducionismo*, apresentando-se referências clássicas a este respeito.

Popper introduz este assunto, em "*Universo Aberto*", apresentando a questão: *Podemos reduzir, ou esperar reduzir, a consciência de si e a criatividade do espírito humano à experiência animal, esta à biologia, e esta (portanto também aquelas) à física?*

Nota-se então que, no caso dos sistemas vivos, é indubitável que um organismo é uma colecção de átomos. Porém, os átomos em si são 'inanimados'! Então os átomos não necessitam ser 'animados' para produzir a vida, só têm de ser arrançados no modo complexo apropriado. Um organismo vivo é definitivamente uma colecção de átomos; porém o erro está em supor que é apenas isso. Semelhante situação se tem ao pretender que a *Quinta Sinfonia* de Beethoven nada mais seja do

que uma colecção de notas, que a *Mensagem* de Fernando Pessoa ou *Os Maias* de Eça de Queiroz não passem de um conjunto de palavras. A propriedade da vida, o tema de uma música e o enredo de um poema ou romance pertencem a um nível diferente. Não têm significado localmente, ao nível dos componentes - só surgem ao nível colectivo da estrutura. Trata-se de propriedades holistas.

Esclarecido o conceito de redução, pode agora analisar-se a relação correspondente entre teorias físicas. A este respeito, parece que os filósofos tendem a aceitar a existência de abundantes reduções bem conseguidas na física, como nos casos: *termodinâmica/mecânica estatística*, *mecânica dos corpos rígidos/mecânica das partículas*, *mecânica clássica/mecânica quântica*, *teorias não-relativistas/teorias relativistas*. Só que as coisas não são tão simples. No que respeita, nomeadamente, ao segundo princípio da termodinâmica, parece não existir uma derivação rigorosa. Nem a mecânica clássica, por outro lado, pode ser vista como um limite da mecânica quântica; tal limite permite tão-só a recuperação de algumas fórmulas da mecânica das partículas, e nenhuma da *mecânica do contínuo*. O limite de uma teoria relativista não conduz necessariamente a uma teoria não relativista, e, noutros casos, nem sequer esse limite será único.

Passa-se, com efeito, que a literatura filosófica não dispõe de análises pormenorizadas sobre os alegados casos de redução.

Em termos de relações formais (para a análise deste tipo de relações ser feita, refira-se, deve proceder-se previamente à axiomatização das teorias), tem-se o *isomorfismo* e, como exemplo, a mecânica ondulatória e mecânica matricial (as 'visões' de Schrödinger e de Heisenberg da mecânica quântica). Tem-se também a relação de *equivalência*, que é o caso das dinâmicas hamiltoneana e lagrangeana (clássicas) ou, em geral, de quaisquer formulações diferentes da mesma teoria.

Outro género de relações pode ser encontrado entre as teorias. Assim, uma teoria poderá de alguma forma sugerir a construção (ou a revisão) de outra. Trata-se de uma relação essencialmente

heurística.

Ao analisar duas teorias, um físico poderá notar algumas recônditas analogias, e a partir daí a sua intuição levá-lo-à a construir algo com interesse.

De outro modo, o físico poderá atentar no aspecto formal da teoria em análise, e a partir daí, por argumentos essencialmente lógico-matemáticos, chegar a resultados curiosos, os quais ao serem interpretados (não necessariamente por si) conduzirão eventualmente a alguns resultados notáveis.

A este propósito, alguns episódios na história da física indicam, dado este processo de adopção de determinadas ideias da teoria pré-existente, com vista a uma construção heurística, ser aconselhável o não comprometimento com analogias na velha teoria.

Um outro caso com interesse segue uma via 'rectroactiva', e verifica-se quando os resultados de uma teoria se revelam úteis na *clarificação* - ou mesmo na *revisão* - de aspectos de uma teoria anterior ('estabelecida'). Este caso clarifica em particular o carácter não rígido do empreendimento da física, denunciando que no seu processo de evolução se vão introduzindo aperfeiçoamentos (i.e., alterações que se creem positivas) globais.

Com vista a introduzir um outro tipo de relações interteóricas, faz-se notar que nos processos experimentais não estão somente em causa as teorias a testar (ditas *substantivas*), mas também um conjunto de teorias *auxiliares* implicadas na explicação do dispositivo experimental. Mais: casos há de teorias que não podem ser testadas directamente por via experimental; têm de sê-lo através de outras teorias. Assim, determinadas teorias servem por um lado para interpretar os resultados experimentais relativos aos testes de uma dada teoria (substantiva) (i.e., dar significado aos dados), e por outro permitem idealizar esses mesmos testes.

