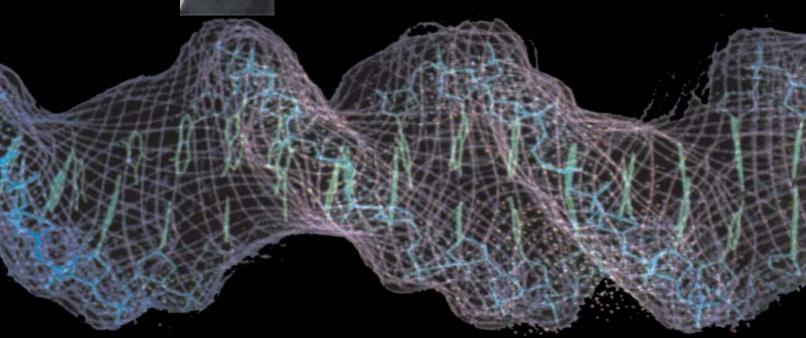


Revista do Núcleo de Física do I.S.T.



Entrevista ao Professor Alexandre Quintanilha



Venha conhecer o Mundo dos Algoritmos Genéticos - página 11 Saiba quais as grandes perspectivas para os físicos nos domínios da investigação em medicina

Conheça a opinião dos alunos de Biomédica sobre o novo curso e quais as suas expectativas para o futuro!

Ficha Técnica

Pulsar: Uma publicação do NFIST - Núcleo de Física do IST

Sede: Instituto Superior Técnico, Edifício Central, Sala de Alunos da LEFT. Av. Rovisco Pais, 1096 LISBOA Codex

Telefone: 218419082

e-mail: pulsar@fisica.ist.utl.pt

Site: www.fisica.ist.utl.pt/pulsar

Director: Manuel João Mendes **Secretário**: Jorge Miguel Vieira

Gabinete de Artigos: Filipe Cardoso e Filipa

Campos

Gabinete de Imagem: Marta Morgado e

Filipe Marques

Gabinete de Promoção e Divulgação:

João Caiado Figueiredo e Joana Loureiro **Responsável pelo sistema de Refereeing**: Jorge dos Santos

Agradecimentos: Nuno Morais e Pedro

Morais

Tiragem: 800 exemplares

Edição de Fevereiro de 2003 - Número 18

ÍNDICE

| - Editorial | |
|---|---|
| - VI Semana da Física | |
| - Entrevista ao Prof. Alexandre Quintanilha | |
| - Desvendando os Mistérios da Linguagem Cerebral | |
| - Algorítmos Genéticos | 1 |
| - Eng. Biomédica - Um breve balanço | 1 |
| - À Descoberta dos Pulsares | 1 |
| - ICPS 2003 | 1 |
| - Porque é que eu mudei? | 1 |
| - Provavelmente o conceito Matemático mais inútil do Mundo | 2 |
| - Secção Cultural: | 2 |

- Cartoons
- Puzzles e Enigmas
- BD exclusiva

Apoios:











aboratório de Instrumentação e Física Experimental de Particulas

FCT Fundação para a Ciência e a Tecnologia

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E DO ENSINO SUPERIOR

Portugal

Apoio do Programa Operacional "Ciência, Tecnologia, Inovação" (POCTI) do Quadro Comunitário de Apoio III.

EDITORIAL



Manuel Mendes pulsar@fisica.ist.utl.pt

Pulsar a cores! Bem...!"
- Eis a primeira reacção dominante dos nossos leitores habituais quando viram a última edição. Pois é, o PULSAR deixou de ser um jornal e passou a ser uma Revista dedicada à ciência em geral e física em particular.

Já me têm dito que não havia necessidade de investir tanto numa publicação desta qualidade, mas asseguro-vos, caros colegas, que isto ainda é pouco e há, sem dúvida, um grande caminho a percorrer...

Sabiam que esta é a única revista nacional, feita por estudantes, relacionada com física? É verdade, e por isso temos em mãos um projecto fundamental que tem muito para dar ao mundo académico.

É nossa intenção publicar pelo menos três edições por ano, onde teremos como condição não só a exigência de qualidade e rigor científico mas também uma melhor execução ao nível

dos conteúdos e aspecto gráfico, de forma a podermos abranger um maior leque de leitores dentro dos milhares de alunos e docentes do IST.

A presente edição é dedicada ao curso de Biomédica. Pela primeira vez na história do Pulsar, vamos ter 2 artigos escritos por colegas de LEBM e esperamos vir a ter muitos mais de futuro!

Mas porquê a Biomédica? Ora, esta será certamente a área científica dominante deste século e, contrariamente ao que possa parecer à primeira vista, são bastantes as perspectivas para os físicos nestes domínios.

Caminhamos a passos largos para uma cada vez mais pronunciada comunhão entre a física e a biologia, por isso é importante mantermos o espírito aberto ao vasto ramo de possibilidades que a ciência moderna nos contempla actualmente.

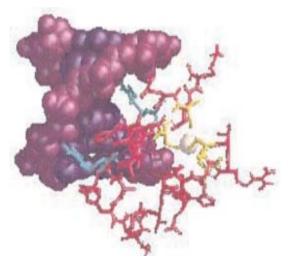
Existem, por exemplo, bastantes ex-colegas LEFTistas que estão neste momento a trabalhar em áreas relacionadas com a bioinformática, neurociências, biologia molecular... E isso acontece porque chegámos a um ponto em que a física se tornou claramente indispensável para a investigação em medicina.

Além disso, apresentamos os primeiros pareceres dos colegas de LEBM sobre o seu novo curso que tem, à partida, bom potencial para se tornar uma licenciatura promissora ao nível da investigação em biologia.

Entre outras coisas, não poderemos também deixar de abordar o fabuloso desempenho do NFIST na VI Semana da Física!

Para terminar gostava de alertar todos os interessados para o grande Encontro Nacional de Estudantes de Física (ENEF), que está a ser organizado pelo NFIST, e irá decorrer aqui no IST no fim-desemana de 14 a 16 de Março. Contamos com o apoio e a participação de todo o curso. Bem haja a todos!

A Redacção





filipacamposviola@yahoo.com A nossa agente infiltrada em Biomédica

VI Semana da Física

Creio que todos fomos testemunhas do sucesso que foi esta semana da física, não porque as anteriores foram piores, decerto, mas principalmente porque houve uma inegável harmonia e espírito de entre-ajuda entre todos os alunos, que esteve realmente patente no trabalho desempenhado. Aspectos que fazem com que iniciativas como esta valham realmente a pena.

Vamos agora conhecer algumas opiniões sobre o evento. Começamos com uma nota do nosso Presidente e depois apresentamos uma pequena entrevista a algumas das pessoas que tornaram este evento possível.

Na minha opinião esta Semana da Física correu bastante bem, penso que o factor mais positivo foi, sem dúvida, o aumento de colaboradores. Houve sempre gente suficiente a ajudar, especialmente no Circo que costuma dar mais dores de cabeça neste aspecto.

O facto de haverem novas experiências no Circo ajudou imenso para atrair colaboradores: havia a novíssima cama de pregos, a queda d'água, o berbequim (que nunca funcionou muito bem!) e o espectacular canhão electromagnético (pelo qual devemos um muito obrigado ao professor Horácio Fernandes!). Embora eu não pudesse estar junto do Circo a maior parte das vezes, penso que este correu muito bem, no entanto houveram certas coisitas que podiam ter estado melhor: a organização dos colaboradores nas respectivas bancadas, que nunca chegou a ser feita, e a montagem das experiências do Circo, que só foi feita no fim-de-semana anterior.

Em relação à secção de Astronomia, esta está realmente de parabéns: os minicursos foram um sucesso quase tão grande como o planetário, ficando a perder apenas no facto deste ter sido o primeiro ano em que houve minicursos, consequentemente, notouse alguma falta de experiência, no entanto foi uma iniciativa excelente por parte da Astro. As observações astronómicas é que escassearam um pouco mais em visitantes, a sua divulgação poderia ter sido melhor, este é um aspecto a corrigir para o ano que vem!

Aliás, todo o aspecto de divulgação poderia ter funcionado melhor (excepto, talvez, em relação às escolas): o cartaz que não ficou pronto a tempo, não ficou muito correcto e não

ficou quase nenhum de sobra! Outra coisa que também poderia ter corrido melhor foram os crachás: foram feitos muito em cima da hora e houve gente que ficou sem crachá, esta é mais uma correcção a fazer para o ano.

Mas esta Semana contou ainda com mais dois grandes feitos: o primeiro foi a excelente organização das visitas das escolas, foi muito bom especialmente porque



do NFIST!!).

tivemos muitas visitas, sem esta organização a Semana teria sido uma desgraça!!

O segundo foi a decoração feita no átrio, os painéis com as equações, os painéis de assinaturas e o Pêndulo Gigante foram coisas que agradaram muito aos nossos visitantes.

As palestras dos professores também correram bem, à parte de alguns percalços esporádicos... como desligar a luz durante uma palestra (as nossas desculpas ao professor José Natário!).

Num balanço final, acho que todos os que colaboraram nesta Semana da Física estão de parabéns (evitei nomear pessoas pois nesse caso teria de escrever cerca de 49 nomes diferentes!), mas foi verdadeiramente comovente sentir como tantos alunos de LEFT se mobilizaram para realizar esta Semana. Acho que foi uma grande vitória do NFIST e dela sairão senão coisas boas para todos nós (nós, alunos de LEFT e em especial os colaboradores

Rui Neto (Presidente do NFIST)

Pulsar – De tudo o que aconteceu, o que é que te agradou mais?

João Fortunato - Acho que toda a organização da semana correu bem. Foi bom ver tanta gente como já não via há muito tempo empenhada em pôr a semana de pé, principalmente pessoal do 2°

ano, o que de certo modo me deixa descansado pois sangue novo e cheio de vontade de trabalhar é excelente (não que os velhos não façam falta...). Puxando a brasa à minha sardinha, acho que deviam agradecer ao Horácio a ajuda dele, nomeadamente as experiências (canhão, pressão em função da profundidade, PCs, arranjou o Van der Graff...).

Luís Guimarãis - A recepção às escolas estava muito bem organizada. Havendo cola-



Física para todas as idades! :)
Pois como se diz e bem, é de pequenino
que se torce o pepino...

boradores suficientes, é uma ideia excelente haver um guia por escola, desde que este tenha "pachorra" suficiente para aturar carácteres mais difíceis. A ideia dos minicursos foi também muito boa. Para a próxima deveria haver minicursos com temas mais gerais, se bem que a ideia foi da Astro.

Rui Pereira - A nível geral correu bastante bem. A distribuição das escolas pelos diferentes sítios (circo/palestras/planetário) foi bem feita, assim como o acompanhamento constante das mesmas por alguém. Em relação ao planetário, correu tudo de acordo com o que se esperava, sempre com a lotação esgotada.

