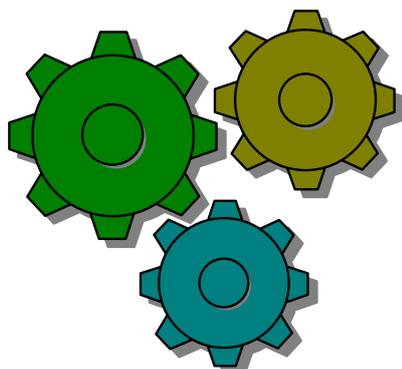


ENTREVISTA

Falámos com o professor Jorge Dias de Deus na sua qualidade de Presidente do Departamento de Física do I.S.T. e coordenador da Licenciatura em Engenharia Física Tecnológica.

“...É evidente que é um curso muito ambicioso...” “...os nossos licenciados de facto conseguem as bolsas...”



Alterações ao Currículo

Página 6

Como Funcionam o 4º e 5º anos ?

Página 7

Técnico Abre Cordões à Bolsa
Acesso Internacional Grátis

Página 9



3D Estereogramas

Página 9

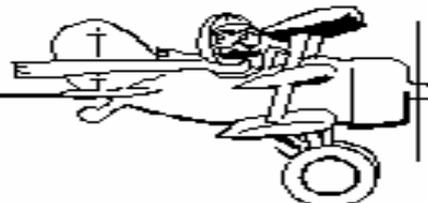
Modelos Cosmológicos

Página 11

Hexaflexágonos

Página 15

Física presente na
7ª JOBSHOP de Engenharia



ENTREVISTA

por André Gouveia e Tiago Mota

Falámos com o professor Jorge Dias de Deus na sua qualidade de Presidente do Departamento de Física do I.S.T. e Coordenador da Licenciatura em Engenharia Física Tecnológica

1ª parte: o Curso

Pulsar: Como definiria, na qualidade de coordenador da licenciatura, os objectivos da LEFT?

prof. Jorge Dias de Deus: Os objectivos da licenciatura, como estão definidos nos documentos de apresentação da mesma, são, essencialmente, a formação de físicos altamente qualificados, quer do ponto de vista de formação fundamental quer do ponto de vista de formação tecnológica. O objectivo é, portanto, a formação de licenciados, bem preparados para a investigação científica e para o desenvolvimento tecnológico, mas também para a gestão de ciência e tecnologia, para a gestão da inovação, para a consultoria, enfim, para todas as áreas que estão em desenvolvimento em ligação com actividades de ciência e tecnologia.

Isto é uma definição muito geral, mas penso que o engenheiro físico não deve ser um engenheiro de leque estreito, nós queremos exactamente formar pessoas com grande capacidade de actuar num leque largo, num espectro largo de actividades.

Nós queremos que os nossos engenheiros tanto possam ser gestores de empresas, empresários, criadores de empresas, como também que possam ser investigadores científicos nas áreas de ponta da ciência fundamental. É evidente que é um curso muito ambicioso, mas termos êxito ou não depende sobretudo da qualidade dos nossos alunos.

P: Acha a designação LEFT apropriada? Na sua opinião o curso devia ser mais tecnológico ou mais teórico?

JDD: Eu acho que não temos que nos definir, devemos ter a perspectiva de espectro amplo. Devemos dar aos alunos a possibilidade, dentro desse espectro amplo que lhes damos, de poderem escolher entre os dois limites, digamos, o empresarial e o da ciência pura.

P: No plano curricular e de formação dos alunos, os cursos de física em Portugal estão ao mesmo nível dos cursos de física de outros países mais desenvolvidos?

JDD: Sim, penso que não só na nossa licenciatura mas mesmo nas outras licenciaturas que eu conheço, pelo menos algumas, o nível é um nível médio, digamos, europeu.... Onde eu creio que nós temos deficiências é exactamente na componente tecnológica. Aí creio que o nosso curso está com falhas e nós estamos, caso a caso, a tentar melhorar a situação: encontrar docentes que sejam capazes de ensinar nessas áreas, e também a investir em laboratórios de apoio às áreas mais tecnológicas.

Eu diria portanto que o problema ao nível de ensino curricular não está propriamente na física nem na matemática, está sobretudo nas áreas tecnológicas. Nós temos que fazer um esforço para oferecer essa componente numa forma mais realista do que tem sido até agora.

P: Acha que há necessidade de outra reestruturação do curso?

JDD: Eu costumo dizer que as pessoas fazem reestruturações quando não sabem o que é que não fazem...

Mas eu para dizer com toda a franqueza acho que a última reestruturação tem alguns aspectos bastante infelizes e que mais tarde ou mais cedo vamos ter que repor áreas que existiam antes.... Volto exactamente às áreas de interesse tecnológico: faço notar, por exemplo, que a última reestruturação do curso eliminou completamente as cadeiras de electrónica. Ora nós queremos um curso de física tecnológica, engenharia física tecnológica! Se nós sabemos que uma das áreas em que nós temos já alguns professores qualificados e que é uma das áreas que constitui um dos nichos que nós podemos abordar, talvez melhor que os engenheiros electrotécnicos e que os engenheiros mecânicos, é exactamente a área próxima da instrumentação. Estou a pensar, por exemplo, na instrumentação médica que é uma área que existe, e que de certeza se irá continuar a desenvolver, porque o apoio aos Hospitais, aos serviços médicos em geral, certamente é uma área em crescimento. Vai haver sempre tecnologia que tem de ser desenvolvida, aparelhagem que tem de ser ou criada ou pelo menos ser feita a sua manutenção. Portanto não tenho dúvidas que esse tipo de áreas ligadas à instrumentação são essenciais para o nosso curso. Agora como é que se faz instrumentação sem saber electrónica? É um contrasenso!

Isto é um exemplo muito simples. Eu penso que a electrónica tem de ser reintroduzida no nosso curso. Enfim há outras áreas... por exemplo, penso que continuamos com uma formação deficiente em informática, na familiaridade com o computador. Nós queremos que para os nossos alunos, ao chegarem ao terceiro ano, fazer um programa seja a coisa mais natural e mais normal!, que o computador seja um instrumento normal de trabalho. Eu creio que isso não está a acontecer em alguns casos. Creio que devemos dar mais atenção à formação em informática... E repara que a informática não só é importante para a tecnologia como também para as ciências fundamentais. E eu tenho notado em alunos do 4º e 5º anos uma muito deficiente formação.

Agora, mesmo nas áreas da física nós subestimamos uma formação básica de física muito geral, muito simples, mas muito rigorosa e muito prática, e sobrestimamos áreas muito sofisticadas e mais evoluídas de física, e às vezes não faz muito sentido os alunos aprenderem certas matérias muito desenvolvidas e muito avançadas quando têm deficiências graves em conhecimentos básicos. Eu posso-vos dar um exemplo: o que é que vocês sabem por exemplo de óptica? Óptica, não só do ponto de vista teórico mas mais uma vez do ponto de vista tecnológico, é uma coisa extremamente importante. Eu penso na vossa formação em física base, e não sei se vocês têm muito bem arrumados na cabeça conceitos tão simples como difracção, interferências e coisas deste tipo.

P: Ainda nesta linha, acha que há cadeiras supérfluas no curso?

JDD: Acho que deveria haver um reequilíbrio de forças dentro do curso. Eu diria que os problemas não são muito graves. Dei os 3 exemplos anteriores, mas penso que é possível, com um certo esforço encontrar um equilíbrio melhor. Creio que o sistema dos 4º e 5º anos com grande liberdade é uma das nossas conquistas, e isso deve ser defendido. Deve continuar a haver grande liberdade na escolha de cadeiras, mas as cadeiras que o departamento oferece devem realmente funcionar, e às vezes, como vocês devem saber, há muitas que estão nos currículos e que na verdade não funcionam porque... enfim, foram lá postas por boas intenções, mas depois não há professores para as dar. Nós estamos a ser mais rigorosos, ou a tentar ser, nas cadeiras que são colocadas à disposição. O que estamos a tentar fazer, em particular a partir já deste ano, é que todas as cadeiras que apareçam na lista de cadeiras realmente existam e o departamento assegure que elas funcionam.

P: Concorda com os métodos de ensino e de avaliação do curso? Em particular com os das cadeiras de Física Experimental, que são as que geram mais polémica.

JDD: Nós na comissão coordenadora da licenciatura estamos exactamente a discutir o problema das físicas experimentais. Aliás os delegados fizeram força para que a questão fosse abordada, e iniciámos uma discussão. A primeira conclusão a que rapidamente se chegou é que o problema das físicas experimentais não se resume a elas. Não se pode discutir a questão das físicas experimentais sem se discutir a do ensino da física no seu conjunto. Porque uma questão que está clara é que as físicas experimentais estão com programas em que não se percebe muitas vezes qual a lógica em relação ao ensino da física mais teórica. E portanto essa discussão, essa tentativa de fazer "casar melhor", digamos, as cadeiras de física mais convencionais com as cadeiras de física experimental, tem de ser feita e neste momento há realmente alguns problemas.

2ª parte: Saídas

P: Até a este momento a ideia geral é que, a grande maioria dos licenciados deste curso, acaba por ficar a trabalhar nas universidades ou em outros centros de investigação dependentes do estado. Também começa a chegar a informação que essas saídas começam a escassear. Quais são as saídas profissionais (no meio da investigação ou na indústria) que realmente nos esperam?

JDD: Quanto à sua afirmação, isso de facto tem sido verdade. Do estudo de auto-avaliação da licenciatura, realizado no ano passado, tinham-se formado, até ao fim de 1993, oitenta licenciados, dos quais uma percentagem da ordem dos 60% eram bolseiros e o resto tinha empregos quer nas universidades, quer em indústrias ou empresas próprias. Toda a questão é acerca destes 60% que são bolseiros: o que eu posso dizer é que isso é uma coisa boa e que é uma coisa má. É uma coisa boa porque mostra que os nossos licenciados de facto conseguem as bolsas; ainda agora no caso do Praxis,

todos os nossos licenciados conseguiram as bolsas de doutoramento que pediram. Desse ponto de vista é a prova de que o curso está a funcionar bem, porque os nossos licenciados são bons e ganham os concursos. O que é que é mau? É termos uma percentagem tão grande dos nossos licenciados que tem como objectivo a investigação pura, o que no nosso país quer dizer, um bocadinho, carreira académica, pois não há muitas saídas fora disso e a própria carreira académica está a fechar-se. Mas insisto, se nós temos estes bolseiros, é porque as pessoas concorrem a estas bolsas e não creio que o tenham feito em situação de desespero; concorrem porque querem concorrer, porque gostam de investigação e querem continuar a fazê-la. Eu não me posso opôr a isso, embora reconheça que para eles próprios isso poderá vir a ser um problema.

É evidente que se pode perguntar se em Portugal há docentes no ensino superior a mais? Nas universidades, nas empresas, há investigadores científicos a mais? Em qualquer comparação estatística a resposta é óbvia: não! Há falta de docentes e de investigadores. Por exemplo, os institutos politécnicos podiam incorporar nos seus quadros a grande vaga de doutorados que agora se está formar, o que viria a beneficiar o ensino superior, e em particular o ensino politécnico. A nível das empresas, é fácil vêr que o nosso país está na cauda dos países que investem em investigação e desenvolvimento; onde temos também um défice claro de investigadores.

No Técnico julgamos que estamos a fazer o que é preciso: formar pessoas de qualidade que podem ser úteis para o desenvolvimento do país. Nalguns aspectos é a própria indústria que não tem correspondido muito. Por exemplo as multinacionais tendem a colocar os seus centros de investigação fora de Portugal, como a IBM que tem os seus grandes centros nos Estados Unidos ou na Suíça. Este é um problema geral do nosso país. Mas também não podemos esquecer que estamos na Europa, estamos no mundo, e se o nosso país não tem capacidade de integrar as pessoas de qualidade que estamos a formar, a Europa está à nossa disposição. Os nossos alunos têm qualidade de nível europeu. Nós aqui continuamos a ter os melhores alunos, por isso creio que esses licenciados, se não encontrarem lugar cá, devem ter a perspectiva de que possivelmente o irão encontrar noutros países.