Noutros casos, requiere-se que a teoria nova seja parcialmente (normalmente em algum limite) compatível com teorias estabelecidas. O *princípio da correspondência*, assim designado, é como se denomina a imposição de que a teoria nova preserve os pontos *sãos* da teoria velha, que se propõe substituir.

Dir-se-ia, finalmente, que as relações interteóricas não se encontram totalmente esclarecidas. Em parte, devido à diversidade e falta de clareza das diferentes exposições das teorias físicas.

Bibliografia

Bunge, M., Filosofia da Física,
Edições 70, s.d.
Davies, P., Deus e a Nova Física,
Edições 70, 1988
Popper, K., Universo Aberto,
Publicações D.Quixote, Lisboa
1992

* Pretende-se tratar de aspectos da filosofia das ciências, muito particularmente no que respeita à física. Não se evitarão, ainda assim, eventuais tendências do autor em determinados pontos genéricos.

Seminários

SEMINÁRIOS DE MECATRÓNICA E SISTEMAS DINÂMICOS

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

Os temas mais debatidos são:

- Controlo de sistemas electromecânicos;
- Sistemas de aprendizagem, redes neuronais, etc;

- Sistemas dinâmicos: teoria e aplicações;
- Análise de dados, métodos estatísticos.

As sessões organizadas são essencialmente de dois tipos:

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

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

SEMINÁRIO EM FÍSICA-MATEMÁTICA

O seminário em Física-Matemática no Departamento de Matemática do IST prossegue este ano lectivo com o tema Integrabilidade vs. não-Integrabilidade. Pretende-se com este seminário lançar uma discussão sobre tópicos correntes em Física-Matemática, bem como introduzir à investigação alunos dos últimos anos das licenciaturas. O seminário terá as

características de seminário de trabalho. Os seminários realizam-se semanalmente, às 4ª feiras, pelas 15 horas, na sala P 3.10 do Dptº. de Matemática (Edifício de Pós-Graduação).

Para mais informações ou ser incluído na mailing list de anúncio dos seminários, contactar o prof.

Rui Loja Fernandes, Dptº. Matemática do IST

e-mail: rfern@math.ist.utl.pt

tel: 841 7113

ou consultar a página do WWW <http://www.math.ist.utl.pt>.

SEMINÁRIOS DO CENTRA

(Centro Multidisciplinar de Astrofísica)

2ª feira, 20 de Novembro, 15 horas - Robertus Potting, UA

“ Expectation values, Lorentz Invariants and CPT Invariance in String Theory ”

5ª feira, 23 de Novembro, 14h15 - Ted Geisel, Goethe Universitat - Frankfurt

“ Chaotic Transport in Semiconductors Microstructures ”

5ª feira, 30 de Novembro, 14h15 - José Pedro Mimoso, FCUL

“ Parâmetro Densidade em Teorias Escalares-Tensoriais ”

5ª feira, 7 de Dezembro, 14h15 - Paulo Sá, UA

“ Buracos Negros em Teoria de Cordas ”

6ª feira, 15 de Dezembro, 14h15 - Teresa Lago, Centro de Astrofísica da UP

Título a anunciar

Os seminários do Centra realizam-se na Sala P4 (Edifício de Pós-graduação).

O Pulsar não se responsabiliza por eventuais alterações do programa dos seminários anunciados.

Instantâneos (2)

Confirmada a existência de um novo planeta extra-solar com cerca de metade da massa de Júpiter, girando em torno de 51 Pegasus (a aproximadamente 40 anos-luz) com um período aproximado de 4,2 dias terrestres.