Myriam - Acho que tudo correu mais ou menos bem. Foi dificil coordenar tantas pessoas. O planetário correu bem (acho eu) e os alunos estavam interessados.

Pulsar - Na tua opinião, o que é que poderia ter corrido melhor?

João Fortunato - Deveriam, tal como eu defendi, ter sido feitas sessões de explicação das experiências do circo (como se fazem de planetário) para explicar aos colaboradores as experiências, e especialmente como é que elas funcionam e como é que se podem estragar se não se tiver cuidado.

Luís Guimarãis - Tudo, se alguém se lembrar de uma maneira de melhorar a coisa em questão. Mas a semana até correu bastante bem, rivalizando com a "mítica" segunda semana.

Rui Pereira - Foi um erro ter arrastado o pedido do planetário para tão tarde (mea culpa) já que, como se viu, não foi possível tê-lo no fim de semana anterior, e isso penalizou o treino dos caloiros (o que se notou posteriormente em algumas sessões...). O tempo podia ter estado melhor para as observações, mas isso não é culpa de ninguém.

Myriam - Os minicursos foram difíceis. Os colaboradores não estavam totalmente preparados, é preciso rever a formação dos colaboradores. Mas acho que a culpa foi a falta de tempo, tendo alguns dos colaboradores que aprender vários temas. Não tivemos muita sorte com as salas: tivemos que contentar-nos com o salão nobre (é muito difícil dar um minicurso a mais de 30 alunos, numa sala enorme e com palestras a decorrer ao mesmo tempo! Muitos dos alunos não ouviam quase nada.).



Mas, para o ano, tenho a certeza que vai correr melhor. Espero que as escolas não tenham tido muito má impressão de nós, e que voltem para o ano aos minicursos.



Pulsar - De um modo geral, achas que os alunos estavam interessados sobre a área onde estiveste a colaborar (circo, minicursos, planetário, organização ...)?

João Fortunato - Julgo que sim, apesar de achar que muita gente que esteve no circo não fazia ideia de como explicar as coisas.

Luís Guimarãis - Eu estive a maior parte do tempo no circo e os alunos estiveram sempre bastante interessados... mas isso talvez fosse defeito meu . Grande parte das atenções iam para a bola pendurada no meio do átrio. Por um lado foi bom, porque distraia os elementos mais nocivos à exposição. Por outro foi mau, porque quando em grande número faziam muito barulho.

Rui Pereira - Bastante interessados no planetário. Em relação às observações já não posso dizer o mesmo, com excepção da última noite que se apresentava mais composta. No entanto, o tempo também não ajudou muito...

Myriam - Os colaboradores estiveram todos muito motivados e interessados no

que estavam a fazer. Muitos dos colaboradores dos minicursos estiveram a documentar-se para adicionar fotografías e dados às apresentações.

Pulsar - Achas que houve demasiadas pessoas (alunos, professores...) para o número de colaboradores?

João Fortunato - Houve alturas que sim, faziam falta mais alguns colaboradores. Por outro lado, houve outras alturas em que só houve colaboradores...

Luís Guimarãis - Há-de haver sempre. No entanto, este ano, excepto em certos períodos do circo, houve sempre um número adequado entre colaboradores e visitantes.

Rui Pereira - O numero de pessoas é sempre demasiado em relação aos colaboradores. Quantos mais melhor. O que é essencial é organizar e planear a disposição dos mesmos: 20 pessoas atrás de uma bancada do circo não é lá muito bom, enquanto que é importante ter sempre alguém disponível para acompanhar e distribuir as escolas.

Myriam - O único problema na semana da física foi o número demasiado elevado de alunos para o número de colaboradores. Para resolver este problema, poder-seia aumentar o número de dias da semana da física ou encontrar mais pessoas dispostas a ajudar.



Entrevista com o Prof. Alexandre Quintanilha

Conduzida por Miguel de Lima Teixeira e transcrita por Rui Alexandre de Sousa Franco



Para nos falar um pouco do vasto mundo da Biomédica quem melhor que o famoso Prof. Alexandre Quintanilha, recentemente nomeado para integrar o Comité de Investigação e Exploração da National Geographic Magazine!

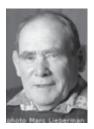
Nasceu em Moçambique, em 1945, e tirou o doutoramento em Física do Estado Sólido em 1972, na Universidade de Joanesburgo. Entre 1972 e 1990 viveu nos Estados Unidos onde desenvolveu um intenso

trabalho de investigação científica em vários domínios da biofísica. Depois veio para Portugal, para a Universidade do Porto onde actualmente lecciona, e fundou em 1991 o prestigiado IBMC (Instituto de Biologia Molecular e Celular).

1. Ainda antes de ingressar para a universidade em Joanesburgo, como lhe surgiu o gosto pela física? Houve alguém que o inspirou/ influenciou de algum modo?

Até ao 7º ano do liceu, que na altura era o ultimo ano, a física não foi uma coisa que particularmente me inspirou. Depois no 7º ano tive um professor de física, que penso que era assistente universitário e resolveu ir dar aulas no liceu, e era uma pessoa muito curiosa. Esse professor não era nada claro, as aulas dele eram muito más em termos de exposição, mas falava de assuntos que eu nunca tinha ouvido falar, portanto eu fiquei fascinado e muito curioso acerca de coisas que ele discutia e que eu não percebia na altura.

Foi essa pessoa que me conseguiu questionar sobre se eu não deveria ir para uma área que tivesse física.



Sydney Brenner – Galardoado com o Prémio Nobel da Fisiología e Medicina de 2002 pelas suas descobertas relacionadas com a regulação genética do desenvolvimento de órgãos e morte celular programada

2. Depois de ter completado o doutoramento em Física Teórica o que o levou a seguir uma carreira nos Estados Unidos mais relacionada com o ambiente?

Não escolhi ir para o ambiente logo de seguida, eu quando estava no ultimo ano do doutoramento conheci o Sydney Brenner, um dos três homens que este ano ganharam o prémio Nobel da fisiologia e da medicina. Falei-lhe nesta questão de ter feito física, que tinha gostado muito, e em tons de brincadeira, disse-lhe que tinha feito física para provar que era esperto, e que agora que sabia que era esperto, já tinha um doutoramento em física teórica, ia fazer aquilo que me apetecia fazer. Mas estava com muito medo porque não sabia nada de biologia, foi então que ele me disse, "Qual é o problema? Você tem 25 anos, porque é que está preocupado, está no princípio da vida, você aprende, se não sabe aprende!". Eu achei aquilo muito saudável da parte dele e foi isso mesmo que eu fiz.

Ao acabar o doutoramento fui para Berkley, nos EUA, e a ideia era ir à procura de um laboratório onde me aceitassem para aprender biologia. Arranjei um laboratório onde me ensinaram alguma biologia, mas não era em ambiente. Eu estava a trabalhar principalmente em stress oxidativo e a perceber mecanismos de oxidação e de sistemas biológicos. A partir dai não foi difícil interessar-me pelo ambiente devido aos stresses ambientais. Então houve um desafio muito grande no Lourentz Berkley Laboratory, onde abriram uma posição para dirigir um centro de estudos ambientais. Eu candidatei-me e entrei. Achei muita piada porque nessa altura as questões ambientais tinham começado a despertar muito interesse na sociedade.

3. Acha que o IBMC veio a tornar-se o projecto que tinha inicialmente sonhado? Ou ainda tem um longo caminho percorrer?

Eu acho que em termos daquilo que foi pensado inicialmente, está a cumprir exactamente as ideias iniciais, isto é, tem uma série de áreas de excelência que congregam pessoas de várias faculdades, de várias escolas, de vários sítios ou alunos de muitos sítios diferentes. Eu acho que isso está a funcionar muito bem. É obvio que eu gostaria que fosse ainda melhor. Eu gostaria que quando abríssemos um lugar, se candidatassem 200 pessoas em vez de 10, e

gostaria que se candidatassem pessoas de todo o mundo. Portanto ainda acho que há muito caminho a percorrer.

Gostaria muito que o IBMC tivesse uma percentagem muito significativa de estrangeiros, isso seria muito salutar para facilitar a mistura de áreas, onde os diferentes institutos se associam entre si, e isso seria muito importante para o IBMC. Mas acho que está no bom caminho, é obvio que eu gostaria que estivesse muito melhor.

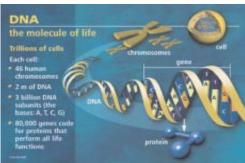
4. Ao nível da investigação científica, qual é o projecto mais importante em que está presentemente envolvido?

Eu tenho continuado a trabalhar na área do stress, e a perceber os mecanismos de adaptação do stress, e portanto eu tenho vários projectos em que estou a trabalhar. Estou a tentar identificar marcadores biológicos para situações de stress na gravidez, no exercício físico,... coisas desse tipo. Mas para min a questão que me está a fascinar mais nesta altura é que eu ando muito interessado pela questão da percepção do risco. Como é que nós percebemos o risco, como é que transmitimos o risco, como é que comunicamos o risco, e como é que a percepção do risco poderá ser importante em decisões pessoais, sociais e políticas.

Cada vez mais o risco é invocado como a razão principal de muitas decisões, na sociedade, na política, na economia, no emprego. Eu acho que o risco é uma coisa muito interdisciplinar, tem muito a ver com, por um lado, os dados que existem, e que às vezes são poucos, tem muito a ver com a nossa visão do mundo, se achamos que o mundo é robusto ou frágil. Tem muito a ver com questões de confiança, quem é que nos dá a informação. Portanto eu estou muito interessado sobre a questão do risco, é um pouco aquilo que eu gostaria de me dedicar nos próximos anos.

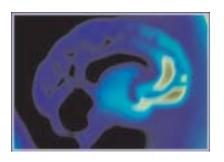
5. Em termos de recursos humanos e financeiros, como compara as condições que tinha nos Estados Unidos com as de Portugal?

Não tem comparação. Em primeiro lugar há muito mais dinheiro público e privado, para investigação nos Estados Unidos. Há duas grandes áreas nos Estados Unidos que são conhecidas pela sua excelência, uma é a área da Baía outra é área de Boston, portanto nestas duas áreas os



recursos financeiros e humanos são os melhores do mundo. Quero dizer que não se podem fazer comparações.

Agora eu também acho que nós, em termos de grupos de excelência, não temos assim tanto auanto isso. Se nós investíssemos o dinheiro todo só nos grupos de excelência, era mais do que suficiente para eles funcionarem. O problema é que Portugal está no início do desenvolvimento da ciência, não se pode dar ao luxo de deitar tudo fora e só ficar com meia dúzia de áreas que iá demonstraram a sua excelência. Portanto tem de haver um certo apoio. Agora estamos todos a apertar o cinto. eu não consigo perceber é porque continuamos a construir os 10 estádios de futebol, acho aue é dinheiro totalmente deitado à rua. Gostaria que houvesse mais investimento em



ciência, em educação e em educação da ciência.