Agora, a pergunta é: porque não tentar reduzir esta percentagem que vai para a investigação, e porque não tentar criar outras saídas suficientemente atraentes? Aí voltamos à tal questão da componente tecnológica do curso. A maneira de conseguirmos isso é mostrar que para além da investigação mais ou menos fundamental ou mais ou menos aplicada, existe uma visão mais tecnológica, mais "engenheiral" (chamemos-lhe assim), que oferece as mesmas satisfações intelectuais e de vivência que dá a investigação pura. Mais uma vez a questão das áreas tecnológicas, da insistência na área de gestão, nas iniciativas empresariais por parte dos alunos, é exactamente para tentar reequilibrar este excesso que quer de facto investigação e o tal défice dos que querem entrar numa carreira mais como engenheiros, ou como gestores ou empresários. Penso que não há falta de emprego. Que eu saiba, sempre que houve pedidos de engenheiros físicos, em muitos casos o que houve foi falta de resposta, os nossos alunos não mostraram grande interesse em ir ocupar lugares como engenheiros físicos. E aí é que há um problema de formação,

ou talvez de deformação que nós temos, e que se deve tentar resolver ou ultrapassar.

P: Qual a sensibilização, e mesmo o conhecimento e necessidade, da indústria à cerca deste curso?

JDD: No geral, não tenhamos ilusões, a indústria em Portugal é uma indústria conservadora, é uma indústria que está habituada a viver dos subsídios do estado, aliás como tudo em Portugal, que não tem uma apetência para a investigação e para o desenvolvimento muito elevada. O engenheiro que é pedido para essa indústria é muitas vezes um engenheiro de manutenção, outras um engenheiro de produção, mas não se exigem grandes capacidades de inovação ou criatividade.

Nós apostamos em formar engenheiros que sejam mais criativos do que aquilo que a indústria pede. E em todos os casos de empresários aos quais falei da licenciatura, imediatamente me deram o cartão e me disseram que quando tivesse um aluno interessado o mandasse falar com eles. Eles sabem o que é uma pessoa bem formada, com o espírito aberto, inteligente, e o que é uma pessoa mais limitada.

Como é que nos vemos a abertura das empresas em relação ao curso? Em contactos individuais, eu sempre obtive respostas altamente positivas. Fazer publicidade entre as empresas?, eu realmente tenho as minhas dúvidas; é que eu não sei se os alunos realmente querem esses lugares como engenheiros físicos. A experiência tem demonstrado que anúncios têm ficado sem resposta. Embora seja preciso fazer alguma coisa, eu tenho as minhas dúvidas de como o fazer. Não quero fazer publicidade e depois não ter alunos para ir para lá. Torno a insistir que os 60% de bolseiros não é como última saída, é porque é isso que as pessoas realmente querem. O meu esforço maior não está por isso em convencer as empresas, mas os alunos, de que o resto do mundo pode ser mais interessante, dinamizador e criar mais expectativas do que a investigação pura. Inverto um bocado o problema: não são as empresas que não querem os nossos alunos, é a grande parte deles que não quer entrar no mercado de trabalho imediatamente. Como vieram para um curso onde se estudam a matemática e a física levadas a sério, geralmente gostam de continuar, e aí o problema das bolsas. Não creio por isso que haja um problema de falta de emprego: sempre que há concursos a que engenheiros físicos concorrem, geralmente têm lugares. O problema é se querem concorrer!

P: E na investigação, quais são os lugares disponíveis? Qual é o panorama da Física que se faz em Portugal, na União Europeia e no resto do mundo? Qual o papel do I.S.T. nesse âmbito, em comparação a outras instituições portuguesas ou estrangeiras?

JDD: Nós temos essencialmente áreas de investigação em que estamos integrados em grandes projectos, sobretudo europeus. Temos áreas em que há um trabalho talvez menos integrado. Temos aqui trabalhos que vão da geofísica, passando pela óptica aplicada, física atómica, física molecular, física do estado sólido, plasmas, física das altas energias até à astrofísica. Enfim, cobrimos um grande leque de áreas da física. Nas áreas onde há maior cooperação a nível internacional, em particular no âmbito do CERN para a física das altas energias, e do Programa Europeu de Fusão no caso

da física dos plasmas, eu diria que a participação do Técnico, ou melhor, a participação portuguesa (90% da qual vem do Técnico, por isso não há uma grande diferença) tem sido extremamente positiva. E os nossos docentes, enquanto investigadores, estão ao nível dos europeus em geral. Estamos ligados também ao ESO (European Southern Observatory), através do nosso grupo de astrofísica. Quanto ao programa de fusão, que é um caso que julgo ser de sucesso, quer através do Tokomak que está cá no departamento de Física (em que tê-lo posto a funcionar foi um êxito dos docentes e estudantes que estiveram envolvidos nesse processo), quer através da participação no JET, que tem sido de grande utilidade. Ainda temos, por exemplo, um docente, um funcionário e uma aluna em Cabo Verde a estudar a erupção da Ilha do Fogo. Estamos em muitos sítios, ao mesmo tempo, o que por vezes é um bocadinho complicado. Nos Complexos I e II temos grupos de física dos plasmas e de física molecular e cristais líquidos. Temos também um grupo bastante forte em física do estado sólido, no departamento e no INESC, e essa certamente que é uma área não só de ponta do ponto de vista de ciência pura mas também muito ligada a desenvolvimentos tecnológicos. E há a energia, a óptica, ...

No geral não temos grandes complexos em relação ao nível científico da nossa produção. Penso que poderia ser muito melhor, mas isso também tem a haver com a nossa desorganização científica, em particular ao nível geral: a falta de apoio que tem havido para a ciência fundamental nos últimos anos no nosso país. Penso que ultimamente se está a reconhecer esse erro e haverá melhores condições para desenvolvermos uma actividade científica mais regular.

3ª parte: Conclusão

P: Muitas vezes a sociedade em geral parece não compreender a necessidade do gasto de verbas na investigação científica, com todos os outros problemas mais quotidianos e prementes que a atingem. Quais são os argumentos que defendem o investimento por parte do estado nesta área?

JDD: Para já, pode-se inverter o problema. Nas sociedades mais desenvolvidas a percentagem que o estado investe na investigação científica e no desenvolvimento tecnológico é maior do que nas sociedades atrasadas, isso é um facto, e tem uma certa lógica. Vocês sabem qual é a opinião do primeiro ministro, Portugal é um país que tem que estar no pelotão da frente. Se de facto estamos, ou queremos estar, ou vamos no sentido de querer chegar ao pelotão da frente, isso é outra questão. É evidente que queremos, a todos os níveis, estar ao nível dos países europeus mais desenvolvidos.

Houve nalguns casos um esforço de aproximação, mas no caso da investigação científica e desenvolvimento, eu diria que não houve esforço algum. Nós estamos numa certa fase de estagnação no que respeita ao investimento em ciência e tecnologia. Eu faço notar que em 1987 o primeiro ministro prometeu que dentro de 2 a 3 anos Portugal teria uma percentagem do P.I.B. para a investigação científica e desenvolvimento na ordem de 1%. Na altura era 0,4 e agora estamos nos 0,6, principalmente à custa dos dinheiros comunitários. Aliás, há estudos que têm aparecido sobre

produção científica, como um do prof. Salcedo, antigo gestor do PRAXIS, no Público, em que claramente se mostra que nós estamos numa fase de estagnação no investimento em ciência e tecnologia em Portugal. Por isso é que eu digo, voltando à questão inicial dos bolsheiros, o problema não está em termos uma grande fracção dos nossos estudantes a ir para a investigação e desenvolvimento. O problema é que não está a haver as solicitações suficientes por parte da sociedade ou do estado. Penso que as pessoas, ou a sociedade civil, quando é questionada nunca se opôs à investigação. Vocês sabem que há temas que claramente têm o apoio do público: tudo o que tem a ver com questões de medicina, por exemplo, de astrofísica ou cosmologia, coisas que têm a ver com física de partículas, com questões de energia, o público apoia, e aí eu creio que um dos nossos papéis é conseguir transmitir a importância da ciência e da tecnologia ao público em geral. A importância não só no sentido aplicado, material, mas também no sentido espiritual, a parte de formação, a parte até de, quase diria, prazer espiritual, que existe na investigação científica. Acho que não nos devemos envergonhar por isso e devemos tentar explicar o que é que isso significa. E eu diria que o problema não é as pessoas não entenderem, o problema é talvez os decisores não entenderem isso ou precisarem do dinheiro para outras coisas. Porque evidentemente o orçamento de estado é sempre um número finito e um número finito divide-se em fracções finitas. Não esquecer que quando eu falo no P.I.B. falo em percentagens, não estou a falar em valores absolutos. Portanto quando a nossa percentagem é metade ou um terço da média europeia, estamos a gastar o dinheiro noutros sítios. Quando a nossa percentagem na parte de investigação e desenvolvimento é menor, isso quer dizer que algures se está a pôr uma percentagem maior do que nos outros países. Eu não vou dizer onde, até porque não tenho exactamente a certeza, mas não tenhamos dúvidas, não há de facto uma aposta séria na investigação científica e desenvolvimento... apesar dos muitos milhões que vieram da Europa para os programas estruturais, em particular o CIÊNCIA, o PEDIP e o PRODEP.

P: Finalmente, no futuro, qual será o lugar do cientista, e do físico-tecnológico em particular, na sociedade? Representará o papel do "cientista louco" afastado da realidade, ou tomará os papéis activos dessa mesma sociedade?

JDD: Eu acho que ele deve tomar todos os papéis válidos postos à sua disposição. Em minha opinião, nós devemos poder criar o cientista afastado da realidade imediata, o cientista puro, mas também o tecnólogo que é capaz de construir a engenharia que não existe. Eu aliás dou às vezes essa definição do engenheiro físico: é o engenheiro da engenharia que ainda está por criar. Certamente não é o engenheiro civil, electrotécnico nem mecânico, e isto às vezes atrapalha um bocadinho as pessoas. Mas é nesta contradição que nós temos de viver e é aí que devemos apostar. O engenheiro físico é o engenheiro da engenharia que está por definir. De algum modo deve estar sempre à procura dos espaços que ainda não se sabe bem o que são. E aí evidentemente que têm de ser pessoas muito criativas, com uma boa formação nas ciências básicas. Nós queremos criadores. E quando eu digo criadores, estou a também dizer

gestores. Como por exemplo na Junitec cujos lugares dirigentes têm sido ocupados por físicos. O facto dos nossos alunos estarem à frente de organizações de tipo empresarial ou outro, parece-me altamente positivo, e é isso que nós queremos. Nós queremos de facto ter os melhores engenheiros! g

COMISSÃO PEDAGÓGICA

por José Barbosa

No passado dia 5 de Abril foi aprovado o Regimento da nossa Comissão Pedagógica de Licenciatura (a COPLEFT).

O que é uma Comissão Pedagógica?

Para que serve, que poderes tem e quem é que lá está?

Tudo isto ficou finalmente estabelecido no novo Regimento que irá ser submetido a aprovação pela Comissão Executiva do Conselho Pedagógico.