Ganha cada vez mais credibilidade a ideia de que não existe “latência” do HIV no corpo humano. Pensa-se, pelo contrário, que durante o intervalo de tempo observado que pode permear a passagem da seropositividade à doença declarada se trava uma acérrima batalha entre o vírus e as defesas imunitárias do organismo humano. (ScVMar, 73); (ScAgo, 42)

Obteve-se pela primeira vez uma “molécula” de luz, em Stanford, com base em trabalhos de interferometria. Esta descoberta é importante do ponto de vista prático, permitindo uma maior precisão em medidas feitas por interferometria, e do ponto de vista teórico, ajudando a que se conheça melhor a maneira como o comprimento de onda de de Broglie depende da estrutura interna do objecto a que está associado. (PhT Ago, 9)

Terá o neutrino massa? Um grupo de investigadores pensa poder responder afirmativamente, baseando-se em resultados obtidos no acelerador de Los Alamos. (PhT Ago, 20)

Roland Omnès defende uma nova interpretação da Mecânica Quântica, na qual é possível (segundo o autor) reintegrar a Física Clássica e a sua lógica própria, macroscópica, no mundo quântico microscópico. (LaR 280 Out, 51)

Aumentaram os direitos de protecção intelectual de investigadores trabalhando em projectos parcialmente custeados pela UE devido à introdução pela Comissão Europeia de um novo modelo para contratos de pesquisa. (N 14 Set, 92)

A Intel vai construir um computador cerca de dez vezes mais poderoso que o actualmente mais rápido do mundo, utilizando aprox. 9000 dos novos processadores P6. (N 14 Set, 96)

Detectada pela primeira vez, nas Pleiades, uma anã castanha, um objecto astronómico previsto teoricamente, algo entre uma estrela e um planeta gigante gasoso. (N 14 Set, 102, 129)

A Nature publicou a compilação dos novos jornais e revistas de divulgação científica iniciados durante o ano precedente. (N 21 Set, 259)

Foi feita uma simulação computacional da inversão do campo magnético terrestre. (N 21 Set, 203)

(continua, pág. 16)

A História da Física na Grécia Antiga

1ª Parte*

Ariel Guerreiro

Introdução

A atitude da Física actual tem as suas origens na cultura Grega.

É do interesse científico conhecer-se as origens gregas da Física, pois olhar para o passado evita que o homem se repita ao insistir no que já foi dito e feito, incapaz de inovar e percorrer novos caminhos. Mais, os diferentes sistemas criados ao longo da história grega valem pelos seus postulados, logo mantêm a sua **validade histórica e actualidade lógica**.

A História das Ciências evita a “ciência sem consciência” provendo o cientista de conhecimento geral e impedindo que este se torne desmedidamente positivista. O Físico recupera assim o seu lugar de filósofo da natureza, pleno de uma atitude autocrítica e renegadora de todas as formas de **idolatria e dogmatismo**.

Pretendo sintetizar a visão dos gregos do Universo que os rodeava e que eles procuravam descrever e entender. Reportar-me-ei às principais escolas, aos mentores e suas doutrinas compreendidas entre o aparecimento da civilização Cretense e a ocupação do Mundo Grego pelo Império Romano.

As Civilizações Antigas

Não se deve falar em Grécia mas em Mundo Grego, o qual se estendia muito além da península helénica em regiões como a Jónia e a Ásia Menor devido aos circuitos comerciais e à estrutura de cidades-estado e colónias. O Mundo Grego mantinha a sua unidade devido principalmente à cultura e à língua.

A cultura grega bebeu das velhas civilizações os conhecimentos primários que lhe permitiram a análise do Universo onde viviam muito para além do Mundo Grego.

Os Chineses antes do séc. VI a.c. conhecem a pólvora, fabricam a porcelana e mais importante de tudo, fundem os metais a altas temperaturas chegando mesmo a liquefazer Titânio em fornos colossais... Para além das suas façanhas tecnológicas, os Chineses debruçaram-se sobre a composição da matéria produzindo a doutrina do Tao-Te-King na qual os elementos surgiram da união dos opostos: Yang, princípio activo; Ying, o princípio reactivo. Assim ter-se-ão gerado cinco

elementos: a Água, o Fogo, a Terra, o Metal e a Madeira.

Mas já muito antes do séc. VI a.c. os Hindus haviam considerado os objectos como o resultado da união dos cinco elementos.

Em 3000 a.c. a Suméria inventou a roda e a escrita cuneiforme, e pela primeira vez ideias abstractas e sobre os objectos naturais são registadas para a posteridade: começa a História.

Entretanto, os Caldeus e os Assírios criam rudimentos de Geometria para o fabrico de canais de irrigação e tabelas de multiplicação e de potenciação para o cálculo dos tributos e impostos. Conhecem o sistema decimal e sexagesimal assim como um sistema métrico completo. Observando a Terra fértil e o Sol aquecendo e alimentando os campos, são levados a considerá-los como os dois princípios do Cosmos.