6. Uma das áreas da investigação em medicina que tem certamente uma enorme

correlação com a física é a neurociência. Na sua opinião, acha que esta área está a ser bem explorada a nível nacional pelos físicos e biomédicos?

Não, acho que devia de ser muito mais explorada, acho que

estamos a caminhar na boa direcção, acho que é uma área fascinante, pensar que nós não sabemos o que é o pensamento e o que é a memória. Penso que devia haver uma ligação muito mais forte e mais gente, da física e da engenharia, a trabalhar com biólogos e com médicos, e acho que há pouco ainda. No entanto, é muito difícil duas disciplinas falarem uma com a outra porque têm linguagens diferentes. Em física sabe-se o que são equações

diferenciais, operadores, e os biólogos não sabem, é mais fácil para um físico aprender biologia do que ao contrário. Para mim foi fácil passar da física teórica, para matar ratos e fazer experiências com mitocôndrias, mas ao contrário é muito difícil.

Os físicos têm de aprender que a biologia é uma área muita "suja", quer dizer, não é uma disciplina determinista, há montes de factores a ter em conta que fazem com que seja impossível prever com exactidão todos os resultados. Por exemplo, é absolutamente absurdo pensar que genética vai explicar as características das pessoas, que vamos saber se uma pessoa é agressiva, ou tem predilecção por alcoolismo, ou se é homossexual... Quer dizer, é impossível saber isso porque não se trata de um gene mas de 30 genes e, além disso, ainda há o ambiente e todo um conjunto de factores externos. O grande perigo hoje em dia, com esta visibilidade enorme da genética, é que muita gente ainda considera a genética quase como uma disciplina determinista. Eu costumo dizer que antigamente dizia-se: "Diz-me quem são os teus amigos e eu seu quem tu és". Agora diz-se: "Diz-me qual é o teu DNA e eu sei quem tu és". Ambas são disparadas, mas ambas têm um bocadinho de verdade, são complementares uma da outra.

7. Em termos gerais, quais são as áreas da física que mais se relacionam com a investigação biomédica, e quais os seus contributos mais valiosos nesse ramo de pesquisa?

Eu acho que a coisa mais elegante que a física fez foi explicar a condução de um sinal nervoso ao longo de um nervo. Outra das áreas muito interessantes é a área de conversão de energia, como é que a energia química é transformada em energia eléctrica e vice-versa. Portanto termodinâmica, fluidos, mecânica, electricidade e magnetismo, também são importantes.

Acho que há uma área bastante importante que são as aplicações da espectróscopia para perceber fenómenos químicos, quer dizer, olhar para o interior do corpo por ressonância magnética, utilização da emissão de positrões, os ultrasons. Na área da espectróscopia desde os raios gama até ás ondas de radio há aplicações enormes que têm sido feitas. Agora há muita gente a falar no Caos, aí as contribuições ainda são menores, ainda estamos no inicio, e acho que essas contribuições são mais explicatórias. Um dos grandes problemas da teoria da evolução é que não prevê, só explica, mas já estão a começar aparecer as primeiras previsões. Saiu agora um livro traduzido para português que se chama "O Mistério dos mistérios" que é muito interessante e tem a ver com a evolução da teoria da evolução.

8. Pensa que Portugal poderá vir a ocupar um lugar de destaque na investigação biomédica?

Eu acho que já ocupa em certas áreas, acho que nós já temos pessoas que têm impacto internacional. Se vai ocupar um espaço mais importante, eu penso que vai depender muito das políticas de financiamento, de atracção de estímulo para a ciência, de atrair jovens para a ciência, dar-lhes condições para eles se desenvolverem, e acho que isto não tem de ser só uma responsabilidade do governo, tem de ser uma responsabilidade da sociedade em geral. Acho que isso vai depender muito das políticas de ciência em Portugal. Eu estou esperançoso que sim, porque as mensagens que eu recebo é que tudo o que tem qualidade vai ser apoiado, e como eu acho que há coisas de grande qualidade, se elas forem apoiadas estamos no bom caminho.

9. É dito que a Genética será a área dominante deste século. Que perspectivas é que acha que os físicos poderão ter ao nível da investigação nestes domínios?

Eu acho que a propaganda que se faz à volta da genética, dá a impressão que ela vai resolver os problemas de todas as áreas do conhecimento, isso é um bocado exagerado. Penso que a ferramenta de conhecer e manipular o DNA é uma ferramenta poderosíssima, acho que nos vai ajudar a perceber muitas coisas, mas há outras áreas da ciência interessantíssimas. Não nos podemos esquecer que a biologia é toda feita de partes que são física, química, matemática e outras áreas.

Tenho sempre algum receio quando se diz que a Genética vai ser a área dominante do futuro. Eu próprio já disse isso, que a química foi a ciência do século XIX, que a física era a do século XX, e que a biologia seria do séc. XXI. Se vocês pensarem bem as contribuições que revolucionaram a ciência no século XX foram da física, reparem na teoria da relatividade e na teoria quântica, por exemplo.

Em primeiro lugar não gosto muito desta divisão das disciplinas em grandes áreas. Cada vez mais as disciplinas são interessantes porque elas se interligam, quer dizer, eu acho que um treino em física ajuda a pensar de uma determinada maneira que pode ser muito útil para resolver certos problemas em biologia, a maneira como a aprendizagem da física é feita dá-nos certas ferramentas para fazer perguntas novas que muitas vezes são refrescantes quando postas noutros contextos. Por exemplo, uma das perguntas mais fascinantes é: "Qual o número mínimo de genes num organismo que é necessário para ter vida?", e há pessoas a trabalhar nisso, estão a pegar em organismos muito simples e vão a tirando genes para ver quando é que deixa de haver vida.

10. Na sua opinião, vê alguma analogia entre o rumo que tomou a sua vida e o facto de ter nascido exactamente no mesmo dia do lançamento da bomba atómica em Nagasaki? Pensa que a sua vida causou muitas ondas colaterais ou será que a bomba ainda está por explodir?

Eu não tenho mantido o meu interesse numa só área, portanto é muito mais difícil a uma pessoa que varia muito de interesses depois ter um impacto muito grande, como quem passou a vida toda a estudar uma só coisa qualquer. Aquilo que eu fiz são coisas que tiveram impacto em várias disciplinas, mas são coisas que depois desinteressam-me e quero ir fazer outra coisa, portanto não estou a espera de uma grande onda. Acho que as descobertas da ciência se dão através de pequeninos passos que as pessoas dão. O Newton dizia que as grandes descobertas que ele fez foram baseadas nos degraus que ele subiu com a informação das pessoas que vieram antes dele. Portanto não me parece que eu ainda vá fazer muitos estragos.



Desvendando os Mistérios da Linguagem Cerebral

por Sofia d'Orey (LEBM)

Em 1986 Apostolos P. Georgopoulos descobriu que a actividade dos neurónios motores está relacionada com a direcção em que se dá o movimento. Esta descoberta aplicada aos *Brain-machine interfaces*, elos de ligação entre o cérebro e um dispositivo artificial, deu início a uma nova era de próteses mecânicas. O potencial deste tipo de aplicações é infindável.

O que são Brain Machine Interfaces e como funcionam?

Como o nome indica, um Brain-Machine Interface (BMI) é algo que faz uma espécie de ligação entre o cérebro e um dispositivo artificial. Existem dois tipos de BMIs. O primeiro, acerca do qual não se falará em profundidade, gera sinais eléctricos artificiais que depois transmite ao cérebro. O olho artificial utiliza um BMI deste tipo. Neste aparelho, que se encontra já em desenvolvimento, um BMI recebe a informação do exterior através de uma câmara. Depois de processada pelo BMI, esta informação é enviada para o lobo occipital do cérebro, local onde se encontra a área visual. Aqui a informação é compreendida: a imagem é vista.

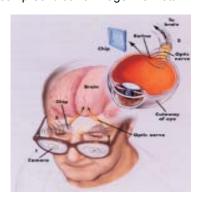


Figura 1: O olho artificial está já em desenvolvimento.

No segundo tipo de *BMIs*, a informação é obtida no cérebro e, passando pelo *BMI*, é utilizada num dispositivo artificial como, por exemplo, um robot. Para proceder à construção dum *BMI* deste tipo é essencial uma compreensão vasta do cérebro. Em primeiro lugar, dependendo da função que o dispositivo vai exercer, é preciso saber onde, no cérebro, se originam as

ordens que controlam essa função. No caso dos *BMIs* que traduzem informação motora é inicialmente indispensável saber onde se encontra a área motora do cérebro. Depois é preciso descobrir como os neurónios dessa zona codificam essa informação para que esta possa ser traduzida numa linguagem compreendida pelo dispositivo artificial.

O Sistema Nervoso e o Movimento

tecido nervoso constituído por dois tipos de células: neurónios e células da glia. As células da glia têm como função essencial o suporte dos neurónios e, portanto, não têm muita importância no movimento. Os neurónios são as células essenciais na transmissão de informação entre os vários componentes do sistema nervoso e outras partes do corpo. nomeadamente os músculos.

O sistema nervoso tem um papel importante no movimento. O córtex motor, localizado nos lobos frontal e parietal do córtex cerebral, é a parte do sistema nervoso que controla o movimento. É a partir daqui que é transmitida a informação acerca do movimento para os músculos. Esta informação é transmitida por meio de impulsos nervosos que se propagam desde o córtex motor até aos músculos e indica se estes se devem contrair ou relaxar para se dar o movimento.

+ Curbus Control of Normal

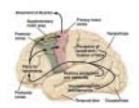


Figura 2: O córtex motor encontra-se nos lobos frontal e parietal do cérebro.

Como se obtém a informação acerca da actividade do

córtex motor?

Cada neurónio motor gera um sinal de maior intensidade quando o movimento se dá numa certa direcção, a preferencial. Num braço, por exemplo, a intensidade do sinal eléctrico é máxima quando o movimento ocorre na direcção preferencial. Quando o braco se move numa outra direcção, a intensidade diminui proporcionalmente ao coseno do ângulo entre a direcção preferencial e essa nova direcção. Portanto é essencial, ao desenvolver um BMI, conseguir informação da actividade de muitos neurónios individualmente. Para este efeito actualmente existem os microeléctrodos, capazes de obter sinais de vários neurónios individuais. ou EEGs intracraniais. No entanto. procuram-se ainda outras formas menos invasivas de obter esta informação, como, por exemplo, a utilização de EEGs externos. O uso destes ainda não é possível porque um sinal eléctrico obtido com esta técnica é proveniente da soma da actividade eléctrica de muitos neurónios. Consequentemente a precisão deste método não é suficiente para comandar um dispositivo artificial, como, por exemplo, um braço robótico.