As C. Pedagógicas foram criadas há uns anos com o objectivo de resolver localmente os problemas de cada licenciatura sem ter que recorrer a instâncias superiores, mais afastadas da realidade de cada (pequena) comunidade de alunos e professores que formam cada um dos cursos ministrados no IST. Problemas tais como desorganização entre as cadeiras leccionadas, tanto dentro do seu ano como dentro do curriculum, problemas com docentes, organização dos espaços (salas de aula, laboratórios, bibliotecas, salas de alunos, etc.), alterações ao curriculum e outros tantos são problemas comuns, resolúveis a nível horizontal e que devem ser enviados às Comissões de cada curso.

Os membros COPLEFT são: o coordenador da licenciatura, os coordenadores e os delegados de cada ano, os representantes da licenciatura no Conselho Pedagógico e, caso seja necessário, pessoas convidadas.

Este ano já reunimos quatro vezes e já temos um calendário para debater e tentar achar soluções para alguns problemas que se têm vindo a arrastar no nosso curso: o problema eterno das Físicas Experimentais, algumas faltas graves em termos de curriculum, a relativa desorganização em que estão o 4º e 5º anos e alguns outros. As primeiras reuniões foram um pouco desorganizadas pois não sabíamos quem era quem e não havia ainda um conhecimento dos problemas existentes, no entanto foram apresentadas algumas ideias interessantes que eventualmente serão postas em prática: em primeiro lugar foi acordado que a Comissão reúne sempre no início de cada mês de aulas e que haverá duas reuniões gerais por ano do curso, em que compareceriam todos os alunos e professores que estão nesse ano, uma no fim do semestre para avaliação e enumeração de problemas que possam ser evitados no ano seguinte, e outra no início do semestre para organização desse mesmo semestre em termos de interligação entre cadeiras e optimização dos métodos de avaliação de maneira a, na medida do possível, não haver cadeiras a ocupar mais tempo de estudo que outras durante o semestre. Foi também proposta a disponibilização de um funcionário para trabalhos que digam respeito à COPLEFT. Planeou-se organizar uma base de dados com os dados de cada ano, ou seja, os alunos inscritos a cada cadeira, taxas de aprovação, número de repetentes,

identificação (se possível) dos problemas específicos desses alunos para facilitar um acompanhamento pessoal, lista de queixas variadas, etc... Por fim foi sugerido que seriam mandadas cartas aos melhores professores de cada ano a comunicar a satisfação dos alunos. Esta última hipótese terá em vista principalmente professores que não pertençam ao departamento, pois todos sabemos como é difícil ter bons professores de outros departamentos...

No passado dia 5 de Abril fomos informados que o Departamento de Matemática vai mudar o seu programa de Probabilidades e Estatística, e que para o curso de Matemática esta cadeira vai subdividir-se em duas cadeiras PE I e PE II. Assim para podermos passar a ter a cadeira de PE I em conjunto com o curso de Matemática esta vai passar a ser leccionada no 1º semestre do 2º ano em vez de ser no 2º semestre do 1º ano. Em anos anteriores, no início do curso, era também no 2º ano que esta cadeira estava situada.

Ao nível dos 4º e 5º anos foram eliminadas as cadeiras Estudos Complementares de Projecto I e II, pois a sua finalidade era proporcionar mais tempo livre a quem as escolhesse e isso prejudicaria quem as não escolhesse. Para que ninguém fique a perder, o número obrigatório de cadeiras de opção passa a ser de menos uma e os créditos que sobram serão acrescentados ao Projecto.

Finalmente no que toca às Físicas Experimentais foram apresentadas várias ideias, mas o problema era demasiado extenso para ser discutido numa única reunião, e assim foram encarregues dois grupos de pessoas para estudar dois problemas: o das disciplinas básicas de física leccionadas no 1º e 2º anos e o da coordenação das FE com as outras cadeiras e mesmo internamente. Quando este jornal sair as propostas já terão sido apresentadas e discutidas com mais detalhe, depois eu digo-vos qualquer coisa. g

4º e 5º anos, como funcionam ?

por Pedro Martins

Se os três primeiros anos da licenciatura são constituídos exclusivamente por cadeiras de índole obrigatória o mesmo não se passa relativamente ao 4º e 5º anos. Nestes dois últimos anos o programa curricular de cada aluno depende em grande parte da área de estudo que cada um pretende seguir. Da escolha dessa área dependerá o seu futuro profissional. Assim é necessário estar-se informado do modo de funcionamento destes dois anos, das cadeiras opcionais disponíveis, da possibilidade de inscrição em cadeiras a cargo de outros departamentos que não o Departamento de Física. O objectivo deste texto é então o de suprir, modestamente, as carências de informação relativas a estes assuntos. Note-se que está disponível para consulta, na Biblioteca do Departamento de Física, um dossier de Auto-Estudo para Avaliação da LEFT no qual poderão encontrar informações úteis como por exemplo, a estrutura e organigrama do curso, disciplinas de opção oferecidas pelo departamento, conteúdo programático das diversas disciplinas, projectos de fim de curso, informação sobre Mestrados em Física, actuais actividades dos já licenciados, entre outras.

Estrutura curricular do 4º e 5º anos

Os dois últimos anos da licenciatura em Eng. Física Tecnológica estão organizados segundo um regime de créditos tendo como objectivo o estudo de matérias de especialização e a realização de um Projecto de Fim de Curso. Do programa curricular destes anos constam cadeiras obrigatórias e cadeiras opcionais havendo a possibilidade destas últimas serem da responsabilidade de outros departamentos. Assim, no final do 3º ano o aluno escolhe um Professor Orientador que supervisiona e o orienta na escolha das cadeiras de opção e que poderá vir a ser o Responsável pelo Projecto de Fim de Curso. São necessárias um mínimo de 70,5 unidades de crédito, distribuídas do seguinte modo:

- 1) Projecto e Cadeiras Obrigatórias...34,5 u
- 2) Cadeiras Opcionais.....36,0 u

O Departamento de Física indica anualmente quais as cadeiras de opção em funcionamento.

A lista de cadeiras oferecidas neste ano lectivo de 1994/95 está disponível no já referido dossier de Auto-Estudo para Avaliação da LEFT. *

Para além das cadeiras oferecidas pelo Departamento de Física, o aluno poderá optar por cadeiras de outras licenciaturas tendo em atenção que os créditos realizados com as mesmas não podem exceder 20 unidades, e que até ao momento só poderão ser cadeiras do 4º e/ou 5º anos dessas licenciaturas. O total de créditos correspondentes às inscrições num ano lectivo não pode ser inferior a 16 unidades nem superior a 40. As áreas de estudo que têm existido no Departamento de Física são as seguintes:

- Óptica Aplicada
- Física das Partículas Elementares (Experimental e Teórica)
- Cosmologia e Astrofísica
- Física dos Plasmas e Fusão Nuclear
- Física do Estado Sólido e da Matéria Condensada
- Física Nuclear, Atómica e Molecular
- Sistemas Dinâmicos
- Física da Energia
- Geofísica

Projecto de Fim de Curso

O projecto de Fim de Curso é uma disciplina que se reveste de grande importância, possuindo um peso curricular correspondente a 24 unidades, integrando conhecimentos de uma área de especialização. É geralmente a última disciplina a ser feita, normalmente no 5º ano dada a maior disponibilidade dos alunos.

Durante o mês de Maio (Informação obtida no referido dossier, e portanto em princípio será este mês!) é feita a apresentação dos Projectos de Fim de Curso oferecidos pelo Departamento de Física. A atribuição de um projecto a um aluno ou grupo de alunos é da responsabilidade do docente responsável pelo projecto. O Professor Orientador de cada aluno, quando não é o responsável pelo projecto deverá ser ouvido nessa escolha. Informação sobre Projectos de Fim de Curso já realizados pode ser encontrada no dossier já mencionado.

Espero que este texto os tenha elucidado um pouco sobre o assunto, não se esqueçam que convém conversar também com quem já fez estas escolhas (se os encontrarem!).

* Infelizmente parece que nem todas as opções disponíveis

estavam operacionais (erro crónico na LEFT !!!), muito embora se tenha vindo a fazer um esforço para que esse problema seja resolvido. Portanto, tentem saber antecipadamente em que condições irá ser dada a cadeira. g

Vem aí a 7º JOBSHOP de Engenharia e este ano Física estará presente

A Jobshop de Engenharia é uma das maiores iniciativas da AEIST podendo definir-se como uma feira de estágios, emprego e forum de empresas. Este ano realiza-se de **2 a 5 de Maio** e o palco está montado para que a 7ª Jobshop seja um sucesso, pois para além da participação de cerca de vinte empresas dos mais variados sectores empresariais, os departamentos cá da casa vão participar em força reconhecendo e apostando deste modo na importância da jobshop como elo de ligação entre o mundo *exterior* e o Técnico.

O objectivo da Jobshop é criar um contacto directo entre futuros engenheiros e o mundo empresarial . As empresas participam por duas razões, em primeiro porque a Jobshop realiza-se num meio privilegiado para o recrutamento de quadros técnicos de grande qualidade, o técnico já atingiu mais de 8500 potenciais engenheiros nas mais diversas áreas, em segundo a Jobshop permite a divulgação das empresas junto de potenciais clientes.

A cerimónia de abertura é terça-feira dia 2 de Maio às 9h00 na tenda da Jobshop e atenção que a conferência de apresentação da licenciatura de Engª Física Tecnológica é na quinta feira dia 4 de Maio. O programa completo da Jobshop é o seguinte:

Cerimónia de Abertura

Terça-feira, 2 de Maio às 9h00 na tenda da Jobshop

Conferências de Apresentação das Licenciaturas

Terça-feira, 2 de Maio na tenda da Jobshop

Engenharia Informática e de Computadores, 10 horas.
Engenharia Mecânica, 12 horas.
Engenharia Química, 14 horas.
Engenharia de Minas, 16 horas.

PULSAR

**Um Jornal de Estudantes
Para Estudantes**

Colabora !

Quarta-feira, 3 de Maio na tenda da Jobshop

Engenharia de Materiais, 10 horas.
Engenharia Aeroespacial, 12 horas.
Engenharia do Território, 14 horas.
Engenharia e Gestão Industrial, 16 horas.

Quinta-Feira, 4 de Maio na Tenda da Jobshop

Engenharia Física Tecnológica, 10 horas.
Engenharia Electrotécnica e de Computadores, 12 horas.
Engenharia Civil, 14 horas.
Engenharia do Ambiente, 16 horas.

Sexta-feira, 5 de Maio na tenda da Jobshop

Matemática Aplicada e Computação, 10 horas.
Engenharia Naval, 12 horas.

Conferência de Encerramento

Sexta-feira, 5 de Maio às 15 horas, Grande Auditório do centro de congressos do IST

"Inovação Tecnológica, o Desafio da Competividade"

Exmo. Sr. Ministro da Indústria e Energia, Engº. Mira Amaral
Sr. Henrique Neto, Administrador da Iberomoldes
Dr. António José de Almeida -Dinâmica,ISCTE

Prof. Bayão Horta, Docente do IST, Forum da Competitividade

Após a Jobshop, o Gabinete de Estágios (G.E) da AEIST, está a planear organizar um seminário sobre primeiro emprego e gestão de carreira, "como entrar e ter sucesso no mercado de trabalho". As inscrições já estão abertas e a data do seminário será marcada assim que houver um número de inscrições suficientes esperando-se que seja para meados de Maio, após a Jobshop. O Seminário tem como objectivos demonstrar como funciona actualmente o mercado de trabalho em Portugal, demonstrar como detectar e aproveitar oportunidades que permitam a integração no mercado de trabalho e demonstrar como gerir uma carreira profissional. A organização está a cargo do gabinete de estágios da AEIST e de uma empresa ligada à área de gestão de recursos humanos, a RHGC. A taxa de inscrição é de 10.000\$00, preço este que inclui o currículo vitae que a RHGC se compromete a fazer para cada participante e a integração numa base de dados da RHGC, a disponibilizar às empresas, para possíveis admissões como quadros ou como estagiários técnicos qualificados.