Nos Zigurates, que eram ao mesmo tempo templos e observatórios, desenvolveu-se a Astronomia e a Astrologia, iniciando um elo que perduraria durante milénios entre a religião e as ciências naturais. O ritmo celeste presidia à vida terrestre.

No Egipto dominava-se o cobre e o vidro. Também aqui ciência é sinónimo de religião e magia, por exemplo o Deus Tote era ao mesmo tempo o inventor da Geometria e aquele que presidia aos actos de magia e curandismo.

É nesta sequência que no início do segundo milénio a.c. surge em Creta uma civilização com um grau muito grande de desenvolvimento científico para os padrões de então. Tal devia-se principalmente à grande experiência adquirida nas viagens comerciais que os levavam a conhecer as terras do crescente fértil, a receber influências orientais...

À excepção de Platão, a visão Grega da natureza apoiava-se no **nous**, princípio activo espiritual, causa motor da natureza). O Universo era um Mundo de corpos em movimento e penetrado pelo **nous**, o espírito fonte de ordem, regularidade, movimento natural e ordenado que tudo anima e vivifica. Todos os corpos participam psiquicamente no processo vital deste espírito, alma do Mundo, e intelectualmente na sua actividade.

O Período Helénico

Apesar da doçura do clima e da pureza da luz, a vida na península grega corria violentamente perante o fervilhar de raças e culturas que aí chegavam vindas de lugares distantes. As migrações, os choques de povos e grupos obrigam estes a confrontar sem tréguas todas as suas crenças.

No período helénico distinguiram-se várias escolas ou correntes de pensamento das quais destacamos os pré-socráticos como a escola de Mileto, a escola pitagórica e a escola de Eleia; os platónicos e os aristotélicos.

Uma estrutura socio-económica baseada na escravatura libertava os cidadãos das preocupações imediatas, disponibilizando-os para a reflexão e para a criação da Filosofia que procurava ideais de justiça associados ao desejo de ordem e clareza.

Como povo de comerciantes e marinheiros estavam em permanente comunicação com o resto do Mediterrâneo e com um vasto leque de fenómenos naturais. Surge a necessidade de dar explicação a estes fenómenos e de os confrontar com a razão, dentro destes objectivos encontra-se a Física.

A Física antiga é parte activa e integrante da Filosofia: ela constitui a Filosofia da natureza. Esta Física parte da fé em que o Mundo constitui um Cosmos, e assim procura os princípios que permitem apreender simultaneamente a ordem estabelecida e a sucessão de seres, no Mundo físico.

A Física com a Filosofia desenvolve-se com uma tentativa de racionalização de conhecimentos anteriores: os mitos e a cosmogonia cedem, gradual e respectivamente lugar, aos discursos e à cosmologia.

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”.

Os Pré-Socráticos

A) A Escola De Mileto

A primeira Física é elaborada em Mileto, na Jónia, no ocaso do séc. VI a.c.. Esta

Física procura responder, de outra forma, à pergunta: qual a matéria prima do Universo, o princípio que tudo explica e encerra em si próprio?

A sua resposta forma uma cosmologia, seguindo um esquema cosmogónico simplificado e construída procurando uma coerência interna. Interpreta o Cosmos e a sua génese, as mudanças (que os Gregos não distinguiam do movimento) e procurando aquilo que se mantém constante no Universo.

Tales de Mileto (640-546) é o seu fundador, é um homem de estado, moralista e um físico.

Quando novo visita o Egipto e aprende com os sacerdotes géometras a medir a altura das pirâmides pelo comprimento da sombra. Diz-se que é o primeiro a observar a propriedade do âmbar (*elektron*) de atrair objectos livres depois de esfregado com um pano.

A sua atenção detecta o papel primordial e a importância virtual da água na natureza. Tales declara a água como substância universal de que são feitas as coisas, da qual tudo deriva por combinações potencialmente infinitas, por rarefacção e condensação. Tales proclama a água como a alma do Cosmos: "O Cosmos é feito de Alma".

A sua descrição do Mundo é a de uma bolha de ar num mar de água cósmica onde flutua a terra como uma rolha.

A Tales sucedeu Anaximandro (610-546?), seu discípulo, astrónomo e geógrafo.

Anaximandro renega a água como matéria prima do Cosmos, justificando que esta é apenas um elemento. Em vez desta considera o *Apeiron*.