Figura 3: A posição dos eléctrodos sobre o crânio num EEG externo. Este tipo de técnica ainda não tem a precisão necessária para recolha de informação que irá operar uma prótese mecânica.

Como se controla o dispositivo artificial?

É claro que mesmo que se obtenham os sinais neuronais estes

Pulsar Número 18

não podem ser imediatamente utilizados para controlar um dispositivo artificial. Em primeiro lugar é necessário ver qual a relação entre a actividade do córtex motor e os movimentos. Isto consegue-se medindo a actividade cerebral ao mesmo tempo que se processam os movimentos. Como, para cada direcção de movimento, se tem um padrão diferente da actividade neuronal consegue-se, obtendo um sinal neuronal, saber qual o movimento pretendido. Assim, cada sinal eléctrico do córtex motor determina a posição seguinte do dispositivo mecânico. Obtendo uma sequência de vários sinais obtém-se assim também uma sequência de posições do dispositivo, surgindo então o movimento mecânico.

Em meados dos anos 90, Miguel Nicolelis e John Chapin ensinaram um rato a controlar uma alavanca com os seus pensamentos. Como se vê na figura 4, quando o

rato pressionava a alavanca, chegava à gaiola uma gota de água. O rato repetiu esta sequência várias vezes, enquanto se analisavam os padrões seus neuronais. Posteriormente, desligou-se a ligação entre a alavanca e o aparelho que distribuía a água. Assim, a única ligação entre o rato e o aparelho não era física: era cerebral. A princípio, o rato, desesperado, pressionava repetitivamente mas a água não chegava à gaiola. Mas numa destas tentativas, o aparelho

respondeu e a água chegou-lhe: o padrão neuronal tinha sido idêntico àquele que se tinha obtido anteriormente. Pouco a pouco, o rato apercebeu-se de que não precisava de fazer o movimento físico de pressionar a alavanca: bastava-lhe pensar para conseguir que a gota de água lhe chegasse.

O controlo dum dispositivo artificial, apesar de parecer extraordinário, tem uma explicação relativamente simples. Tal como aprendemos a controlar um braço ou uma perna quando somos pequenos, é possível aprender a controlar um robot através dum BMI. Aos poucos, será possível ir testando o dispositivo artificial, literalmente aprendendo a controlá-lo. É aqui que a informação visual tem muita importância. Quando é possível ver a trajectória real do instrumento mecânico e compará-la com a pretendida, torna-se mais fácil a correcção desta. Assim, a aprendizagem torna-se mais rápida e a utilização do robot mais eficaz.

Depois dos ratos, Nicolelis e Chapin começaram as suas experiências em macacos. O primeiro sucesso foi conseguido em 2000, quando conseguiram que um macaco controlasse dois braços robóticos com os seus pensamentos. Um destes braços encontrava-se na sala ao lado da sala onde estava o

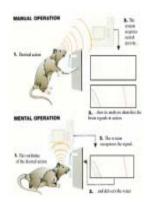


Figura 4: Um rato aprende a controlar um computador com o seu cérebro.

macaco, enquanto que o outro encontrava-se a 1000km de distância. Para este segundo braço robótico a informação foi transmitida através da Internet.

Em 2001 Nicolelis e Chapin começaram a trabalhar com outros macacos, tendo estes que manipular um *joystick* de maneira a acertar em alvos num ecrã com um cursor. Depois do macaco ter compreendido o sistema, começaram a desligar a ligação entre o *joystick* e o computador em cerca de 30% dos alvos, sendo então a única ligação, entre o cursor e o macaco, o seu cérebro. A certa altura o macaco percebeu o que se passava, e deixou quase totalmente de fazer movimentos com a mão. Verificaram também que, como o macaco podia

ver o percurso do cursor, o *BMI* fazia previsões melhores do percurso do cursor. Uma explicação para isto é que o macaco podia ir corrigindo a trajectória à medida que o cursor se movia.



Figura 5: Um macaco controla dois braços robóticos através de um BMI

BMIs e o Futuro

No futuro mais próximo, enquanto ainda não é possível fazer a regeneração controlada de tecido nervoso com células estaminais, os *BMIs* terão um papel essencial no restabelecimento de funções motoras num doente paralisado. Por exemplo, poderão ser utilizados para controlar uma cadeira de rodas, ou até um membro mecânico, utilizando só os pensamentos do doente.

Num futuro mais longínquo, é possível que os *BMIs* tenham a capacidade de, a partir do dispositivo artificial, transmitir informação táctil ao cérebro. Com esta tecnologia, um doente que tenha tido um braço amputado poderia, ao agarrar num objecto com um dispositivo artificial, determinar

a consistência do objecto, a sua textura. Assim, saberia qual a força a aplicar para levantá-lo, por exemplo. (Na prática, isto corresponderia a ter um *BMI* complementar, do primeiro tipo).

Os avanços tecnológicos dos últimos anos nesta área de *BMIs* ultrapassaram as expectativas de muitos. E ainda assim é, por vezes, difícil acreditar que se conseguiu chegar tão longe. Mas a realidade é que a nova geração de próteses (e não só) está aí a chegar.

Referências e Mais Informações:

Mind Over Matter - Brain Wave Kinetics, Dennis Meredith:

http://www.adm.duke.edu/alumni/dm24/mind.html



Figura 6: O Futuro?

Controlling Robots With the Mind, Miguel A. L. Nicolelis e John K. Chapin:

http://www.sciam.com/article.cfm?articleID=00065FEA-DAEA-1D80-90FB809EC5880000

Actions From Thoughts, Miguel A. L. Nicolelis:

http://www.nicolelislab.net/NLNet/Load/Papers/NATR_0101.pdf Artificial Vision:

 $\frac{http://www.sfn.org/content/Publications/BrainBriefings/}{artificial vision.html}$

Algoritmos Genéticos

por Jorge Miguel Vieira

Referência Histórica

A ideia da criação de inteligência e vida artificial remonta aos primórdios da ciência da computação. Os pioneiros deste campo – A. Turing, J.von Neumann entre outros - tinham já em mente o desenvolvimento de programas de computador que recriassem inteligência e características pertencentes aos seres vivos, como a autoreplicação e a capacidade de adaptação a novos ambientes.

Descrição Genérica

Como pelo nome se pode adivinhar, os A.G. utilizam as ideias de Darwin sobre a evolução das espécies como suporte de desenvolvimento. De forma simplificada, dado um grande número de elementos de uma especie (população) inseridos num dado ambiente temos a seguinte regra: os mais aptos ao ambiente envolvente terão mais hipóteses de prolongar a sua vida, e perpetuar um pouco mais as suas características individuais ao longo das gerações vindouras, que os indivíduos menos aptos. É a chamada Seleção natural.

Notemos um aspecto importante, no parágrafo anterior foi utilizada uma expressão que nos remete para um caracter probabilístico nos acontecimentos descritos: "(...) terão mais *hipóteses* de prolongar a sua vida (...)".

Na natureza podemos verificar comportamentos profundamente complexos, que tiveram origem em realidades elementares, e que depois se desenvolveram de forma a gerar um elevado grau de complexidade, sendo um caso limite o da sociedade humana. Podemos perguntar que regras regeram (e regem) estas transformações. Para os A.G., e para a computação evolucionária em geral, é o acaso que toma um papel fundamental no desenrolar dos acontecimentos. A aleatoriedade. Muitos cientistas acreditam que a melhor forma de olhar para esta questão é a seguinte: Partindo de comportamentos muito simples, que no fundo são regras acrescidas de um factor probabilistico, emerge a diversidade de fenómenos complexos e naturais que hoje dispomos, observamos e contemplamos.

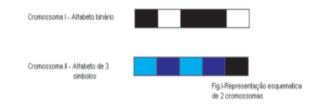
Terminologia Biológica

Foquemos para já a nossa atenção num ser vivo. Acredita-se que toda a informação sobre uma qualquer característica sua está contida em cadeias de D.N.A.

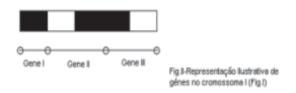
Chamamos a cada uma destas cadeias um cromossoma.

No contexto dos A.G. um cromossoma pode ser representado por uma cadeia de '0's e '1's, ou por uma outra combinação qualquer de caractéres, dependendo do alfabeto utilizado (decimal, hexadecimal, ou outros), e corresponde geralmente a um candidato a solução do problema proposto.

Por exemplo, podemos ter como cromossomas as seguintes cadeias (cada côr representa um símbolo no alfabeto):



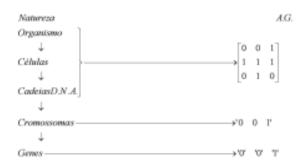
Cada cadeia de D.N.A. está dividida em blocos funcionais, denominados de *genes*, cada um codificando uma proteína. Em A.G. acontece algo semelhante: apesar de a "funcionalidade" de um gene estar dependente de muitos factores, consideramos um gene como um *bit* ou uma cadeia de bits consecutivos no interior da cadeia principal que forma o cromossoma, sem ter agora em mente que papel funcional poderá desempenhar. Esquematicamente temos a seguinte representação:



Cada gene ocupa uma dada posição, *locus*, e tem uma determinada constituição, *alelo* (em representação binária pode ser ou '0' ou '1').

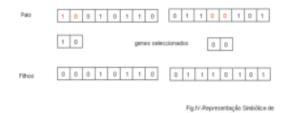
Num mesmo indivíduo podemos ter vários cromossomas aos quais chamamos *genoma*.

Em resumo, tudo o que foi dito neste parágrafo pode ser descrito esquematicamente da seguinte forma:

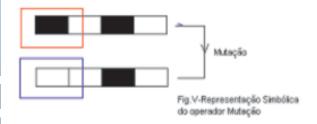


Na natureza, um organismo que pode ser caracterizado genericamente da forma descrita perpetua a sua existência reproduzindo-se. Na reprodução, genes de diferentes cromossomas são trocados entre si. A este fenómeno chamamos de *Crossover*. Ao nível dos A.G., *Crossover* é uma espécie de função que tem como argumentos 2 cromossomas e que os retorna com algumas modificações. Esta função selecciona um ou mais genes em cada um dos cromossomas e em seguida troca entre eles os genes seleccionados. Tal como na natureza, o *Crossover* não acontece em todas as ocasiões, isto é, tem uma certa probabilidade de ocorrer.

De forma esquemática temos:



Outro fenómeno que ocorre na natureza, mas com frequência muito inferior ao crossover é a *mutação*, em que furtuitamente um gene do cromossoma é substituido por outro. É uma espécie de erro natural. Em A.G.s a *mutação* é um outro operador com uma probabilidade atribuída a si mesmo (em geral, muito inferior à probabilidade de crossover), e que tem como objectivo, no caso de acontecer, a troca de um gene por outro, tal como ilustra a figura seguinte:



Podemos agora perguntar como selecionamos organismos para darem origem a uma população. Naturalmente, os organismos mais aptos, mais adaptados ao meio envolvente, terão mais hipóteses de serem escolhidos. Tal como na natureza, os A.G. recriam exactamente esta situação.