Acesso Internacional Grátis!

Desde o início deste ano lectivo que o CIIST vem garantindo acesso internacional a todos os alunos dispostos a pagar uma quota trimestral de 7500\$00, mas agora as coisas mudaram, o conselho directivo disponibilizou a verba e o acesso internacional vai ser grátis! Quem quiser estabelecer encontros imediatos com o resto do mundo só tem que se dirigir ao CIIST até ao dia 12 de Maio e pagar uma taxa de 585\$00 para frequentar um mini-curso, obrigatório, organizado para que todos os que requeiram acesso internacional saibam minimamente como fazer a ligação à rede e o que podem e não podem fazer a fim de continuar a beneficiar desse serviço. Todos aqueles que já pagaram o acesso devem dirigir-se ao CIIST até ao dia 15 de Maio para serem reembolsados em metade do dinheiro entregue.

Esta decisão de tornar o acesso internacional gratuito coloca à disposição de qualquer aluno informação praticamente ilimitada: física, matemática, engenharia civil, filosofia, medicina, música, arqueologia etc... Por tudo isto damos os nossos parabéns ao CIIST e ao conselho directivo do IST por esta excelente iniciativa, contudo, não podemos deixar de colocar algumas questões. Quem utiliza regularmente os serviços do CIIST sabe quão difícil é encontrar um terminal disponível, além disso a velocidade de funcionamento do acesso à Internet apesar de suportável ainda deixa muito a desejar. Será que caso venhamos a assistir a um aumento significativo do número de utilizadores do CIIST, e tudo indica que sim pois o número de pedidos de acesso internacional nos últimos dias tem sido muito grande, vamos ter terminais suficientes para toda a gente? e a velocidade de funcionamento? não será mais lento?

Questionado pelo Pulsar o CIIST garante que não há motivos para preocupações. Quanto à questão dos terminais, tecnicamente não existe espaço no pavilhão central para aí serem colocados terminais para toda a gente, pelo que o CIIST vai apostar na descentralização, os departamentos terão de criar infraestruturas próprias. Até finais de Junho princípio de Julho todos os edifícios do Técnico estarão ligados à rede,

inclusivé o de Física. Quanto à questão da velocidade de funcionamento, o CIIST está a tomar providências para que o acesso não se torne mais lento, na realidade espera-se que o sistema se torne mais rápido, pois em 1º lugar a actual linha de 64 Kbps vai passar muito provavelmente para 128 Kbps, em 2º lugar as ligações entre os vários edifícios e o CIIST vão passar a ser feitas através de um anel de fibra óptica e em 3º lugar vai ser instalado em cada edifício um router (um router é uma máquina que fará com que o tráfego de cada edifício não saia desse edifício a não ser que seja estritamente necessário). g

Como Fazer ESTEREOGRAMAS

Uma possível definição de estereograma seria uma figura que à primeira vista não revela qualquer interesse e, no entanto, esconde uma imagem tridimensional muito bem dissimulada e que só é possível visualizar recorrendo a uma técnica especial de observação.

Mas como é possível uma imagem tridimensional ser representada na superfície bidimensional de uma folha de papel sem recorrer a holografia ou a outra técnica sofisticada?

Primeiro é necessário perceber o que leva o cérebro a ver em 3D.

O cérebro tem esta capacidade porque recebe informação de dois olhos que vêem imagens ligeiramente diferentes. O ângulo feito pelas linhas de visão dos dois olhos dá ao cérebro a informação da distância a que ele se encontra. No exemplo da figura 1 (uma vista de topo) o objecto 1 está mais afastado que o objecto 2. Verifica-se que o ângulo é maior para objectos mais próximos, sendo 0 para objectos "infinitamente" afastados (núvens, céu, estrelas, etc...).

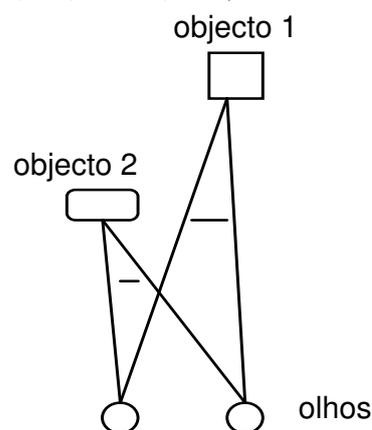


Fig. 1

Se se fechar um olho deixa-se de ter a sensação de profundidade (parece que ainda a temos porque objectos afastados parecem mais pequenos que objectos próximos mas na realidade falta qualquer coisa) Assim, para obter uma imagem 3D numa folha de papel basta imprimir na folha a informação dos dois olhos. Isto não parece ser simples de fazer uma vez que, aparentemente, seria necessário separar as duas imagens de maneira a que cada olho só visse a imagem correspondente (uma solução seria recorrer a óculos

especiais - quem não se lembra do "Monstro da Lagoa Azul" ? - mas trata-se de uma técnica diferente da tratada aqui). O problema, agora, é saber como dispor as duas imagens. A solução reside na maneira inteligente de observar estereogramas : olhar para um ponto atrás do papel (fig. 2).

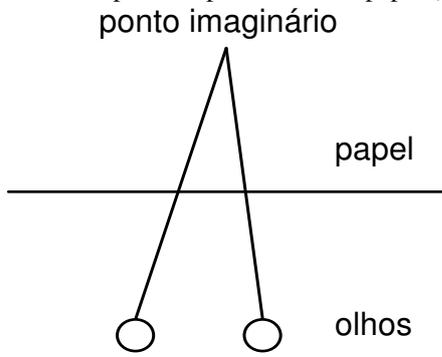


Fig. 2

O que acontece é que o cérebro vai ver duas cores (em geral diferentes) correspondentes aos pontos de intersecção das linhas de visão com o papel. Se o desenho na vizinhança desses pontos for semelhante então o cérebro assume que os dois pontos que está a ver são um só mas mais distante, localizado na intersecção das duas linhas de visão. Assim, se arranjarmos uma figura com um padrão que se repita horizontalmente com um "período" inferior à distância entre os olhos (se fosse superior a esta distância as linhas de visão não se cruzariam) e olharmos para ele da maneira "correcta" conseguimos enganar o cérebro e fazê-lo pensar que se trata de uma imagem (virtual) a uma distância maior!

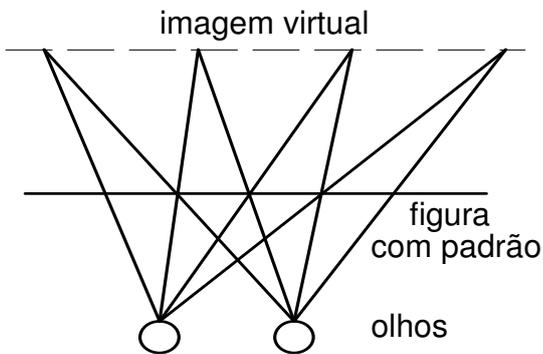


Fig. 3

Mas ainda não obtivemos o efeito 3D. Para isso é necessário fazer com que o ângulo das linhas de visão varie.

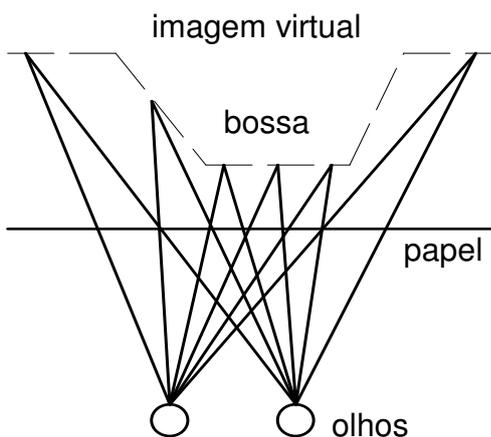


Fig. 4

Como é possível ver na figura 4, para aparecer uma bossa "virtual" os ângulos das linhas de visão têm que aumentar, logo, fazemos com que o padrão da figura se repita num espaço menor. Se desejarmos fazer um buraco em vez de uma bossa teremos que obrigar o padrão a se repetir num espaço maior para diminuir o ângulo das linhas de visão.

Obviamente, os estereogramas são difíceis de fazer sem o auxílio de um computador e de uma impressora (embora seja possível fazer alguns muito simples à mão). Vamos agora ver como desenvolver um algoritmo computacional para obter um estereograma.

Consideremos o caso de um rectângulo centrado no meio do ecran (é óbvio que isto não funciona só para rectângulos) que queremos sobressair do padrão de fundo. Necessitamos, em primeiro lugar, de um padrão, padrão este que deve ser algo complexo como uma quantidade de pontos de cor aleatória (podem ser apenas pontos brancos e pretos).

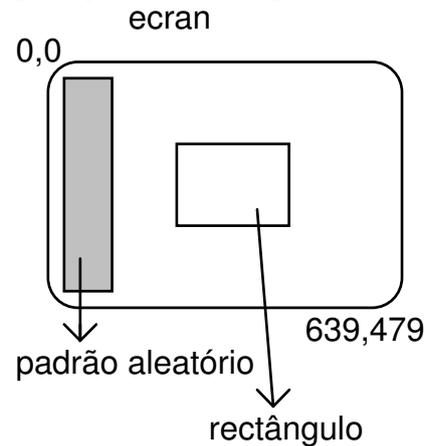


Fig. 5

Este padrão, num modo gráfico típico VGA 640x480 (estou a assumir que ninguém tem dificuldades em trabalhar com linguagens de programação e modos gráficos), deve cobrir as abcissas de 0 a 70 e as ordenadas de 0 a 479 (o valor 70 não tem nenhuma razão especial, é apenas o que eu utilizo. Um valor muito baixo não é aconselhável e um muito elevado que conduzisse a um período superior à distância entre os olhos não teria qualquer sentido pois, como já foi dito, não permitiria o efeito estereoscópico). Note-se que o padrão deve existir mesmo no ecran, enquanto que o rectângulo existe apenas no código do programa.

Agora basta varrer a zona do ecran ainda não "pintada" pelo padrão, da esquerda para a direita e de cima para baixo (de baixo para cima também funciona, óbvio, espero), com a seguinte regra:

- a cada ponto (x,y) que não pertença ao rectângulo atribuir a cor correspondente ao ponto (x - 70,y);
- a cada ponto (x,y) que pertença ao rectângulo atribuir a cor correspondente ao ponto (x - 69, y).

Assim, obtemos fora do rectângulo um padrão que se repete de 70 em 70 pixel, enquanto que dentro do rectângulo, um padrão que se repete de 69 em 69 pixel. Se quisermos que ele pareça mais destacado do fundo basta utilizar 68 (ou menos ainda) para o período do padrão dentro do objecto. E pronto, temos o nosso estereograma!! Para imprimi-lo recorrendo à

tecla "Print Screen" convém ter carregado previamente o comando do DOS "Graphics".

A técnica aqui apresentada é muito simples e permite apenas fazer estereogramas com níveis discretos, ou seja, como se estivéssemos a olhar de cima uma construção de LEGO. Eu conheço outra técnica que apenas permite fazer estereogramas com declives suaves e sem saltos bruscos, mas da qual não vou falar agora por ser muito mais complicada e de difícil implementação; no entanto, quem estiver muito interessado (ou quem tenha dúvidas sobre o que foi aqui exposto) pode vir falar comigo que terei todo o gosto em satisfazer qualquer curiosidade.

Gostaria, ainda, de pedir a quem conheça outra ou outras técnicas ou um livro que as explique que entre em contacto com o jornal ou comigo porque eu gostaria imenso de saber mais sobre isto. g

Filipe Ribeiro

QUESTÕES DISPUTADAS

1. A degenerescência dos modelos cosmológicos

«Obviamente, encontramos-nos aqui nas fronteiras da ciência, e todos os meses um novo cenário para o nascimento do universo aparece na literatura»(1).