O *Apeiron* constitui uma matéria informe e indeterminada em quantidade, extensão e tempo. Espalha-se indefinidamente em todas as direcções no espaço, no passado, no presente e no futuro. O *Apeiron* pode ser interpretado como a matéria informal que constituía o caos primitivo.

Ao conceber o *Apeiron*, Anaximandro é o primeiro a admitir a necessidade intelectual de um princípio moral, o *Arqué*, que contém a condição de intelegibilidade do real.

No seio do *Apeiron*, sob a luz do *Arqué*, existem vários Mundos animados por um movimento eterno de criação, pelo qual os opostos são simultaneamente gerados e segregados.

Discípulo e sucessor de Anaximandro, Anaximenes (585-528) regressa à teoria do mestre Tales, mas considera o ar como a substância natural primeira. Segundo ele, as diferenças entre as várias substâncias devem-se a maior ou menor densidade do elemento ar.

O ar, esse vapor cósmico, é dotado de um movimento interior rotativo, eterno, responsável pela diferenciação das várias substâncias naturais.

Acredita ainda numa pluralidade dos Mundos ao longo do tempo: processos de

criação seguidos de destruição *ad infinitum*.

À escola de Mileto está associado Heráclito de Efeso (536-470), ele é o autor da

primeira relatividade conhecida: "Não é possível mergulharmos duas vezes nas mesmas águas".

A Metafísica de Heráclito baseia-se em dois tijolos: o *Uno* e o *Logos*.

O *Uno* representa o princípio material do Universo, supremo e inefável. Todas as coisas nascem do *Uno* e o *Uno* de todas as coisas, ou seja, o *Uno* desdobrando-se coincide consigo mesmo, o fluxo universal dos seres é a única realidade, ser e não ser coincidem no meio da perpétua e cíclica metamorfose das substâncias- o Devir. Aqui, a diferença e o contraste são necessários para a harmonia.

A natureza, dominada pelo Devir é o campo de combate e da harmonia dos contrários. A permanência existe além da aparência, num Mundo eternamente recomeçado.

Heráclito acrescenta ao princípio material o princípio da acção- o *Logos*, o *Arqué* de Heráclito- para justificar o movimento. O *Logos* é o vento divino, a alma do Mundo que governa e fixa os limites do *Uno*. O fogo é encarado como o princípio primeiro de todas as coisas pois ele é a imagem móvel do *Logos*.

Para o próximo número: a Escola Pitagórica, a Escola de Eleia, Platão e Aristóteles

Bibliografia

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

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

Gomes, Pinharanda, *Os Filósofos Pré-Socráticos*, Guimarães Editora.

* As restantes partes deste artigo serão publicadas nos próximos números.

Instantâneos (3)

Descobriu-se na Argentina uma nova espécie de dinossauro carnívoro, *Giganotosaurus Carolinii*, que é o maior até hoje conhecido. (N 21 Set, 224)

A Comunidade Europeia planeia aprovar legislação que torna legal a descricção e a leitura de comunicações particulares por telefone ou computador. (N 28 Set, 275)

A NASA vai realizar uma experiência espacial de detecção de antimatéria e matéria escura a bordo de um space shuttle. (N 28 Set, 276); (PhW Out, 14)

Já houve reacção da comunidade científica ao suposto milagre que ocorreu no mês passado nos templos hindus, no qual as estátuas do deus elefante Ganesh bebiam leite dado pelos crentes com uma colher. (N 28 Set, 280)

Os astrónomos reagiram mal à proposta americana de lançar um satélite luminoso para comemorar o ano internacional da tolerância. (N 28 Set, 281); (PhW Out, 14)

Os limpa-janelas podem ir para o desemprego: um novo tipo de vidro que se limpa sozinho já está disponível. (N 28 Set, 290)

Foi apresentado um processo de velocimetria que dispensa o uso de laser e pode ser realizado com luz visível normal. (N 28 Set, 317)

Descobriu-se que certas abelhas têm um processo térmico de combater as invasões de vespões: rodeando-os elevam a temperatura a 47° C, que é mortal para eles mas não para as abelhas. (N 28 Set, 334)

Apresentado um modelo explicativo do processo que origina a explosão de uma supernova. (N 5 Out, 382)

Perante uma nova era em computação quântica? (N 5 Out, 389)