Espaços de procura e Paisagens

Uma espécie natural é constituída por numerosos elementos, cada um com determinadas características em comum, que permitem a sua identificação como pertencente à espécie.

Como usualmente, chamamos ao conjunto de todos os organismos de uma espécie uma população. Em A.G., uma população é então um conjunto de cromossomas representados por cadeias de bits e que, face a um determinado problema, representam um conjunto de candidatos à sua solução. Ao conjunto de todos os candidatos a solução de um problema chamamos de "Espaço de Procura" (E.P.).

 $\label{eq:posterior} \mbox{Por exemplo, consideremos o seguinte problema:}$

Qual a linha fechada constituida por N segmentos de recta de comprimento I, fazendo cada par de segmentos consecutivos um angulo alfa, entre p ângulos disponiveis, que maximiza a area encerrada?

O espaço de procura é o conjunto de todas as figuras obtidas unindo cada 2 linhas consecutivas de forma permitida pelas condições do problema. Uma forma

de resolver esta questão é através de um método exaustivo, em que se procuram uma a uma, todas as formas possiveis, e escolhendo no final aquela que tiver maior área. Mas como verificamos o número de elementos de E.P. pode tornar-se assustadoramente grande, $\#\approx N^p$ (# Ö número de elementos do E.P.) impossibilitando assim, em termos práticos, a resolução deste problema por este método. É precisamente neste tipo de problemas que os A.G. são utilizados. Eles fazem uma procura "guiada" pelo E.P. Não procuram exaustivamente todos os candidatos a solução, mas apenas aqueles que parecem mais viaveis.

Surge agora a pergunta de como reconhecer indivíduos viáveis...

A viabilidade (*Fitness*) é uma medida da adaptação de um indivíduo ao ambiente que o envolve. Neste problema concreto, uma medida da viabilidade pode ser simplesmente a área encerrada por uma dada linha. Se enumerarmos, de forma aleatória, todos os candidatos a solução e atribuirmos a cada um deles o valor da sua viabilidade obtemos uma "Paisagem de Viabilidade" (*"Fitness Landscape* ").

Estamos agora em condições de afirmar que a função de um A.G. é maximizar (minimizar) uma dada função de fitness $f(\overrightarrow{x})$.

[Notemos que nos limites $l \to 0, N \to \infty, p \to \infty$, o problema considerado seria reformulado para:

Qual a linha com determinado comprimento que maximiza a área por si encerrada?

Este problema pode ser resolvido utilizando Cálculo Variacional. Experimentem resolvê-lo e verão que não é assim tão simples. No entanto, um A.G. poderia em principio obter como resposta uma aproximação com um grau de precisão arbitrário, que é o fundamental para qualquer engenheiro...]

O interior de um Algorítmo Genético

O passo seguinte é descobrir como maximizar uma qualquer função de fitness $f(\vec{x})$.

Tal como na natureza, no ínicio, temos apenas um conjunto aleatório de possíveis soluções para um problema. Boas, más, medianas... Portanto, existirá estatisticamente uma população representativa do E.P. Tendo a nossa população de n elementos, percorremos os seguintes passos que formam a essência de um A.G.:

- 1. Representamos cada cromossoma por uma cadeia de q bits de comprimento.
- 2. Fazemos corresponder a cada cromossoma

 \vec{x} o valor $f(\vec{x})$.

- 3. Enquanto não existirem n elementos repetemse os passos seguintes:
- 3.1 Selecionam-se dois "pais" dentro da população, sendo que a probabilidade de um pai ser escolhido é uma função crescente de $f(\overrightarrow{x})$.

- 3.2 Aplica-se o operador crossover com probabilidade *pc* (tipicamente 0,7%), sendo criados neste ponto 2 descendentes.
- 3.3 Aplica-se o operador mutação com probabilidade *pm* (tipicamente 0,01%) a cada um dos descendentes criados em 3.2 que integrarão a nova população.

[Se n for impar, retira-se um elemento ao acaso da população inicial]

4.A nova população está criada e retorna-se ao ponto 2 enquanto um critério de paragem continuar por cumprir.

Como se nota facilmente, este algoritmo tem uma generalidade imensa.É por essa razão que os A.G. podem ser aplicados numa variedade enorme de problemas, sendo também por essa razão que se faz investigação sobre eles. Mas afinal, quais os limites destes algorítmos? Intuitivamente, parece que eles forçosamente terão que convergir para uma solução num dado intervalo de tempo. Mas será isto válido para *qualquer* problema? É, de facto, uma questão complexa e ainda existem muitas portas em aberto quanto ao desempenho óptimo dos A.G.

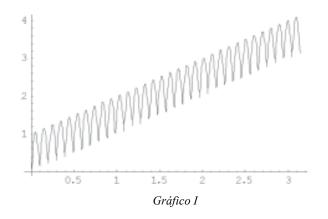
Um exemplo concreto

Nesta altura só me resta demonstrar aos mais incrédulos leitores um exemplo concreto que mostre que, de facto, estes algorítmos funcionam. São apresentados alguns resultados de um pequeno programa que fiz em *Mathematica* para me convencer a mim mesmo que esta teoria funcionava mesmo (se alguém quiser eu poderei fornecê-lo, basta mandar-me um email). O objectivo do programa é a maximização de uma função a N Dimensões.

Aqui colocarei os resultados da maximização da seguinte função a 1-Dimensão:

$$g(x) = x + \left| Sin(32x) \right| \qquad 0 \le x \le \pi$$

cujo aspecto é o seguinte:



[Notamos que a função tem numerosos máximos locais, e que um método númerico, por exemplo o Método de Newton, poderia ser facilmente enganado!]

Corri o programa com os parametros: pc=0,7 pm=0,1 População inicial de: 50 elementos

Em baixo mostro os gráficos com a frequência de um candidato a solução em ordenadas e o valor do candidato (x) em abcissas, bem como dados estatisticos que considerei relevantes:

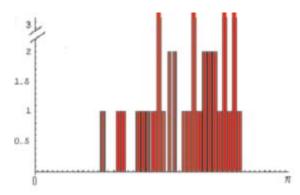


Gráfico II

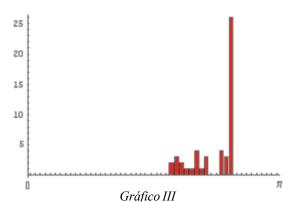
Valor de Fitness Médio da Geração: 3.243

Melhor candidato da Geração: 2.99583

Melhor valor de Fitness da Geração: 3.99468

Neste gráfico notamos que existem candidatos a solução num espectro bastante largo no intervalo considerado.

Já no gráfico seguinte, referente à 42ª geração, verificamos que existe uma concentração, ou seja, convergência de elementos para a solução real que é $x \approx 3.09348$.



Valor de Fitness Médio da Geração: 3.765484 Melhor Candidato da Geração: 3.09096 Melhor Valor de Fitness da Geração: 4.08973

Portanto nesta geração obtemos uma distância de $\Delta x \approx 0{,}00252\,$ para o valor real do máximo, o que é de facto surpreendente se tivermos em conta a simplicidade das regras que regem o Algorítmo Genético.

Para qualquer dúvida, crítica ou comentário, por favor contactem-me: egrojarieiv@clix.pt

Novembro de 2002 Bibliografia:

An Introduction to Genetic Algorithms – Melanie Mitchell

Eng. Biomédica - Um breve balanço

por Filipa Campos Viola (LEBM)

Já passou um ano desde a abertura do primeiro curso de Engenharia Biomédica no IST, pioneiro em Portugal, por isso, talvez seja altura de fazer um breve balanço do que tem sido, até agora, esta experiência de se ser (futuro) Biomédico.

Há quem pergunte quem somos e há mesmo quem desconheça a nossa existência (embora estejam ausentes alguns elementos, vejam a nossa foto de família, tirada no dia da Abertura Oficial do Primeiro Curso de Engenharia Biomédica de Portugal).

Quem somos nós afinal? Somos a licenciatura

mais recente do Departamento de Física do IST, sendo este o segundo ano escolar em que o curso existe. Somos o curso que teve a mais alta média de entrada no presente ano escolar no IST e em todos os cursos de Engenharia do país, tendo todas as vagas existentes sido preenchidas, bem como no ano passado. Somos o único curso do IST que tem cadeiras em duas faculdades diferentes, visto que o nosso curso resulta de um projecto comum com a Faculdade de Medicina da Universidade de Lisboa.

Não somos uma elite, fazemos apenas parte de um projecto que pretende unificar diferentes áreas como a Biologia, a Química, a Física e a Medicina, de modo a formar um engenheiro capaz de "participar na inovação no âmbito das áreas

multidisciplinares das ciências e tecnologias Biológicas e Médicas avançadas". (Se quiserem saber mais, consultem as páginas: http://www.fisica.ist.utl.pt/~biomedica ou http://isabelle.math.ist.utl.pt/~l51364).

Mas uma coisa muito importante: NÃO SOMOS FRUSTRADOS QUE NÃO ENTRARAM NO CURSO DE MEDICINA.

Depois deste primeiro ano escolar, houve apenas três desistências, em parte "compensadas" pelo ingresso de colegas que vieram de outros cursos, o que tem sido um factor constante desde a abertura desta licenciatura.

No primeiro ano, Biomédica recebeu para além dos primeiros vinte e cinco caloiros, alunos provenientes de diversos cursos do IST (Eng. Ambiente, Eng. Biológica, Eng. Física e Tecnológica, Eng. Química), bem como de outras Faculdades e até mesmo pessoas que pretendiam

tirar um segundo curso. Neste ano, voltou-se a repetir a tentativa de mudança de curso por colegas de diferentes áreas.

Talvez seja pertinente perguntar o porquê de tantas pessoas tentarem mudar para o nosso curso, deixando para trás anos curriculares, na maior parte dos casos, realizados com aproveitamento.

Uma grande percentagem das pessoas que se transferiu para Biomédica no ano de abertura, foram alunos que no seu ano de entrada já esperavam que o curso tivesse aberto no IST, por isso estiverem um ano no Ensino Superior

à espera que isto acontecesse.

Outros, menos contentes com as opções inicialmente escolhidas, sentiram-se tentados pela estrutura curricular tão abrangente e transversal, sem dúvida um dos maiores trunfos do nosso curso. Este facto fez com que a licenciatura fosse também apelativa para aqueles que já têm um curso superior e pretendem complementar os seus conhecimentos.