«Cada catálogo de feira de livros anuncia novas em abundância. Estas ‘descobertas’, nados mortos, não procedem só do diletantismo ingénuo, mas também da filosofia científico-familiar das cátedras, que continua a representar novos jogos de sombras chinesas com as fraseologias exangues das filosofias do passado só novamente conjugadas, e que gostaria de persuadir o mundo inteiro de que é uma filosofia viva»(2).

I

O problema que aqui nos propomos colocar reside, paradoxalmente, talvez, no indiscutível mérito que assiste a muitos destes modelos cosmológicos, como seja, o mérito de serem perfeitamente compatíveis com os dados experimentais disponíveis.

Com efeito, o número de estudos que actualmente surgem nas mais diversas revistas da especialidade, e que são dedicados ao desenvolvimento destes modelos, é, talvez, a mais segura indicação de que tais modelos não foram, até agora, refutados por qualquer experiência ou teste. Note-se que este critério, sendo obviamente falível, o é apenas pontualmente (caso dum estudo que enferma de erros só detectados após publicação), já que estas revistas, aliás, os respectivos corpos editoriais, são um dos pilares sobre que assenta a comunidade dos investigadores, enquanto comunidade que se rege por padrões de qualidade científica.

Tudo se passa, afinal, como se o conjunto de grandezas físicas (observáveis) que podemos definir como relevantes para a caracterização do sistema físico quântico ‘universo’ seja, não só, insuficiente para determinar univocamente o estado da função de onda associável ao sistema(3), como, além disso, também nos não forneça um conhecimento preciso do grau de degenerescência dos estados cuja determinação nos faculta (por outras palavras, quantos modelos cosmológicos, ou estados do ‘universo’, são compatíveis com os resultados experimentais disponíveis).

Mais adiante, vamos aduzir argumentos no sentido de

mostrar que esta degenerescência é essencial, ou sistemática (porque implicada pelo modo como o problema foi colocado, pela sua simetria) (4), e mais, que o número de modelos cosmológicos compatíveis com as observações experimentais é infinito (numerável?).

Note-se, entretanto, que a proliferação de modelos cosmológicos não é um fenómeno recente:

Com efeito, já em 1921, o matemático T. Kaluza, trabalhando no sentido da unificação geométrica da gravitação e do electromagnetismo, avançava a proposta segundo a qual o espaço-tempo deveria ser considerado pentadimensional. Poucos anos depois, em 1926, um outro cientista, O. Klein, adoptando a referida proposta, viria a conferir uma base formal sólida aquela teoria que, actualmente, podemos descrever como a primeira, relativamente bem sucedida, teoria do campo unificado: a teoria de Kaluza-Klein.

Seguiu-se então um período de estudo, que não podemos dar ainda por terminado, e durante o qual a proposta inicial de T. Kaluza foi generalizada por forma a abranger um número mais elevado de dimensões. De entre os resultados obtidos, merece talvez maior relevo a descoberta da possibilidade de unificar a gravitação com a chamada ‘generalização não-abeliana’ das teorias ditas de ‘calibração local’, proposta por Yang, Mills, e Utiyama; neste caso, a dimensionalidade atribuída ao espaço-tempo sobe para onze, igualando, quiçá sintomaticamente, o número que outros estudos, conhecidos por teorias de supergravidade, por sua vez sugerem que seja o da dimensionalidade real do espaço-tempo em que vivemos (5).

Constatamos também com interesse que, entre as datas que assinalam os trabalhos seminais de T. Kaluza e O. Klein, uma

outra linha de investigação, também ela fértil em modelos cosmológicos, seria encetada por C. Lanczos em 1924, com a sua descoberta do primeiro modelo exacto de um universo munido de matéria ‘em rotação’, no âmbito da teoria da Relatividade Geral. No entanto, só após 1949, com a descoberta feita por K. Gödel, das soluções ditas ‘de rotação e expansão’, esses modelos começaram a surgir com frequência na literatura especializada. Plenos de exotismo, porque neles a condição de causalidade e o Princípio de Mach são ambos violados, não menos notável é o facto de constituírem solução para várias teorias da gravitação (Relatividade Geral, Einstein-Cartan, etc) (6).

Mas os desenvolvimentos em que estamos interessados não se ficam por aqui:

Conforme é sabido, com a sua teoria da Relatividade Geral, Einstein promoveu a geometria do espaço-tempo ao estatuto de variável dinâmica. Explorando a ideia de que essa geometria se não traduz necessariamente por uma métrica tal que o espaço-tempo por ela caracterizado seja homeomorfo a $R(n)$, sequer localmente, foi já possível generalizar a teoria de Einstein, por forma a contemplar a possibilidade de a própria dimensão local desse espaço-tempo ser uma variável dinâmica (7).

Ainda no âmbito da Relatividade Geral, dá-se o caso de nela encontrarmos a predição da possibilidade da existência de espaço-tempos não triviais; quer isto dizer que, segundo tal teoria, o espaço-tempo quadridimensional (alegadamente) real pode, em princípio, ser multiplamente conexo, e conter os chamados ‘buracos de verme’ (8).

Por seu turno, a existência destes ‘buracos de verme’ parece, à luz dos conhecimentos actuais, obrigar a que consideremos a constante cosmológica (esse número sem o conhecimento do qual o modelo cosmológico que pretendamos adoptar é fundamentalmente indeterminado) como sendo uma variável aleatória (9).

Constata-se, efectivamente, a expectativa de que, embora em grande escala o espaço-tempo pareça ser contínuo, vagamente curvo e quadridimensional, à escala do comprimento de Planck ele seja antes altamente curvo, exibindo todas as topologias possíveis e um tipo de dimensionalidade arbitrário - a chamada espuma espaço-temporal (10).

Trabalhando neste sentido, já a probabilidade para transições de estado envolvendo mudança de topologia do ‘universo’ foi objecto de estudo. Mas, se neste último caso foram possíveis determinações rigorosas, já no caso de nos

interessar o cálculo da probabilidade de encontrar o ‘universo’ num certo estado quântico, sabemos não ser tal número determinável senão em valor aproximado (11).

Posto isto, já a classificação que acima propusemos para a degenerescência dos modelos cosmológicos, como sendo infinita e sistemática, está, senão exibida à evidência, pelo menos tornada altamente verosímil.

II

Contudo, poderia ainda objectar-se, argumentando, com base no anúncio recente das consequências dos resultados das observações viabilizadas pelo satélite COBE (12) (Cosmic Background Explorer), as quais foram mesmo noticiadas como a descoberta do século (neste domínio), que todas estas dúvidas por nós formuladas se devem agora considerar dissipadas, ou muito atenuadas. E há que admiti-lo, é um facto, registou-se desde então um significativo reforço da tendência para atribuir ao dogma central da cosmogonia, perdão, cosmologia moderna, o Big Bang, o estatuto de construção teórica validada pela experiência, sendo que, por acréscimo, se insinua simultaneamente a crença de que esta mesma experiência permite refutar ou falsificar um número significativo de outros modelos.

Pois seja; concedêmo-lo de bom grado. Mesmo sabendo que, tanto os modelos ditos de cordas cósmicas, como os modelos inflacionários, como, ainda, aqueles outros que se distinguem pelos diferentes conteúdos em matéria escura (quente ou fria) que atribuem ao universo, todos eles são compatíveis com os resultados das medições realizadas via COBE (13). E que, surpreendentemente, estes resultados não são de molde a permitir que deles se infira sequer a refutação das mais recentes (e modificadas) versões do modelo do estado estacionário, podendo mesmo ser explicados pela presença local (à escala galáctica) duma poeira constituída por prosaicas e microscópicas partículas de ferro, convertendo o radiação infra-vermelho da galáxia na radiação de micro-ondas que outros alegam ser uma relíquia dos tempos primordiais (14).

Concedemos até que a argumentação que acabámos de expor possa, em última análise, em virtude de resultados experimentais que nos tenham passado despercebidos, ou que não tenhamos interpretado correctamente, essa argumentação possa, dizíamos, ser não comprometedor da aparente

inexpugnabilidade do paradigma subjacente ao modelo standard. Mas não o fazemos por qualquer excesso de generosidade (o que seria, aliás, ilícito). Fazêmo-lo porque a inexpugnabilidade que, por hipótese, aqui imputámos ao modelo standard, é uma inexpugnabilidade essencialmente troiana; e porque, conforme no-lo autorizam afirmar certos resultados da Lógica Matemática e da Teoria dos Sistemas Dinâmicos, o mítico cavalo já passou as portas da cidade. Isto mesmo é o que passamos a demonstrar, chamando, desde já, a atenção para o facto de que, o que acima se disse sobre a degenerescência dos modelos, vai decorrer naturalmente do raciocínio que vamos desenvolver.

III

Tanto quanto conseguimos averiguar, data de 1982 a primeira publicação de artigos em que o sistema de equações de Einstein é formalmente estudado na perspectiva dos desenvolvimentos ocorridos, nestas últimas décadas, em análise de dinâmicas não lineares caóticas (15).

Tornava-se então possível formular, com rigor, o conceito de ‘cosmologia caótica’, anteriormente proposto por Misner, Belinskii e outros, e, conseqüentemente, estava aberto o caminho para a investigação das origens deste comportamento. O caso não era para menos, já que, conforme se tem vindo a verificar, estes modelos cosmológicos caóticos estão longe de constituir raridades, ou meras curiosidades académicas; pelo contrário, eles são genéricos, e a sua importância não depende apenas de, por exemplo, podermos encontrar entre eles um modelo como o de Bianchi IX (universo Mixmaster) (15,16).

A sua importância deriva sobretudo, em nosso entender, do facto de que, para modelos com singularidade inicial (Big Bang, modelo standard) e que assumem um espaço-tempo com quatro dimensões, a condição de caos é geral. O mesmo vale (com restrições) para modelos com dimensão n entre cinco e onze (17).

Ora, é sabido (desde 1930, teoremas de Gödel) que, para qualquer sistema formal, lógico-matemático, com capacidade para exprimir a aritmética dos números naturais, se tem o seguinte:

- a) O sistema contém necessariamente proposições que são verdadeiras, mas cuja demonstração excede as suas capacidades (a isto se chama incompletude);
- b) O sistema contém necessariamente proposições

cuja verdade ou falsidade nenhum algoritmo (interno) permite decidir (a isto se chama indecidibilidade).

Estes resultados, aparentemente desligados do tema que aqui estamos a tratar, são duma importância crucial para o nosso argumento. Na medida em que os podemos estender às formulações axiomatizadas das teorias físicas (18), eles implicam, em particular, a indecidibilidade da esmagadora maioria das questões interessantes que se possam colocar sobre a evolução, a longo prazo, dos sistemas caóticos. Importa notar que, com este resultado, se nos depara uma limitação que é mais forte do que a conhecida imprevisibilidade por dependência sensível às condições iniciais, típica das dinâmicas caóticas (19).

Como exemplo da incidência que os teoremas de Gödel têm em cosmologia, podemos apontar a impossibilidade de decidir sobre a equivalência de dois modelos (quadridimensionais) que sejam solução das equações de Einstein (20).

Traçado este panorama, há que reconhecê-lo, estão seriamente comprometidas, pelo menos, duas das três condições impostas à boa colocação de qualquer problema cuja solução se pretenda que tenha significado físico, como sejam, as exigências de unicidade e de estabilidade a que tal solução deve obedecer (21).

Esta mesma conclusão se infere dos desenvolvimentos registados numa linha de investigação, também ela recente, e que vai no sentido da promoção dum quadro conceptual, dito de ‘fragilidade estrutural’ (por oposição a estabilidade estrutural), como sendo o mais adequado à disciplina da cosmologia (22).