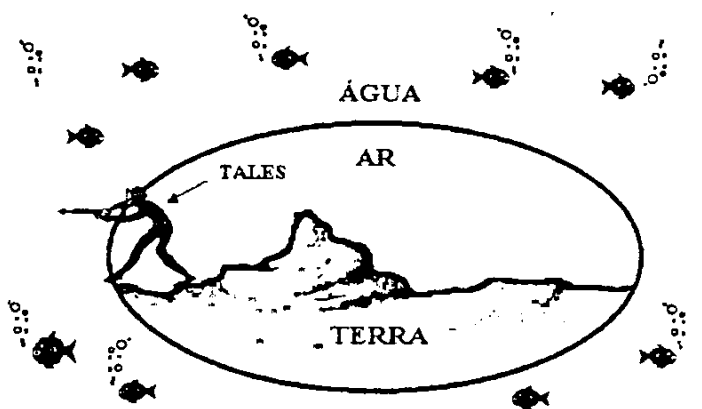


fig. 1- O universo segundo Tales

A atmosfera de sódio lunar é bastante mais extensa do que o previsto, aproximando-se de 9 raios lunares. (N 5 Out, 404)

Foi observado o arrefecimento induzido por laser de um sólido: (N 12 Out, 500); (PhW Out, 42)

Novas técnicas fornecem dados sobre a propagação e interferência de ondas acústicas em sólidos. (PhT Set, 34)

O Departamento de Defesa dos E.U.A. está a apoiar um programa de reconversão dos seus cientistas e engenheiros em docentes do ensino secundário. Pretende-se assim evitar o seu previsível desemprego causado pela a mudança de política que se seguiu ao fim da guerra fria.

Começou no Havai a construção de um conjunto de seis telescópios que operarão nos comprimentos de onda entre 350 e 1500 μm , intervalo pouco explorado, em que muitas moléculas têm fortes linhas de emissão. Nesta gama, a radiação atravessa nuvens gasosas nas quais se formam as estrelas jovens e espera-se obter importantes dados sobre a formação de estrelas e planetas. (PhW Jul, 9).

"O fenómeno da condensação de Bose-Einstein (BEC) previsto pela primeira vez por Einstein há 70 anos atrás foi agora finalmente observado no laboratório. Neste ilusivo estado da matéria o conceito de partículas individuais deixa de ter significado: os átomos condensam para o mesmo estado quântico e actuam como uma única entidade, apresentando comportamento quântico à escala macroscópica." (PhW Aug, 21); (LaR Sep, 858); (PhW Oct, 43); (PhT Aug, 17).

Na Alemanha, o nº de licenciados e doutorados em física formados anualmente excede largamente a procura. Esta tem estado a diminuir continuamente, sendo os casos mais preocupantes os dos físicos atómicos, moleculares e nucleares. (PhW Oct, 6).

Erro de Feynman? E nas "Feynman Lectures" (II-37-12)? (PhW Oct, 19); (PhW Sep, 80).

Um conhecido fenómeno quântico poderá permitir a criação de novas armas contra o cancro. (PhW Sep, 24).

Novos desenvolvimentos baseados em ideias que remontam a Maxwell poderão trazer nova luz sobre o caminho a seguir na procura da teoria unificada. (PhW Sep, 41).

Aros, Malabarismo... e alguma Física!

N. T. Leonardo

Tem que ver com a atitude de um físico, enquanto tal, perante uma situação um tanto curiosa.

Suponha-se uma peça típica de malabarismo, na qual partindo de três aros separados o artista, de um momento para o outro (não se imagina como!), os apresenta inequivocamente entrelaçados, para indizível surpresa dos seus interlocutores.

Intuitivamente, é certo, tem-se a percepção de que tal realização - i.e., o acto de unir do modo descrito aros fechados - não é possível, neste mundo que julgamos de algum modo conhecer. É, de resto, justamente esta a essência do espectáculo - o de aparentemente se fazerem coisas que se *sabem* (ou de que se tem intuitivamente a percepção) não serem possíveis.

Mas *não será mesmo possível?* Embora a experiência nos apresente tal situação como inverosímil, mesmo *evidentemente não possível*, não temos porém nenhuma garantia de que seja de facto assim.

A atitude do indivíduo vulgar, pragmático, é a de não se preocupar muito com o assunto: *"É evidente que não é possível!"*, e fica-se por aqui.