Quanto aos nossos caloiros, convém destacar não apenas a média fabulosa de entrada que atingiram, mas, sobretudo, o facto de terem escolhido a nossa instituição para frequentar o curso de Engenharia Biomédica, visto que este ano existiam mais opções: a Universidade Nova de Lisboa, a Universidade do Minho e a Universidade de Coimbra.

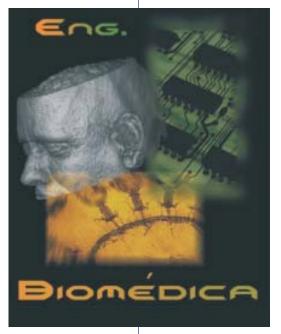
A maior parte escolheu em primeira opcão o IST, para frequentar este curso, devido ao

prestígio da nossa instituição, muitos deles também aliciados pela perspectiva de poderem vir a desenvolver aqui projectos de investigação.

Em jeito de balanço, este primeiro ano foi de adaptação para todos, como é normal quando se ingressa no Ensino Superior pela primeira vez, contudo tivemos algumas dificuldades acrescidas, uma vez que se tratava de um curso que funcionava pela primeira vez.

Tal como acontece um pouco em todos os cursos, fomos confrontados com cadeiras em que a interligação dos currículos não foi um factor predominante, sendo isso em parte agravado pelo facto de frequentarmos duas faculdades, onde tivemos de nos habituar a dois métodos de organização, ensino e avaliação completamente diferentes.

Esperamos que a nossa experiência ajude a que o curso evolua de uma forma cada vez melhor e que se promovam diferentes eventos que apostem na interligação



entre Faculdades como se verificou no Primeiro Encontro de Engenharia Biomédica IST/FML que se realizou no passado mês de Outubro na Aula Magna da Faculdade de Medicina de Lisboa.

Incentivam-se também iniciativas como o seminário "New Developments in Radiation Teraphy", que decorreu no dia 4 de Novembro no IST, pois são fundamentais para a nossa formação e para que tenhamos contacto com os projectos que actualmente estão a ser desenvolvidos quer a nível nacional, quer a nível internacional na nossa área.

No entanto, seria bom que de futuro estas iniciativas contassem também com a participação de colegas que frequentam o curso de Engenharia Biomédica noutras faculdades para que fosse possível conhecer as suas estruturas curriculares, métodos de

ensino e aprendizagem, pois afinal, embora pioneiros, já não estamos sozinhos neste novo mundo.

Quanto a expectativas, parece-me que são comuns, tanto as nossas de "antigos veteranos", bem como as dos caloiros. Penso que todos quisemos fazer parte deste projecto pioneiro e promissor, porque temos em comum o gosto pela ciência, porque pretendemos trabalhar em áreas onde a inovação e o progresso caminham de braço dado e a uma velocidade vertiginosa. Todos procuramos aprender para poder num futuro próximo entrar num mercado de trabalho bem renumerado e onde não se fala ainda em saturação, onde possamos fazer algo de novo e proveitoso (ou, pelo menos, assim sonhamos!).

Resta-me apenas deixar esta última mensagem:

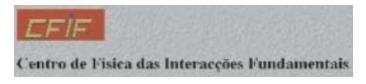
BOA SORTE BIOMÉDICOS!!!



Centro de Física das Interacções Fundamentais

- Projectos de investigação em Física de Altas Energias, Física Nuclear, Física Hadrónica, Física da Matéria Condensada, Relatividade e Cosmologia, Geometria Diferencial, e áreas afins.
- Temas de investigação incluem: Física de neutrinos, extensões do modelo Standard, supersimetria, bariogénese, iões pesados, mesões escalares, lagrangeanos para partículas instáveis, quebra de simetria quiral, produção de mesões, novos estados de estabilidade nuclear, QCD, decomposição spinodal, dinâmica de vórtices, coexistência de magnetismo e superconductividade, teorias da expansão do Universo, matéria escura, variedades de Kahler-Einstein.
- · Teses de Mestrado e Doutoramento com uma formação internacionalmente competitiva.
- · 33 membros doutorados

Visite a nossa página http://cfif.ist.utl.pt



À Descoberta dos Pulsares

por Marco Cardoso e Ricardo Salvador

Em Julho de 1967 Jocelyn Bell, uma jovem aluna pós graduada, estudava, no Observatório Astronómico de Cambridge, as gravações referentes a um trabalho destinado originalmente à investigação de quasares. Foi então que esta reparou no que parecia ser uma cintilação rápida

envolvendo uma fonte fraca. O que causou algumas suspeitas foi o facto da cintilação estar a ocorrer a meio da noite, altura em que as cintilações são pouco frequentes. Além disso, o sinal estava só presente numa fracção do tempo necessário para o feixe de recepção da antena passar pela fonte no céu.

Se o sinal tivesse aparecido uma só vez seria, seguramente, causado por uma interferência. No entanto, em Setembro o sinal já tinha aparecido seis vezes. A constância na posição dos sinais mostrou que os sinais vinham, provavelmente, de um corpo celeste.

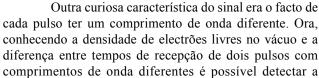
Depois de desaparecer por seis semanas o sinal reapareceu. Gravações de alta velocidade começaram então a revelar que os sinais vinham segundo uma sucessão regular de pulsos com apenas um segundo de intervalo. Nenhum objecto celeste, conhecido na altura, emitia sinais com aquelas características!

Porque não foram descobertos antes:

Uma das questões mais intrigantes sobre estes sinais foi o porquê do sinal não ter sido detectado antes. A resposta prende-se com o facto de não só o sinal ser muito fraco mas também pela energia deste decrescer nos comprimentos de onda usados pela maior parte dos astrónomos - que variam desde poucos centímetros a um metro. Para detectar o sinal não só era necessário um rádio telescópio operando com comprimentos de onda de alguns metros, mas também que as observações das mesmas áreas do céu fossem repetidas com um sistema de gravação rápido o suficiente para registar os pulsos. Todas estas características estavam reunidas no rádio telescópio de Cambridge.

Características do sinal:

Os sinais apareciam como sucessões regulares de pulsos com intervalos de 1s e com duração de 10 a 20 milisegundos, o que indicava que o objecto não poderia ter mais que algumas centenas de quilómetros de raio, visto que a fonte não pode emitir um pulso num tempo inferior ao necessário para a luz a atravessar.



distância da fonte. Înfelizmente não se conhece a densidade exacta de electrões livres, sendo esta estimada em um electrão em dez centímetros cúbicos. O primeiro sinal detectado seria, então, proveniente de uma fonte a uma distância de 130 parsecs¹.

A mais notável característica do sinal era, no entanto, a regularidade com que este aparecia. Quando se adicionaram as correcções devido ao efeito de Doppler descobriu-se que o sinal podia ser previsto com uma precisão de dez milisegundos durante várias semanas.

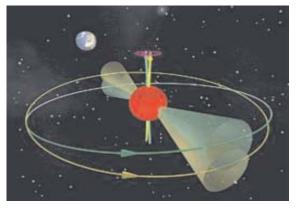


Estrelas de neutrões e pulsares, qual a ligação?

O físico indiano Chandrasekhar Subrahmanyan ajudou, em 1930, a prever a existência de estrelas de neutrões. Uma estrela, como o Sol, mantém o seu tamanho equilibrando a pressão interna (devida às reacções nucleares que ocorrem no seu interior) com a força gravítica. À medida que o combustível interior se vai gastando a estrela contrai para um menor volume. No entanto, um novo equilíbrio é possível devido à pressão resultante do movimento interno dos electrões. A essas estrelas dá-se o nome de anãs brancas.

Porém, se a estrela fôr muito maior que o Sol, à medida que o seu volume diminui, efeitos quânticos e o princípio de exclusão de Pauli ditam que os electrões apenas podem ser compactados num volume menor se a sua energia aumentar. Eventualmente a energia é tão grande que os protões e electrões combinam-se dando origem a neutrões. Chandrasekhar descobriu que só se a massa de uma estrela fosse 1.4 vezes a do Sol é que se formariam estas estrelas de neutrões.

Actualmente pensa-se que os pulsares são estrelas de neutrões rodando a grande velocidade.



Características dos pulsares:

Uma característica dos pulsares é o facto destes girarem muito depressa. Isto ocorre devido à conservação do momento angular, pois quando a estrela colapsa dá-se uma diminuição do seu momento de inércia, aumentando desta forma a sua velocidade angular. É esta a razão pela qual os pulsares apresentam uma frequência de rotação tão elevada (tendo períodos de rotação que podem ir desde quatro segundos até cerca de um milésimo de segundo), enquanto que a maioria dos corpos celestes têm uma frequência de rotação comparável à da Terra.

A parte exterior dos pulsares é constituída por uma camada de ferro ou níquel, que delimita a parte interna constituída por neutrões altamente compactados.

Os pulsares possuem um campo magnético extremamente intenso, que pode chegar a biliões de vezes o campo magnético da Terra.

Eles são, muitas vezes, confundidos com os quasares devido ao facto de terem um nome semelhante, contudo os quasares são bastante diferentes dos pulsares, emitindo ondas de rádio extremamente intensas, cuja energia emitida pode ir até cem vezes a energia emitida pela nossa galáxia!

Como já se referiu, a massa de um pulsar é, aproximadamente, 1.4 vezes a massa do nosso sol mas, devido ao seu tamanho relativamente pequeno, a densidade de um pulsar é extremamente elevada, sendo que o volume ocupado por uma colher de açúcar tem a massa de milhões de toneladas. Devido a isto também a gravidade de um pulsar é extremamente elevada, sendo que, à sua superfície, a gravidade é 300 000 vezes superior á da Terra.

Porque é que os pulsares emitem sinais de rádio?

Os sinais de rádio emitidos pelos pulsares não são completamente entendidos. Uma teoria bastante divulgada baseia-se no forte campo magnético do pulsar que força a sua atmosfera ionizada a girar em torno dele. Algumas porções

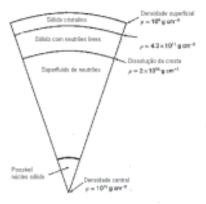


Fig. 2



Fig. 3: Nebulosa rodeando o pulsar de Vela. Pensa-se que os anéis representam matéria a fugir da estrela de neutrões

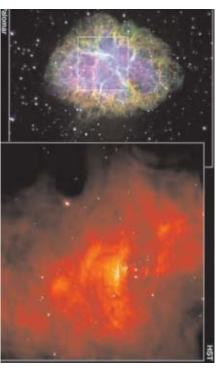


Fig. 4: Nebulosa do Caranguejo com o pormenor do pulsar de Caranguejo.

desta atmosfera chegariam então à velocidade da luz sendo então libertadas do campo magnético. Quando isso acontecesse um sinal de rádio seria gerado e formar-se-ia um feixe devido a efeitos relativistas.