Nesta ordem de ideias, partindo, como nós aqui fizemos, do facto de que não é possível estabelecer uma correspondência um a um entre as observações experimentais e um modelo cosmológico único, faz-se também uso de alguns resultados recentes em teoria de sistemas dinâmicos.

A fragilidade estrutural prevalece quando os modelos, diferenciados entre si por pequenas quantidades, apresentam depois diferenças qualitativas nos respectivos comportamentos. É, por exemplo, o que sucede às soluções das equações de Einstein que se distinguem entre si por pequenas perturbações na variável dinâmica acção (curvatura escalar da métrica) (23), ou o que sucede aos modelos isotrópicos do tipo FRW, quando os submetemos a perturbações anisotrópicas (24).

Nestes termos, e em jeito de síntese, é a própria existência de solução para o problema central da cosmologia que é posta em causa, já que, nos moldes em que o problema está colocado (a sua simetria), a tese dessa existência não se distingue duma construção dessa existência.

Isto mesmo é o que se depreende da abundante variedade de modelos existente, do impacto que as idiosincrasias dos investigadores teóricos têm no estabelecimento de modelos tão díspares como aqueles a que aqui aludimos, e, finalmente, do modo como, por sistema, os dados experimentais são obtidos e interpretados, segundo métodos de observação e de inversão modelo-dependentes (22,25).

Neste sentido, o acordo tácito em torno do modelo standard assume o carácter duma crença partilhada (e errónea): a crença de que o modelo mental construído, com os signos antroposemióticos de que se dispõe, descreve uma realidade objectiva e não um simples produto da nossa imaginação (26) (é instrutivo pensar, a este respeito, na sorte da cosmologia ptolomaica: também ela foi standard, e realista!).

Certamente, ninguém é tão distraído que não dê pela real existência duma solução para o problema central da cosmologia, aqui e acolá, ao saír à rua ou entrando em casa. E não é preciso tirar um Curso de Física para o conseguir! Mas já quanto ao que se passa na linha do seu horizonte, estamos menos seguros, e por isso nos interrogamos:

Que sentido devemos nós dar à gradual supressão da degenerescência que aqui denunciámos, e que incide, sobretudo, no que se passa nessa linha de horizonte?

Que mundo devemos nós construir?

Atingimos pois, assim, a tensão interrogativa perene, aquela que nos é essencial. Certamente, outros a exprimiram já, noutros tempos e lugares, com maior elegância. Mas agora, como então, o importante será que se tenha podido seguir em frente. g

Luís Borges

BIBLIOGRAFIA

(1) Prigogine, I., 1989, What is Entropy, *Naturwissenschaften*, 76, 1.
 (2) Husserl, E., *A Ideia Da Fenomenologia*, Edições 70, Lisboa, 1986.
 (3) Hawking, S.W., Hartle, J.B., 1983, Wave Function of the Universe, *Phys. Rev. D*, 28, 12, 2960.

Hawking, S.W., 1984, The Quantum State of the Universe, *Nuclear Phys. B* 239, 257.

(4) Cohen-Tannoudji, C., Diu, B., Lalöe, F., *Quantum Mechanics*, John Wiley & Sons, 1977.

(5) Chyba, C.F., 1985, Kaluza-Klein Unified Field Theory and Apparent Four-dimensional Space-Time, *Amer. J. Phys.*, 53, 9, 863.

Bailin, D., Love, A., 1987, Kaluza-Klein Theories, *Rep. Prog. Phys.*, 50, 1087.

(6) Gödel, K., 1949, *Rev. Mod. Phys.*, 21, 3, 447.

Gödel, K., Static Interpretation of Space-Time, With Einstein's Comment on it, in Capek, M., ed., *The Concepts of Space and Time*, 19--.

Calvão, M.O., Soares, I.D., Tiomno, J., 1990, Geodesics in Gödel-type Space-Times, *Gen. Rel. Grav.*, 22, 6, 683.

(7) Álvarez, E., 1988, World Function Dynamics in Generalized Spacetimes, *Phys. Lett. B*, 210, 1-2, 73.

(8) Frolov, V.P., Novikov, I.D., Physical Effects in Wormholes and Time Machines, *Phys. Rev. D*, 42, 4, 1057.

Hawking, S.W., Page, D.N., 1990, Spectrum of Wormholes, *Phys. Rev. D*, 42, 8, 2655.

(9) Fischler, W., Klebanov, I., Polchinski, J., Susskind, L., 1989, Quantum Mechanics of the Gogolplexus, *Nuclear Phys. B* 237, 157.

(10) Hawking, S.W., 1978, Space-Time Foam, *Nuclear Phys. B*, 144, 349.

(11) Vilenkin, A., 1989, Interpretation of the Wave Function of the Universe, *Phys. Rev. D*, 39, 4, 1116.

(12) Powell, C.S., 1922, The Golden Age of Cosmology, *Scientific American*, July, 9.

(13) Roszkowski, L., 1992, On the COBE Discovery - For Pedestrians, *Acta Phys. Polon. B*, 23, 11, 1077.

(14) Hoyle, F., Burbidge, G., 1992, Possible Explanations of the Large Angle Fluctuations of the Microwave Background, *Astrophys. J.*, 399, L9-L10.

(15) Barrow, J.D., 1982, General Relativistic Chaos and Nonlinear Dynamics, *Gen. Rel. Grav.*, 14, 6, 523.

Barrow, J.D., 1982, Chaotic Behavior in General Relativity, *Phys. Rep.*, 85, 1, 1.

(16) Demaret, J., De Rop, Y., 1993, The Fractal Nature of the Power Spectrum as an Indicator of Chaos in the Bianchi IX Cosmological Model, *Phys. Lett. B*, 299, 223.

(17) Hosoya, A., Jensen, L.G., Stein-Chabes, J.A., 1987, The Critical Dimension for Chaotic Cosmology, *Nuclear Phys. B*, 283, 657.

(18) Da Costa, N.C.A., Doria, F.A., 1991, Undecidability and Incompleteness in Classical Mechanics, *Int. J. Theor. Phys.*, 30, 8, 1041.

(19) Moore, C., 1990, Unpredictability and Undecidability in Dynamical Systems, *Phys. Rev. Lett.*, 64, 20, 2354.

Moore, C., 1991, Generalized Shifts: Unpredictability and Undecidability in Dynamical Systems, *Nonlinearity*, 4, 199. It is the author's wish that no one derive, directly or indirectly, military benefit from this work.

(20) Wolfram, S., 1985, Undecidability and Intractability in Theoretical Physics, *Phys. Rev. Lett.*, 54, 8, 735.

(21) Hadamard, J., *Lectures on Cauchy's Problem*, Yale University Press, New Haven, 1923.

(22) Coley, A.A., Tavakol, R.K., 1992, Fragility in Cosmology, *Gen. Rel. Grav.*, 24, 8, 835.

(23) Tavakol, R.K., 1991, Fragility and Deterministic Modelling in the Exact Sciences, *Brit. J. Phil. Sci.*, 42, 147.

(24) Tavakol, R.K., Ellis, G.F.R., 1988 On the Question of Cosmological Modelling, *Phys. Lett. A*, 130, 4-5, 217.

(25) Aerts, D., 1992, Construction of Reality and its Influence on the Understanding of Quantum Structures, *Int. J. Theor. Phys.*, 31, 10, 1815.

(26) Von Uexküll, T., 1984, Semiotics and the Problem of the Observer, *Semiotica*, 48, 3/4, 187.

HEXAFLEXÁGONOS*

Serve este artigo para ilustrar como por vezes pequenas coisas às quais não damos importância se podem revelar bastante interessantes.

Corria o ano de 1939 no *college* de pós-graduação em Princeton, onde na altura estudava Richard Feynman, um futuro físico de méritos reconhecidos internacionalmente. Aí estudava também um jovem inglês, de quem Feynman se tornou amigo, chamado Arthur Stone. Ora Stone tinha trazido de Inglaterra cadernos de apontamentos de folhas soltas, e o papel americano tinha mais uma polegada que o dos cadernos ingleses. Então Stone cortava-o para o poder introduzir nas capas, ficando assim com uma série de fitas de papel de uma polegada de largura. Estas fitas podiam dobrar-se e torcer-se de várias formas, até que Stone tentou fazer pregas diagonais com ângulos de 60 graus, ficando com filas de triângulos equiláteros. Por fim, seguindo as pregas dobrou uma tira de forma a obter um hexágono perfeito, construindo assim o primeiro hexaflexágono. Depois de pensar durante uma noite, Stone chegou à conclusão que poderia fazer um hexaflexágono mais elaborado, e no dia seguinte informou os seus amigos, entre os quais se encontravam Richard Feynman e John Tuckey, que seria mais tarde um estatístico de renome mundial, da sua descoberta.

Um hexaflexágono é formado por vários triângulos equiláteros unidos numa tira e dobrados de maneira a formarem um hexágono.

Uma vez o hexaflexágono construído, é possível efectuar uma dobragem de forma a fazer aparecer uma série de triângulos diferentes. Para isso, seguram-se dois triângulos adjacentes e abrem-se os restantes a partir do centro.

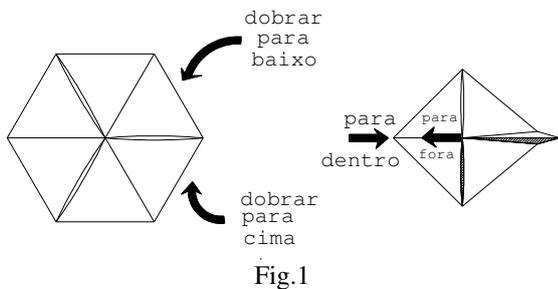


Fig.1

Dobrando sucessivas vezes o hexaflexágono da maneira acima indicada, é possível observarem-se várias faces diferentes e após algumas voltas regressar à configuração inicial.

Existem hexaflexágono com mais faces que outros, o que depende do número de triângulos com que são construídos.

Assim, o mais simples dos hexaflexágono é o que tem apenas três faces. Para construir um pode-se usar uma tira de papel na qual se desenhavam nove triângulos equiláteros e que depois se dobra como se segue:

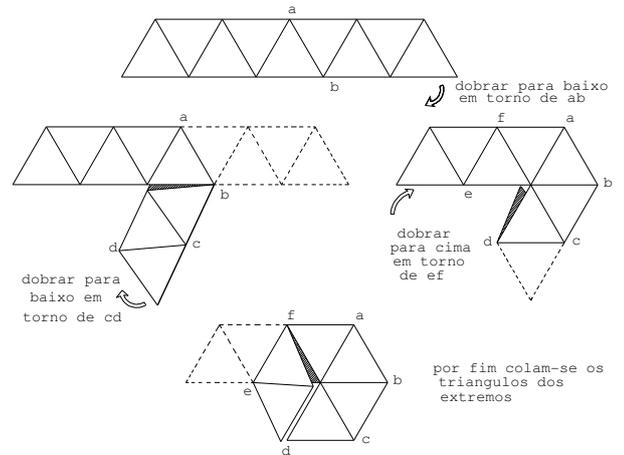


Fig.2

Neste hexaflexágono (que tem três faces) é possível voltar à configuração inicial após a terceira dobragem, tendo-se visto todas as faces.

Em hexaflexágono com maior número de faces, a observação de todas as faces não é tão evidente, tal como acontece com o hexaflexágono de seis faces, cujo processo de construção se indica a seguir.

Para um hexaflexágono com seis faces, é necessário uma tira com dezoito triângulos equiláteros. Coloca-se então a tira na posição da Fig.3 e fazem-se algumas marcas como indicado.