Para uma consciência matemática, tais evidências não podem definitivamente assentar em bases empíricas ou intuitivas. Para que essa *evidência* possa passar a fazer parte do domínio do seu conhecimento, há necessariamente que demonstrar. A demonstração deste resultado, em particular, constituirá verosimilmente um problema de profundidade não trivial.

E no meio destas duas atitudes, onde fica a posição do físico?

Uma resposta quiçá aceitável é a de uma atitude ponderadamente intermédia. Assim, por um lado, não deverá agir como o faria um matemático - cuja atitude, como os físicos gostam de ironicamente exarar, é a de tentar demonstrar o óbvio! - e encontrar na inexistência de prova rigorosa um impedimento à prossecussão de uma qualquer conjectura.

Todavia, por outro lado, está bem assente que a sua boa atitude se distancia da de aceitar tudo quanto a experiência - que lhe é possível - parece apresentar como definitivo. E isto, ainda que se tratem, eventualmente, de conceitos fundamentais e tidos como totalmente definidos

(recorde-se a relatividade, mesmo a restrita).

Que concluir, então, quanto à desejável atitude do físico? Dir-se-ia que tomará tal situação como não possível, em primeira aproximação (no caso, evidentemente, de desconhecer a prova rigorosa*); e considerará, em conformidade, que se trata de um truque mecânico, ao notar a necessidade de existência de uma abertura nalgum dos aros. Mas fa-lo-á de um modo não definitivo, pronto a ser revisto logo que evidências o justifiquem. Uma questão de princípio.

*) No caso da prova ser conhecida, o problema do físico seria outro, bem mais profundo; designadamente, a análise da aplicabilidade à realidade dos pressupostos assumidos na demonstração.

Nota: constitui esta dissertação uma adaptação de um trabalho feito no âmbito da disciplina de Mecânica I, em 1993/94, leccionada pelo Professor A. Brotas.

A Praxe Em Física

Twingo

A praxe tem como finalidade essencial a diversão. O facto de os caloiros se sentirem ambientados com a escola, com os colegas de curso de outros anos e entre eles mesmos, é uma consequência. E para a praxe ser divertida tem de ser um misto de tradição e originalidade. Quem praxa usa, então, uma das ferramentas mais poderosas do intelecto: a Fantasia. E num mundo de relatórios, cadeiras por fazer, 1ª, 2ª, ..., nª época de exames, que mal tem a Fantasia? Que mal tem sonhar com o final do curso quando se exige (aliás, se pede delicadamente sob ameaça à integridade pessoal) ao caloiro que nos trate por "Snr Engenheiro"?...

A praxe vive da sua reputação. Suprimindo raras excepções características de tribos antropófagas, a praxe não tem nada de terrível, embora nem sempre se pense assim. Para o caloiro, é assustador ver quase todo o 2º ano e grande parte do 3º unidos para o praxar, enquanto ele está isolado, sem ter ainda feito amigos. Por outro lado ele olha os "veteranos", como uns arrogantes que o mandam fazer coisas absurdas e que no fundo lhe querem roubar as caloiras; enfim, os mesmos parvos que o

convenceram que a relatividade geral era uma cadeira do 1º ano, 1º semestre durante aquela aula fantasma em que pela primeira vez sentiu a angústia de pensar não ser capaz de acabar o curso.

E há ainda o problema geográfico e sobretudo, o da linguagem: "Mas aonde é qu'ê o laboratório de Física Experimental???" "Porque chamam eles cadeiras às disciplinas? Já agora mesas!?" "Será que sou o único a dizer Matemática enquanto todos dizem Análise I?" "Que raio é uma aula prática de Álgebra?!?".

Parte deste temor pela praxe é provocado no dia da inscrição: um sistema de entropia máxima entre ketchup, espuma de barbear, vinagre e, claro está, caloiros, quanto mais malcheirosos, melhor. Contudo, após o choque, o caloiro vai pensando que o padrinho até já lhe emprestou cadernos, que o jantar de curso foi "baril" e o arraial "mesmo fixe"; "afinal, a malta do meu curso é porreira"...

Depressa se esquece que é caloiro, e um ano depois anda a praxar como se o espírito académico passasse de geração em geração; como se fosse a praxe uma forma

de dizer "Bem vindos ao nosso curso!".

Cinema



"The Bridges of Madison County"

Ana Teixeira

Embora constituindo uma das suas primeiras experiências no domínio do dramático (e do romance), Eastwood revela-se uma vez mais um realizador competente, dominando com facilidade a mecânica do romance e demonstrando uma capacidade significativa de extrair emoção do choque de um mundo banal com o universo das paixões mal contidas.