Há ainda a referir a extrema regularidade destes sinais de rádio, que chega mesmo a ser superior à dos relógios atómicos de Césio. Alguns pulsares possuem uma precisão de um segundo em dez milhões de anos, enquanto que o relógio atómico possui uma precisão de um segundo num milhão de anos.

Alguns Pulsares conhecidos

Um dos pulsares mais conhecidos é o pulsar do caranguejo, que se encontra no centro da nebulosa do caranguejo. A supernova que deu origem a este pulsar foi observada na Terra em 1054 d. C. por astrónomos chineses e japoneses. Este pulsar é o mais energético que se conhece, roda cerca de 30 vezes por segundo e está altamente magnetizado. caracteriza-se também por emitir dois pulsos de radiação por cada revolução. A luz visível emitida por este pulsar é suficientemente forte para que este seja visível nas da nebulosa fotografias caranguejo.

Outros pulsares conhecidos são os pulsares de Vela e o de Geminga. Estes dois pulsares emitem radiação na frequência dos raios gama.

O pulsar de Geminga localizase na constelação dos Gémeos e o seu período é de aproximadamente 237 milisegundos. O ritmo ao qual a velocidade de rotação está a descer indica que este pulsar terá aproximadamente 300,000 anos.

O pulsar de Vela localiza-se na constelação de Vela e tem um período de 89 milisegundos.

¹ 3,26 anos-luz

ICPS 2003

por Daniel Vidal

O ICPS, International Conference for Physics Students, é, como o nome indica, uma conferência de estudantes de física a nível internacional. Durante a semana em que esta decorre vão sendo apresentadas diversas palestras pelos estudantes, quer estes estejam a

licenciar-se, a tirar mestrado ou doutoramento. Serão posteriormente premiadas as duas melhores palestras.

A conferência tem todos os anos lugar num país diferente. A primeira vez que o evento ocorreu foi em 1986 em Budapeste, Hungria. Em 1998 foi em Coimbra, em 1999 em Helsinkia, Finlândia, em 2000 em Zadar, Croácia, em 2001 em Dublin, Irlanda, e em 2002 foi em Budapeste, Hungria,

de volta ao país de origem. Neste ano de 2003, a conferência vai decorrer em Odense, na Dinamarca.

Qual é o interesse disto, perguntas-me tu? Bem, que pergunta... Budapeste é a cidade do sexo, e tu nunca sabes o que te espera na próxima esquina...

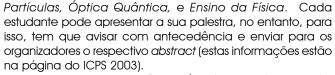
Bem, agora que já chamei a vossa atenção, penso que me posso demorar um pouco mais na descrição do que é o ICPS. Para tal, creio que o melhor a fazer é contar um pouco da minha experiência pessoal em Budapeste, em Agosto do ano passado.

A conferência começou dia 22 para acabar no dia 28 de Agosto. Estavam presentes aproximadamente 250 participantes um pouco de toda a Europa e fora desta também. No entanto, em larga maioria, predominava o poder 'Tuga' em relação às outras nacionalidades, pois éramos um grupo de 40 macacos, como podem ver na foto.

Gostava de poder falar do que aprendi nos meus dias em Budapeste, mas isso foi muito escasso... participei numa conferência dada por um professor da universidade de Munique acerca de *Mecânica Quântica*, mais precisamente, em que passo estavam as investigações relativas à *Computação Quântica* (o que foi o auge intelectual das minhas férias de Verão 2002), de resto, foi só divertimento.

Não quero dissuadir as pessoas com um interesse intelectual no ICPS a participarem, eu só não aprendi nada porque não quis... Mas, para os interessados, a coisa funciona da seguinte forma: Existem 3 ou 4 palestras dadas

por professores universitários convidados, de resto, existem umas 90 palestras, dadas por estudantes, cujos temas são a Astrofísica, Física Atómica, Biofísica, Caos e Ciência Não Linear, Física Computacional, Matéria Condensada, Física Ambiental, Física Matemática, Física de



Para além de se poder aprender muito, o ICPS tem também outro factor de muita importância, o facto de se fazer contactos com muitas pessoas da mesma área e da mesma geração, gente com quem se pode eventualmente vir a trabalhar no futuro. Mais do que isso ainda, para os que desejam continuar os estudos noutro país, podem entrar em contacto com pessoas dessa nacionalidade e aconselhar-se...

Mas, a meu ver, no Verão o que vale é divertir-se e conhecer novas caras,

portanto, vou voltar a essa parte. O ICPS começou com uma *Opening Party*, que tem por objectivo fazer com que as pessoas se conheçam. Esta decorreu com normalidade, tirando o facto de terem sido muito forretas com o champanhe. De seguida, seguimos para a zona desportiva do hotel onde, quem quisesse, podia jogar uma futebolada (portugueses arrasados por finlandeses a jogarem de touca na cabeça), ou então, mandar um mergulho na piscina.

No dia seguinte houve a famosa National Party, e agora, perguntam-me vocês: O que é a National Party? Bem, como o nome indica, a National Party é a festa das nações, mais precisamente, cada nação trás do país donde vem comeres e beberes nacionais, a fim de dar a provar aos outros participantes o melhor do seu país. Só como nota, os americanos trouxeram pão de forma com manteiga de amendoim. Havia lá de tudo o mais estranho, o que me leva a crer que existem países com tradições muito bizarras. Enfim... Portugal levou presunto, chouriços, morcela, queijo da Serra, vinho do Porto... só coisas boas...

E que se segue ao jantar?? A FESTA! Nesta parte, cada país é suposto subir ao palco e mostrar um pouco do que vale. Começou-se com a Lituânia, país que era representado apenas por uma pessoa, no entanto, acreditem em mim, este esteve à altura, fez ali um show muito giro que me valeu uma grande risada. Grande risada, mas talvez não tão grande como quando foi o desempenho da Suécia... Três rapazes suecos, aparentemente muito tímidos, subiram ao palco vestidos de travesti a cantar os Abba... tiveram que fazer um

encore. Depois de muitos, entre os melhores, os gregos, os austríacos, os russos,... chegou a vez dos portugueses. Acompanhados por uma viola, os quarenta cantaram O Malhão, Ribeirinha da Serra, Ó Menina Estás À Janela,... Enfim, tudo isto foi um espectáculo a não esquecer... não me consigo lembrar de como voltei para casa...

No dia seguinte, no Domingo, fezse uma excursão de barco até a um





Budapeste

Pulsar Número 18

lugar relativamente longe de Budapeste. Infelizmente, não consegui acordar pelo que não fui. Fui antes tomar banho nas famosas termas de Budapeste (umas das mais antigas), o que me soube realmente bem. As opiniões quanto à excursão dividem-se, para alguns foi muito gira e valeu a pena, para outros, não tanto.

Segunda feira foi o dia da despedida. Muitos voltaram para casa, os croatas voltaram para a Croácia e levaram-me até Zagreb, pois as minhas férias ainda estavam longe de se darem por terminadas.

E pronto, termino assim o meu resumozito da minha estadia no ICPS, onde me fartei de conhecer gente interessante e onde conheci uma cidade e um modo de vida em nada semelhantes ao nosso.

Só como nota, um dos vencedores do ICPS 2002 foi um jovem escocês que estava a desenvolver um detector de neutrinos, já tendo obtido alguns resultados positivos. Ainda me arrisquei a perguntarlhe como aquilo funciona, mas não sei se foi da

pronúncia escocesa, ou da explicação difícil, mas a única palavra que percebi foi *nitrogénio*. O outro vencedor calhou ser o rapaz mais novo do encontro...

Este ano, o ICPS decorre em Odense na Dinamarca. O preço da estadia ronda os 120€ e inclui alojamento e algumas refeições. O programa vai ser semelhante e vai incluir uma

excursão em direcção a Copenhaga.

Para participar no ICPS 2003 basta que se faça um pré-registo a partir de 1 de Março até 31 do mesmo mês. Caso não seja feito o pré-registo não é possível participar no evento. De seguida, é necessário até dia 1 de Maio pagar a estadia. Geralmente, a *Physis* (núcleo nacional de estudantes de física) facilita este aspecto, e entrará em contacto antes de Maio com os pré-inscritos. Depois é só esperar até ao dia 7 de Agosto, dia que dará início à conferência que terá lugar até dia 13 de Agosto.

O pré-registo deve ser feito na página do ICPS2003, localizada em http://www.icps.sdu.dk/.

Espero que a participação portuguesa esteja à

altura da dos anos anteriores.

Mais informações vão sendo actualizadas na página da informativa, disponível em http://info.nfist.ist.utl.pt/, pelo que estão convidados a lá ir. Num aparte, convido-vos a inscreverem-se no NFIST no formulário que se

encontra na dita página, à vossa disposição.

Com os meus melhores cumprimentos, e sempre disponível para responder a qualquer pergunta que me queiram pôr relativamente ao ICPS ou ao NFIST, despeçome.

Daniel Vidal



Porque é que eu mudei ?



O Ricardo Monteiro esteve dois anos em Aeroespacial e ingressou este ano para Física, substituindo, assim, o Ricardo Andrade que foi para Matemática. A simetria do curso conserva-se, uns vão, outros vêem, e a vida continua... Boa sorte Ricardo, esperemos que tenhas feito a escolha acertada!

Desde o primeiro momento, foi uma pergunta difícil. Não porque não estivesse de perfeita consciência quando me decidi a mudar. Ou porque escondo um motivo mais ou menos obscuro. Sei precisamente o que me levou a fazê-lo e, no entanto, hesito antes de cada resposta.

Poderia contornar o problema e incriminar o curso que me acolheu durante dois anos. Mas estaria a ser injusto. Poderia também invocar razões tactico-economico-profissionais. Satisfaria alguns, mas, aparte não ter grande fundamento no meu caso, deve ser o pior critério para alguém que gosta de estudar escolher um curso.

Além disto, é fácil dizer uma mentira - passa num instante. Escrevê-la, é outra história: soa sempre mal, principalmente ao próprio, como se arranhasse nos tímpanos. Como diria o outro, está e fica - marca perpétua do nosso pequeno pecado.

Incorrendo pela não-mentira, tenho ainda a hipótese

de inverter a questão: porque não Física logo de início? Na altura, cheguei a estar indeciso. Mas "entre o cientista e o engenheiro puros" não iluminou as minhas ideias. Acabei por deixar para segunda opção.

Manter-me-ei, porém, fiel ao meu desígnio: a resposta directa. E essa vem após a breve hesitação. Resignadamente: «Porque gosto de Física».

Resignadamente porquê? Qual então o dilema, já raiano do ridículo? O verbo gostar. Vejamos bem: gostar?! Gosta-se de morangos! No máximo, gosta-se do filme que o dia seguinte fará esquecer. O que é isso para dizer o que faz parte de cada um de nós? Mas, na azáfama diária, fica a resposta curta. O respeito pelo tempo e interesse de quem só perguntou por simpatia não permite mais.