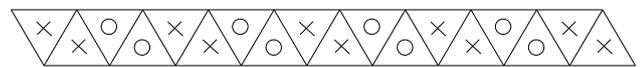


Fig.3

Em seguida dobra-se a tira, dobrando o primeiro triângulo com a marca X para cima do triângulo com a marca X adjacente, seguindo o processo para os dois triângulos seguintes marcados com O, e depois os outros com marca X, etc, até ao fim da tira.

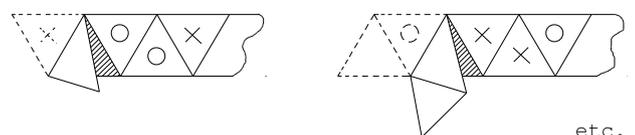


Fig.4

etc.

Findo este processo, obtemos uma tira com nove triângulos, e aí aplica-se o método de construção do hexaflexágono de três faces.

Como já foi dito, neste hexaflexágono não é tão fácil a observação de todas as faces, sendo mesmo possível que se dê voltas e voltas, passando sempre pelas mesmas faces. Há no entanto uma maneira de fazer aparecer todas as faces, que consiste em dobrar o hexaflexágono sempre pelo mesmo vértice até não ser mais possível a sua abertura. Muda-se então para o vértice adjacente e continua-se o processo. Desta forma é possível ver todas as faces do hexaflexágono de seis faces e regressar à configuração inicial após doze dobragens.

Se marcarmos as faces à medida que estas nos vão surgindo, nota-se que há três delas que aparecem três vezes mais que as outras três.

Numerando adequadamente as faces, é possível obter um diagrama que indica quais as faces que aparecem nas sucessivas dobragens.

Assim para um hexaflexágono de três faces temos o diagrama,

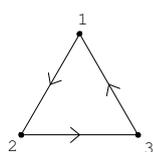


Fig.5

que nos indica que partindo da face 1, aparece-nos a face 2, depois a 3 e novamente a 1, etc.

Para um hexaflexágono de seis faces temos o diagrama da Fig.6 que nos indica a seguinte sucessão de faces:

1,2,4,1,2,3,5,2,3,1,6,3

que depois se repete.

Verifica-se pois, que as faces 1,2 e 3 aparecem 3 vezes e as faces 4,5 e 6 apenas uma vez.

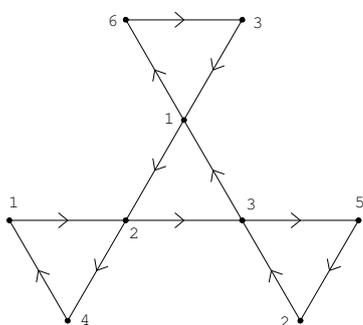


Fig.6

Para se construir um hexaflexágono com 12,24,48,... faces, são necessárias tiras com um número de triângulos triplo do das faces pretendidas. O processo de construção é semelhante ao do hexaflexágono de seis faces. Começa-se sempre por dobrar os triângulos por cima dos adjacentes, obtendo uma tira com metade dos triângulos iniciais, e repetindo o processo até à obtenção de uma tira com nove triângulos, aplica-se em

seguida o processo de construção do hexaflexágono de três faces.

Desta forma consegue-se ainda construir facilmente um hexaflexágono de 12 faces (as dificuldades de construção aumentam bastante com o número de faces pretendidas), cujo diagrama é o seguinte:

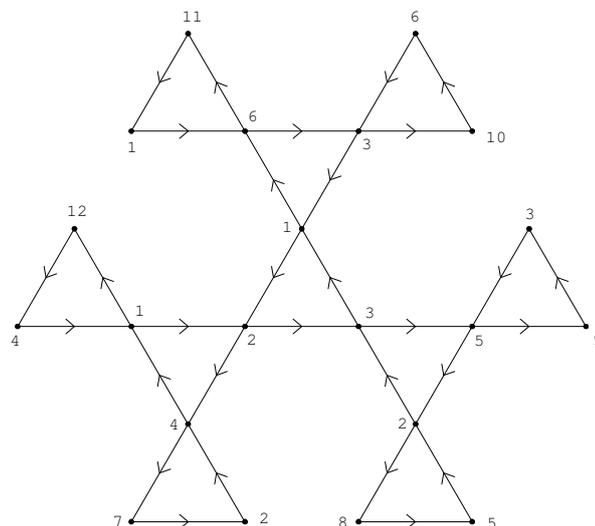


Fig.7

O diagrama anterior indica-nos a seguinte sucessão de faces para um hexaflexágono de 12 faces:

1,2,4,7,2,4,1,12,4,1,2,3,5,9,3,5,2,8,5,2,3,1,6,11,1,6,3,10,6,3

que depois se repete. Verifica-se pois que após 30 flexões se regressa à configuração inicial e que as faces 1,2 e 3 aparecem 5 vezes cada, as faces 4,5 e 6 aparecem 3 vezes cada e as faces 7,8, 9,10,11 e 12 aparecem apenas uma vez cada.

Face a estas observações, nota-se que é possível prever ao fim de quantas flexões se regressa à configuração inicial.

Sendo n o número de faces do hexaflexágono, temos que o número de dobragens necessárias para visualizar todas as faces e regressar à configuração inicial é dado por $3n - 6$, número este que é dado também pelo triplo do número de triângulos que aparecem no diagrama de cada hexaflexágono.

Notando também que cada diagrama pode ser obtido à custa do diagrama anterior acrescentando um triângulo a cada vértice livre do diagrama, e tendo em atenção a forma como os números das faces estão distribuídos pelos diagramas, é possível construir um diagrama onde se podem visualizar todos os diagramas dos hexaflexágonos de 3,6,12,24,... faces (como exemplo, a Fig.8 apresenta um diagrama onde se podem observar todos os diagramas de hexaflexágonos de 3,6,12,24,48 e 96 faces).

Cada diagrama tem pois um determinado número de níveis de triângulos: o diagrama do hexaflexágono de 3 faces tem um nível, o de 6 faces tem 2 níveis, o de 12 faces tem 3 níveis, etc. O número de níveis de triângulos, t , pode ser dado em função do número de faces por:

$$t = 1 + \log_2 \left(\frac{n}{3} \right)$$

É também possível prever qual o número de faces, f , que aparece determinado número de vezes, v , para que se possam observar todas as faces e regressar à configuração inicial.

Assim temos:

John Tuckey, que elaboraram uma teoria matemática sobre o

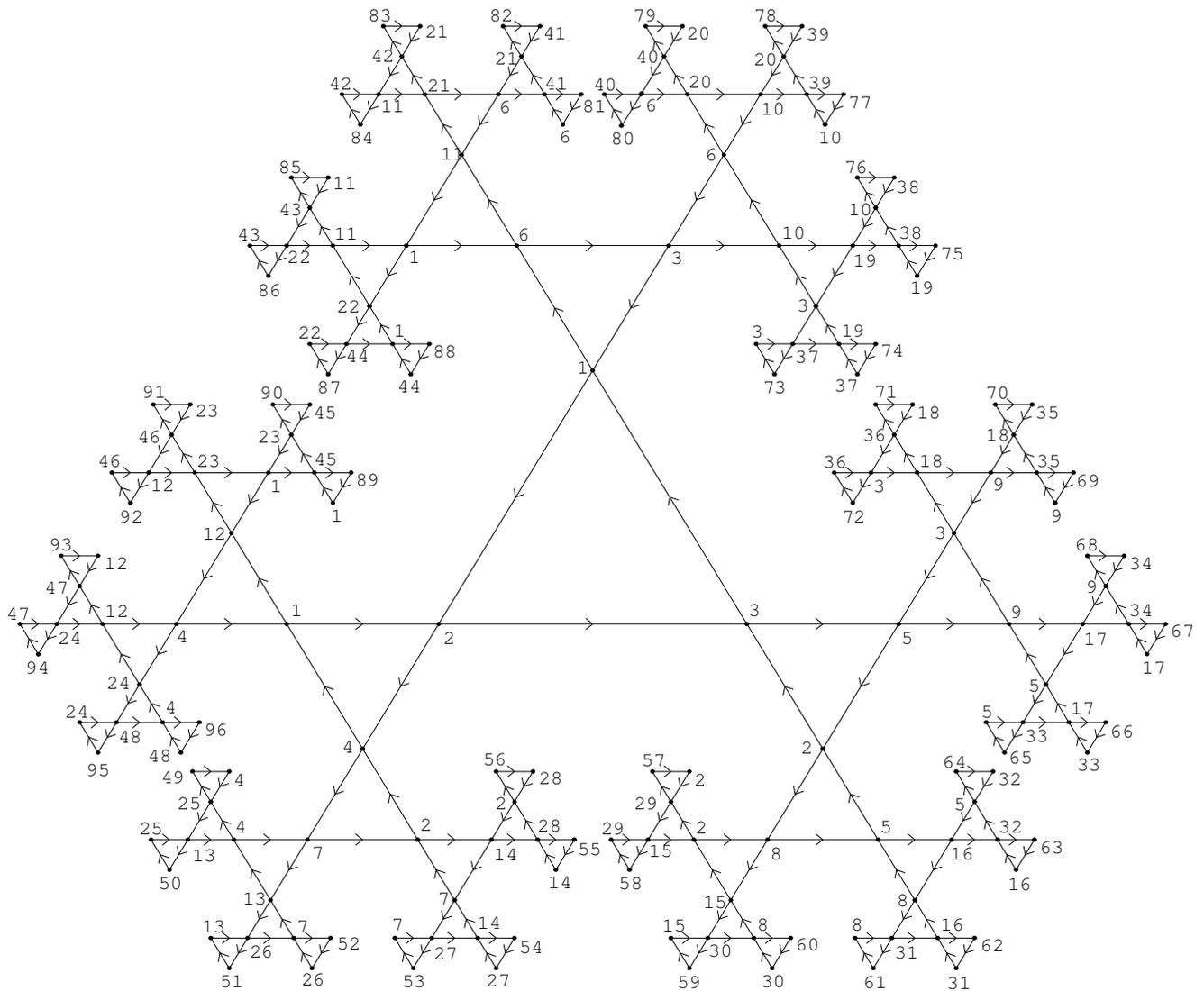


Fig. 8

$$f_0 = 3 \Rightarrow v_0 = 2t - 1$$

$$f_i = 3 \cdot 2^{i-1} \Rightarrow v_i = 2t - 1 - 2i, \text{ com } i = 1, \dots, (t-1)$$

$$e \sum_{i=0}^{t-1} f_i = n, \quad n \equiv n^\circ \text{ total de faces}$$

Note-se que este breve estudo apenas visou os hexaflexágonos com números de faces duplo uns dos outros. Existe no entanto a possibilidade de construir hexaflexágonos com 9, 12, 15, ... faces. É também possível a construção de tetra, penta, ou mesmo decaflexágonos. Todos estes tipos de flexágonos têm propriedades igualmente interessantes.

Existem pois muitos flexágonos com diversas variações. Em 1940 estes foram objecto de estudo para Richard Feynman e

assunto, para uma possível aplicação à física. Entretanto, mais recentemente, alguns investigadores voltaram a interessar-se por diversos tipos de construções feitas com dobragens de papel.

Nuno Inácio

* Este artigo é a adaptação de um trabalho por mim efectuado no âmbito da cadeira de Mecânica I no 2º semestre de 93/94, tendo como docente o Prof. António Brotas.

NOTA: Praticamente todas as propriedades dos hexaflexágonos aqui referidas foram por mim encontradas empiricamente, como resultado de conversas com colegas que na altura também estavam a trabalhar no assunto, e que por isso foram uma preciosa ajuda na elaboração do trabalho e por conseguinte deste artigo. g

BIBLIOGRAFIA:

- BOLT, Brian, *Actividades Matemáticas*, Gradiva
- GARDNER, Martin, *Flexagons*, Scientific American, December 1956
- GLEICK, James, *Feynman A Natureza do Génio*, Gradiva

MAGISTER DIXIT

«Um gato atormentando um rato também cria, pelo pensamento, a sua própria realidade primitiva. O facto de o gato assim reagir diante de qualquer rato, mostra que ele forma conceitos e teorias que o guiam através do seu mundo de impressões sensoriais.»