Pela primeira vez na carreira do realizador surge um filme rico na homenagem ao detalhe, na passagem do sintético ao analítico. O filme é uma soma de pequenas e significativas parcelas: lugares, músicas e momentos.

O argumento é algo irregular: a ideia

primeira da história do amor encontrado para logo ser negado é semeada de cenas que roçam a ironia e o cinismo ou que eventualmente resultam num melodrama forçado. Exemplos extremos encontram-se na frase tipo do herói romântico "Este tipo de certeza só ocorre uma vez numa vida..", e a insegurança angustiada que desabrocha em "...e entre vendas descubro que a minha Mãe foi uma autêntica Anaïs Nin..". A inhomogeneidade será talvez fruto da necessidade de recriação parcial do romance homónimo, o qual foi classificado por um crítico nova-iorquino como sendo "uma escrita aterradora...".

O que faz então do filme aquilo que é?

Para além de toda a técnica, muitíssimo eficiente (a nível de montagem, som, cenário, guarda-roupa, por exemplo), a escolha judiciosa de um excelente conjunto de actores. O filme é verdadeiramente abençoado pela presença de Meryl Streep, a quem, generosamente (ou consciente das suas limitações neste campo), Eastwood entrega a liderança de toda a acção. É a história de uma mulher, a redescoberta dos sonhos de uma juventude esquecida, sonhos esvanecidos na monotonia calma do quotidiano, na segurança inabalável do amor de um homem simplesmente bom e carinhoso, e nada mais.

Envolta nas linhas soltas e pouco favoráveis de uma idade que há muito se despediu da juventude, Streep reencontra o papel de magnífica contadora de histórias ao qual se sobrepõe o de fonte geradora de toda a acção. É ela que abraça a louca aventura de conhecer um estranho, é ela que o convida a insinuar-se na privacidade do lar, é ela que após o diálogo anseia pelo contacto físico, mergulhando o rosto nas roupas recém despidas, ou tomando consciência do erotismo subjacente ao contacto dos corpos, partilhando lugares e gotas de água, apenas por instantes separados.

É ainda através dela que se realça toda a beleza da fotografia do filme: os lugares revisitados nas ausências, as luzes suaves que a envolvem ao entardecer e, sobretudo, a sua figura luminosa no interior das pontes obscurecidas que a emolduram.

A música (para a qual também Eastwood contribuiu), é uma sucessão de temas que se identificam com espaços ou personagens, de forma bastante rígida, ocorrendo uma única excepção: o tema de "Francesca", que deixa de ser exclusivo da Mãe, passando para os filhos na ânsia destes últimos de a conhecerem melhor.

Acima de tudo o filme é um jogo de opções - o amor apaixonado que só existe

exactamente enquanto paixão, enquanto fuga à banalidade do quotidiano que é seu dual.

Realização: Clint Eastwood / Argumento: Richard LaGravenese, baseado no romance homónimo de R.J. Walker / Direcção de fotografia: Jack N. Green / Música: Lennie Niehaus / Interpretação: Clint Eastwood (Robert Kincaid), Meryl Streep (Francesca Johnson), Annie Corley (Carolyn Johnson), Victor Slezak (Michael Johnson), Jim Haynie (Richard), Michelle Benes (Lucy Redfield), etc.

Produção: Amblin / Malpaso / Produtores: Clint Eastwood, Kathleen Kennedy / Distribuição: Warner Bros / Technicolor, Dolby stereo.

ANDAMENTOS

1º Está em fase de arranque o Núcleo de Alunos de Física do IST. Esta associação congrega várias secções:

- o nosso jornal PULSAR;
- secção informativa;
- secção de Astronomia;
- "O Circo da Física".

Mantém-te atento à informação afixada e participa!

2º Inauguramos neste número do PULSAR a coluna *Considerações Filosóficas sobre Física*, que se pretende regular, e vocacionada para o lançamento duma discussão crítica de alguns problemas filosóficos associados com o desenvolvimento da Física. Solicita-se participação.

3º Foi aceite para publicação, na coluna *Questões Disputadas*, um novo artigo, intitulado "O Elo Entre os Neurónios de Certos Gatos (Sonhadores) e a Temperatura da Água nos Mares do Sul".