Ricardo Monteiro

Pulsar Número 18

Provavelmente o conceito Matemático mais inútil do Mundo



por Nelson Sousa

A matemática é quase tão velha quanto a humanidade. Desde os números naturais até à geometria algébrica e à computação muito tem sido feito, muitos resultados têm sido

demonstrados, muitas conjecturas têm sido feitas.

Há resultados importantes, outros que nem tanto. Há também teoremas importantes que começaram por ser uma mera "brincadeira" matemática e acabam por contribuir para grandes avanços nesta disciplína. Por exemplo, o Último Teorema de Fermat, que diz que para n>2 não existem soluções inteiras positivas x, y e z da equação $x^n + y^n = z^n$, embora pareça inocente, demorou 350 anos a ser demonstrado e na sua demonstração foram utilizados avanços extraordinários de várias áreas da matemática, desenvolvidos ao longo do sec. XX.

O conceito que vou aqui introduzir tem muito poucas probabilidades de se tornar importante. Penso que ainda terá menos probabilidades de se revelar de alguma utilidade para alguém. Mas é engraçado.

Neste artigo vou falar-vos de números fortuitos. Tudo começa com a constatação de uma propriedade interessante do número 5: a palavra "cinco" tem 5 letras. Em inglês, esta propriedade apenas é manifestada pelo número 4 ("four" tem 4 letras). Em francês, nenhum número tem esta carcterística. Para trabalharmos com números maiores, definimos números fortuitos como aqueles que são iguais ao produto dos números de letras das palavras do seu nome. Por exemplo, o número 25 é fortuito porque "vinte" tem cinco letras, "e" tem uma letra e "cinco" tem cinco letras e 5x1x5=25. Após uma pesquisa dos primeiros números naturais constatamos que existem mais 3 números fortuitos em português: 54, 125 e 175. Escrevi um programa para pesquisar números fortuitos até mil milhões. E não encontrei mais nenhum! O que não quer dizer que não existam números de 10 ou mais dígitos que sejam fortuitos. Num artigo da Mathematical Inteligencer (1), Michael Kleber publicou um artigo sobre este conceito, indicando uma quantidade considerável de números fortuitos em inglês. Os primeiros números da lista que ele apresenta são 4, 24, 84.672, 1.852.200, 829.785.600. E ainda existem números fortuitos maiores!

A pesquisa de números fortuitos tem, no entanto, alguns problemas. Por exemplo, em português, dizemos catorze ou quatorze? A verdade é que ambas as expressões estão correctas, o que é uma grande chatice. Eu digo catorze. Mas a partir de 10º temos a famosa questão dos biliões e milhares de milhão. Como é? Em inglês também surgem problemas, por causa da palavra "and". 123 deve ser dito "one hundred and twenty three" ou "one hundred twenty three"? Nesse aspecto nós temos sorte: "e" tem exactamente uma letra, o que faz do

português uma língua "fortuitamente simples". O francês ainda é pior: 21 diz-se "vingt et un", mas 22 diz-se "vingt deux". E depois, temos aquela regra engraçadíssima dos franceses de chamarem "soissante-dix" ao 70 e "quatre-vingt" ao 80. Mas nem tudo é mau, porque com esta regra, 90 (quatre-vingt dix) é fortuito! Afinal, existe uma boa razão para dizer "quatre-vingt dix" em vez de "nonante".

Bem, mas porquê limitarmo-nos a estas línguas? Podemos, por exemplo, pesquisar o chinês à procura de números fortuitos. Kleber fez isso. Perguntou a um amigo chinês como se escrevem os caracteres numéricos e contou o número de traços em cada caracter (já que o chinês não tem um alfabeto). Mas pelos vistos o chinês não é fortuitamente interessante, porque além do 1, 2 e 3 (todos fortuitos), existem apenas mais 2 números fortuitos até 10^{24} .

É claro que qualquer matemático tinha de procurar regras e conjecturas sobre os números fortuitos. E assim surgiu a conjectura que diz que existem infinitos números fortuitos em inglês (língua para a qual Conway e Guy desenvolveram um método de dar nomes a números arbitrariamente grandes).

E isto é só com os números naturais! Podemos levar o nosso esforço mais além. Por exemplo, o número ½ lê-se "um meio". Então, definimos números fortuitos fraccionários como aqueles tais que o número de letras do numerador (ou o produto dos números de letras das várias palavras) sobre o número de letras do denominador é igual ao próprio número. ½ é fortuito, pois "um" tem duas letras e "meio" tem 4 letras. Chama-se fortuito redutível. 5/7 lê-se "cinco sétimos" e portanto é um número fortuito fraccionário irredutível. O que acontece com denominadores maiores que 10? Eu acho que 1/11 lê-se "um onze avos". E com esta regra resolvi ir procurar fortuitos fraccionários com numeradores e denominadores entre 1 e 999. Encontrei 116. Por exemplo, 3/12 lê-se "três doze avos", ou seja, 4/ 16=1/4 e 3/12=1/4. Engraçado, não é? E o que me dizem do número 486/81? "quatrocentos e oitenta e seis oitenta e um avos" vale (12x7x4)/(7x2x4)=6 e 486/81=6. Se alguém quiser a lista completa de fortuitos fraccinários que encontrei, peça. Não estou com grande vontade de publicar uma lista de 116 frações no Pulsar.

O número 486/81 é igual a seis, como vimos. E 6 não é um número fortuito. Mas 486/81 é um número fraccionário fortuito redutível. É um exemplo do que se chama (do que eu chamo) "expressão

fortuita não fortuitamente simplificável". "oito ao quadrado" vale, fortuitamente falando, 4x2x8=64=8². Mas "sessenta e quatro" vale 8x6=48. É outro exemplo de uma expressão fortuita não fortuitamente simplificável.

Mas há mais! Existem números que são fortuitos a menos de um sinal. Por exemplo, -30 lê-se "menos trinta" e portanto vale 30. O mesmo se passa com -40.

E ainda temos os números fortuitos conjugados. Por exemplo, "quatro" tem 6 letras e "seis" tem 4 letras. Este é um exemplo de um ciclo fortuito de período 2. Kleber encontrou ciclos de outros períodos em inglês (incluindo períodos 4 e 5) mas eu farteime de ver o meu computador "crashar" a tentar



determinar os ciclos é já estava a ficar um bocado farto de números fortuitos...

Por esta altura a maioria de vocês já desistiu de ler e foi fazer algo mais interessante. Eu não vos levo a mal. Mas os poucos que resistiram devem estar a perguntar "Para que raio é que isto serve?". Sim, ainda vá que não vá que nas aulas de álgebra nos tenham dito que as matrizes iriam servir para alguma coisa, e

viémos a descobrir isso mesmo. Às vezes de forma dolorosa. Mas números fortuitos? Não sei qual é a resposta a esta questão, mas desconfio que os números fortuitos não sirvam para absolutamente nada. Mas como um colega meu me disse, citando um professor dele, "A pergunta correcta não é para que serve mas sim que piada é que isso tem". E mesmo olhando sob este prisma, não consigo encontrar assim grande piada nos

números fortuitos. Começa a parecer-me que o meu tempo a escrever este artigo e o vosso tempo a lê-lo foi um bocado desperdiçado. Mas se não fosse assim teria sido desperdiçado de outra maneira qualquer, por isso não tenho grande problemas de consciência.

(1) — Referência Bibliográfica: M. Kleber, "Four, twenty-four, ...?", The Mathematical Intelligencer, Vol. 24, N° 2, pp. 13-14, Springer-Verlag

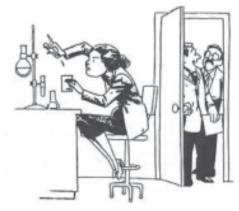


Secção Cultural

da responsabilidade de Marta Correia

Cartoons

marta correia@yahoo.com



"Heis a nossa colaboradora mais dedicada: há semanas que tenta fazer um clone dela própria para o mandar para casa viver com o marido..."



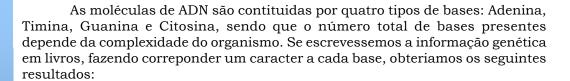
"...e, à medida que forem caminhando por esse mundo fora, prevejo que irão, gradualmente e imperceptívelmente, esquecer tudo o que aprenderam nesta universidade."



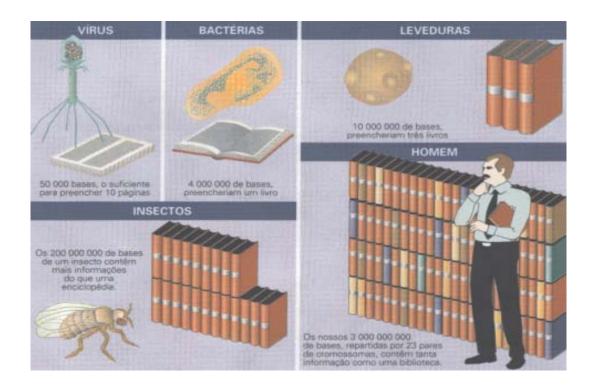
Quarks. Neutrinos. Mesões. Essas maiditas particulas que ninquém consegue ver... Foram elas que me levaram à bebida! Mas agora sim, consigo vê-las!"



Curiosidade





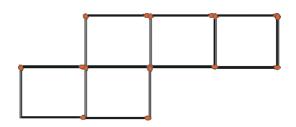


Puzzles e Enigmas!

- 1. Suponha-se que temos uma balança electrónica e dez sacos cheios de moedas. O problema é que nove dos sacos têm moedas de cem gramas, enquanto que apenas um tem moedas de 99 gramas. Como é que com uma única pesagem se pode descobrir qual o saco diferente?
- 2. Suponha-se agora que existem n sacos com moedas de 100g, e que m<n deles contém moedas diferentes de 99 gramas. Como achar os sacos diferentes? Mais uma vez apenas temos direito a uma única pesagem...
- 3. O desenho em baixo representa um conjunto de fósforos. Como é que deslocando apenas dois fósforos, se obtêm apenas 4 quadrados todos do mesmo tamanho? Não vale simplesmente tirar fósforos, no final eles têm de lá estar todos mas dispostos de uma maneira diferente que dê 4 quadrados.

por Miguel Paulos

Para saberes a resolução destes problemas visita o nosso site: www.fisica.ist.utl.pt/pulsar







O próximo número 19 será lançado em Junho. Sempre a evoluir, sempre a melhorar, sempre a crescer. O Pulsar é mesmo assim!

Não gostarias também de dar o teu contributo? Visita-nos em

Encontro Nacional de Estudantes de Física 2003

Todas as informações em:

http://enef.nfist.ist.utl.pt

A realizar em Lisboa,
de 14 a 16 de Março de 2003

Organização



Apoios



Departamento de Física do LS.T.