O leitor ou a leitora das duas frases que acima transcrevemos terão certamente pensado que as extraímos dos textos lidos, com alguma regularidade, nas celebrações da famosa seita dos Adoradores de Gatos.

Mas não! Elas são, segundo revelou ao repórter uma fonte que pediu o anonimato, da autoria de dois respeitáveis senhores, sem quaisquer ligações à referida seita, a saber, os senhores Leopold Infeld e Albert Einstein (in “A Evolução da Física”, p. 259, linhas 4-8, Ed. Livros do Brasil, Lisboa).

O desconhecimento, por parte do grande público, desta importantíssima descoberta, deve-se, segundo a mesma fonte, à acção concertada, nos meios de comunicação social, de alguns bem colocados académicos, defensores da conhecida tese segundo a qual estes felinos seriam sofisticados robots, controlados a partir de Marte.

Os senhores Infeld e Einstein, responsáveis pela verdadeira revolução científica que se pode, desde já, antecipar, eram, até esta data, dois físicos de modesta mas sólida reputação. Assim o atesta o facto de que, a obra de onde as fatais sentenças foram extraídas (fatais para os ratinhos iletrados, entenda-se!), é uma obra habitualmente recomendada aos estudantes de Física, pelo seu alto valor didáctico e pedagógico.

Note-se ainda, e muito a propósito, que a portentosa descoberta de que aqui se dá notícia surge, no texto supra-citado (cf. p. 258), como resposta à seguinte pergunta colocada pelos autores:

«Que conclusões podemos tirar do desenvolvimento da física como foi delineado neste livro?»

Atendendo à oportunidade da questão, anunciamos para breve, e em rigoroso exclusivo, a publicação de alguns extractos do monumental tratado “O Princípio dos Trabalhos Virtuais e a sua Aplicação à Dinâmica do Rato Assustado”, obra ímpar a muitos títulos, elaborada na década de 70 pelo conhecido erudito (e virtual) gato Prof. Dr. Dito de Schrödinger.



Uma foto histórica: o momento em que um dos mais promissores assistentes do Prof. Dr. Dito de Schrödinger, o Dr. Garfield, anunciava, entusiasmado, a descoberta da generalização aos espaços de Banach do teorema sobre o carácter não conservativo do fluxo de roedores.

Apesar de muito instado, o Prof. Dr. Dito de Schrödinger escusou-se, por uma questão de agenda, a conceder-nos a entrevista que insistentemente lhe solicitámos; aquiesceu, no entanto, em autorizar-nos a publicação dum documento que ilustra bem o impacto que o seu tratado está a ter nos meios académicos (ver fotografia). g

Luís Borges

A Vida

o Amor...

e as Vacas

Ao entrar para o Técnico atingimos o culminar de doze anos de esforço e dedicação. Porém isto não é o fim, é sim o início de algo fantástico que leva ao nosso desenvolvimento profissional, e mais, muito mais importante que isso, à nossa afirmação como seres pensantes e aptos. Pensei, pensei e decidi que o tema que iria abordar no meu primeiro artigo iria ser a vida no Técnico.

Acho que durante toda a minha, até agora curta, vida quis ir para o Técnico, a minha primeira palavra não deve ter sido nem pai nem mãe, mas sim integral. Portanto entrei, tal como a maioria das pessoas, fiquei esfusante, só não apanhei uma valente buba, porque na altura era abstémio.

Quando agora paro um pouco para pensar nessa altura vem-me sempre à cabeça: "Que tempo longínquo!". Porque razão pensarei eu isto? Talvez por já terem passado três anos, e convenhamos que três anos são $\pm 15\%$ da minha existência, número este que para qualquer físico, é uma exorbitância. Mas acho que a principal razão não é essa, mas sim o facto de me ter desenvolvido imenso desde então. O Técnico marca em nós o seu cunho de muitas formas; a principal é que nos ajuda a desenvolver a forma de pensar e quando digo isto não me refiro só ao facto de termos que aprender o teorema de Stokes, mas porque nos obriga a pôr objectivos na vida e a lutar arduamente por eles. E quando digo arduamente, é mesmo arduamente.

Não são todas as pessoas que em certas alturas têm que se deitar às seis da manhã, ou mesmo não se deitar, devido a um prazo qualquer terminar no dia seguinte.

É incrível ao entrarmos para o Técnico encontrarmos pessoas que têm connosco algumas afinidades bastante peculiares, tais como gostar de ver os desenhos animados do professor Engenhocas ou do Conan, e que nós à partida saibamos que irão ser nossos amigos para o resto das nossas vidas. Depois existem os jantares de curso, as manifestações, as discussões amigáveis (e selvagens), e aquelas raparigas lindas (ou rapazes) que nos põem a cabeça a andar à roda e

ajuda a crescer e a tornarmo-nos homens e mulheres responsáveis e competentes para enfrentar a vida com um sorriso nos lábios. Por todas estas razões posso, seguramente, afirmar que tenho orgulho em dizer:

“Eu sou do Técnico!” g

Armando Fernandes

UM CONTRIBUTO DA FÍSICA ELECTROMAGNÉTICA PARA A EVOLUÇÃO DARWINIANA DO AVESTRUZ

Aves como o avestruz e o ema não voam. Isto interrogou muitos ornitólogos tendo aparecido teorias que relacionavam este facto com o tamanho e o peso destas aves. Porém recentes observações de biólogos portugueses permitiram a um físico russo realizar uma nova e surpreendente tese sobre o assunto.

não nos deixam concentrar para fazer aquele relatório ou trabalho particularmente difícil. Em conclusão, tudo isto nos

Aves pertencentes à ordem dos Estunioniformes são caracterizados pela forma plana do externo, ou seja, a ausência de quilha.

Todas estas aves perderam algures na história da evolução a capacidade de voar. A explicação parece agora ligada à acção humana sobre o meio.

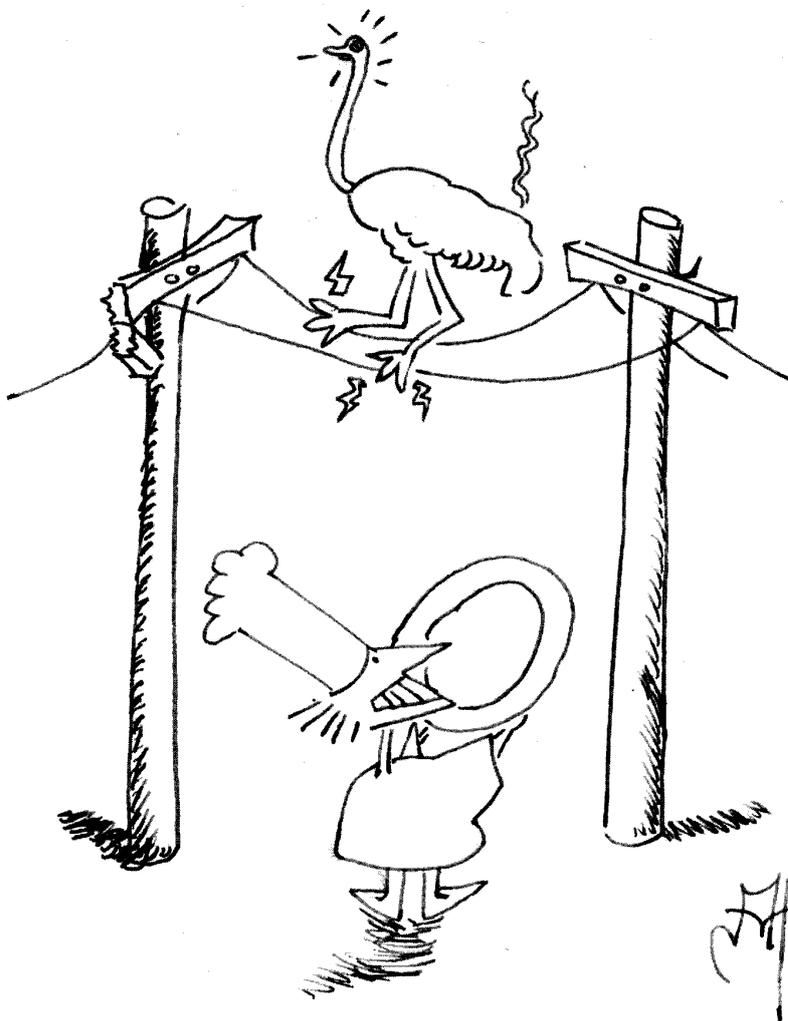
O mais conhecido membro da ordem das aves não voadoras é o avestruz. Com 2,50 m de altura e de 130 Kg de peso, cedo se pensou que a inoperância aérea deste ser se devia ao seu elevado peso e à sua pequena envergadura de asas.

Porém observações recentes de biólogos portugueses no habitat da Rua Augusta em Lisboa parecem desacreditar tal tese.

Observou-se que certa subespécie, *homo abafex*, adquiriu comportamentos em que levava a voar certos objectos completamente inanimados. Tais objectos tinham uma vasta gama de envergaduras e de pesos desde algumas gramas até milhares de quilos. Uma primeira parte do comportamento envolve uma grande proximidade e abordagem corporal aos membros da outra subespécie: *homo pressex*. Numa segunda fase os espécimens de *homo abafex* parecem tomados de uma enorme

crise de timidez que os leva a desaparecer sem deixar rasto. Entretanto certos objectos como carteiras, fios de ouro voam misteriosamente para os bolsos do *homo abafex* (daí crer-se que o *homo abafex* descende directamente do *homo habilis*). Primeiro pensou-se erradamente que se tratava de um ritual de acasalamento mas tal implicaria a rápida extinção desta subespécie e constatou-se que a população cresce actualmente a ritmo exponencial. Assim julga-se que este comportamento é

uma forma de parasitismo. Outra forma do mesmo comportamento associado a esta espécie é o levantar voo de automóveis (de preferência de grandes marcas pois são maiores e mais pesados). Os processos pelos quais se realiza este fenómeno são ainda misteriosos e objecto de investigação de ponta. Tais evidências naturais levaram à rejeição do modelo tradicional do não voo dos avestruzes... Houve assim que procurar uma nova explicação para a incapacidade de voo deste tipo de aves. Tal surgiu pelo espírito observador do grande físico Igor Electrocütadooff que, ao comparar as distribuições mundiais de avestruzes e da utilização de energia eléctrica, encontrou uma total correlação e



igualdade.

A tese simplicíssima de I.E. afirma que pássaros de grande envergadura, de pés e pernas largas, ao contrário dos pássaros mais pequenos, quando pousam sobre cabos de alta tensão não o fazem apenas sobre um cabo mas sobre vários. Fecha-se assim um circuito que mata estas aves por electrocucção uma vez que as correntes dos cabos se encontram desfasadas. A ignorância deste facto deve-se, segundo I.E., a um complot dos restaurantes de comida exótica (vide anexum pic. 1). Justifica-se assim que as grandes aves corredoras tenham perdido a sua habilidade de voar. Também se percebe porque é que só há avestruzes e emas em áreas do mundo onde não existem cabos eléctricos ou seja: nas savanas africanas e australianas. A vivência terrena destas aves é apenas uma consequência da evolução darwiniana que selecciona as características mais favoráveis aos indivíduos de uma população e a limita aos habitats onde a sua sobrevivência é possível. g

Nambda D'Leira
(Prof. Desauxiliar do I.S.T.)